

STUDIER

I

GRUEBRYTNINGSVETENSKAP.

Nº. 2.

UEBER

GESTEINSBOHRMASCHINEN

VON

F. M. STAPFF,

Dr. phil., Lehrer an der Bergschule zu Falun.

MIT EINEM ATLAS.



VERLAG DES VERFASSERS.

1869.

Vorwort.

Ernstliche Versuche, das Abbohren der Sprenglöcher durch Maschinen zu bewerkstelligen, gehören fast ausschliesslich den letzten Jahrzehnten an. Wenn nichtsdestoweniger die Anzahl ausgeführter oder vorgeschlagener Bohrmaschinen jetzt schon eine sehr bedeutende ist, so sehen wir darin einen Beweis, dass man allgemein das Bedürfniss einer durchgreifenden Reform in diesem Theil der bergmännischen Gewinnungsarbeiten fühlt.

Mit den bisherigen in dieser Richtung angestellten Versuchen aber hat man ein endgültiges Resultat noch nicht erzielt; denn wenn es den besseren Bohrmaschinen auch gelungen ist, gegen die frühere Handarbeit eine Zeitersparniss herbeizuführen, so scheint es doch noch sehr zweifelhaft, ob irgend welche der bisher versuchten Bohrmaschinen unter gewöhnlichen Verhältnissen ebenso billige oder billigere Arbeit verrichten kann, als der Häuer mit seinem Fäustel. Mithin müssen die Bestrebungen künftiger Verbesserungen und Erfindungen auf diesem Gebiet vorzugsweise auf letzteren Punkt gerichtet werden, d. i. auf Konstruktion von Bohrmaschinen, welche billiger arbeiten, als die Häuer ohne Maschinen.

IV

Es ist zwar selbstverständlich, dass jeder, welcher den Beruf zu derartigen Verbesserungen oder Erfindungen fühlt, sich genau unterrichten sollte über das, was vor ihm auf diesem Gebiet geleistet worden ist; nicht nur um Zeit, Mühe und Kosten zu sparen, sondern auch um der Unannehmlichkeit zu entgehen, Dinge zu erfinden, welche vielleicht längst bekannt, vielleicht sogar als unbrauchbar längst wieder über Bord geworfen worden sind. Dennoch aber zeigen manche der neueren Bohrmaschinen deutlich genug, dass ihre Erfinder von diesem Grundsatz nicht geleitet worden sind.

Bohrmaschinen sind allerdings noch zu einzeln angewendet, als dass das Studium derartiger, in Gang befindlicher Apparate leicht und ohne Opfer geschehen könnte; viele Mittheilungen, Zeichnungen und Beschreibungen über einschlagende Gegenstände finden sich wohl in zahlreichen Zeit- und Einzelschriften zerstreut, sind aber, wie es scheinen will, der Aufmerksamkeit mancher Bohrmaschinenkonstrukteure grossentheils entgangen.

Ich glaube nicht nur den letzteren, sondern auch den Ingenieuren und Grubenbesitzern, welche Bohrmaschinen anwenden wollen, einen Dienst zu erweisen, durch eine kurze und kritische Zusammenstellung der hauptsächlichsten, bisher auf diesem Gebiet gewonnenen Erfahrungen und Resultate, soweit solche zu meiner Kenntniss gelangt sind.

Es soll hier nicht unerwähnt gelassen werden, dass schon vorher derartige Zusammenstellungen versucht worden sind. So finden wir in Devillez' Buch: *Les travaux de percement du tunnel sous les Alpes etc.*, Liège 1863, ausser Beschreibung und Principzeichnung der neueren Someiller'schen Maschine auch eine detaillirte Beschreibung (mit Zeichnungen) der Lisbeth'schen, sowie eine Notiz über den Castelain'schen Stossbohrer. Leon Rueff's: *Les grandes industries et les travaux d'art moderne*,

livr. 1 à 3, Paris 1867, giebt Zeichnungen und Beschreibung der Someiller'schen Maschine, erwähnt Bartlett's und Lisbeth's; enthält auch einen undeutlichen Holzschnitt der Schwarzkopff'schen, mit folgender Erläuterung: Mr. Lisbeth a proposé l'application de son foret aux grands percements. Il n'indique pas comment il compte employer l'air comprimé. Cette application a été faite par M. M. Schwarzkopff et Phillipson, et nous donnons ici un dessin de leur appareil. — — — — Dans tous les cas, cet outil sera toujours inférieur aux fleurets à percussion (!?) — Ferner wird Leschot genannt, und in einer Anmerkung unter dem Texte heisst es: On peut ajouter à cette série une machine inventée par Sachet Döring. — — — — Nous ne pouvons cependant signaler aucun principe nouveau dans l'ensemble de l'outil, qui est compliqué (!?). Der Bericht über die Zusammenkunft der „Miners association of Cornwallis and Devonshire“ zu Falmouth, 26. August 1867, Truro 1867, enthält ein sehr schätzenswerthes, aber leider allzu kurzgefasstes Tableau über die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der Maschinen von Bergström, Döring, Haupt, Jordan und Darlington, Low, De la Roche Tolay und Perret, sowie eine ausführliche Beschreibung der Maschine Haupt's, mit einigen Zeichnungen, entnommen Haupt's Brochüre: „On Tunneling by machinery“. In einer Schrift von C. Sachs: „Ueber Gesteinsbohrmaschinen, und speciell deren Anwendung beim Streckenbetrieb auf der Galmeygrube Altenberg bei Aachen“, Aachen 1865, wird neben ausführlicher Beschreibung und Zeichnungen der zu Altenberg angewendeten Maschine auch Schumann's Maschine kurz erwähnt, aus welcher die Altenberger hervorgegangen ist. Ferner gedenkt diese Schrift mit wenigen Zeilen der Maschinen Lisbeth's, Marcelli's, Someiller's, Low's, Leschot's und einiger anderer, ungenannter Herkunft. Rziha's treffliches Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst, Berlin, 1864—1868, enthält nach Devillez eine

VI

Notiz des Castelain'schen Stossbohrers, sowie Beschreibungen (mit Holzschnitten) der älteren Schumann'schen Maschine mit Handschiebersteuerung, einer der Schwarzkopff'schen Maschinen, sowie der älteren und neueren von Someiller. Weiter giebt diese Schrift sehr beachtenswerthe Winke über Anwendung rotirender Bohrer, mit Beschreibung oder Erwähnung eigener Bohraparate, sowie jener von Lisbeth, Rittinger, Leschot. The Practical Mech. Journal für 1865 beschreibt Bartlett's Maschine, und sucht zu beweisen, dass Someiller's aus ihr hervorgegangen sei. Neben anderen nur erwähnten, wird daselbst auch kurze Beschreibung (mit Holzschnitt) von Fontenay's Maschine mitgetheilt. Endlich sei hier noch eines Aufsatzes in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung 1866 No. 23 und 24 gedacht, in welchem ich nicht nur von den damals bekannten Bohraparaten die principiell wichtigsten zusammengestellt habe, sondern auch die hauptsächlichsten Tendenzen angedeutet, welche die hier vorliegende Schrift verfolgt.

Wenn diese Schrift mehr über Maschinenbohren enthält als eine der ebengenannten oder als diese zusammengenommen, so darf man nicht glauben, dass sie lediglich eine Compilation betreffender, aus dem einen Journal in das andere mit allen Mängeln des Originalen übergegangener Abhandlungen und Mittheilungen sei. Ich habe weder Zeit, Mühe noch Geld gespart, möglichst viele Bohrmaschinen in verschiedenen Winkeln Europa's im Gange zu sehen, über selbige an Ort und Stelle zuverlässige Mittheilungen zu sammeln, und (wo dies gestattet war) aus Akten und Journalen Auszüge zu machen, welche hier zum erstenmale publicirt werden. Freilich muss ich bedauern, nicht alle der hier beschriebenen Maschinen aus eigener Anschauung zu kennen; ebenso, dass es mir nicht geglückt ist, über alle Bohrmaschinen, von deren Existenz ich Kenntniss habe, so zuverlässige Beschreibungen und Zeichnungen zu schaffen, um sie in der vorliegenden Schrift aufnehmen

zu können; endlich, dass mehre Journale und Bücher mit hierher gehörigen Abhandlungen mir unzugänglich gewesen sind, und dass ich in zugänglichen wohl manches übersehen habe. Die dadurch gebliebenen Lücken bitte ich den Leser übersehen, auch andere Mängel dieser Schrift nicht zu hart beurtheilen zu wollen:

Das Manuscript war ursprünglich schwedisch verfasst, wurde jedoch, um den Leserkreis des Buches zu erweitern, später in's Deutsche übertragen. Die meisten der Zeichnungen waren da schon mit schwedischem Text gedruckt, und desshalb wurde solcher auch auf den später gedruckten beibehalten. Da der Text der Zeichnungen nur geringfügig und für das Verständniss derselben weniger wesentlich ist, so hoffe ich, dass die Schrift durch den schwedischen Text der Zeichnungen nicht an Brauchbarkeit verliert.

Vorkommende Maasse, Gewichte und Münzen sind schwedische, sofern nicht ausdrücklich anders gesagt ist, und mag hier erwähnt werden, dass 1 schwed. Decimalfuss = 0,297 meter; 1 schwed. Pfund = 0,425 kilogram; 1 schwed. Riksdaler = 100 öre = 1,39 Francs.

Falun 1869.

F. M. Stapff.

winnungsarbeiten ihre Analogie im „Brunnen“ mit Schlägel und Eisen hat. Als hieher gehörige Beispiele kann man anführen: die Schachtbohrungen*) durch Heyn, Kindermann, Honigmann, Kind, Chaudron u. a. (wobei jedoch nicht zu vergessen, dass diese grossentheils weniger in Schussgestein, als in mildem, rolligem und schwimmendem Gebirge zur Ausführung gekommen sind); ferner die durch Newton, Brunton, Talbot, Wilson u. a. vorgeschlagenen, theilweise auch ausgeführten Apparate, bei welchen Scheiben, die unter starkem Druck auf dem zu gewinnenden Profil laufen, das Gestein theils zerdrücken, theils abkratzen sollen; endlich Penrice's und Cail's neueste „tunneling machine“.

2) Darstellung durch Maschinen von parallelen oder sich kreuzenden Schrämen, und nachheriges Hereintreiben der zwischen den Schlitzten stehen gebliebenen Mittel. Diese Methode entspricht der gewöhnlichen Keilhauen- und Hereintreibearbeit, und ist also zunächst für eigentliches Schussgestein weniger abgesehen; sie ist verhältnissmässig häufig versucht worden und zur Ausführung gekommen, namentlich beim Steinkohlenbergbau. Als hieher gehörige Beispiele kann man anführen: die jetzt schon sehr zahlreichen Schrämmaschinen verschiedenster Konstruktion; rotirende Metallscheiben, Kreissägen und Bandsägen, letztere angewendet in Steinbrüchen zu Pyrimont in Savoyen; Dampfhammer mit Schrammeiseln, angewendet in Pflastersteinbrüchen zu Marcoussis bei Paris; die durch Maus für den Mont Cenis Tunnel vorgeschlagene Schlitzmaschine, bei welcher Stahlfedern Meissel gegen des Gestein schleudern sollten, um auf dem Profil verschiedene Systeme von Schlitzten zu erzeugen; endlich verschiedene Bohrmaschinen, welche in der beabsichtigten Trennungsebene der zu gewinnenden Blöcke Bohrlöcher dicht an einander stossen sollen, so dass letztere zusammengenommen einen nicht völlig offenen Schram bilden, mithin eine Methode, welche sich nur durch Anwendung von Bohrmaschinen von der in Granitsteinbrüchen (z. B. Baveno am Lago Maggiore) häufig angewendeten Weise, Blöcke zu zerspalten, unterscheidet.

3) Aushöhlung eines cylindrischen Ringes (vom Durchmesser des zu gewinnenden Profiles) um einen cylindrischen Kern, welcher letzterer nachher herein-gekeilt, oder durch ein in seiner Achse angebrachtes Sprengloch zerschossen wird. Die Entfernung des Kernes geschieht also mit gewöhnlichen Hilfsmitteln,

*) Die von Calvör erwähnte Maschine des Magister H. Huthmann zu Zellerfeld (1683) scheint nicht zum Abbohren von Sprenglöchern bestimmt gewesen zu sein (wie man vermuthet hat), sondern zum Abbohren von Schächten. Gleiches gilt von der 1721 durch Bartels in Zellerfeld vorgeschlagenen Bohrmaschine.

die Aushöhlung des cylindermantelförmigen Schrames aber mittelst Maschine. So weit ich kenne ist diese Methode zuerst von Coquilhat in Vorschlag gebracht worden, und beabsichtigte Coquilhat die Anwendung von rotirenden Röhrensägen. In gewisser Beziehung gehören auch die unter No. 1 erwähnten Talbot und Wilson'schen Apparate hierher. Auf der Pariser Exposition von 1867 waren zwei betreffende Maschinen ausgestellt; die erste; eine enorme Röhrensäge mit theils radial theils tangential gestellten Meisselschneiden an dem offenen Röhrendende. Die Röhre von Schmiedeeisen sollte gegen das Gestein gestossen, gleichzeitig aber um ihre Achse gedreht werden; die zweite (von Beaumont), eine runde Scheibe von Gusseisen, ein wenig kleiner als das beabsichtigte Profil des Ortes, mit einem Bohrer in der Achse und 50 am Rand, alle normal auf der Scheibenebene. Die Scheibe besitzt theils die hin- und hergehende Bewegung der Kolbenstange, an welcher sie befestigt ist, theils eine rotirende, und die Meissel erzeugen einen ringförmigen Schram, sowie ein Loch in der Achse des Kernes. Aehnliche Apparate sind schon vor 15 Jahren bei Tunnelbauten in Massachusetts; später durch Penrice beim Bau des Malverntunnels (Worcester-Hereford-Eisenbahn(?)), und durch Hunters versucht worden. Auch in Italien hat man mit ähnlichen Apparaten experimentirt.

Es ist nicht Zweck der vorliegenden Arbeit, auf die nun angedeuteten neuen Gewinnungsmethoden und dazu erforderlichen Apparate einzugehen. Die rasche Verbreitung, welche die Kohlenschrammaschinen gefunden, scheint jedoch darzulegen, dass wenigstens einige dieser Methoden und Maschinen eine Zukunft haben. Im folgenden beschäftigen wir uns ausschliesslich mit den unter II. erwähnten Bestrebungen, die jetzige Bohr- und Schiessarbeit zu verbessern.

Vergleicht man die verschiedenen Kostenpunkte bei dieser Gewinnungsarbeit, so ergibt sich, dass gegenwärtig*) der grösste Theil des Totalaufwandes durch Herstellung der Bohrlöcher erwächst.

Aus den Ziffern, welche Graff's komparative Versuche über Anwendung von Inneberger Stahl und Gusstahl zu Geböhrrergaben (Berg- u. Hüttenmännische

*) In Folge verschiedener Preise für Materialien und Handarbeit war das Verhältniss früher ein anderes. So ergibt sich aus einigen Ziffern, welche Gätzschmann mittheilt (Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten p. 334), dass 1643 in Freiberg:

das Abbohren 44,7 pCt.

„ Pulver 47,0 „

„ Anzünden 8,3 „

der Totalkosten beanspruchte; Gezüge- und Unkosten sind hier jedoch nicht berücksichtigt. Ein 40zölliges, 2 à 2½ Zoll weites Loch zu bohren und schießen kostete 4 Rdr.; ein solches Loch wurde (dreimännisch?) in 8 Stunden abgebohrt; Schichtenlohn für 8st. Schicht 0,5 Rdr.; Pulver pr. Loch 2 Pfd. à 0,94 Rdr.; Anzünden 0,4 Rdr. pr. Loch.

Zeitung 1859, No. 11), sammt aus jenen, welche derselbe bei Versuchen über Anwendung gewöhnlicher Zündung und von Zündschnuren ermittelte (Sächs. Bergwerkszeitung 1853, No. 4) lässt sich berechnen, dass im Mittel beim Ortsbetrieb im Freiburger Gneiss von den Gesamtkosten des Bohrens und Schiessens: auf Arbeitslöhne (0,62 Rdr. für 6stündige Schicht 1853, jetzt mehr) . 59,0 pCt.
 „ Stahl (Gussstahl 0,70 Rdr. pr. Pfd., Inneberger Stahl 0,33 Rdr.) 4,9 „
 „ Schmiedekosten (2 öre pr. Bohrer) 14,7 „
 „ Fäustel und Helme 1,0 „
 „ Pulver (0,37 à 0,45 Rdr. pr. Pfd.) 14,6 „
 „ Schiessmaterialien 5,8 „
 entfallen. Nimmt man nun an, dass Besetzen, Schiessen und Beräumen $\frac{1}{3}$ der gesammten Arbeitszeit beansprucht, so kommen $59 \times \frac{2}{3} + 4,9 + 14,7 + 1 = 60\%$ der Gesamtkosten auf Herstellung der Bohrlöcher.

Aus den von Rziha mitgetheilten Erfahrungsziffern (Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst 4. Cap.) ergibt sich, dass beim Tunnelbau die Gesamtkosten des Bohrens und Schiessens sich so vertheilen, dass in Gestein:

	schwer ge- winnbarem	gewöhn- lichem	leicht ge- winnbarem	Im Mittel
Arbeitslöhne (pr. 8 st. Schicht 2,49 Rdr.)	71,6 %	72,3 %	73,9 %	72,6 %
Stahl (pr. Pfd. 0,37 Rdr.) Schmiede- und Gestellmacherkosten	21,5 %	18,1 %	13,3 %	17,6 %
Pulver (0,34 Rdr. pr. Pfd.)	5,9 %	8,2 %	11,1 %	8,4 %
Schiessmaterialien (Zündschnur pr. Fuss 0,86 öre)	1,0 %	1,4 %	1,7 %	1,4 %

betragen, wobei anzumerken, dass diese Ziffern sowohl Auffahrung des Försterortes als Nachreissen der Ulmen und Strossen einbegreifen. Rechnet man auch hier, dass $\frac{1}{3}$ der Arbeitszeit auf Besetzen, Schiessen und Beräumen verwendet wird, so fallen auf Darstellung der Bohrlöcher $72,6 \times \frac{2}{3} + 17,6 = 66\%$ der Gesamtgewinnungskosten.

Aus den von Sjögren in Jern Contorets Annaler für 1867, 1. Heft (daraus auch Berg- und Hüttenm. Zeitung 1867, December) mitgetheilten Ziffern kann man berechnen, dass 1865 die Gewinnungskosten beim Persberger Eisensteinbergbau sich so vertheilten, dass:

Arbeitslöhne incl. Ablöhnung des Schussstellers (täglich Verdienst der Bohrhäuer ca. 1,60 Rdr.)	64,4 pCt.
Gezähe, Beleuchtung, Schmiedekosten	18,7 „

Pulver (0,54 Rdr. pr. Pfd.) 13,9 pCt.
 Zündschnur (1,7 öre pr. Fuss) 3,0 „
 der Gesamtkosten beanspruchten; wobei anzumerken, dass das Persberger Gestein fest und zum Theil sehr fest, sowie dass die Ziffern hauptsächlich auf Strossenbau in sehr geräumigen offenen Verhauen Bezug haben. Auf Besetzen, Schiessen und Beräumen rechnen wir gleichfalls $\frac{1}{3}$ der Gesamtarbeitszeit (welches in diesem Fall doch ziemlich hoch gegriffen erscheint), und finden dass $64,4 \times \frac{2}{3} + 18,7 = 62$ pCt. der Totalkosten auf Herstellung der Bohrlöcher entfallen.

Nach Hennezel (Annales des mines 1839, p. 513) entfielen beim Bergbau zu Sourcieux und Gervais von den gesammten Gewinnungskosten im Mittel (Ortsbetrieb, Stoss- und Förstenbau)

auf Pulver á 2,10 Fr. pr. Kilogr.	12,7 pCt.
„ Papier zu Raketen und Patronen à 8 Fr. „la rame“	0,6 „
„ Oel à 0,2 Fr. pr. Kilogr.	4,7 „
„ Gezähe	5,9 „
Handarbeit, pr. 8st. Schicht 1,60 Fr.	76,1 „ ; also

auf Herstellung der Bohrlöcher ca. $5,9 + \frac{2}{3} \times 76,1 = 56,3$ pCt.

Beim Eisensteinbergbau zu Windtjern in Dalarna betrug bei Strossenbau im Juli 1868 der Aufwand für

Geleucht	4,5 pCt.
Stahl und Eisen à 0,28 Rdr. pr. Pfd.	8,6 „

(Arbeitslöhne für das Ausschmieden des Gezähes sind den Bohrschichten zugerechnet.)

Kohle zum Ausschmieden des Gezähes	4,1 „
Pulver à 50 Rdr. pr. Ctr.	22,6 „

Bohrschichten à 2 Rdr für 10st. Arbeitszeit 60,2 „ von den gesammten Gewinnungskosten, von denen also die Herstellung der Bohrlöcher $8,6 + 4,1 + 60,2 = 72,9$ pCt. beanspruchte.

Die Anzahl dieser Beispiele könnte sehr vermehrt werden; die mitgetheilten aber dürften genügend darlegen, dass bei der gegenwärtigen Bohr- und Schiessarbeit unter sehr verschiedenen Verhältnissen (mit Bezug auf Gewinnbarkeit des Gesteines, Art des Abbaues, Geschicklichkeit der Arbeiter, Preise für Handarbeit und Materialien) die Herstellung der Bohrlöcher gegen $\frac{2}{3}$ von den gesammten Gewinnungskosten beansprucht. Den grössten Theil hievon konsumirt die Handarbeit, den geringeren das Gezähe. Man darf

annehmen, dass in runder Zahl die Hälfte aller mit dem Bohren und Schiessen verknüpfter Unkosten auf Beschaffung der zum Abbohren der Löcher erforderlichen menschlichen Muskelkraft verwendet werden muss.

Hieraus folgt unmittelbar, dass Bemühungen die Kosten der Bohr- und Schiessarbeit herabzuziehen, vorzugsweise auf die Herstellung der Bohrlöcher gerichtet sein sollten. Man muss dies jedoch nicht so verstehen, als ob Verbesserungen in anderen Theilen der fragl. Gewinnungsarbeit versäumt werden dürften. Die oben mitgetheilten Ziffern zeigen allerdings, dass Pulver und Schiessmaterialien im Mittel nur ca. 18 pCt. der Gesamtkosten ausmachen, und dem flüchtigen Betrachter könnte es also scheinen, als ob Verbesserungen beim Besetzen und Schiessen im äussersten Fall zu einer Ersparniss von 18 pCt. der jetzigen Totalkosten führen könnten. In Wirklichkeit aber verhält es sich anders. Verbesserte Sprengmaterialien, Besetzungs- und Zündmethoden haben öfters nur geringe oder gar keine Ersparniss in den Ausgaben für Besetzen und Schiessen herbeigeführt, mitunter sogar das Gegentheil, gleichzeitig aber dennoch die Gesamtkosten merkbar verringert, indem sie indirekt die Kosten für Herstellung der Bohrlöcher herabzogen.

Zündschnüre.

Aus Graff's Versuchen über gewöhnlichen und Zündschnurbesatz (Sächs. Bergwerkszeitung 1853, No. 4) folgt z. B., dass beim Freiburger Ortsbetrieb der Zündschnurbesatz 35 pCt. mehr kostete als der gewöhnliche Besatz, gleichzeitig aber die ganze Gewinnung 9 pCt. weniger. In Folge der engeren und besser gestopften Zündspur (bei Anwendung von Zündschnüren) entweicht nämlich weniger Pulvergas; mithin kann man schwächer laden und so eine Pulverersparniss erzielen; oder man kann mehr vorgeben und so an Bohrlöchern sparen; oder beides gleichzeitig.

Zündung
durch Elektri-
cität.

Das Entzünden der Sprenglöcher durch Electricität ist gleichfalls theurer als die gewöhnlichen Zündmethoden. Nichtsdestoweniger aber ist zu erwarten, dass diese Zündweise den Totaleffekt des Bohrens und Schiessens sehr erhöhen wird, sobald gewisse praktische Schwierigkeiten erst überwunden sind; theils wegen Verschwindens der Zündspur, theils wegen der Möglichkeit mehre Sprenglöcher auf einmal wegzuthun. (Div. Mittheilungen über elektr. Zündung befinden sich in Dingler's Polyt. Journal CXXVI, 279; CXXVIII, 46, 421, 424; CXXXIII, 109, 115; CXXXV, 370; CXXXVIII, 236; CLVI, 395; CXLV, 186, 270, 346, 401; CXLVI, 34, 94, 195; neuere in Rzihas erwähntem Buch.)

Nitroglycerin.

Aehnlich verhält es sich mit der Anwendung verschiedener neuerer Sprengmittel anstatt des gewöhnlichen Pulvers. Ich will hier das sächsische Doppelpulver, Schirbelpulver, weisses Pulver, Barytpulver, Schiessbaumwolle, Haloxilin und

viele andere Sprengmittel unberücksichtigt lassen, und nur einige Worte dem Nitroglycerin eignen. In den meisten schwedischen Gruben kostet das Nitroglycerin mehr als eine equivalente Pulvermenge*) (nach Graff's Versuchen in Freiberg — Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1867, November — weniger), aber nichtsdestoweniger hat seine Anwendung sehr zugenommen, und es ist namentlich bei den Häuern sehr beliebt geworden, denn die grössere Stärke und das höhere spec. Gewicht dieses Sprengmittels machte es möglich, nicht nur die Anzahl, sondern auch die Dimensionen der zur Gewinnung eines gewissen Haufwerkes erforderlichen Bohrlöcher zu vermindern, wodurch wiederum die wesentlichsten Kosten der Bohr- und Schiessarbeit herabgezogen wurden. Deshalb kann man diesem Sprengmittel eine grosse Zukunft beimessen, sofern es nämlich gelingt eine Zündweise aufzufinden, durch welche die ganze Ladung sicher zur Explosion kommt, und sofern es mit konstanten Eigenschaften und so dargestellt werden kann, dass freiwillige Zersetzung, Selbstentzündung oder Entzündung durch nicht absehbare Ursachen unmöglich wird — wenigstens für Orte mit gutem Wetterzug, oder unter Verhältnissen, welche gestatten, den Verzug der Gase nach erfolgter Explosion abzuwarten. Vielleicht entspricht das nun aufgetauchte s. g. Dynamit (angeblich mit Sprengöl imprägnirte Kieselguhr) einigermaßen diesen Bedingungen.

Wenden wir uns nun zu den Bestrebungen die Kosten für das Abbohren der Sprenglöcher direkt zu vermindern, so ist nicht zu vergessen, dass der grösste Theil derselben durch die Handarbeit erwächst, der geringere durch Beschaffung und Unterhalt des Gezähes. Die Ausgaben für Handarbeit aber werden veringert durch:

- 1) Herabsetzung der Arbeitslöhne,
- 2) Erhöhung des Arbeitseffektes.

Eine Herabsetzung der Häuerlöhne kann man im allgemeinen weder wünschen noch erwarten; im Gegentheil zeigt die Erfahrung, dass dieselben überall in einem stetigen langsamen Steigen sich befinden, theils in Folge des fallenden Münzwertes und des wachsenden Werthes von Lebensmitteln, theils und namentlich in Folge vermehrter Nachfrage. Die Erfahrung lehrt aber auch, dass Fleiss und Geschicklichkeit (d. i. Effekt) der Arbeiter bleibend nur durch höheren

Verminderung
der Kosten für
Abbohren.

Herabsetzung
der Arbeits-
löhne.

*) Als Obiges geschrieben wurde, war der Preis des Nitroglycerines bei den meisten Gruben 2,75 Rdr. pr. Pfd. und die rasche Verbreitung des Nitroglycerines hatte einen allgemeinen Preisfall des Pulvers zu Folge; gegenwärtig ist auch der Preis des Nitroglycerines herabgegangen, und dadurch obige Angabe nicht mehr völlig korrekt. Die Explosionen zu Vinterviken bei Stockholm und Quenast in Belgien u. a. haben in der neuesten Zeit in mehren Ländern Verbote gegen Transport, Verkauf und Anwendung von Nitroglycerin veranlasst.

Verdienst gesteigert werden können, d. i. durch die Bereitung der Aussicht auf Wohlbefinden.

Nur durch jahrelange Beschäftigung unter geschickter Leitung kann ein kräftiger und intelligenter Arbeiter ein geschickter Häuer werden; die oft gefährliche und ungesunde Arbeit eines solchen Mannes wird gegenwärtig eher zu niedrig als zu hoch berechnet, wenn man nämlich mit dem gleichzeitigen Lohn anderer Arbeiter vergleicht. Schränkt sich aber das Wissen und Können eines Häuers auf das rasche Abbohren von (am liebsten abwärts gerichteten) Sprenglöchern ein, welche oft genug von einem besonderen Aufseher angewiesen und gestellt werden müssen, so verdient er nur wenig höhere Löhnung als ein gewöhnlicher Tagelöhner derselben Gegend, und es ist unrichtig ihn zwei bis drei mal so viel als letzteren verdienen zu lassen — weil er unter der Erde arbeitet. In diesem Fall ist also eine Herabsetzung des Geding- oder Schichtenlohnes angezeigt. Gleiches gilt, wenn man durch Einführung von Arbeitsmaschinen die Anwendung weniger geschickter oder starker Arbeiter ermöglicht.

Zur Mechanik
des Bohrens.

Der Arbeitseffekt des Bohrhäuers ist gegenwärtig ein sehr geringer, und es ist von Gewicht die Ursachen dieser Thatsache zu erörtern.

Beim gewöhnlichen Bohren mit Fäustel wird die Kraft des Arbeiters theils durch den Schlag, und theils durch Zurückziehen des Fäustels konsumirt*). Man darf nicht glauben, dass nur die eine dieser zwei Verrichtungen Arbeit konsumirt, dass man z. B. das Fäustel nur zu heben brauche, um sodann den Schlag durch freien Fall verrichten zu lassen; wenigstens würde dies übermässig schwere Fäustel voraussetzen, und dennoch nur geringen Effekt erzielen lassen. Das Gewicht des Fäustels kann je nach Richtung des Bohrloches entweder das Rückziehen, oder den Schlag erleichtern; in manchen Fällen, z. B. beim Bohren söhlicher Löcher, erschwert es beide Operationen. Nimmt man auf alle beim Bohren vorkommenden Fälle Rücksicht, so muss man annehmen, dass im allgemeinen die Hälfte der verrichteten Arbeit auf den Schlag, die andere Hälfte auf Rückziehen des Fäustels verwendet wird, wodurch also 50 pCt. der für Bohren bezahlten Kraft verloren gehen. Von den anderen 50 pCt. kommt jedoch auch nur ein Theil, verschieden gross je nach Gewicht und Elasticität des Bohrers und Fäustels, zu nützlicher Anwendung. Folgende Tabelle zeigt die Grösse dieses Theiles unter verschiedenen Verhältnissen.

Ist das Gewicht des Fäustels G' , jenes des Bohrers G , und bedeutet c die Geschwindigkeit, mit welcher das Fäustel den Bohrer trifft, v die Geschwindigkeit

*) Von dem zum Setzen des Bohrers verwendeten Kraftaufwand können wir bei Betrachtung des einmännischen Bohrens absehen.

keit welche der Bohrer, v' die Geschwindigkeit welche das Fäustel durch den Schlag annimmt; bezeichnet ferner μ den Elasticitätsgrad des Bohrers, μ' jenen des Fäustels, H die Härte des Bohrers, H' jene des Fäustels (wobei $H = \frac{F E}{l}$, und $H' = \frac{F' E'}{l'}$, wenn F und F' die Querschnitte, E und E' die Elasticitätsmodule, l und l' die Länge von Bohrer und Fäustel ausdrücken), so ist bekanntlich:

$$v = \frac{G'}{G+G'} \left(1 + \sqrt{\frac{\mu H' + \mu' H}{H' + H}} \right) c$$

$$v' = \left(1 - \frac{G}{G+G'} \left(1 + \sqrt{\frac{\mu H' + \mu' H}{H' + H}} \right) \right) c$$

und die mechanische Arbeit, welche der gegen das Gestein stossende Bohrer enthält:

$$L = P_s = \frac{G \cdot v^2}{2g}, \text{ sofern } v > v', \text{ aber}$$

$$L = P_s = \frac{G + G'}{2g} \cdot v'^2, \text{ sofern } v = v'$$

Nach diesen Formeln ist die Tabelle berechnet, und nur anzumerken, dass durch ein zweites Aufschlagen des Fäustels (wenn $v > v'$) noch eine gewisse Arbeit verrichtet wird, welche hier nicht mit in Berechnung genommen worden ist, weil kaum anzunehmen, dass dieselbe zur Zertrümmerung des Gesteines nützlich verwendet wird.

Die Geschwindigkeiten c sind nach der Formel $c = \sqrt{2g \frac{a}{G'}}$ berechnet, in welcher G' wie oben das Gewicht des Fäustels, a die auf jeden Schlag verwendete mech. Arbeit bedeutet. Dieses Arbeitsquantum wurde zu $\frac{100}{2} = 50$ Pfd.' angesetzt, in Uebereinstimmung mit der Annahme Weisbach's, gelegentlich einer Berechnung über die Hauptdimensionen der ersten Schumann'schen Bohrmaschinen. (Diese Berechnung befindet sich handschriftlich in den Akten des Freiburger Oberbergamtes 11925, Vol. I, No. 3.) Weisbach geht daselbst davon aus, dass ein Bohrhäuer pr. Schicht durch 10000 Fäustelschläge eine mech. Arbeit von 1000000 sächs. Pfd.' verrichte; mithin konsumirt jeder Schlag 100 Pfd., wovon jedoch 50 Pfd.' auf Rückziehen des Fäustels zu verwenden sind.

In umstehender Tabelle ist ferner der Elasticitätsmodul des Schmiedeeisens = 2900000 Pfd., jener des Stahles = 44000000 Pfd. angenommen; der Elasticitätsgrad des Stahles nach Newton $\mu = 0,31$ (Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, 1. Theil (1850) p. 287), jener des Schmiedeeisens halb so gross, also $\mu = 0,15$. Uebrigens haben die Ziffern der Tabelle zunächst auf Sächs. Mass und Gewicht Bezug.

Des Bohrers:

Gewicht = G		Dimensionen.		Gewicht = G'		4 Pfd.				5 Pfd.			
				Geschwindigkeit = c		29,4'				26,3'			
				Dimensionen.		F' = 2 Q.-Z.; l' = 7,5 Z.				F' = 2,25 Q.-Z.; l' = 8 Z.			
				Härte = H'		7733333		11733333		8160000		12375000	
				Härte = H	El. mod. = E	29000000		44000000		29000000		44000000	
El. mod. = E		El. mod. E'		0		0,15		0,31		1			
Elasticit. grad = μ		El. grad μ'		0		0,15		0,31		1			
1 Pfd.	F = 0,5 Q.-Z.; l = 7,3 Z.	2000000	29000000	0	v	23,5	39,75	32,4	21,7	15,2	21,9	41,5	30
					v'								
		Ps	13										
		0,15		v	32,7	32	30,4	30,7					
		v'	21,2	21,4	20,3	20,3							
		Ps	15,4	15,6	13,3	13,8							
	0,31	v	35,7	36,7	33,3	34,2							
	v'	20,5	20,2	19,7	19,5								
	Ps	18,4	19,4	16	16,9								
	1	v	34,1	47	40,5	44							
	v'	17,7	17,6	17,3	21								
	Ps	27,4	31,9	23,7	28								
2 Pfd.	F = 0,5 Q.-Z.; l = 14,6 Z.	1000000	29000000	0	v	19,6	33,3	24,9	17	17,8	18,8	35,7	27
					v'								
		Ps	16,4										
		0,15		v	27,2	27,4	26,1	26,3					
		v'	15,9	15,6	15,8	15,6							
		Ps	21,4	21,8	19,8	20,1							
	0,31	v	30,2	30,6	29	29,4							
	v'	14,4	14,1	14,5	14,4								
	Ps	26,4	27	24,3	24,9								
	1	v	37,5	39,2	36,1	37,8							
	v'	10,6	9,8	11,5	11,8								
	Ps	40,6	44,4	37,6	40,6								
3 Pfd.	F = 0,5 Q.-Z.; l = 22 Z.	660000	29000000	0	v	16,8	28,5	20,5	14,1	18,2	16,4	31,2	20
					v'								
		Ps	17,7										
		0,15		v	23,4	23,5	22,8	23					
		v'	12,1	11,8	12,7	12,3							
		Ps	23,7	23,9	22,5	23							
	0,31	v	26	26,2	25,3	25,6							
	v'	9,7	9,7	10,8	10,6								
	Ps	29,3	29,7	27,8	28,4								
	1	v	32,6	33,6	31,9	32,8							
	v'	5	4,2	6,8	6,8								
	Ps	45,9	48,9	44	46,8								
4 Pfd.	F = 0,5 Q.-Z.; l = 29,3 Z.	500000	29000000	0	v	14,7	25	17,6	12,4	35,8	14,6	27,7	17,4
					v'								
		Ps	17,7										
		0,15		v	20,4	20,4	20,3	20,4					
		v'	9,1	9,1	10,0	10							
		Ps	24	24	23,8	24							
	0,31	v	22,8	22,9	22,6	22,8							
	v'	6,5	6,4	8,2	7,9								
	Ps	30	31,3	29,5	30								
	1	v	28,7	29,4	28,6	29,3							
	v'	0,9	0	3,2	2,9								
	Ps	47,6	50	47,2	49,3								

†ustels:

6 Pfd.				7 Pfd.				8 Pfd.			
24'				22,2'				20,8'			
F' = 2,5 Q.-Z.; l' = 8,7 Z.				F' = 2,75 Q.-Z.; l' = 9,3 Z.				F' = 3 Q.-Z.; l' = 10 Z.			
8333333		12640000		8575000		13000000		8700000		13200000	
29000000		44000000		29000000		44000000		29000000		44000000	
0	0,15	0,31	1	0	0,15	0,31	1	0	0,15	0,31	1
20,5			28,1	19,4			26,6	18,5			25,2
42,5			19,2	43,5			18,4				17,7
			11,4				10,2	44,5			9,2
	28,5	28,9			27	27,4			25,7	26,1	
	19,2	19,2			18,4	18,6			17,5	17,5	
	11,7	12			10,5	10,9			9,5	9,8	
	31	32,2			29,5	30,3			28,1	28,9	
	18,7	18,5			18	17,3			17,3	16,4	
	13,9	15			12,6	13,3			11,4	12,1	
37,9			41	35,7			38,8	34,4			37
17,2			17	17,1			16,6	16,4			16,2
20,7			24,3	18,4			21,7	17,1			19,8
18			22,9	17,2			21,9	16,6			20,9
37,6			16,3	38,4			16	39,9			15,6
			15,1				13,9				12,6
	25	25,2			24,1	24,2			23,1	23,2	
	15,6	15,6			15,3	15,3			15	15	
	18,1	18,3			16,8	16,9			15,4	15,5	
	27,7	28,1			26,7	27			25,6	25,9	
	14,6	14,6			14,5	14,5			14,4	14,4	
	22,2	22,8			20,5	21,1			18,9	19,4	
34,6			36	33,5			34,4	32,4			33,2
12,5			12	12,6			12,2	12,7			12,4
34,6			37,4	32,4			34,2	30,2			31,8
16			19,5	15,5			18,9	15,1			18,3
33,3			14,2	31,7			14	36,2			13,9
			16,5				15,5				14,4
	22,2	22,4			21,6	21,7			21	21	
	13,3	12,7			13,1	12,8			12,9	12,9	
	21,3	21,8			20,2	20,5			19,1	19,1	
	24,6	25			24	24,2			23,3	23,4	
	11,8	11,5			12	11,8			21,1	12,1	
	26,2	27,1			24,9	25,4			23,5	23,7	
31,2			32	30,3			31	29,4			30,2
8,6			8	9,4			8,8	9,8			9,4
42			44,4	39,8			42	37,5			39,6
14,4			17,3	14,1			16,9	13,8			16,4
29,9			12,5	31,6			12,5	33,6			12,5
			17,3				16,5				15,6
	20	20,2			19,6	19,7			19,2	19,2	
	10,6	10,6			10,9	10,9			11,2	11,2	
	23,1	23,6			22,2	22,4			21,2	21,2	
	22,3	22,5			21,8	22			21,3	21,5	
	9,1	9,1			9,3	9,3			9,4	9,4	
	23,7	20,2			27,5	28			26,2	26,7	
22,2			28,8	27,6			28,2	27			27,6
5,3			4,4	6,3			6	7,3			6,8
46			48	44			46	42			44

Mech. Arbeit
welche dem
Bohrer mitge-
theilt wird.

Die vorstehende Tabelle enthält nicht nur die wichtigsten Zifferbelege für die Mechanik des Bohrens, sondern giebt zugleich deutliche Fingerweise über verschiedene, bei dieser Arbeit zu beachtende Regeln, namentlich hinsichtlich des Gezähes. Hierauf werden wir weiter unten zurückkommen, und wollen jetzt nur hervorheben, dass die mechanische Arbeit, welche der durch den Fäustelschlag gegen das Gestein gestossene Bohrer verrichten kann, 21 Pfd.' beträgt. (Dies ist nemlich das arithm. Mittel aller in den Mittelfeldern der Tabelle für P_s befindlichen Werthe.) Diese Arbeit entspricht der Anwendung 6 pfündiger Fäustel und 2 bis 3 pfündigen Geböhres; sie setzt bei Fäustel und Geböhre einen mittleren Elasticitätsgrad von 0,23 voraus, und eine Geschwindigkeit des auffallenden Fäustels von ca. 24'. Die gegebene Mittelzahl drückt nur die Arbeit aus, welche durch den ersten Aufschlag des Fäustels entwickelt wird. Es hat aber das Fäustel nach dem Schlag noch eine Geschwindigkeit

$$v = \frac{6 - 2,5 \sqrt{0,23}}{6 + 2,5} \times 24 = 13,5', \text{ und trifft mit derselben den Bohrer ein zweites}$$

mal, wodurch letzterer die Geschwindigkeit

$$v'' = \frac{6 \times 13,5}{6 + 2,5} \left(1 + \sqrt{0,23}\right) = 14,1' \text{ annimmt, und die Arbeit}$$

$$P's' = \frac{2,5 \times 14,1^2}{2g} = 7,2 \text{ Pfd.' verrichten kann.}$$

Von den 100 Pfd.' welche der Häuer bei jedem Schlag entwickelt (und wovon 50 Pfd.' auf Rückziehen des Fäustels zu verwenden), werden dem Bohrer also nur 21 Pfd.', oder mit Berücksichtigung des Nachschlages $21 + 7,2 = 28,2$ Pfd.' mitgetheilt. Auf eine nützliche Wirkung des Nachschlages ist zwar beim Bohren im allgemeinen nicht zu rechnen; mit Berücksichtigung desselben aber kommen dem Bohrer nur 28,2 pCt. der verrichteten Arbeit zu Gute.*)

Es ist jedoch irrhümlich, wenn man meint, dass diese 28,2 Pfd.' unverkürzt nützlich verwendet würden. Von dem wirklichen Nutzeffekt der für das Bohren bekosteten mechanischen Arbeit bekommt man erst einen Begriff durch Vergleichung der mechanischen Arbeit, welche theoretisch erforderlich ist zur Zertrümmerung eines gewissen Volumens Gestein, mit jener mechanischen Arbeit, welche zum Ausbohren eines Bohrlochs gleichen Volumens in demselben Gestein wirklich verbraucht wird. Dieser Vergleich wäre leicht anzustellen, wenn man den Arbeitsmodul der Festigkeit verschiedener Gesteine kennte. Da

*) Es ist nicht zu vergessen dass diese Ziffer einen Mittelwerth ausdrückt, dass sie nicht nur mittelschwere Fäustel und Böhre von mittler Härte und Elasticitätsgrad zwischen dem des Stahles und Eisens voraussetzt, sondern auch Bohrlöcher in allen möglichen Richtungen.

dieser aber unbekannt ist (weil sowohl betreffl. dir. Versuche, als Bestimmungen der Elasticitätsmodule von Gesteinen fehlen), so müssen wir das Ziel durch Zuhülfnahme der für verschiedene Gesteine bestimmten Festigkeitsmodule zu erreichen suchen.

Nach Sparre (Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1865, p. 24) ist für jeden Schlag die Tiefe des Eindringens des Bohrmeissels

$$s = \sqrt{\frac{L \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{2K d \left(\tan \frac{\alpha}{2} + \varphi \right)}} \dots \dots \dots I.,$$

wenn L die dem Bohrer mitgetheilte mech. Arbeit, α den Schneidenwinkel des Bohrers, K den Festigkeitsmodul des Gesteines, d den Durchmesser des Bohrers, φ den Friktionscoefficienten für Stahl auf dem Gestein, und s die Tiefe des Eindringens bezeichnet. Diese Formel setzt jedoch voraus, dass der Bohrer nur durch Zertrümmerung des unter und neben dem Meissel liegenden Gesteinprismas wirke, d. h. Zermalmung des ganzen auszubohrenden Bohrloch-Cylinders zu feinem Pulver.

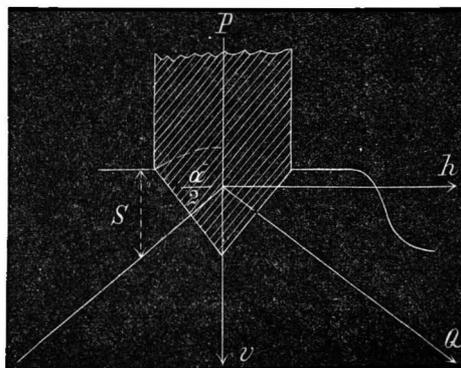
Das Volumen des durch jeden Schlag zertrümmerten Gesteines ist nach Sparre (l. c. p. 52)

$$V = d \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \cdot s^2 \dots \dots \dots II.,$$

oder, wenn s^2 nach I substituirt wird

$$V = \frac{L \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2K \left(\tan \frac{\alpha}{2} + \varphi \right)} \dots \dots \dots III.,$$

Bedenken wir aber, dass der Bohrmeissel nicht nur das unter ihm liegende Gestein zermahlen, sondern dass er gleichzeitig auch ein seitwärts liegendes Steinströsschen absprengen soll, und dass er am vortheilhaftesten wirken würde, wenn die gesammte ihm mitgetheilte mech. Arbeit auf das Loskeilen solcher zusammenhängender Gesteinspartikel verwendet werden könnte, so ist zu ermessen, dass Sparre's Formeln die zum Abbohren nöthige mech. Arbeit grösser ergeben müssen, als die Theorie zulässt, vielleicht sogar grösser als die Praxis in allen Fällen fordert.



Denken wir uns einen Bohrmeissel in das Gestein eindringend, so wirkt

auf die dem Meissel vorliegende Gesteinsbank eine Kraft

$$Q = \frac{P}{2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \right)}, \text{ normal von der Schneide weg, sofern } P \text{ die in der}$$

Achsenrichtung des Bohrers wirkende Kraft bezeichnet, α und φ aber dieselbe Bedeutung haben, wie oben. Zerlegen wir Q in einen horizontalen Komponenten h und in einen vertikalen v , so ist

$$Q^2 = h^2 + v^2$$

Es hat aber h den Widerstand $\frac{2 K d \pi}{n} \left(\frac{d}{4} + s \right)$ zu überwinden*), v den Widerstand $2 K s d \tan \frac{\alpha}{2}$, sofern n die zu einem Umgang des Bohrers erforderliche Anzahl Setzungen bezeichnet, K , s und d aber die frühere Bedeutung beibehalten. Mithin lässt sich die Gleichung aufstellen:

$$\frac{4 K^2 d^2 \pi^2}{n^2} \left(\frac{d}{4} + s \right)^2 + 4 K^2 d^2 s^2 \tan^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{P^2}{4 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \right)^2}, \text{ oder}$$

$$\text{III}^a) \frac{\pi^2}{n^2} \left(\frac{d}{4} + s \right)^2 + s^2 \tan^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{P^2}{16 K^2 d^2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \right)^2}$$

$$\text{Da nun } h \text{ auch} = \frac{P \cos \frac{\alpha}{2}}{2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \right)} = \frac{2 K d \pi}{n} \left(\frac{d}{4} + s \right), \text{ und}$$

$$v = \frac{P \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \right)} = 2 K s d \tan \frac{\alpha}{2}, \text{ so folgt}$$

$$\frac{2 K d \pi}{n \cos \frac{\alpha}{2}} \left(\frac{d}{4} + s \right) = \frac{2 K s d \tan \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \text{ und}$$

*) Die Horizontalkraft h muss nemlich beim Losbrechen des vor dem Meissel liegenden Strösschens dessen Zusammenhang mit der Wand und mit dem Boden des Bohrloches lösen. Die untere Fläche des Strösschens ist $\frac{2 d^2 \pi}{4 n}$, und die Fläche, wodurch es mit der Bohrlochwand verwachsen ist: $\frac{2 d \pi s}{n}$. Der Widerstand des Strösschens gegen das Abbrechen also: $K \left(\frac{2 d^2 \pi}{4 n} + \frac{2 d \pi s}{n} \right) = \frac{2 K d \pi}{n} \left(\frac{d}{4} + s \right)$. Die Vertikalkraft v zermalmt eine Gesteinsfläche von der Länge d und der Breite $2 s \tan \frac{\alpha}{2}$, also von der Area $2 d s \tan \frac{\alpha}{2}$, welche den Widerstand $K 2 d s \tan \frac{\alpha}{2}$ leistet.

$$s = \frac{d \pi}{4 (n - \pi)} \dots \dots \dots \text{IV.},$$

$$n = \pi \left(\frac{d + 4s}{4s} \right) \dots \dots \dots \text{V.},$$

Durch Substitution dieses Werthes für n in Gleichung III^a erfolgt:

$$s^2 \left(1 + \tan^2 \frac{\alpha}{2} \right) = \frac{P^2}{16 K^2 d^2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \right)^2}$$

$$s = \frac{P \cos \frac{\alpha}{2}}{4 K d \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \right)} = \frac{P}{4 K d \left(\tan \frac{\alpha}{2} + \varphi \right)}$$

und durch Einführung von $L = Ps$

$$s = \sqrt{\frac{L}{4 K d \left(\tan \frac{\alpha}{2} + \varphi \right)}} \dots \dots \dots \text{VI.},$$

Bei jedem vollen Umgang des Bohrers im Bohrloch wird eine Gesteinsscheibe zertrümmert vom Volumen $2 \times \frac{d^2 \pi \cdot s}{4} = \frac{d^2 \pi s}{2}$ mithin durch jeden Schlag ein Volumen $V = \frac{d^2 \pi s}{2n}$. Führen wir hier den Werth für n nach Gl. V. ein, so ergibt sich:

$$V = \frac{2 d^2 s^2}{d + 4s} \dots \dots \dots \text{VII.}$$

Mittelst vorstehender Formeln wollen wir nun versuchen, die mech. Arbeit zu berechnen, welche zum Abbohren der Volumeinheit des Bohrloches in Gestein verschiedener Festigkeit theoretisch erforderlich ist, um dies Arbeitsquantum mit jenem zu vergleichen, welches zum Ausbohren der Volumeinheit in gleich festem Gestein wirklich angewendet wird.

Den Schneidenwinkel des Bohrmeissels nehmen wir zu $\alpha = 70^\circ$ an, eine Ziffer, welche annähernd sowohl der Praxis als den Forderungen der Theorie entspricht; den Reibungscoefficienten für Stahl auf Gestein $\varphi = 0,45$; die mechanische Arbeit, welche der Bohrmeissel bei jedem Schlag gegen das Gestein ausüben kann, ist nach pag. 12 im Mittel: $28,2 \text{ sächs. Pfd.} = 1,12 \times 28,2 = 31,6 \text{ schwed. Pfd.}$; die Weite des Bohrloches wird zu 1,25 Zoll angenommen.

Die Festigkeitsmodule gegen das Zerdrücken sind bekanntlich für ein und dasselbe Gestein oft sehr verschieden; für manche Gesteine sind diese Module häufig bestimmt worden, für andere liegen nur wenige Erfahrungszahlen vor. Wir würden zu sehr unrichtigen Zahlen kommen, wenn wir ohne weiteres das

Mittel aus allen uns bekannten Festigkeitsmodulen von Gesteinen als einen, die Festigkeit der Gesteine im allgemeinen ausdrückenden mittleren Festigkeitsmodul einführen wollten; und für die Mechanik des Bohrens ist der Name der Bergart, worin gebohrt wird, sehr gleichgültig, insofern als dieser Name keinen bestimmten Grad der Festigkeit ausdrückt. Desshalb haben wir die uns bekannten Festigkeitsmodule ohne Berücksichtigung der petrographischen Beschaffenheit und Benennung der betreffenden Gesteine in 4 Gruppen eingetheilt, mit lediglicher Beachtung auffälliger Intervallen in der ganzen Reihe der benutzten Module. Aus den in eine Gruppe zusammengeführten Zifferwerthen ist das Mittel genommen worden, den mittleren Festigkeitsmodul der in die Gruppe fallenden Gesteine bezeichnend; das Mittel aus den Mittelwerthen der 4 Gruppen dürfte annähernd den Festigkeitsmodul der Schussgesteine im allgemeinen ausdrücken

Die benutzten Ziffern sind theils einer Abhandlung Gurlt's im Civilingenieur für 1854, pag. 244 (nach Combe's *Traité de l'exploitation des mines* tome I. p. 451) entnommen, theils Gätzschnann's Aufbereitung p. 517, theils einer Abhandlung Wertheim's über Quetschwalzwerke in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereines, 1862, p. 17 u. f. Es erscheint überflüssig, sämtliche in Rechnung gezogene Ziffern hier abzudrucken; 54 benützte Zahlen ergeben als mittleren Zerdrückungsmodul der

- | | | |
|----|---|------------------------|
| 1. | Gruppe (Porfyr, Melafyr, Trapp, Basalt, Schwefelkies) | 44652 Pfd. pr. Qu.-Z., |
| 2. | „ (Granit, Gneiss, Sandstein, Kalkstein, Marmor, Stinkstein, Schwefelkies, Eisenerze und deren Gangarten) | 15154 „ „ „ |
| 3. | „ (Granit, Gneiss, Sandstein, Kalkstein, Marmor, Grauwacke, Blende, Schwefelkies, Bleiglanz, Glimmerschiefer, Quarz, Eisenspath) | 6193 „ „ „ |
| 4. | „ (Gangarten, als Flusspath, Schwerspath, Kalkspath, Eisenspath, Manganspath, Quarz; Erze, als Bleiglanz, Blonde, Schwefelkies; verwitterte Silikatbergarten) | 2550 „ „ „ |

Nachstehende Tabelle enthält die wesentlichsten berechneten Ziffern.

Mech. Arbeit,
welche in Wirk-
lichkeit auf das
Abbohren ver-
wendet werden
muss.

Um die mecl. Arbeit zu ermitteln, welche beim Ausbohren von 1 Kubikzoll Gesteines verschiedener Festigkeit unter verschiedenen Verhältnissen wirklich aufgewendet wird, haben wir 28 Fälle in Rechnung gezogen, welche theils Gätzschnann's „Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten“, theils einer Abhandlung Coquillhat's in *Annales des travaux publics en Belgique* Tome X. p. 199 (daher in *Dingl. Polyt. Journal* Band 127, p. 90), theils eigenen

Gruppe.	Zerückungs- dul. schwed. Pfd. pr. schwed. Qu.-Z.	Tiefe des Ein- dringens des Bohrmeißels bei jedem Schlag. s = schw. Zoll.		Volumen des bei jedem Schlag zer- trümmerten oder abgelösten Ge- steines. V = schw. Kub.-Zoll.		Mechan. Arbeit, erforderlich zum Ausbohren von 1 schwed. Kubikzoll Gestein; nach den Formeln von		Anmerkungen.
		Formel I.	Formel VI.	Formel II.	Formel VII.	Sparre.	Stapf.	
I.,	44652	0,045	0,035	0,0018	0,0027	17555	11704	
II.,	15154	0,077	0,060	0,0052	0,0076	6077	4156	
III.,	6193	0,120	0,094	0,0127	0,0170	2488	1859	
IV.,	2550	0,188	0,147	0,0309	0,0365	1022	866	
I. ÷ IV. Medium.	17137	0,072	0,057	0,0045	0,0068	7022	4647	Obs. dass die Ziffern in 2. und folgenden Kolum- nen nicht die arithm. Mit- tel der über ihnenstehen- den Zahlen sind, sondern für K = 17137 Pfd. und K = 7966 berechnet.
II. ÷ IV. Medium.	7966	0,106	0,083	0,0099	0,0136	3192	2323	

Beobachtungen entnommen sind. Auch hier sind die zu diskutirenden Ziffern in 4 Gruppen gebracht worden, mit Berücksichtigung auffälliger Intervallen in der ganzen Zifferreihe, aber ohne Berücksichtigung des Namens des betreffenden Gesteines und der Verhältnisse, unter welchen die Arbeit statthatte. Diese 4 Gruppen wollen wir mit den oben aufgestellten, welche sich auf Festigkeit des Gesteines beziehen, parallelisiren, wobei jedoch zu berücksichtigen, dass nicht nur Festigkeit des Gesteines, sondern auch Geschicklichkeit der Arbeiter, die Richtung in welcher gebohrt wird, die Güte des Gezähes und verschiedene Neben-umstände den Effekt beim Bohren beeinflussen, so dass zu einer solchen Parallelstellung nur Mittelwerthe zulässig sind.

Wir wollen die einzelnen benutzten Ziffern hier nicht abdrucken und nur anführen, dass:

2 Fälle in die erste Gruppe gebracht werden könnten, beide Bohren im härtesten Rammelsberger Kies betreffend. Sie ergeben resp. 0,034 und 0,552 Kub.-Z. in der Stunde. Da sie aber offenbar Ausnahmen bezeichnen, so wollen wir sie nicht benutzen, und die ganze 1. Gruppe offen lassen.

7 Fälle wurden in die 2. Gruppe gereiht. Sie betreffen Bohren in hartem Freiburger Gneiss, festestem Steinkohlensandstein und Schiefer zu Lüttich und Eschweiler, Rammelsberger Schwefelkies, sowie Gangarten und Erze verschiedener schwedischen Eisen- und Kupfergruben. Der Effekt variiert zwischen 0,843 und 1,932 Kub.-Z. in der Stunde, im Mittel 1,416 Kub.-Z.

9 Fälle wurden zur 3. Gruppe gerechnet; sie gehen Freiburger Gneiss, Steinkohlensandstein und Kalkstein, Rammelsberger Kupfer- und Bleierze, Schemnitzer Grünsteinporphy, schwedische Magneteisensteine sammt deren Gangarten an, und zeigen einen Effekt von 2,26 bis 4,16, im Mittel 3,174 Kub.-Z. in der Stunde.

10 Fälle endlich wurden in die 4. Gruppe geführt. Sie umfassen Steinkohlenschiefer, Freiburger und Harzer Gang- und Erzarten und Nebengesteine, die Röraaser Kupfererzlagenstätte, einige weniger feste schwedische Eisenerze. Der Effekt schwankt zwischen 5,96 und 14,9 Kub.-Z. in der Stunde; im Mittel 9,626 Kub.-Z. (Alles pro Mann.)

Nehmen wir nun an, dass ein Bohrhäuer stündlich 140000 Pfd. Arbeit entwickelt, so erfordert das Ausbohren von 1 Kub.-Z. Gestein, gehörend zur:

$$\left. \begin{array}{l} 2. \text{ Gruppe } \frac{140000}{1,416} = 98870 \text{ Pfd.} \\ 3. \text{ „ } \frac{140000}{3,174} = 44108 \text{ „} \\ 4. \text{ „ } \frac{140000}{9,626} = 14544 \text{ „} \end{array} \right\} \text{ im Mittel Gruppe 2 bis 4 } \underline{52507 \text{ Pfd.}}$$

Beim Bohren
erzielter Nutz-
effekt.

Vergleichen wir diese Ziffern mit jenen in den letzten 2 Kolumnen obiger Tabelle, so ergibt sich, dass bei Zugrundelegung der Formel Sparre's, von der dem Bohrfäustel mitgetheilten mechan. Arbeit folgende Procente nützlich, d. h. zu Zertrümmerung des Gesteines verwendet werden:

$$2. \text{ Gruppe: } \frac{6077 \times 100}{98870} = 6,14 \text{ pCt.}$$

$$3. \text{ Gruppe: } \frac{2488 \times 100}{44108} = 5,60 \text{ „}$$

$$4. \text{ Gruppe: } \frac{1022 \times 100}{14544} = 7,03 \text{ „}$$

$$\text{Mittel 2. bis 4. Gruppe: } \frac{3192 \times 100}{52507} = \underline{6,08 \text{ „}}$$

Nach unseren eigenen Formeln dagegen ergeben sich folgende Nutzeffekte:

$$2. \text{ Gruppe: } \frac{4156 \times 100}{98870} = 4,02 \text{ pCt.}$$

$$3. \text{ Gruppe: } \frac{1859 \times 100}{44108} = 4,21 \text{ „}$$

$$4. \text{ Gruppe: } \frac{866 \times 100}{14544} = 5,95 \text{ „}$$

$$\text{Mittel 2. bis 4. Gruppe: } \frac{2323 \times 100}{52507} = \underline{4,42 \text{ „}}$$

Obleich nach p. 12 28,2 pCt. der verrichteten Arbeit dem Bohrmeißel mitgetheilt werden, so folgt also, dass im Mittel nur 4,42 pCt. der bezahlten Menschenkraft beim jetzigen Bohren zu nützlicher Verwendung kommt.

Von den übrigen dem Bohrer mitgetheilten 28,2 — 4,4 = 23,8 pCt. der ursprünglich gegebenen mech. Arbeit wird ein Theil auf das Pulverisiren des Bohrmehles verwendet, ehe dieses aus dem Bohrloche entfernt wird. Da die oben mitgetheilten Sparre'schen Formeln voraussetzen, dass der Bohrer alles unterliegende Gestein zermalmt, unsere dagegen, dass der Meißel nicht nur durch Zermalmen, sondern auch durch Absprengen zusammenhängender Gesteinspartikel wirkt (letztere Wirkungsweise ist die theoretisch vortheilhaftere), so kann man den durch Pulverisiren des Bohrmehles erwachsenden Kraftverlust annähernd dadurch ermitteln, dass man von dem nach Sparre's Formel berechneten Arbeitsquantum das nach unsrer Formel gefundene subtrahirt. Bei Zugrundelegung der Formeln Sparre's sahen wir, dass im Mittel 6,08 pCt. der gesammten auf's Bohren verwendeten Kraft nützlich gemacht werden, wenn man beabsichtigt alles unter den Bohrmeißel kommende Gestein zu zermalmen. Mithin sind auf Pulverisiren des Bohrmehles (sofern dies nicht kontinuierlich aus dem Bohrloch entfernt wird) 6,08 — 4,42 = 1,66 pCt. der ursprünglich gegebenen Kraft zu verwenden.

Kraftverlust durch Pulverisiren des Bohrmehles.

Ein anderer Theil der dem Bohrer mitgetheilten mech. Arbeit wird durch Zerstörung des Gezähes vernichtet. Um auch dieses Arbeitsquantum wenigstens approximativ zu ermitteln, wollen wir davon ausgehen, dass beim Bohren in mittelfestem Gestein (Freiberger Gneiss) der Stahlabgang für jeden ausgebohrten Kubikzoll Gestein im Mittel 0,01 Kubikzoll beträgt (bei Anwendung guten Gussstahles nur 0,007 Kubikzoll). Den Zerdrückungsmodul gewöhnlichen Stahles zu 145000 Pfd. pr. Quadratzoll, jenen mittelfesten Gesteines (Gruppe II ÷ IV. p. 15) zu 8000 Pfd. angenommen, und vorausgesetzt, dass die zum Zerdrücken erforderliche mech. Arbeit den Zerdrückungsmodulen proportional wachse,

Kraftverlust durch Verschleiß des Gezähes.

ergiebt sich, dass beim Ausbohren eines Kubikzoll'es Gestein $\frac{145000 \times 0,01}{8000} = 0,1812$

der zum Zermalmen des Gesteines nöthigen Kraft auf Abführung des Gezähes verwendet wird. Mithin entsteht durch Zerschlagen des Gezähes ein Verlust von $0,1812 \times 28,2 = 5,1$ pCt. der gesammten auf das Bohren verwendeten Arbeit.

Kraftverlust
durch Unge-
schicklichkeit
des HÄuERS.

Nach dem Vorhergehenden werden von den dem Bohrer mitgetheilten 28,2 pCt. der gesammten aufgewendeten Kraft 4,4 pCt. nützlich angewendet, 1,66 pCt. konsumirt das Pulverisiren des Bohrmehles, 5,1 pCt. die Abführung des Gezähes. Die restircnden $28,2 - 4,4 - 1,7 - 5,1 = 17,0$ pCt. gehen verloren durch schiefe, nur theilweise wirksame Schläge und durch unrichtiges Setzen des Bohrers, indem sowohl zu starke als zu geringe Drehung die nützliche Wirkung des Schlages vermindert.

Ittekapitulation

Stellen wir die pag. 10 bis 18 entwickelten Ziffern nochmals zusammen, so finden wir, dass

50 pCt.	der auf das Bohren verwendeten Kraft durch das Rückziehen des Fäustels konsumirt werden,
50 pCt. — 28,2 pCt. = 21,8 „	durch die Trägheit und unvollkommene Elasticität des Gezähes (ein Theil dieser Arbeit bedingt Form- und Strukturveränderungen des Gezähes),
5,1 „	auf Zerschlagen des Gezähes,
1,7 „	auf Pulverisiren des Bohrmehles,
17,0 „	auf schiefe und unwirksame Schläge, und
4,7 „	nützlich angewendet werden.
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/>	
100 pCt. Summa.	

Wenn auch, gemäss der Natur der Sache, diese Ziffern auf absolute Schärfe nicht Anspruch machen können, so nähern sie sich doch jedenfalls der Wahrheit hinreichend, um einen sicheren Einblick in die Mechanik des Bohrens und eine Beurthcilung der Kraftverwendung bei demselben zu gestatten. Sie zeigen den unerwartet geringen Nutzeffekt der auf das Bohren verwendeten Menschenkraft, und dringen zu Nachforschungen, ob und wie man sich hat angelegen sein lassen, durch naturgemässe Anordnungen diesen Effekt zu erhöhen.

Verminderung
des durch
Rückziehendes
Fäustels er-
wachsenden Ar-
beitsverlustes

Es wurde schon an einer anderen Stelle erwähnt, dass die auf Rückziehen des Fäustels zu verwendende Kraft je nach der Richtung des Bohrloches verschieden ist, und dass die dafür berechneten 50 pCt. des Gesamtkraftaufwandes nur eine alle Fälle umfassende Mittelzahl vorstellen. Die Abbaumethode, und in Folge derselben die Richtung der meisten Bohrlöcher, nur von der Bequemlichkeit der Arbeiter oder von dem beim Bohren zu erzielenden höchsten Nutzeffekt der angewendeten Kraft abhängig zu machen, kann einem verständigen Ingenieur nicht einfallen; ein solcher wird sich dagegen angelegen sein lassen, trotz ungünstiger Richtung der Bohrlöcher diesen Arbeitsverlust möglichst herabzuziehen. durch Anwendung angemessener schwerer Fäustel. Schwedische

Bergleute, welche hauptsächlich nur Strossenbau kennen, finden die leichten Fäustel auswärtiger Bergwerke ebenso unvollkommen, als auswärtige, nur an Förstenbau gewöhnte Bergleute die schweren schwedischen. Aber sowohl den leichten als den schweren Fäusteln hat die Empirie den rechten Platz angewiesen, ersteren beim Bohren in der Förste, letzteren beim Bohren liegender Löcher. Der Arbeitsverlust durch Rückziehen des Fäustels kann übrigens nur dadurch völlig beseitigt werden, dass man zum Abbohren rotirendes Gezähe anstatt des stossenden anwendet. Weiteres hierüber im Capitel über rotirende Bohrmaschinen.

Da der Arbeitsverlust in Folge der Trägheit des Gezähes wesentlich dadurch hervortritt, dass der Bohrstange die Muskelkraft nicht direkt mitgetheilt wird, sondern indirekt durch Schlag des geschwungenen Fäustels, so ist leicht zu ermessen, dass dieser Arbeitsverlust durch Anwendung von Stoss- oder Wurfbohrern, welche der Arbeiter mit beiden Händen gegen das Gestein schleudert, vermieden werden kann. Dergleichen Bohrer wurden theils auf minder festem Gestein, z. B. in den Steinsalzgruben zu Northwich und Berchtesgaden, sowie in den Gipsbrüchen zu St. Léger u. a. O. angewendet, theils sind sie in Steinbrüchen (England) und bei Eisenbahneinschnitten (Rhein-Nahe-Eisenbahn, Spanien) zum Abbohren tiefer und weiter Löcher auf Gestein sehr verschiedener Festigkeit im Gebrauch. Ebenso werden wohl auch die langen Bohrstangen der spanischen und spanisch-indianischen Bergarbeiter (in Amerika) gelegentlich stossend geführt; (die langen Bohrer, welche man im Müssener Stahlberg beim Hereinschiessen der „Schweben“ oder ganzen Försten gebraucht, sollen nicht als Stossbohrer geführt werden).

Je nach Tiefe der Löcher besitzen die Stossbohrer 8 bis 20 Fuss Länge, sie sind in der Mitte wegen bequemerer Fassung oft ein wenig stärker als an den Enden, deren jedes mit einem Bohrkopf versehen ist. (Siehe Tab. I. Fig. 7; die Abbildung ist Gätzschmann's „Gewinnungsarbeiten“ entnommen, nach Combe's *Traité de l'exploitation des mines.*) Die Stange ist von Eisen, an den Enden mit Stahl vorgelegt.

Beim Bau der Tudela-Bilbao-Eisenbahn wendete man einmännische Stossbohrer von 5 bis 6 Meter Länge, 15 Pfd. (englisch) Gewicht, mit 1 1/4 zölligen Bohrköpfen an. Nach *Practical Mechanic's Journal* für Juni 1865 bohrte zu Subijana an genannter Bahn bei einem Wettbohren in festem Kalkstein, ein Arbeiter 4 Löcher von 1,8 Met. gesammter Tiefe, ein anderer 6 bis 7 Löcher von 1,83 Met. Tiefe binnen einer Stunde. Der erstere bohrte seine Löcher vor dem Fuss, und hob 0,3 Met., der andere bohrte zur Seite des linken Fusses, und hob 0,26 Met., jeder wendete 15 Böhler an. Diese Details werden hier

Verminderung
des durch un-
vollkommene
Elasticität des
Gezähes er-
wachsendenAr-
beitsverlustes.
Stossbohrer.

Tab. I. Fig. 7

angeführt, weil das Stossbohren allgemeinere Aufmerksamkeit verdient. In engen Grubenräumen ist es natürlicherweise nicht praktikabel; in den weiten offenen Verhauen der meisten schwed. Gruben aber, wo fast alle Löcher liegende sind, stehen der Einführung des Stossbohrens keine unüberwindlichen Hindernisse im Weg. Die Bohrlöcher müssten erst auf gewöhnliche Weise zugebrüstet und so tief abgebohrt werden, dass sie dem Stossbohrer, womit sie vollendet werden, eine sichere Leitung gewähren. Uebrigens ist anzumerken, dass der Vortheil des stossenden Bohrens nicht nur darin besteht, dass die ganze auf die Arbeit verwendete Muskelkraft ohne Zersplitterung durch den Fäustelschlag dem Bohrkopf mitgetheilt wird, und mithin fast unverkürzt auf Zertrümmerung des Gesteines (und Materiales des Bohrkopfes) verwendet werden kann, wodurch man 21,8 pCt. der theuren Menschenkraft rettet, sondern ferner noch darin, dass der Arbeiter mit beiden Händen stösst, mithin ohne grössere Anstrengung als beim gewöhnlichen Bohren durch jeden Stoss eine grössere vis viva entwickeln kann.

Unter den Bohrmaschinen werden wir einen Apparat von de la Haye kennen lernen, welcher auch ungeübten Arbeitern das stossende Bohren erleichtert, selbst in sehr unbequemer Richtung.

Gewicht und
Material des
Bohrers und
Fäustels.

Beim gewöhnlichen Fäustelbohren ist der Kraftverlust in hohem Grad abhängig von dem Verhältniss des Gewichtes von Fäustel und Bohrer, so wie von dem Material dieser Gezähstücke. Um diese Abhängigkeit klar vor Augen zu führen, wurde die Tabelle auf pag. 10—11 berechnet, welche angiebt, wie viel der angewendeten mech. Arbeit dem Bohrer mitgetheilt wird, bei verschiedenen gebräuchlichen Gewichten und verschiedenen Elasticitätsgraden des Gezähes. Es ist vorausgesetzt, dass die mechan. Leistung des Arbeiters stets dieselbe sei, dass also ein leichtes Fäustel mit grösserer, ein schweres mit geringerer Geschwindigkeit geschwungen wird. (Die Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Fäustels von dem Gewicht desselben drückt die Gleichung $c = \sqrt{2g \frac{L}{G'}}$ aus).

Die Tabelle ergibt, dass:

1) Wenn völlig unelastisches Fäustel gegen völlig unelastischen Bohrer angewendet wird ($\mu = \mu' = 0$), so haben Bohrer und Fäustel nach dem Schlag einerlei Geschwindigkeit ($v = v'$); das summarische Gewicht beider ist also die stossende Masse, und die mechanische Arbeit (Ps) welche der Bohrer zu verrichten vermag, wächst mit dem Gewicht des Fäustels, und nimmt mit dem zunehmenden des Bohrers ab.

2) Wenn Bohrer und Fäustel vollkommen elastisch sind ($\mu = \mu' = 1$), so ist nach dem Schlag die Geschwindigkeit des Fäustels (v') kleiner als jene des

Bohrers (v); also eilt der Bohrer dem Fäustel voran, so dass nur ersterer den Stoss bewirkt; die Stärke desselben (P_s) wächst mit dem Gewicht des Bohrers, und nimmt mit dem zunehmenden Gewicht des Fäustels ab; sie wird ein Maximum ($P_s = 50$ Pfd.) wenn das Gewicht des Bohrers gleich dem des Fäustels ist.

3) Wenn das Fäustel völlig elastisch, der Bohrer aber völlig unelastisch ist ($\mu = 0, \mu' = 1$), so wird die Leistung des Stosses kleiner, als in den vorigen Fällen; sie nimmt gleichfalls mit dem Gewicht des Bohrers zu und mit dem wachsenden des Fäustels ab, und wird ein Maximum ($P_s = 35,8$ Pfd.) wenn beide gleichschwer sind.

4) Wenn ein völlig unelastisches Fäustel gegen einen vollkommen elastischen Bohrer wirkt ($\mu = 1, \mu' = 0$), so wird die Leistung des Stosses grösser als im vorigen Fall; sie nimmt mit dem Gewicht des Bohrers zu und mit dem steigenden des Fäustels ab, und wird ein Maximum ($P_s = 47,6$ Pfd.) wenn beide gleichschwer.

Diese 4 Fälle sind Extreme, welche in Wirklichkeit nie erreicht werden können, da weder völlig elastische, noch völlig unelastische Materialien zu Bohrgezäh existiren. Sie weisen jedoch darauf hin, dass die Anwendung möglichst elastischen Gezähes, oder wenigstens möglichst elastischer Bohrer den grössten Effekt verspricht, sofern Fäustel und Bohrer gleiches Gewicht haben.

5) Wenn Gezäh gewöhnlicher Elasticität angewendet wird, d. i. Stahl vom Elasticitätsgrad 0,31 und Eisen vom Elasticitätsgrad 0,15, so fällt der Effekt des Stosses grösser aus als bei Anwendung völlig elastischen Fäustels gegen völlig unelastischen Bohrer, aber kleiner als in irgend einem andern der betrachteten Extremfälle. Die Maximalleistung tritt allenfalls bei Anwendung von Fäustel und Bohrer gleichen Gewichtes ein, und die vortheilhafteste Wirkung zeigt sich bei Anwendung von Stahl gegen Stahl; eine nur unbedeutend geringere Leistung entspricht der Anwendung von Eisenfäustel gegen Stahlbohrer; dagegen wird der Effekt bedeutend (6 pCt.) geringer, sobald Eisen- oder Stahlfäustel gegen Eisenbohrer wirken. (Siehe die 4 Mittelfelder des linken unteren Eckquadrates.)

Diese Resultate scheinen beim ersten Betrachten zum Theil paradox; die Skrupel lösen sich aber, wenn man bedenkt, dass der Nachschlag des Fäustels auf der Tabelle nicht in Rechnung gezogen wurde; so wie dass man, um allgemein gültige Zahlen zu erhalten, schwereren Fäusteln geringere Geschwindigkeit zumessen musste, da der Kraftaufwand des Arbeiters allenfalls derselbe bleiben sollte. In speciellen Fällen kann sich die Sache etwas anders gestalten. Beim Bohren

liegender Löcher ist z. B. die Geschwindigkeit des Fäustels wenig verschieden, mag das Fäustel schwer oder leicht sein; in diesem Fall wird also die Anwendung schwererer Fäustel vortheilhafter.

Die Empirie handelt im allgemeinen in Uebereinstimmung mit den hier theoretisch gefundenen Regeln. Das Gewicht der Bohrer steht mit jenem der Fäustel insofern in einem graden Verhältniss, als tiefe und weite Löcher schwere Bohrer nöthig machen; solche Löcher aber sind Sohlenlöcher, und werden mit schweren Fäusteln abgebohrt; zu den engeren und weniger tiefen Försten- und Einbruchlöchern braucht man leichtere Bohrer und gleichzeitig auch leichtere Fäustel. Beachtet man nicht nur in einzelnen Bergwerksrevieren, sondern in Mengen von solchen, die von der lokalen Abbauweise abhängige vorherrschende Richtung der Bohrlöcher und das Gewicht der gebräuchlichen Fäustel, so findet man, dass 2- bis 4pfündige zu Förstenlöchern, 4- bis 6pfündige beim Ortsbetrieb, 6- bis 8pfündige zu liegenden Löchern die gewöhnlichsten (einmännischen) Fäustel sind. Ausnahmen kommen vor; kaum 2pfündige in Kongsberg, und 9- bis 10pfündige in Savoyen und Piemont und hie und da in Schweden. Sind an einem Orte die Arbeiter an liegende Löcher und schwere Fäustel gewöhnt, so wollen sie solche gerne auch zu den seltener vorkommenden Förstenlöchern anwenden, und umgekehrt. Hiermit aber ist stets Verminderung des Effektes vereint, denn ein schweres Fäustel kann ohne zu grosse Anstrengung nur abwärts, ein leichtes dagegen auch aufwärts so rasch geschwungen werden, dass dem Bohrer die erforderliche Geschwindigkeit mitgetheilt wird.

Auch in Betreff des Materiales zu Bohrgezähe hat die Praxis schon lange ausgefunden, was die Ziffern der Tabelle als zweckdienlichst erscheinen lassen. Bei der Wahl des Gezähmateriales ist jedoch neben dem Bestreben, Kraftzersplitterung (durch unvollkommene Elasticität) zu vermeiden, auch auf Vermeidung von Kraftverlust durch Zerschlagen des Gezähes Rücksicht zu nehmen, so wie auf möglichste Verminderung der Kosten für Beschaffung und Erhaltung desselben.

Hinsichtlich des ersten Punktes weist (wie schon oben bemerkt wurde) die Tabelle nach, dass Stahlfäustel gegen Stahlbohrer, welche auch die Gewichtsverhältnisse derselben seien, den höchsten Effekt geben; die Tabelle zeigt ferner, dass der Effekt nur sehr unbedeutend abnimmt (höchstens 1 pCt.), wenn Eisenfäustel und Stahlbohrer benutzt werden; weiter, dass bei Anwendung von Eisenbohrern der Effekt sofort 2 bis 6 pCt. fällt, und dass unter sonst gleichen Umständen dieser Effektverlust am grössten ist bei gleichzeitiger Anwendung von Eisenfäusteln. In der That kommen Eisenbohrer mit unverstählter Bahn, welche

rasch zu Strauben zerschlagen wird, nur noch ausnahmsweise bei weniger sorgfältig beaufsichtigter Arbeit vor. Stahlbohrer, oder auch im Nacken verstärkte Eisenbohrer sind die allgemeinsten. Es ist hier anzumerken, dass schmiedeeiserne Bohrstangen bei fortgesetztem Gebrauch ihre innere Textur so ändern, dass sie ein stahlähnliches Gefüge bekommen, und hierdurch lässt sich möglicherweise die Behauptung von Häuern rechtfertigen, dass (verstärkte) schmiedeeiserne Bohrer nach längerem Gebrauch, d. h. wenn sie ausgeschlagen sind, besseren Effekt gäben. Diese Texturveränderung kann übrigens so weit gehen, dass Bohrer aus (schlechterem) Schmiedeeisen schliesslich brechen*), so dass man mancherorts Fangscheeren unter dem gewöhnlichen Häuergezähe sieht. Es ist einleuchtend, dass möglichst elastischer Stahl (zu Bohrern) weniger elastischem vorzuziehen sei, sobald es sich nur um Erzielung möglichst hohen mechanischen Effektes handelt. Da die Anwendung von Stahl zu Fäusteln den Effekt nur unbedeutend erhöht, so ist es in dieser Beziehung zu entschuldigen, dass unverstärkte Eisenfäustel mancherorts noch sehr gebräuchlich, Eisenfäustel mit verstärkten Bahnen die gewöhnlichsten, Stahlfäustel seltener sind.

Hinsichtlich des Kraftverlustes durch Zerschlagen des Gezähes, sind eiserne Bohrer und Fäustel mit unverstärkten Bahnen ganz verwerflich, denn die auf Straubenbildung verwendete Kraft hätte nützlicher zu Zertrümmerung von Gestein angewendet werden können. Am besten sind ganz stählerne Bohrstangen; machen lokale Verhältnisse die Anwendung eiserner Bohrer wünschenswerth, so sind diese jedenfalls mit Stahlbacken zu versehen. Mancherorts (z. B. Ammeberg) wendet man den Bohrer, sobald der Kopf mit neuem Stahl vorgelegt werden muss; d. h. man schmiedet den bisherigen Kopf (ohne neue Stahlvorlage) zum Nacken aus, verstärkt die bisherige Bahn und macht sie zum Kopf.

Verminderung
des durch Zer-
schlagen des
Gezähes ent-
stehenden
Kraftverlustes.
Material des
Gezähes.

Schmiedeeiserne Fäustel mit Stahlbahnen brechen gerne an der Schweissstelle, ganz stählerne im Auge, sofern der Stahl zu hart ist. Am besten wendet man also zu Fäusteln nicht zu harten Stahl an, welcher um das Auge gar nicht, an der Bahn nur gelinde (blau) gehärtet wird. Die Bohrnacken können etwas härter angelassen werden, die Bohrköpfe (Schneiden) am härtesten (gelb). Es ist vortheilhaft, den Bohrerbacken kolbig (dicker als die Bohrstange im übrigen) auszuschmieden; zu Dannemora legt man zu dem Ende um die Bahn einen eisernen Ring, und schmiedet ihn so an, dass er nach unten allmählig in die Bohrstange verläuft. Es taugt nichts, die Bahn stark zu wölben oder abge-

*) Nicht nur an den Schweissstellen.

stumpft konisch (Spanien) zu schmieden. In beiden Fällen bildet sich mit der Zeit innerhalb des Bohrers eine Art konischen Keiles, welcher seine Grundfläche in der Bahn, seine nach unten gewendete Spitze in der Achse des Bohrers hat, und welcher bei fortgesetztem Gebrauch den Nacken des Bohrers sprengt. Die Fäustelbahn muss gleichfalls flach, und nur wenig grösser als die des Bohrers sein; dicke kurze Fäustel sind verwerflich.

Die Wahl des Materiales zu Gezähe wird in hohem Grad durch lokale Verhältnisse beeinflusst, als die Möglichkeit, guten Stahl und Eisen zu beziehen, den Preis für selbige, die Uebung der Schmiede mit verschiedenen Stahl- und Eisensorten unzugehen, das Brennmaterial der Bergschmieden; desshalb ist es sehr übereilt, den technischen Standpunkt des Bergbaues an einem gegebenen Ort nur nach dem Material des daselbst angewendeten Gezähes beurtheilen zu wollen. Schon im vorigen Jahrhundert wandte man in Sachsen ganz stählerne (einmännische) Bohrer als die besten an, aber noch heutigen Tages sind eiserne verstärkte Bohrstangen bei anderen gut verwalteten Bergwerken die gebräuchlichsten, namentlich an Stellen, wo gutes Eisen billig, guter Stahl aber theuer ist. Gussstählerne Bohrer wurden in Sachsen versucht und besser befunden als Bohrer aus gewöhnlichem Inneberger Stahl, kamen aber wegen hohen Preises für Gussstahl dennoch nicht zu allgemeiner Einführung; in Schweden dagegen haben gussstählerne Bohrer (Bessemersahl und Uchatiusstahl) neben solchen aus Lessjöforsstahl ziemliche Verbreitung gefunden. Mehrmännische Bohrer sind selten stählerne, (zu Ätvidaberg wendet man z. B. 6 bis 8 Fuss lange, im Mittel 1 Zoll starke zweimännische Bohrer aus Bessemersahl an), ebenso scheint es unvortheilhaft, Stossbohrer (pag. 21) ganz aus Stahl zu fertigen; die letzteren dürfen nicht verkürzt werden, die Bohrstange wirkt bei ihnen nur durch ihr Gewicht, so dass das Material derselben gleichgültig wird, das Gewicht der mehrmännischen und der Stossbohrer kann aber so zunehmen, dass bei ihnen die Mehrausgabe für Stahl kennbar wird. Da — wie wir sahen — das Material der Fäustel von geringerem Einfluss auf die Mechanik des Bohrens ist, so scheint es ganz natürlich, dass der Preis des Materiales bei Fäusteln noch mehr in die Wagschale fällt als bei Bohreren. Bei manchen schwedischen Gruben (Falun) sind Fäustel aus Uchatiusstahl von Wikmanshyttan gegenwärtig sehr beliebt geworden, bei anderen wendet man immer noch unverstärkte eiserne an, und findet deren Schlag nicht so prellend als jenen stählerner oder verstärkter Fäustel. In Spanien soll man mancherorts eiserne Fäustel mit einer dem Bohrnacken entsprechenden Aushöhlung in der Bahn anwenden. In die Höhlung wird eine Stahlplatte gelegt.

Arbeitsverlust durch schiefe und unwirksame Schläge tritt namentlich bei geringerer Fertigkeit der Bohrhäuer ein, und wird veranlasst durch unstätes Führen des Bohrers, wogegen nur Uebung, Festigkeit der Hand, und angemessene Form der Bohrerschneide hilft, und durch unrichtiges Setzen, indem bald so wenig gesetzt wird, dass die Bohrerschneide an den kleinen Stossen im Bohrloch unwirksam abgleitet, bald so viel, dass sie nur durch Zermalmung und nicht auch durch Loskeilen wirken kann. Im allgemeinen ist letzteres das gewöhnliche, denn nach Formel V, p. 15 sollte bei mittelfestem Gestein (p. 17) die Anzahl Setzungen 20 bis 15 für einen vollen Umgang des Bohrers betragen, während in Wirklichkeit nur 6- bis 16mal gesetzt wird. Hierdurch erwächst Kraftverlust, da alles Gestein in feines Pulver verwandelt wird, anstatt in kleinen Stücken abzuspringen. Bei den stossend wirkenden Bohrmaschinen ist das Verhältniss viel günstiger, indem die Anzahl der Setzungen der Tiefe des jedesmaligen Eindringens viel besser entspricht, und indem die Bohrstange so steif gehalten wird, dass nicht die Schneide von den Strösschen im Bohrloche abgleitet, selbst bei vielen Setzungen pro Umgang nicht.

Verminderung
des Arbeitsver-
lustes durch
excentrische
Schläge u. s. w.

Richtiges Zielen mit dem Fäustel, so dass die Mitte der Fäustelbahn die Mitte der Bohrerbahn trifft, und dass die Richtung des Stosses in die Bohrerachse fällt, ist Sache der Uebung. Zur Hervorbringung starker nicht prellender axieller Schläge ist jedoch auch eine Krümmung des Fäustels nach dem Schwingungsradius ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss für einmännische) erforderlich. Die ganz geraden Fäustel der meisten schwedischen Gruben sind deshalb eben so verwerflich als die zu stark gekrümmten mancher ausländischen; bei beiden nimmt jedoch die Bahn mit der Zeit (und auf Kosten unnöthig verwendeter Kraft) den richtigen Winkel gegen das Helm an. Sehr geeignet zur Hervorbringung excentrischer Schläge sind Fäustel, deren Bahnen auf je einer Seite des Auges liegen, sodass die Stosslinie neben das Auge fällt; dergleichen sollen früher in einigen Eisengruben angewendet gewesen sein. Unsichere Schläge werden auch dadurch veranlasst, dass die beiden Fäustelhälften nicht gleich lang sind, so dass der Schwerpunkt über oder unter das Auge fällt anstatt in dasselbe. Beiläufig will ich hier bemerken, dass manche Häuer in Falun absichtlich schiefe Schläge führen, um das Setzen des Bohrers ohne Hülfe der Hand nur durch den Schlag zu bewirken. Dies setzt sehr gleichförmige Textur des Gesteines (Schwefelkies) und guten Bohrerstahl voraus, so wie liegende Löcher. Der Vortheil dieses Bohrens beruht darin, dass das Fäustel mit beiden Händen geschwungen werden kann, also dieselbe Arbeit entwickelt, wie beim zweimännischen Bohren.

Mehrmännliches Bohren.

Im Zusammenhang mit dem vorhergehenden mag noch erwähnt werden, dass gogonwärtig geschickte Bohrhäuer Löcher gewöhnlicher Tiefe und Weite in der Grube einmännlich bohren, in welcher Richtung es auch sei. Beim mehrmännlichen Bohren entwickelt der Setzer nur einen sehr geringen Theil der bezahlten Muskelkraft, und ausserdem kommen beim einmännlichen Bohren Schlag und Grösse der Setzung in besseren Einklang als beim mehrmännlichen; desshalb erzielen geübte Leute bei einmännlichem Bohren stets grösseren Effekt als bei mehrmännlichem. Nur beim Bohren tiefer und weiter Löcher (Steinbrüche, Eisenbahneinschnitte) ist mehrmännliches Bohren vortheilhafter, indem solche Löcher schweres Geböhr und in Folge dessen schwere Fäustel erheischen, welche beide gleichzeitig nur durch übermässige Kraftanstrengung (d. i. mit geringem Nutzeffekt) von einem und demselben Mann geführt werden können. Die Beibehaltung mehrmännlichen Bohrens in gut verwalteten Gruben hat gewöhnlich lokale Gründe; z. B. in Ätvidaberg hohe Strossen und die Beschäftigung von Bauern mit Häuerarbeit.

Verminderung des durch unnützes Pulverisiren des Bohrmehles entstehenden Kraftverlustes.

Es wurde schon erwähnt, dass bei unrichtigem Setzen des Bohrers Kraft vergeudet wird durch Zermalmen von Gestein, welches besser in zusammenhängenden Stückchen hätte abgebrochen werden sollen. Ein fernerer Kraftverlust aber entsteht dadurch, dass das gröbre oder feinere Bohrmehl, ehe es entfernt wird, sich zwischen den Bohrer und das anstehende Gestein legt; die Wirkung des ersteren auf letzteres abstumpft, und zu seiner ferneren Pulverisirung Kraft konsumirt. Bei aufwärts gerichteten Löchern tritt dieser Uebelstand nicht ein, indem alles Bohrmehl sofort aus denselben fällt; bei Maschinenbohren entfernt ein stetig in das Loch gespritzter Wasserstrahl das Bohrmehl kontinuierlich (Harrison's und John Stanley's Patent) und dieser unscheinbare Umstand trägt jedenfalls das seinige zu der guten Wirkung der Bohrmaschinen bei. In allen anderen Fällen ist der Krätzer fleissig anzuwenden.

Bohrwasser.

Von besonders günstigem Einfluss ist in dieser Beziehung das Bohrwasser. In demselben verliert das Bohrmehl einen Theil seines Gewichtes und wird durch die stetige Bewegung des Wassers in selbigem suspendirt erhalten, so dass es dem Bohrkopf ausweichen kann; wird der Bohrschmand teigig, so legt er sich um die Bohrstango, nimmt das frisch losgestossene Mehl in sich auf, und lässt die Bohrschneide frei. Anstatt reinen Wassers wendet man mancherorts andere Flüssigkeiten beim Bohren an. Am Harz Kalkmilch, in Spanien Weintrebern in Wasser eingerührt, in Schweden ausnahmsweise Dünnbier, und an vielen Orten Urin. In welcher Weise diese Flüssigkeiten besser wirken können als reines Wasser, ist schwierig zu sagen. Weintrebern und Kalkmilch halten möglicher-

weise das Mehl leichter suspendirt, Dünnbier und Urin scheinen zur Gewohnheit gewordene müssige Nothbehelfe. Doch ist nicht zu vergessen, dass das Bohrwasser auch durch Verminderung der Friktion zwischen Bohrschneide und Gestein nützlich wird, und dass in dieser Beziehung verschiedene Zusätze sehr ungleiche und räthselhafte Wirkungen äussern können. Man kennt z. B., dass Glas (und wie ich mich durch Versuche überzeugt habe, auch Granit) verhältnissmässig leicht mit Stahlfeilen bearbeitet und durchbohrt werden kann, wenn man das Werkzeug mit Terpentinöl oder concentrirter Schwefelsäure benetzt; man kennt aber nicht, warum diese Flüssigkeiten in angedeuteter Richtung wirken. Ein sehr beachtenswerther Vortheil des Bohrwassers liegt endlich darin, dass die Bohrschneide abgekühlt und vor zu rascher Abstumpfung geschützt wird. *)

Form des
Bohrkopfes.

Von wesentlichem Einfluss auf den mechanischen Effekt beim Bohren ist richtige Gestaltung des Bohrkopfes. Da in früheren Zeiten das Bohrermaterial schlechter war als nun, da man meistens mehrmännisch mit groben Bohrern und schweren Fäusteln arbeitete, und da die Arbeitsgeschicklichkeit der Bohrhäuer wohl auch zu wünschen übrig liess, so war die Anwendung von Kolben- oder Kronenbohrern gerechtfertigt. Bei diesen überträgt eine grössere Fläche den Schlag, mithin kann auch schlechteres Material einen starken Schlag aushalten, welches nicht der Fall sein würde, wenn eine einfache Meisselschneide vom Durchmesser des Kolbenbohrers und aus ebenso schlechtem Stahl als dieser, mit gleich schweren Fäusteln behandelt würde. Aus diesem Grund trifft wohl noch, wenn auch selten, der Fall ein, dass man beim Bohren in festem Gestein Kolben- oder Kronenbohrer, beim Bohren in mildem dagegen gleichzeitig und an demselben Ort Meisselbohrer anwendet (Riechelsdorf vor 15 — 16 Jahren). Da bei Anwendung kolbiger Bohrer Fächse und Hüte leicht vermieden werden können, so ist erklärlich, dass ungeschickte Häuer Meisselbohrer verwerfen, (namentlich wenn sie in Schichtlohn arbeiten); aus diesem Grund lässt man öfters auch Grubenjungen die Erlernung des Bohrens mit Kolbenbohrern beginnen — jedenfalls doch mit Unrecht. Die Anwendung von Kolben- und Kronenbohrern aus dem gegenwärtigen Bohrerstahl ist höchstens in drusigem Gestein, in Conglomeraten gerundeter Quarzkörner, welche durch mildes Cement verkittet sind, sowie in sehr mildem Letten u. s. w., worin Meissel sich fest-

*) Durch Bohren in Schwefelkies werden (zu Falan) die Bohrköpfe nicht selten rüthbrüchig. Dies kann darauf beruhen dass die Bohrer vor dem Schärfen nicht gut von anhängendem Kiesschmand gereinigt werden; möglicherweise aber auch dadurch erklärt werden, dass die beim Schlag entwickelte Hitze ausreicht die mit dem Schwefelkies in Berührung stehende Bohrschneide oberflächlich in Schwefeleisen zu verwandeln.

klemmen wollen, zu rechtfertigen. Meisselbohrer sind nun auch in der That die ungleich verbreitetsten, sie treten mit Meisseln von sehr verschiedenen Formen auf, von diesen aber sind nur gerade, einfach gebrochene und gekrümmte Meissel-Schneiden allgemeiner angewendet.

Der vortheilhafteste Schneidenwinkel des Bohrmeissels ergibt sich nach Sparre (Berg- und Hüttenm. Zeitung 1865, p. 56) aus der Formel $\tan \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{s}{\varphi}}$, in welcher α den Schneidenwinkel, φ den Reibungskoeffizienten des Meissels auf dem Gestein bezeichnet. Dem Reibungskoeffizienten $\varphi = 0,45$ (Sandstein) entspricht der Schneidenwinkel $\alpha = 75^\circ$, dem Reibungskoeffizienten $\varphi = 0,24$ (Kalkstein), der Schneidenwinkel 64° . Im Mittel und in runder Zahl darf man also 70° als angemessenen Schneidenwinkel bezeichnen. Die Empirie machte früher den Schneidenwinkel nur von der Festigkeit des Gesteines abhängig. Man glaubte dass möglichst scharfe Schneiden die wünschenswerthesten seien, fand aber dass sehr geschleifige Meissel weder in sehr mildem noch sehr festem Gestein taugten; in ersterem klemmen sie sich fest, in letzterem brechen sie aus. Auf festen Gesteinen wendete man (z. B. zu Dannemora) allzustumpfe Meissel mit Winkeln von über 90° an; dabei standen die Bohrköpfe allerdings gut, der Effect aber war gering; da ein so stumpfer Meissel nur zermalmend und nicht keilend wirken kann. Gegenwärtig nähert sich auf den umsichtiger verwalteten schwedischen Gruben der Schneidenwinkel des Bohrkopfes der theoretischen Zahl (70°); bei sehr festem Gestein setzt diese Schärfe aber ausgezeichneten Stahl, gute Härtung und vorsichtige Anführung des Bohrers voraus. Zu Falun ist die Zuschärfung ca. 85° . Uebrigens ist es für feste Gesteine angemessen den Bohrkopf kolbig (mit konvexen Wangen) herzustellen, und nur an der Schneide zuzuschärfen. Ein Absäumen der Schneide sieht man öfters bei Geböhr für milderes Gestein; in Schweden ist es weniger gebräuchlich, und in der That scheint es rationeller, den Meissel in festem Gestein so lange als möglich keilförmig wirken zu lassen und die Absäumung durch wirksame Stöße gegen das Gestein herbeizuführen; anstatt ihn von vorneherein in ein zermalmendes Werkzeug zu verwandeln, durch Absäumen mit dem Hammer. Wohlgehärtete Bohrköpfe aus fehlfreiem Stahl werden durch vorsichtige Anführung auch im härtesten Gebirge ganz regelmässig (rundlich) abgesäumt, und zeigen nach dem Stumpfschlagen nur wenige Scharten. Unter den oben erwähnten 3 Meisselformen ist die flachgewölbte die gebräuchlichste, und in festem und sehr festem Gebirge jedenfalls die beste. Der Krümmungsradius ist 2 bis 4 mal so gross als die Schneidenlänge; durch stärkere Krümmung entstehen die sogenannten Lanzettbohrer, welche nur in mildem

und gebrüchem Gestein anwendbar sind, da in festerem die Mitte der Schnoide zu rasch und stark abgeführt wird; durch schwächere Krümmung gehen die gewölbten Meissel in geradlinige über, welche mit Vortheil ebonfalls nur in mildem und gebrüchem Gebirge benutzt werden, da in festerem die rasche Abführung ihrer Ecken zu hinderlich wirkt. Uebrigens setzen gewölbte Schnoiden nicht dieselbe Geschicklichkeit des Arbeiters voraus, als ungebrochene geradlinige; denn während erstere eine Art Führung in der Achse des Bohrloches gewähren, müssen letztere sicherer gesetzt und gehalten werden; da ausserdem excentrische Sohläge leicht einseitiges Eindringen, und in Folge dessen Drehung um eine Ecke anstatt um die Achse zu Folge haben. Die ersten Bohrversuche der Grubenjungen ergeben (bei Anwendung von Geböhr mit geradlinigen oder sehr flach gewölbten Meisseln) in der That gewöhnlich Beckige Löcher.

Geradlinige aber in der Mitte ausspringend gebrochene Schneiden liegen in der Mitte zwischen den gewölbten und geradlinigen ungebrochenen; sie werden z. B. in Hessen und Belgien angewendet (nach Gätzschmann auch in der Mark und in Siebenbürgen) und erleichtern durch die führende Spitze ein regelmässiges und centrisches Setzen, taugen übrigens nur für mildes und gebrüches Gestein, da in festem namontlich ihre Spitze zu rasch verschleisst wird.

Abbildungen und Beschreibungen vieler anderer Meisselformen enthalten die Werke Gätzschmann's und Rziha's; diese oft sehr gekünstelten Formen sind zum Theil nur wenig versucht, jedenfalls von sehr lokalem Interesse. Erwähnen will ich nur der Zförmigen Bohrmeissel der Mt. Cenis- und Moresnet-Bohrmaschinen, weil sie den (von Sparre theoretisch entwickelten) Grundsatz einer Vergrösserung der schneidenden Linie nach der Peripherie hin, realisiren. Eine entfernte Aehnlichkeit besitzen die S förmig (gesehen von unten) gebogenen Bohrmeissel mancher englischer und amerikanischer Bohrmaschinen. Zu Falun haben die gewöhnlichen Bohrer gleichfalls eine ganz flach S förmig gekrümmte Schneide, welche dadurch entsteht, dass die zuschärfenden Flächen alternirond nach der einen Ecke des Bohrkopfes hin sich verschmälern.

Die Ecken des Bohrkopfes müssen stets ein wenig über den Seiten der Bohrstange hervorstehen, ohne zu scharf ausgezogen zu sein. Bei gewölbten und einfach gebrochenen Schneiden kann man immer den Eckwinkel zwischen Bohrschneide und Bohrstange = 90° machen, bei geradlinigen ungebrochenen Schneiden aber wird er kleiner, und deshalb müssen diese auch leichter ihre Ecken ein.

Der Zweck des Bohrens ist Herstellung einer Kammer für das Sprengmittel, von hinreichendem Volumen und an zweckdienlichster Stelle, sammt Beschaffung

Dimensionen
der Bohr-
löcher.

eines Zündkanales zu dieser Kammer. Die Explosionskammer liegt am unteren Ende des Bohrloches, der über selbiger befindliche Theil des letzteren ist todter Raum (den viel engeren Zündkanal abgerechnet), die zum Abbohren erforderliche mechanische Arbeit aber wächst direkt mit dem ausgebohrten Gesteinsvolumen. Eine Beachtung dieser Verhältnisse führt ohne weiteres zu dem Schlusssatz, dass Herstellung möglichst enger, nöthigenfalls am unteren Ende erweiterter Bohrlöcher anzustreben ist. Ueber partielle Erweiterung der Bohrlöcher weiter unten.

Die Dimensionen gewöhnlicher Bohrlöcher lassen sich aber nicht nach Belieben herabziehen. Engere als dreiviertel bis halbzöllige Löcher sind mit dem jetzt gebräuchlichen Bohrgezähe in festem Gestein praktisch nicht herstellbar, denn sie würden so dünnes Geböhr voraussetzen, dass letzteres, wenn auch aus dem besten Stahl gefertigt, durch die Fäustelschläge binnen kurzem verbogen oder verschlagen sein müsste. Da das Sprengmittel immer nur eine gewisse Höhe des Bohrloches einnehmen darf, und da gleichzeitig das Volumen des Sprengmittels in richtig angesetzten Löchern in rascherem Verhältniss als die Loch-Tiefe zunehmen muss, so ergibt sich, dass die absolute Weite der Löcher mit deren Tiefe zunehmen muss. Die Praxis lehrt, dass sich die Tiefe der Bohrlöcher zu deren Weite im grossen Mittel verhält wie 15 bis 40 zu 1; bei wenig tiefen Löchern ist die Weite verhältnissmässig grösser als bei sehr tiefen. Uebrigens werden die Durchmesser der Bohrlöcher gewöhnlich $\frac{1}{10}$ grösser als jene der Bohrköpfe. Die Durchmesser der letzteren verhalten sich bei Anfangs-, Mittel- und Setzbohrern wie 1 : 0,85 : 0,75. Nur zu sehr flachen Löchern können alle Bohrer gleiche Durchmesser erhalten; man schlägt dann mit jedem nur eine geringe Tiefe des Loches aus, greift dann zu einem zweiten und verwendet so allmählig den ganzen Bohrersatz zum ersten Loch, dann denselben Satz ebenso zum zweiten. Dies erleichtert die Arbeit der Bergschmiede, und giebt weniger spitz zulaufende Löcher. Beim Bergbau schwankt die gewöhnliche Tiefe einmännischer Bohrlöcher zwischen 1 und $2\frac{1}{2}$ Fuss, und zwar dienen die seichten zum Einbruchschiessen, die mittleren zum Nachschiessen von Försten und Ulmen, die tiefen zum Nachreissen der Strossen. Beim Strossenbau der schwedischen Gruben sind die Löcher aber mindestens 18 ÷ 21" tief, und zweimal so tiefe kommen auch vor.

Es wurde schon an einem anderen Ort (p. 7) erwähnt, dass die Anwendung stärkerer Sprengmittel als des gewöhnlichen Pulvers nicht nur Verminderung der Anzahl der Bohrlöcher, sondern auch Verminderung ihrer Weite zur Folge hat, also indirekt zur Herabsetzung des Kraftaufwandes und der Kosten für das Abbohren beiträgt.

Dasselbe Ziel hat man bei Anwendung gewöhnlichen Pulvers dadurch zu erreichen gesucht, dass man in Löchern möglichst geringer Weite an gehörigem Ort eine der gegebenen Vorlage entsprechende Pulverkammer aushöhlte. Es ist leicht einzusehen, dass man dadurch namentlich bei tieferen (also weiteren) Löchern wenigstens theoretisch eine bedeutende Kraftersparniss erzielen kann. Zur Herstellung eines 6 F. tiefen u. 2 Z. weiten Loches muss z. B. 188,₄ Kubikzoll Gestein ausgebohrt werden. Die Pulverkammer würde etwa 20 Z. Höhe und 62,₈ Kubikzoll Volumen einnehmen. Bohrte man nun ein 1½ Zoll weites Loch, welches am unteren Ende eine Pulverkammer von 10 Zoll Höhe, 2,₈₂ Zoll Weite (und mithin 62,₈ Kubikzoll Volumen) enthielte, so würde dieses minst ebensoviel leisten als ersteres, zu seiner Herstellung aber die Ausbohrung von nur 88,₅ + 62,₈ = 151,₃ Kubikzoll nöthig machen, und nur $\frac{151,3}{188,4} = 80,3\%$ der zu ersterem nöthigen Kraft

beanspruchen. Ausserdem kann in erweiterten Löchern die Angriffsfläche der Pulvergase und mithin ihre Wirkung grösser werden als in gewöhnlichen. Ähnliche oder gleiche Schlussfolgerungen sind ziemlich alt. Schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts arbeitete *A. v. Humboldt* (damals Bergmeister im Fichtelgebirge) in dieser Richtung und schlug vor, divergirende (oder konvergirende und sich kreuzende) Bohrlöcher herzustellen, und den zwischen ihnen befindlichen Steinkeil so viel wie möglich herauszuarbeiten, um so einen voluminösen Pulversack am Ende des Bohrloches zu erzielen. (v. Humboldt: *Über die unterirdischen Gasarten etc.*, 1799; die Fig. 1 A ist Gätzschmauns "Gewinnungsarbeiten" entnommen). Dass betreffende Versuche kein günstiges Resultat ergaben, ist kaum auffällig, theils wegen der schwierigen Ausmeiselung des Keiles, theils weil zwei in gehöriger Stellung isolirt neben einander, resp. nach einander gebohrte und weggethane gewöhnliche Löcher in den meisten Fällen ebensoviel oder mehr leisten werden, als zwei gleichtiefe mit gemeinsamem Pulversack, welche letztere aber jedenfalls mehr Arbeit erfordern als erstere.

Im ersten Viertel dieses Jahrhunderts versuchte der Obersteiger *Kind* zu *Freiberg* Bohrlöcher dadurch zu erweitern, dass er deren unteren Theil mit einem gebogenen Bohrer (die Bohrerschneide und das ganz flache Knie müssen in derselben Ebene liegen) herstellte (Pl. I fig. 2). Es ist leicht einzusehen, wie ein solcher Bohrer ein konisch zunehmendes Loch erzeugt, indem die konvexe Seite der Bohrstange an die eine Seite des Bohrloches, und die scharfe Ecke des Kopfes an die entgegengesetzte gepresst wird. Um die Bohrerschneide mechanisch nach der Periferie zu zwingen, hat man auch neben dem Bohrkopf einen losen Stahlkegel in das Bohrloch gestellt (fig. 2 B.), um welchen herum der Kopf wandern sollte; dies aber veranlasste Festklemmen des letzteren. Versuche, welche man mit derartigen Erweiterungsbohrern vor einigen Jahren zu *Taberg* in *Werm. land* anstellte, sollen nicht günstig ausgefallen sein. Man wendet die Methode (mit Ausschluss des Stahlkegels) aber mitunter an, um in Gemäuer u. s.w. Löcher zu Verankerungen herzustellen, und sie scheint (von dem Stahlkegel abgesehen) immerhin noch eine der für den täglichen Gebrauch in der Grube geeigneteren,

Erweiterung
der Bohr-
löcher.

A. v. Hum-
boldt. Pl. I
fig. 1.

Kind
Pl. I fig. 2.

vorausgesetzt, dass eine *geringe* Erweiterung genügt, dass die Arbeiter die Schwierigkeit des regelmässigen Setzens eines gebogenen Bohrers überwinden können, und dass sehr guter Bohrerstahl angewendet wird.

Kraut.
(Pl. I fig. 3) *H. Kraut* in *Zurich* erhielt den 15 Sept. 1853 in England Patent auf den in Fig. 3 abgebildeten Erweiterungsbohrer (*Dinglers Polyt. Journal* 1854 p. 336, nach *London Journal of arts*, Juli 1854 p. 49), dessen Kopf scharf auswärtsgebogen, und mit der Bodenschneide *b a*, samt der Wandschneide *bc* (fig. 3 A.) versehen ist. Setzt man mit einem solchen Bohrer die Arbeit in einem auf gewöhnliche Weise hergestellten Loche fort, so wird (bei richtigem Setzen) die Ecke *b* zunächst einen Ring an der Periferie des Bohrloches herstellen, und der Bohrkopf sodann eine Leitung nach aussen erhalten, so dass er mit der Schneide *bc* an der Wand arbeitet, und mit der Schneide *ba* gleichzeitig auf dem Boden; mithin wird das Loch gleichzeitig vertieft (ein Kegel bleibt jedoch in der Mitte stehen) und rund herum höchstens so viel erweitert, als der Kopf von der Stange aussteht. In vielen Fällen dürfte es zweckmässig sein, die Schneide *ba* stumpfer zu machen, als *bc*, und in festem Gestein soll die vertikale Schneide weniger hoch sein als in mildem und gebrächem. Um an Schmiedekosten und Gezäheverlag zu sparen, wendet *Kraut* auch eine unten aufgeschlitzte eiserne Bohrstange an, in welcher die gehörig zugeschärfte Stahlscheibe *a c b* mittelst der Schrauben *d, d* befestigt wird. Diese Stahlklinge wird nach dem Stumpfwerden gegen eine neue ausgewechselt. Ob die Schraubenbefestigung hier zweckmässig sei, scheint fraglich. Mit Hinsicht auf den ganzen Apparat ist anzumerken, dass der innere Steinkegel wohl rasch zerstampft wird; dann fällt die natürliche Leitung des Bohrers weg, und das Setzen und Festhalten des Bohrers dürfte anstrengend werden, namentlich weil die untere Schneide immer radial stehen sollte.

Tollhausen.
(Pl. I fig. 4.) Von den mehren schabend wirkenden Erweiterungsapparaten, welche zum Theil dem betreffenden Erdbohrgezühe nachgebildet sind, wollen wir hier nur einiger erwähnen. Fig. 4 auf Pl. I versinnlicht den Apparat *A. Tollhausens* nach *Polyt. Journal* 1857 p. 9 (aus *London Journal of arts* Febr. 1857 p. 161), welcher den 25 Jan. 1856 in England patentirt wurde. Derselbe ist ursprünglich für Bauzwecke bestimmt, zu Herstellung von Löchern für Verankerungen und zum Schneiden von Schraubengängen in Gestein. *B* (fig. 4, A) ist ein über dem zu erweiternden Loch liegender Fuss, welcher, sobald die Maschine in Gang kommt, gegen seine Unterlage gepresst und dadurch festgehalten wird. An dem Fuss ist die Röhre *C* befestigt, durch welche die Bohrstange *A* geht, und welche äusserlich mit Schraubengewinden versehen ist. Auf dieser Röhre sitzt der (mit entsprechenden Schraubenwindungen ausgerüstete) Muff *D* mit den Speichen *d*; Die Bohrstange *A* trägt den Ring *E*, welcher mittelst der Klemmschraube *a* in beliebiger Höhe an ihr zu befestigen ist. In einer Spur führt dieser Ring den verschiebbaren Splint *c* (fig. 4, B im Horizontalschnitt), welcher herabgeschoben an den auf dem Muff *D* sitzenden Zahn *d* schlägt; dreht man den Muff, so folgt also der Ring *E* und mit ihm die Bohrstange der Drehung. Ferner trägt die Bohrstange das Speichenrad *F, H*. Die Bohrstange hat ihrer ganzen Länge nach eine Nuht, in welcher die Stange *I* auf und ab ge-

schoben, und mittelst der Mutter j festgestellt werden kann. Der untere Theil der Bohrstange ist hinter der Nuht ausgehöhlt und enthält das Messer H, welches um die Achse f drehbar, aus- und eingeschlagen werden kann. Dieses Aus- und Einschlagen, sowie das Festhalten des Messers in einer gegebenen Lage geschieht durch die Stange J, deren unteres Ende durchbrochen ist, so dass das durch die Öffnung gelegte Messer beim Aufziehen der Stange ausgeschlagen, beim Niderschieben derselben in die Bohrstange gedrückt wird.

Wie die Messerklinge auf andere Weise ein- und ausgefällt werden kann, zeigen die Figuren 4, C, D, E, welche keiner Erläuterung bedürfen.

Bei Gebrauch des Apparates wird die Stange I so gestellt, dass die schneidende Klinge so viel aus dem Fenster hervorsteht, dass sie sich gegen die Wand des Bohrloches stemmt; dann löst man die Schraube a, lässt die Bohrstange auf den Boden des Bohrloches sinken, befestigt den Halsring E wieder, und schiebt den Splint c herab. Wird nun die Bohrstange durch des Speichenrad FG gedreht, so nimmt sie mittelst des Splintes d den Muff D mit sich, dieser schraubt sich dabei an der Röhre C aufwärts, so dass sich auch die Bohrstange und mit ihr das Messer H während der Rotation aufwärts bewegen. Dabei wird der Fuss B gegen seine Unterlage gepresst, und so festgehalten. Das Messer schabt einen Cylindermantel aus, und hat die Ausweitung die erforderliche Höhe erhalten, so senkt man die Bohrstange von neuem, drängt das Messer H mehr aus seiner Kapsel, drechselt einen 2ten Cylindermantel aus u. s. w. Die Speichen d am Muffe dienen nur um ihn zurückschrauben zu können, wenn er an der Röhre C zu hoch gestiegen.

Die Figuren 4 C, D, E stellen besondere Klingenförmigen vor, namentlich auch zum Schneiden von Schraubengängen im inneren des Bohrloches.

Ein dem *Tollhausen'schen* principiellgleicher Apparat von *Trouillet* und *Chaillon* ist in *Revue universelle* 1863 p. 585 unterdem Namen "cavateur Chaillon" beschrieben und in *Dingl. Pol. Journal* 1866 p. 177 abgebildet. Ein 4 bis 5meter langes, äusserlich 0,050m. starkes Rohr trägt am unteren Ende einen 0,140 à 0,150m. hohen, im Rohr konisch zulaufenden Stahlfuss. Ueber diesem befinden sich im Rohr 2 diametral gestellte Fenster, durch welche zwei an einer Eisenstange in das Rohr gesenkte Klingen gegen die Wand des Bohrloches gespreizt werden. Die in das Bohrloch gesenkte Röhre wird durch denselben Schraubenmechanismus etc. gesteuert, den wir an *Tollhausens* Apparat finden, und auch die Arbeitsweise ist völlig dieselbe, indem die ausspringenden Klingen das innere des Bohrloches von unten nach oben ausschaben. Bei einem anderen Apparat *Trouillet's* erfolgt die Erweiterung des Loches durch Stösse.

Trouillet u.
Chaillon.

Im dichten bunten Sandstein von feinem Korn erzielte man mit diesem Cavateur folgende Resultate:

Mittelst eines 3m. tiefen, 0,050m. weiten Loches, welches unten zu einer 0,7m. hohen, 0,256m. weiten Kammer ausgehöhlt wurde, gewann man 7m. \times 3m \times 10m. = 210 solide Kubikmeter Haufwerk mit folgenden Kosten:

80 Arbeitsstunden zum Abbohren des Loches à 0,32 fr.	25,60 fr.
90 " " " Erweitern " " à 0,32 "	28,80 "
27 Kilogr. Pulver à 2,40 fr. in die Pulverkammer	64,80 "
7m. Zündschnur à 0,08 fr	0,56 "
8 kleinere Sprenglöcher zum Zerschneiden der Blöcke incl. Ladung	12,00 "
40 Arbeitsstunden zum Beräumen, à 0,32 fr.	12,00 "
Materialaufwand	6,00 "
	Summa 149,76 fr.

Also 0,71 fr pr. Kubikmeter.

In demselben Eisenbahneinschnitt, wo der Versuch statthatte, kostete gleichzeitig ein auf gewöhnliche Weise gewonnener Kubikmeter 4 fr., wovon 1,10 fr. für Pulver und Zündschnur.

Die obigen Ziffern ergeben, dass die Arbeitslöhne $\frac{78,4}{149,76} = 52,35\%$ der Gesamtkosten ausmachten, der Materialaufwand $\frac{6}{149,76} = 4,01\%$. Nehmen wir an, dass letztere Ziffer auch beim Sprengen *auf gewöhnliche* Weise galt, dass also dabei der Materialaufwand pr. Kubikmeter $4 \times 0,04 = 0,16$ fr betrug, so entfallen bei der gewöhnlichen Arbeitsmethode $4 - 1,10 - 0,16 = 2,74$ fr., oder $\frac{2,74}{4} = 68,5\%$ der Gesamtkosten für Arbeitslöhne. Mithin hatte man im vorliegenden Falle eine relative Ersparniss an Menschenkraft von $68,5 - 52,4 = 16,1\%$, welche aber nur zu'm Theil dem Erweiterungsbohrer zugeschrieben werden darf, indem die Erfahrung beim Minensprengen (z. b. zu *Holyhead* auf *Anglesea*) lehrt, dass eine grössere Menge Pulver auf einmal und an passendem Punkt entzündet, mehr leistet, als dieselbe Menge in viele kleine Sprenglöcher vertheilt.

Vergus. Dem in Fig. 4, D abgebildeten *Tollhausenschen* Erweiterungsbohrer nicht (Pl. I, fig. 5.) unähnlich, ist der Apparat *Vergus'*, fig. 5. (Revue universelle) Die wesentlichen Theile desselben sind zwei um eine gemeinsame Achse drehbare Klingen aus Stahl, welche nach aussen zugeschärft, nahe an dem nach innen gewendeten Rücken aber bogenförmig ausgeschlitzt sind. Diese Scheere befindet sich am unteren Ende der gegabelten Bohrstange, und wird durch 2 Stifte getragen, welche an den Backen der Bohrstange befestigt, in die erwähnten Schlitze der Messer eingreifen. Zieht man die Bohrstange auf, so klappt die Scheere zusammen, und beim Niederdrücken der Stange schlagen die Messer aus. Man könnte durch Drehung des in das Bohrloch gedrückten Apparates ein Ausschaben des Gesteines bewirken; die eigentliche Wirkungsweise des *Vergus'* schen Erweiterungsbohrers aber besteht darin, dass man ihn gegen den Boden des Loches stösst, ein wenig hebt, dreht, wieder stösst u. s. f. Bei jedem Stoss schlagen dann die Messer gegen die Wand des Bohrloches, und arbeiten so schliesslich eine nach unten konische, nach oben sfärische Kammer aus.

Auf der Industrieexposition zu *Stockholm* (1866) befand sich ein dem *Vergus'schen* sehr ähnlicher Erweiterungsbohrer. Die (nach aussen flachgekrümmten) Stahlmesser sitzen zwischen 2 Backen, welche unten durch ein Führungsstück, oben durch einen überliegenden Ring zusammengehalten werden. Durch die Öffnung des Ringes ist die Bohrstange gesteckt, deren keilförmiges Ende die Messer auseinander treibt, sobald man die Stange niederstösst. Gleich dem *Vergus'schen* Apparate zoll auch dieser Erweiterungsbohrer schlagend wirken. Da das Führungsstück mit einem Bohrkopf endet, so vertieft sich das Bohrloch während der Stösse und Messerhiebe förtwährend, und das Schlussresultat ist eine gestreckt ellipsoidische Aushöhlung, nahe über dem Boden des Loches beginnend. Neben dem Apparat war ein gespaltener Granitblock ausgestellt, in welchem man ein Bohrloch in angelegter Weise ellipsoidisch erweitert hatte.

Norwegischer
Erweiterungs-
bohrer.
Pl. IX, fig.
13, 14.

Für den täglichen Gebrauch *in der Grube* sind alle diese Erweiterungs-Apparate und Methoden wenig empfehlenswerth, und glücklicher Weise machen stärkere Sprengmittel (Nitroglycerin oder Dynamit) selbige entbehrlich.

In Kalkstein abgebohrte Löcher hat zuerst *Courberaise* durch Anwendung von Salzsäure zu erweitern versucht; nach Dinglers Pol. Journal. 1844 p. 433 (aus *Comptes rendues* 1844 N:o 17) bei Sprengungen behufs Wegbauten im Thal des *Lot*. Das auf gewöhnliche Weise in marmorartigem festem Kalkstein fast seiger abgebohrte mehrmännische Loch von 2 bis 10 Meter Tiefe wird gereinigt, und in dasselbe eine Mischung von 2 Liter Wasser und 1 Liter Salzsäure (von 1,2 sp. Gew.) gebracht. Die Säuremischung steigt als Schaum binnen einer halben Stunde fast völlig wieder aus dem Bohrloch. Dann wird von Viertelstunde zu Viertelstunde ein Liter Salzsäure und ebensoviel Wasser eingegossen, welche 2 Stunden lang wirken, worauf sie entfernt werden; diese Operation erneuert man 5 mal am ersten Tag, und erzeugt mit 6 kgr. Säure 1 Liter Höhlung. Die folgenden Tage wendet man mehr Säure auf einmal an, und lässt sie länger bis zur Sättigung wirken; hat das Loch 30 Liter Höhlung, so erweitert man dieselbe täglich mit z. B. 40 Liter Säure ferner 7 bis 8 Liter. Arbeitet man nur am Tag, so kann in 11 Tagen das Loch (auf 1 Meter Höhe) von 3 Liter zu 66 Liter ausgehöhlt werden, und bei ununterbrochen (auch während der Nacht) fortgesetzter Arbeit binnen 4 Tagen von 3 zu 74 Liter. Das Eingiessen der Säure geschieht durch einen Kupfertrichter mit 2 bis 3m langem Rohr, und die gesättigte Chlorcalciumlösung wird durch 12 bis 50cm. hohe kupferne Eimerchen mit Bodenventil ausgeschöpft, endlich das Loch mit Werg ausgetrocknet. Klüfte, durch welche die Säure wegfließen kann, werden durch eingegossenen Gipsbrei gestopft (?); das Volumen der Höhlung misst man durch Eingiessen gemessener Flüssigkeitsmengen.

Courberaise.

Beim gewöhnlichen Sprengen mit kleinen Löchern kostete der Kubikmeter 3 bis 4 Francs, beim Sprengen mit tiefen, durch Salzsäure erweiterten Löchern waren die Kosten folgende:

Bohrung eines 5m tiefen Loches	20,00 fr.
2 1/2 Tagewerke zu Erweiterung des Pulversackes, à 1,60 fr.	4,00 „
282 kilogr. Salzsäure, à 0,20 fr	56,40 „
Unkosten aller Art, Gipswasser, Werg u. s. w;	1,60 „
	<hr/>
	Summa 82,00 fr.

womit man 47 Liter Höhlung. 50 Kilogr. Pulver fassend, herstellte.

50 Kilogr. Pulver à 2 fr.	100,00 fr.
Laden und Besetzen samt 5m Zündschnur à 0,10 fr.	1,00 „
	<hr/>
	Summa 101,00 fr.

Beräumen und Zerschneiden grober Blöcke mit 5 kleinen Löchern à 3 fr.	15,00 fr.
10 Tagewerke à 1,50	15,00 „
	<hr/>
	Summa 30,00 fr.

Totalsumme 213,00 fr.

für welche 5 à 6m × 7 à 8m × 14 à 15m oder ca 500 Kubikmeter Gestein gewonnen wurden. Mithin Gewinnungskosten von 1 km. 0,43 fr. oder ungefähr 1/7 der gewöhnlichen.

v. Liebhaber
Pl. I. fig. 6.) Gleichzeitig mit *Courberais* beschäftigte sich auch Baron von *Liebhaber* mit der Erweiterung von Bohrlöchern (in Kalk) mittelst Salzsäure, und liess sich das Verfahren, sowie einige dazu erforderliche Apparate den 17 Okt. 1844 in England patentiren (Dingl. Pol. Journal, 1846 p. 113, nach London Journal of arts. August 1845 p. 17). Den 14 Nov. 1850 erhielt er ein neues Patent für einige Verbesserungen im Verfahren etc; Zeichnungen der neueren Liebhaber'schen Apparate geben fig. 6 A, B, C, D nach Dingl. Pol. Journal 1851 p. 358. (aus Repertory of Patent inventions, Juli 1851, p. 15). Der Erfinder beabsichtigt eine kontinuierliche Wirkung der Salzsäure, und Wiederbenutzung der als Schaum aufsteigenden Säure. Bei der Anordnung nach fig. 6. A. wird der Säurebehälter c (welcher wie die Röhren aus Guttapercha bestehen kann) neben dem Bohrloch placirt, und aus ihm durch das Heberrohr b die Säure in das Loch geführt. Das Heberrohr geht durch ein weiteres Rohr (welches das Bohrloch fast ausfüllt), von welchem ein Knierohr abzweigt, und über dem Säurebehälter mündet. Die im Bohrloch entwickelte Kohlensäure soll den Schaum zwischen beiden Röhren auf — und in das Gefäss zurücktreiben, so dass dieses fast gefüllt, und der Heber in Wirksamkeit bleibt. Bei der Einrichtung nach fig. 6 B befindet sich der trichterförmige Säurebehälter c über dem Bohrloche. Der Säureeinfluss (durch die Röhre b) wird mittelst des Hahnes b' regulirt, so dass man bei rissigem Gestein die Säure in beliebig kleinen Portionen einlassen kann. Das die Röhre b umgebende weitere Rohr soll auch hier den Schaum in das Säuregefäss zurückführen. Nach fig. 6 C läuft die Säure durch Öffnungen in dem äusseren weiteren Rohr aus dem Reservoir in das Bohrloch, und das innere engere (oben rückwärts gebogene) führt den Schaum zurück. Endlich zeigt fig. 6 D einen Apparat, dessen geschlossenes Reservoir durch das

Rohr d mit Kalkmilch oder einer Luftpumpe in Kommunikation gesetzt werden soll, um (im erstären Fall durch Absorption der Kohlensäure) eine Luftverdünnung über der Salzsäure zu erzeugen, und so das Aufsteigen des Schaumes durch das innere Rohr zu befördern.

Gegen alle diese Apparate können aus praktischem, zum Theil auch theoretischem Gesichtspunkt mancherlei Bedenken erhoben werden. Wir wollen auch die Anzahl der Abbildungen nicht mit Liebhabers Projekten vermehren, und nur erwähnen, dass der Erfinder vorschlägt, aus der Chlorcalciumlösung die Salzsäure wiederzugewinnen, durch Fällung des Kalkes mit Schwefelsäure, in einem besonders dazu konstruirten Apparat.

Um das Volumen der Höhlung zu messen, schlägt v. L. vor, eine (vorher gemessene) Mischung aus $\frac{1}{10}$ Schiesspulver und $\frac{9}{10}$ Sagespähnen in das Loch zu füllen, und die Mischung durch Entzündung des Pulvers dann wieder auszublasen.

Die Erweiterung der Sprenglöcher durch Salzsäure ist nur in leicht löslichem (also nicht dolomitischem), nicht porösem oder stark verklüftetem Kalkstein praktisch ausführbar, in unmittelbarer Nähe chemischer Fabriken, in offenen Steinbrüchen, wo man tiefe Löcher anwenden kann, und Zeit hat, die langsam erfolgende Aushöhlung des Pulversackes abzuwarten. Von Gätzschmann in Freiberg angestellte Versuche gaben keine günstigen Resultate.

Schliesslich müssen wir noch der Idee gedenken, die zum Abbohren der Löcher erforderliche mech. Arbeit dadurch herabzuziehen, dass man den Festigkeitsgrad des Gesteines verringert — nicht durch Anwendung von Bohrwasser wie viele Häuer meinen, sondern durch Mürbrennen des Gesteines. Ausbrennen von Bohrlöchern.

In dieser Beziehung versuchte zuerst *Prideaux* (Gätzschmanns "Gewinnungsarbeiten" p. 489, nach Mining Review, 1888 p. 114) die Anwendung von Knallgas, oder auch von aus Steinkohlen oder Torf erzeugtem Kohlenwasserstoff und atm. Luft, welche schief gegen die Gesteinsfläche geführt, und 3 à 4 Zoll vor derselben entzündet wurden. "In zwei Minuten soll das härteste Gestein rothglühend sein, sodann mit Wasser begossen und dadurch zerreiblich und für das Gezähe leicht angreifbar werden". In derselben Zeit vertiefte *Prideaux* ein Loch $\frac{1}{4}$ Zoll. Prideaux.

In neuerer Zeit hat *Daubrée* in derselben Richtung experimentirt (Dingl. Pol. Journal, 1862 p. 231, aus Zeitschrift des hannoveran'schen Architekten- und Ingenieursvereins, 1862 p. 202) und gefunden, dass namentlich sehr feste quarzige Gesteine leicht mürbe gebrannt werden können. In solchen erzeugte eine Knallgasflamme binnen 5 Minuten ein 6cm tiefes cylindrisches Loch. Atmosphärische Luft anstatt reinen Sauerstoffes angewendet, gab eine viel unwirksamere Knallgasflamme.* Daubrée.

*) *Anm.* Als Beispiel für die Ausserst rasch zerstörende Wirkung von Hitze (und allseitigem Druck) auf Silikathergarten mag hier angeführt werden, dass nach der Explosion der Nitroglycerinfabrik bei *Vinterviken* zu *Stockholm* (im Juni 1868) ein Granitblock, ausserlich unbeschädigt, auf dem Platz der in die Luft geflogenen Fabrik lag, welcher durch und durch so mürbe war, dass man leicht mit dem Fingernagel feines Mehl tief aus dem Stein her auskratzen konnte.

Stricklay. Endlich hat *Stricklay* auch versucht das Gestein — behufs Darstellung von Bohrlöchern — mittelst Kohle mürbe zu brennen. Die Kohle wurde in einer beiderseitig offenen Platinröhre in Berührung mit dem Gestein gebracht, und durch ein Gebläse in lebhaftem Brand erhalten.

Bedürfniss des Maschinenbohrens. Stellen wir noch einmal die hauptsächlichsten bisher erörterten Punkte zusammen, so ergibt sich:

- 1., Dass gegen $\frac{2}{3}$ der Gesamtkosten bei der gegenwärtigen Bohr- und Schiessarbeit auf Herstellung der Bohrlöcher zu verwenden sind.
- 2., Dass dieses ungünstige Verhältniss im allgemeinen nicht durch Herabsetzung der Arbeitslöhne, sondern hauptsächlich durch Erhöhung des beim Bohren von der Menschenkraft erzielten Nutzeffektes verbessert werden sollte.
- 3., Dass der Nutzeffekt gegenwärtig im *Mittel* gegen $4\frac{1}{2}$ % der bezahlten Kraft beträgt.
- 4., Haben wir die verschiedenen mechanischen Verhältnisse der gegenwärtigen Bohrarbeit betrachtet, um zu ermitteln, ob und wie durch geeignete Anordnungen diese Procentziffer sich erhöhen liesse, und gefunden dass (seltenerer Ausnahmen abgerechnet) die Empirie wesentlich und so weit möglich schon die von der Theorie vorgeschriebenen Regeln verfolgt, also auch (im allgemeinen) schon einen so hohen Nutzeffekt erzielt, als die Natur der fragl. Arbeit zulässt. Dadurch aber werden wir zu dem Schlussatz geleitet, dass eine wesentliche Umgestaltung der gegenwärtigen Bohrarbeit nur so erzielt werden könnte, dass man auch solche Pincipsätze zu realisiren sucht, deren Applikation das gewöhnliche Handbohren nicht zulässt, d. h. dass man selbiges aufgäbe.

An seine Stelle aber kann nur die Anwendung von Maschinen treten, welche um praktisch sein zu können im möglichsten Grad den Forderungen der Theorie entsprechen müssen.

Eintheilung der Bohrmaschinen. Alle gegenwärtigen Bohrmaschinen haben in der einen oder anderen Richtung die Mängel des Handbohrens zu beseitigen gesucht, um einzelne naturgemässe Forderungen zu befriedigen, denen das Handbohren nicht genügen kann. Der Beschreibung von uns bekannten Bohrmaschinen könnten wir demnach eine Eintheilung zu Grunde legen, welche sich auf die wesentlichsten bei ihrer Konstruktion verfolgten theoretischen Tendenzen stützt. Mit Hinsicht auf die im bisherigen hervorgehobenen Momente beim Handbohren könnten wir demgemäss als Eintheilungsgründe z. B. benutzen: Ersetzung der Menschenkraft durch eine billigere Elementarkraft; Anwendung einer kontinuierlichen drehenden Bewegung anstatt der hin- und hergehenden stossenden; direkte Wirkung der in Bewegung gesetzten stossenden Masse auf das Gestein; Verminderung des (zu Darstellung eines Pulversackes gewünschten Volumens) auszubohrenden Gesteinvolumens; u. s. w. Eine Eintheilung auf derartige Gründe aber würde zunächst nur die, verschiedenen Maschinen gemeinsamen Eigenschaften in übersichtlichem Zusammen-

hang hervortreten lassen, und übrigens stückweise Behandlung ein und derselben Maschine unter verschiedenen Kapiteln zu Folge haben. Wir wollen desshalb eine andere Eintheilung wählen, welche, wenn vielleicht auch nicht so streng, wenigstens gestattet, die einzelnen Maschinen als individualisirte Ganze für sich und nebeneinander zu betrachten, und so zu gruppiren, dass ihrer ganzen Natur und Entstehung nach verwandte Gegenstände nahe nebeneinander zu stehen kommen. Demnach werden wir zunächst die *stossend wirkenden* Bohrmaschinen abhandeln und in *Hammer- Stempel- und Kolben-Maschinen* abtheilen; dann die *rot'renden*, für welche der wichtigste Eintheilungsgrund die *schabende (schleifende)* oder die *keilend schneidende (brechende) Wirkungsart des Bohrkopfes*; ein fernerer, die *Ausbohrung des ganzen Bohrlochprofils* oder die *Ausbohrung eines Cylindermantels* um einen stehen gebliebenen Kern ist.

I. Kapitel.

Die stoßend wirkenden Bohrmaschinen.

Perkussionsmaschinen.

1., Hammermaschinen.

Zu den Hammermaschinen rechnen wir alle die Bohrmaschinen, bei welchen der Bohrer durch eine zweite in Bewegung gesetzte schwere und feste Masse gestossen wird, mag nun diese Masse die schwingende Bewegung des Fäustels nachahmen, oder durch Federkraft oder freien Fall eine gradlinige Bewegung erhalten. (Die *Schwarzkopfsche* Bohrmaschine, von welcher weiter unten die Rede sein wird, gehört in gewisser Beziehung zu den Hammermaschinen; nach ihrer Anordnung im Ganzen aber muss sie in Zusammenhang mit den Kolbenmaschinen abgehandelt werden).

Gainschnigg. Die älteste Bohrmaschine welche wir erwähnt gefunden haben, nemlich jene des Kunstmeisters *Gainschnigg* in Salzburg, scheint eine Hammerbohrmaschine gewesen zu sein. Unsere Quelle *Gätzschnigg* p. 488 nach *Molls' Annalen der Berg- und Hüttenkunde*, Band II (1803) p. 300) ist jedoch sehr knapphändig; und giebt hauptsächlich nur an, dass die durch einen Jungen getriebene Maschine viel rascher bohre als ein Häuer.

Brunton. Der Idee *Bruntons*, ein Bohrfäustel durch komprimirte Luft in Bewegung zu setzen, gedenken wir hier nur wegen des Kraftfortpflanzungsmittels, welches bei den nun angewendeten Bohrmaschinen eine so wesentliche Rolle spielend, von *Brunton* schon 1843 zu gleichem Zweck vorgeschlagen wurde. Ueber die Maschine selbst theilt unsere Quelle (*Gätzschnigg* p. 488 nach *Bergwerksfreund* Thl. VIII p. 300) mit, dass der Hammer 200 Schläge in der Minute führen soll; *Brunton* hebt übrigens auch schon hervor, dass die aus der Maschine strömende Luft den Wetterzug befördere.

Da die Hammerbohrmaschinen ohne praktische Bedeutung sind, so wollen wir mehre andere hieher gehörige Projekte übergehen, und nur einen einzigen neuen betreffenden Apparat beschreiben, als Typus der meisten anderen.*)

*) *Anm.* Auf der *Londoner* Ausstellung (1862) befand sich z. B. eine hieher gehörige Maschine von *Gowans*, bei welcher ein Zahnrad eine gezahnte Stange hob, welche seitlich ein Gewicht tragend, beim Fall mit diesem auf den Bohrkopf schlug. Gleichzeitig wurde der Bohrer gesetzt, durch einen neben dem Zahnrad und auf dessen Achse befindl. Arm,

Den 31 März 1863 erhielt der Bergmeister *Chr. G. Barthelson* in Schweden Patent für zwei Bohrmaschinen, welche "durch eine andere kraftmittheilende Maschine, z. B. Wasserrad, Dampfmaschine oder dergl. in Gang gesetzt werden, und Erzielung derselben Arbeit bezwecken, welche bisher durch Menschenhand ausgeführt wurde, indem sie so weit möglich die vom Arbeiter verrichteten Operationen nachahmen. Sie benutzen mithin einen gewöhnlichen Bohrer, welcher durch rasche Schläge auf seine Bahn in Wirksamkeit versetzt, und während der Arbeit auf gebräuchliche Weise gedreht wird." Barthelson.
Pl. I fig. 22 u.
23.

Der in Post- und Inrikestidningar N:o 89 (A), 1863 veröffentlichten Patentbeschreibung entnehmen wir, dass die eine dieser Maschinen als wesentlichen Bestandtheil einen Hammer besitzt, dessen Helm um eine Achse schwingt. An derselben Achse kann ein Arm mit Gewicht befestigt werden, unter verschiedenen Winkeln gegen das Helm, so dass das fallende Gewicht das Fäustel auch aufwärts gegen den Nacken des Bohrers treiben kann. Das Heben des Gewichtes geschieht durch ein von benachbartem Motor (z. B. Kunstrad) in Bewegung gesetztes Vorlege, die Drehung des Bohrers wird dadurch bewirkt, dass eine denselben umfassende cylindrische Hülse äusserlich mit Zickzack Spur versehen ist, in welche ein Bolzen greift. Die in der Achsenrichtung bewegte Hülse (samt Bohrer) wird durch diesen Bolzen gezwungen, gleichzeitig eine drehende Bewegung anzunehmen.

Die andere Maschine, für das Abbohren abwärts gerichteter Bohrlöcher bestimmt, besteht aus dem Bohrer mit seiner Hülse und einem Hoyer. Letzterer endigt nach oben in einer Zahnstange, und wird dadurch gehoben, dass gezahnte Bögen in die Zahnstange greifen. Eine um horizontale Achse drehbare Scheibe trägt 2 diametral einander gegenüberstehende gezahnte Bögen; bei jedem Umgang der Scheibe wird also der Hoyer zweimal gehoben.

Für hiesige Bergschule wurden die Zeichnungen dieser 2 patentirten Maschinen beim Patentbureau begehrt, und erfolgte darauf Mittheilung der in Pl. I fig. 22 u. 23 in verjüngtem Maasstabe wiedergegebenen Zeichnung, eine "verbesserte" Barthelson'sche Maschine vorstellend.

A, A ist die auf den 4 Beinen a, a stehende Bohrbank, welche zu beiden Seiten des Schlitzes b die Zahnstangen x, x (fig. 23) trägt. Auf der Bank lässt sich die gesamte Maschinerie wie ein Schlitten hin und her schieben; als Leitung dient dabei der erwähnte Schlitz b, durch welchen ein vom Maschinenstuhl B niederwärts gerichteter Zapfen u greift. Seitlich trägt der Maschinenstuhl Federn, welche in die Zähne der Stangen x greifend, ein Vorwärtsgleiten des Stuhles auf der Bank zulassen, Rückwärtsgleiten aber hindern (so lange die Federn ausgespreizt sind). Der Stuhl B trägt in 2 aufrecht stehenden Ringen die

welcher unter einen an der Bohrstange befestigten scheibenförmigen Daümling griff — also derselbe Mechanismus welchen die auf Pl. I fig. 17 abgebildete Masch. besitzt.

Freeby's Maschine besteht aus in einer Reihe, aufgestellten Bohreren, auf welche Hämmer schlagen. Die Hämmer werden durch Heblinge gehoben, und das ganze System durch ein Seil oder Kette ohne Ende in Bewegung gesetzt.

cyllindrische Hülse c, welche vorne mit dem Sperr-ring f, hinten aber mit einem vorstehenden Rand endigt. In dieser Hülse verschiebt sich mit einiger Reibung der Bohrer d. Hinter der Hülse liegt, gleichfalls mit dem Stuhl B verbunden, der Hammer G. Derselbe wird theils durch die auf die Knagge k drückende Feder C, (theils durch das Gewicht m (?)) gegen den Bohrer geschlagen, wenn der Hammer aufgezozen und sodann losgelassen wird.

Das Aufziehen und Losmachen des Hammers bewirkt der Drücker p, g, zusammengesetzt aus dem um eine Achse drehbaren Schaft q, welchen die Feder r vorwärts zu pressen strebt, und dem vorne gezahnten Arm p, welcher durch ein Charnier mit q zu einem Knie lose verbunden ist. In die Zähne des Armes d greift die vom Hammer G ausstehende Nase s. Das Drahtseil n, welches zwischen den Rollen o, o im Ständer D geleitet wird, und mit z. B. einem Kunstgestänge verbunden ist, bewirkt das Rückziehen des Drückers p, q. Endlich ist noch der Winkelhebel e, e zu erwähnen, dessen einer Arm durch eine Öffnung im Hammerstiel G greift, während der andere mit den Stiften i, i den Kranz der Hülse umfasst, sowie der drehbare Arm g, dessen vorderes Ende in die Zähne des Sperringes f greift.

Das Spiel der Maschine ist folgendes:

So lange das Drahtseil nicht angespannt ist, drückt die Feder r den Drücker p, q vorwärts und die Nase s des Hammers wird von einem der Zähne an p gefasst. Wird sodann das Seil angezogen (z. B. vom Kunstgestänge) so werden Drücker und Hammer gespannt, und zuletzt der Arm p etwas gehoben, wodurch die Nase s frei wird. Nun schleudert die Feder l (und das Gewicht m?) den Hammer vorwärts gegen den Bohrer. Gegen Ende des Schrages kommt auch der Kniehebel e, e in Bewegung, und die Pinnen i, i schieben die Bohrhülse vorwärts (in die punktirt angedeutete Stellung). Dadurch senkt sich der Arm g (welcher die Zähne am Sperring J nicht verlieren darf). Wird nun das Drahtseil n wieder lose, so bewegt sich der Drücker vorwärts, fasst den Hammer von neuem, zieht ihn bei wieder erfolgender Anspannung zurück, und gleichzeitig wird durch den Kniehebel e, e auch die Bohrerhülse samt Bohrer rückwärts geführt. Da sich aber der Arm g in die Zähne des Sperringes J presst, so zwingt er die Hülse samt inneliegendem Bohrer zu einer Drehung von rechts nach links. Da der Arm p mit mehren Zähnen versehen ist, so greift er noch die Nase s, wenn auch das Bohrloch vertieft, und also der Ausschlag des Hammers vergrössert wird. Bei grösserer Vertiefung des Bohrloches aber muss der ganze Maschinenstuhl auf der Bank vorwärts geschoben werden. Die Zeichnung erläutert nicht, ob und wie dies automatisch geschehen soll. Aufmerksamkeit an dieser Maschine, welche sehr an ein Gewehrschloss erinnert, verdient der äusserst einfache Mechanismus zum Setzen des Bohrers.

Nach einer (nicht veröffentlichten) schriftlichen Mittheilung des Bergmeisters Barthelsson an die Bruks-Societät, gelegentlich deren allgemeinen Zusammenkunft 1865, ist die mit "Fäustel Zahnstange und Pendel" versehene Bohrmaschine in einer der *Pershyttegruben* versucht worden. Die bewegende Kraft wurde einem

Kunstgestänge entnommen, die Maschine führte pr. Minute 16 bis 20 Schläge, von welchen 9 in 9 Sekunden, die übrigen 7 bis 11 in 5 mal längerer Zeit (also 35 bis 55 Sekunden). Das Fäustel wog 9 *℔*, das Pendel 40 *℔*; in 48 Stunden wurde ein 2 Fuss tiefes 1 Dec. Zoll weites trockenes Loch (in Eisenstein?) abgebohrt.

Hr *Barthelson* glaubt, dass der Effekt bei gleichmässiger Bewegung 4 mal so gross ausgefallen sein würde, also 8 Fuss Bohrausschlag in 48 Stunden. Da ein Schwedischer Grubenarbeiter in 10 Stunden gewöhnlich 4 bis 5 Fuss (abwärts) bohrt, so folgt dass die Maschine im *günstigsten Fall* nur $\frac{1}{3}$ von dem geleistet haben würde, was ein Häuer ohne Maschine ausrichtet. Wenn man also für Amortirung und Unterhalt dieser Bohrmaschinen, und für die zu ihrem Betrieb erforderliche Kraft nichts in Anschlag bringt, so müsste ein Arbeiter wenigstens 3 Maschinen aufstellen und warten können, um ebenso billig zu bohren als auf gewöhnliche Weise und ohne Maschinen.

Dies Beispiel dürfte hinreichend darauf hinweisen, dass durch Hammerbohrmaschinen, die gewöhnliche Handbohrarbeit nicht ersetzt werden kann, und zu demselben Schlussatz gelangt man auf rein spekulativem Weg. Eine Hammerbohrmaschine leidet nemlich an den wesentlichsten theoretischen Mängeln, welche den Effekt des Handbohrens herabziehen: nur die halbe Arbeitszeit wird auf den Schlag, die andere Hälfte auf Rückziehen des Fäustels verwendet, der Bohrer empfängt seine Bewegung nicht direkt von dem Motor, sondern durch den Stoss einer zweiten Masse. Der einzige Vortheil der Hammerbohrmaschinen könnte also nur in dem Ersatz der Menschenkraft durch eine billige Elementarkraft liegen. Bedenkt man aber die Kosten für Kraftmaschine und Kraftübertragung, sowie die Nothwendigkeit der Wartung der gesamten Maschinerie, endlich die Schwierigkeit der raschen und sicheren Aufstellung von Bohrmaschinen in sehr verschiedenen Lagen, so ist leicht zu ermessen, dass Benutzung billiger Elementarkräfte zum Bohren nur dann einen wirklichen Vortheil bieten kann, wenn die Arbeitsmaschine von den theoretischen Mängeln des Handbohrens so viel wie möglich befreit wird, und dies ist, wie gesagt, bei den Hammerbohrmaschinen nicht der Fall. Im täglichen Leben berücksichtigt man allzuwenig, dass eine Maschine niemals die gesammte ihr mitgetheilte Kraft wieder nützlich abgeben kann, dass z. B. ein Arbeiter an der Kurbel einer Hammerbohrmaschine drehend nicht dieselbe Nutzleistung erzielen kann, als wenn er sein Fäustel direkt schwingt, obwohl die an der Kurbel arbeitende Menschenkraft an und für sich gut ausgebeutet wird.

Resumé.

2. Stempelmaschinen.

Hierher rechnen wir die Bohrmaschinen, bei welchen dem Bohrer ohne Vermittelung durch eine zweite stossende Masse, die Geschwindigkeit direkt mitgetheilt wird; mag nun diese Mittheilung durch Menschenhand (*De la Hay*), oder durch die Schwerkraft bei freiem Fall (*Govans, Newton*), oder durch Federn (*Castelain*) erfolgen. Einige hieher gehörige Maschinen haben nahe Verwandte unter den Erdbohrmaschinen; und viele Erdbohrmaschinen bedürften nur einer Reduktion ihrer Dimensionen, um als Gesteinsbohrmaschinen in diesen Paragraphen eingeführt werden zu können.

Newton.
Pl I, fig. 19
bis 21.

Den 6 Nov. 1849 erhält *Newton* in *England* Patent für eine Maschine zum Abbohren vertikal oder fast vertikal abwärts gerichteter Bohrlöcher, welche unter fig 19 bis 21 nach Diugler's Pol. Journal, 1851 p. 246 (aus London Journal of arts, Nov. 1850 p. 245) abgebildet ist. Die Maschine ist ebensowohl für Sondirungslöcher als für tiefe Minenlöcher in Steinbrüchen u. a. v. abgesehen, kann aber auch zum Einrammen von Pfählen benutzt werden.

Der Maschinenstuhl a lässt sich auf Rollen translociren. Er trägt oben die Leitrolle k für das Seil i, welches sich einestheils um die Trommel f (undeutl. auf der Zeichnung) wickelt, andern theils die Zange w trägt. Diese Zange umfasst den Kopf der in Leitungen gehenden Bohrstange u, und lässt denselben los, so bald sie (nach vollendetem Hube) an eine Knagge stösst. Die Einrichtung der Hebezange ist übrigens dieselbe wie bei gewöhnlichen Rammaschinen. Die Achse der Rolle f liegt in 2 mit dem Tritthebel e verbundenen Gabellagern; tritt man auf die Fussplatte des Hebels, so wird die Trommelachse gehoben, und zwei auf ihr sitzende Friktionsrollen kommen dadurch in Contact mit den Leitrollen d, d, und den Rollen b, b. Letztere befinden sich auf der Hauptachse der Maschine, welche mittelst Kurbel durch Menschenhand oder andere Kraft in unveränderter Richtung kontinuierlich gedreht wird. Presst man die neben der Seilrolle f befindl. Friktionsrollen zwischen d, d einerseits und b, b andererseits, so werden sie von den Rollen b, b mitgenommen, das Seil wickelt sich auf f, und der Bohrer wird gehoben. Hat sich sodann die Hebezange w geöffnet, und ist der Bohrer abgefallen, so hebt man den Druck auf den Tritthebel auf, die Seilrolle f wird nicht mehr von der Bewegung der Hauptachse gestört, und das Seil wickelt sich von ihr ab, indem die Hebezange niederfällt, um den Bohrer von neuem zu fassen, worauf durch Treten auf den Hebel ein neues Spiel beginnt. Durch richtige Verhältnisse zwischen den Gewichten der Hebezange, des Seiles, des Bohrers und der Rolle f samt Achse und Friktionsrollen, soll man die Maschine automatisch (d. h. ohne dauerende Zuhilfe des Tritthebels) wirken lassen können. So lange nämlich der Bohrer am Seil hängt, zieh er durch sein Gewicht die Achse der Rolle f in die Höhe, so dass die Friktionsrollen eingreifen, die Rolle f sich dreht, das Seil aufwickelt, bis die Hebezange anschlägt, und den Bohrer fallen lässt. Dann fällt die Achse der Rolle f durch ihr Gewicht nieder, und das Gewicht der Hebezange bewirkt Abwickeln des Seiles, bis der Bohrer wieder gefasst ist. Nun aber ist eine momentane Hebung der Rolle f (durch äussere Mittel) erforderlich, bis der Bohrer frei schwebt, und durch sein Gewicht auf die Achse von f wirken kann.

Ausserdem umfasst des Patent noch eine zweite Freifallbohrmaschine, welche sich von der beschriebenen hauptsächlich nur durch die Art und Weise die Seilrolle auszulösen, unterscheidet. Es dürfte hinreichend sein, dieselbe hier erwähnt zu haben. Das Setzen des Bohrers geschieht bei beiden Maschinen direkt durch Menschenhand.

Von den in fig 21 abgebildeten Bohrköpfen hat der zweite eine gewöhnlichere Form, der erste zeigt eine S-förmig geschlungene Schneide, an welcher nur die

Rückbiegung der Flügel unzuweckmässig erscheint. Die Biegung der äussersten Flügellenden sollte mit jener des Bohrlochzirkels zusammenfallen.

In den Steinbrüchen von *Redhall* bei *Edinburg*, wo für Banzwecke ein graulich gelber feinkörniger Sandstein in möglichst grossen Blöcken gebrochen wird, wendet man sehr tiefe und weite, fast saigere Sprenglöcher an (oft 26' tief und 5" weit), mit welchen man hauptsächlich das Losreissen grosser Bänke beabsichtigt, aber des Zersplittern in weit weg fliegende Wände vermeiden will. Zur Herstellung dieser Löcher hat *Gowans* verschiedene Maschinen versucht (eine derselben wurde weiter oben schon erwähnt), und ist schliesslich bei der Pl. I, fig 17 und 18 (nach Dingl. Pol. Journal, 1851 p. 95, aus Civil Engineer and Architects Journal, Juni 1851 p. 313) abgebildeten, als der zweckmässigsten, verblieben.

Gowans. .
Pl. I, fig 17, 18.

Der Maschinenstuhl trägt eine horizontale Achse worauf ein Schwungrad b und ein gebogene Hebdaumen c sitzt, welcher letzterer auf der arbeitenden Fläche mit kleinen Friktionsrollen versehen ist. Zwischen den, gleichfalls am Maschinengefüste angebrachten, Leitrollen h, h, bewegt sich die Bohrstange f auf und nieder. Auf ihr kann in beliebiger Höhe der Scheibendaümling e festgeschraubt werden. Unter diesen greift der Hebling c, und bewirkt nicht nur das vertikale Anheben der Bohrstange, sondern gleichzeitig auch eine horizontale Drehung derselben um cca 45° bei jedem Hub. Wird das durch den freien Fall des Bohrers hergestellte Loch tiefer, so muss der Scheibendaümling höher gestellt werden. Das Ausziehen des Bohrers, behufs Reinigung des Bohrloches oder Einsetzung eines neuen Bohrers, geschieht mit einem um Leitscheiben und einen kleinen Haspel gelegtes Seil. Der Bohrkopf (fig 18) hat eine zweckmässige Zförmig gewundene Schneide, an welcher nur die Rundung der Flügelschneiden nach der Mitte des Kopfes hin unpassend erchein.

Weder Zeichnung noch Text geben Aufschluss, ob die Maschine mit Menschen-oder anderer Kraft betrieben werden soll. Auf der *Londoner* Ausstellung (1862) aber befand sich ein derartiger Apparat, für den Betrieb mit Menschenhand bestimmt. Die Hauptachse trug 2 mit Friktionsrollen versehene Heblinge; sie wurde nicht direkt durch die Kurbel sondern mittelst eines Zahnradvorgeleges von cca 1/2 Umsetzung (das grössere Rad auf der Heblingwelle, das kleinere auf der Kurbelwelle) gedreht; der Bohrkopf hatte 2 bis 3" Durchmesser.

Dieser ebenso einfache als klumpige Apparat scheint, bei rechter Gelegenheit angewendet, sehr praktisch. 26' tiefe und 5" weite Löcher lassen sich auf gewöhnliche Weise durch mehrmännisches Bohren nur schwierig herstellen, und erfordern allenfalls so lange Zeit, dass die Unannehmlichkeit der Translocirung des hier abgebildeten schwerfälligen Bohrgerüstes an Bedeutung verliert. Das gehobene Gewicht *direkte* als Bohrer gegen das Gestein wirken zu lassen, giebt zu derselben Kraftersparnis Veranlassung, welche Stossbohrer im allgemeinen gewähren. Es ist übrigens einleuchtend, dass mancher zweckmässig konstruirte, kleinere Erdbohrapparat dieselben Dienste leisten würde, auch dass man zur Hebung der Bohrstange den Mechanismus der s. g. Friktionshämmer anwenden

könnte, welchen Falles aber die Drehung auf andere Weise als hier zu bewerkstelligen wäre. Ob ein solcher Apparat zweckmässiger durch Menschenkraft oder durch Dampfkraft zu betreiben sei, hängt ab von der Schwere der Bohrstange (also Tiefe und Weite der zu bohrenden Löcher), von den lokalen Preisen für Kohle und Handarbeit, und von der Nothwendigkeit oder Möglichkeit durch dieselbe Dampfmaschine gleichzeitig mehre solcher Bohrmaschinen im Gang zu halten.

Castelain.

Devillez beschreibt (Des travaux de Percement etc. p. 244; hieraus auch *Rziha* in Tunnelbaukunst p. 133) eine der vorigen verwandte Bohrmaschine, welche *Castelain* im April 1862 zu *de Produits* ausführen liess, zum Abbohren tiefer Bohrlöcher in sehr hartem Granit, bei spanischen Eisenbahnbauten.

Die armirte Bohrstange von 200 kil. Gewicht wird mittelst eines Daümlings und eines die Stange umfassenden (gegabelten) Heblings gegen eine Spiralfeder aus 0,02^m starkem Rundstahl gepresst, und von letzterer nach vollendetem Hub gegen die Bohrlochsohle geschleudert. Die Heblingswelle erhält ihre rotirende Bewegung durch Riemenvorgelege von einer kleinen Dampfmaschine. Die Riemenscheibe auf der Heblingswelle hat 0,70^m Durchmesser, jene auf der Schwunggradwelle der Dampfmaschine 0,42^m.

Die Dampfmaschine arbeitet mit 3 Atmosphären Ueberdruck, (im Kessel) hat einen Cylinder von 0,15^m Durchmesser und 0,20^m Hub, und macht pr. Minute 166²/₃ Spiele; representirt also (nach *Devillez'* Berechnung) 8,1 rohe Pferdekräfte, oder cea 4 nützliche, der Arbeitsmaschine mitgetheilt.

Die Bohrstange wird pr. Minute 90 bis 100 mal gehoben, 0,09^m bis 0,10^m, höchstens 0,125^m hoch. Mit 0,10^m breitem Kopf bohrte sie pr. Minute ein 0,11^m weites, 0,025^m tiefes Loch in festem Kalkstein von *Soignies*.

Die Maschine soll in verschiedenen Richtungen bohren können; es liegt aber in ihrer Bestimmung, dass die meisten Löcher saiger sein werden. Das Moment des aufstossenden Bohrers wächst mit dem Quadrat seiner Geschwindigkeit und nur einfach mit seinem Gewicht, und die Anwendung der Stahlfeder bewirkt eine Geschwindigkeit, grösser als die durch den freien Fall von gleicher Höhe ohne Feder erzeugbare. Deshalb ist die Applikation einer Feder theoretisch gerechtfertigt, obwohl sie praktische Schwierigkeiten bereiten dürfte.

Unsere Quelle beschreibt nicht die Vorrichtungen zum Setzen des Bohrers und zum Nachrücken der Maschine während der Vertiefung des Bohrloches.

Eine der *Castelain's*chen ganz ähnliche Bohrmaschine war schon früher von *Gardener* vorgeschlagen.

Marcellis.

Würde bei *Castelain's* Apparat die Stahlfeder durch ein Luftpolster ersetzt, so entstände eine Bohrmaschine, welche in ihrer Wirkungsweise wesentlich mit jener von *Marcellis* in *Lüttich* übereinstimmt. Wegen dieser Verwandtschaft wollen wir diese Maschine hier nach *Annales des mines* 1862, Tome II, p. 376 in Kürze beschreiben, obgleich sie nach ihrer Konstruktion zu den Kolbenmaschinen gehört, und sehr an die weiter unten zuerwährende von *Nasmyth* erinnert.

Der Bohrer sitzt an der Stange eines Kolbens, welcher in einen Cylinder

geschoben werden kann, wobei die hinter dem Kolben befindliche Luft zusammengedrückt wird; nach Aufhebung des äusseren Schubes auf den Kolben schleudert die komprimierte Luft denselben vorwärts, und mit ihm den Bohrer gegen das Gestein. Der vordere Cylinderdeckel ist mit Löchern versehen, durch welche die Luft vor dem Kolben frei in und aus dem Cylinder streichen kann; den hinteren Cylinderdeckel bildet ein Mönchkolben, durch dessen Einschoben oder Ausziehen die Luftkammer vermindert oder vergrössert, also die Luftspannung und auch der Druck auf den Kolben verändert werden kann. Das Einschoben des arbeitenden Kolbens geschieht durch einen an der Kolbenstange sitzenden Daümling auf welchen Heblinge wirken. Die Heblingswelle erhält durch Riemenvorlege von einer durch 4 Arbeiter gedrehten Kurbelwelle ihre Bewegung.

Die Anordnungen zum automatischen Setzen und Vorwärtsschieben der ganzen Maschine sind in unsrer Quelle nicht beschrieben; eine kleine Pumpe spritzt einen kontinuierlichen Wasserstrahl in das Bohrloch.

Die eigentliche Bohrmaschine kann um eine horizontale Achse gedreht werden, und letztere ist an einer um vertikale Achse drehbaren Wendescheibe befestigt, so dass Bohren in allen Richtungen möglich wird; der gesamte Apparat endlich steht auf einem Eisenbahnwagengestelle.

Diese mit Menschenhand betriebene Bohrmaschine hat gegen das gewöhnliche Faüstelbohren den Vorzug aller Stempelmaschinen, welchen ein direkter Stoss der in Bewegung gesetzten Masse gegen das Gestein bietet. Die Transmission zu der stossenden Masse (durch Kurbel, Riemenvorlege und Luftkompression) konsumirt aber jedenfalls einen so grossen Theil der gegebenen Kraft, dass trotz der guten Ausnützung der Menschenkraft, welche die Anwendung von Kurbeln in allgemeinen zulässt, 4 mit einfachen einmännischen Stossbohreren versehene geübte Arbeiter sicher mehr leisten werden, als eine durch 4 Arbeiter getriebene für kleine Sprenglöcher abgesehene *Marcellis* Bohrmaschine. Namentlich darf man nicht vergessen, dass Kraftübertragung durch Luftkompression mit desto grösseren Verlusten verknüpft ist, je stärkere Luftpressung man anwendet.

Aus diesem Grund erscheint es völlig gerechtfertigt, dass *Delahaye* bei seiner durch Menschenhand betriebenen Bohrmaschine die Muskelkraft direkt auf den Stossbohrer wirken lässt, und nach den oben (in der Einleitung) entwickelten Sätzen müssen wir überhaupt den Ansichten *Delahayes* über das mechanisch unvortheilhafte Faüstelbohren beistimmen*). *Delahaye's* Apparat ist theils zum Schrämen, theils zum Bohren bestimmt, und haben wir hier nur mit demselben als Bohrmaschine zu thun. Er wurde in Frankreich den 27 Februar 1863 patentirt; in Steinkohlengruben des mittleren und südlichen Frankreich's, sowie zu *Picquery* bei *Mons* in Belgien versucht; in Bulletin de la Societé de l'Industrie minerale, tome VIII, livr. 4, 1863, Revue universelle 1865 p. 563; 1865 p. 282, Berg- und Hüt-

De la Haye.
Pl. I, fig 8
bis 16.

*) *Ann.* *Delahaye* berechnet beim Bohren mit Faüstel von 3 kil. und Bohrer von 1,25 kil. den Effekt zu 5 %, bei Anwendung eines Stossbohrers von 9 kil., zu 12 % der angewendeten Kraft.

tenmännischer Zeitung 1864 N:o 23 beschrieben. Die folgende Schilderung stützt sich auf Revue universelle, die Abbildungen (fig 8—16, Pl. I) aber sind Berg- und Hüttenmännischer Zeitung entnommen.

Der Hauptsache nach besteht die Maschine aus zwei Ständeren, zwischen welchen unter verschiedenen Winkeln gegen den Horizont eine Leitstange parallel mit der Richtung des zu bohrenden Loches befestigt werden kann; auf der Leitstange wird ein den Bohren tragender Wagen mit der Hand hin und her geschoben; ein besonderer Mechanismus bewirkt während dieser geradlinigen Bewegung das Drehen des Bohrers.

Die Ständer bestehen aus je zwei ineinander verschiebbaren Gabeln C und C' (fig 8 und 9). Die obere derselben (C) aus Holz, stämmt sich mit eisernen Absätzen (bei A) gegen die Firste, und umfasst die untere (C') aus Eisen, welche durch die Fusschraube V, k gegen die Sohle gespreitzt wird. Letztere Gabel ist äusserlich gezahnt (die Innenseite der Holzgabel ist behufs Führung der Zahnstangen ausgekehlt), und die am unteren Ende der Holzgabel angebrachten Sperrklinken h' können in die Zähne der Eisengabel geschlagen werden. Bei der Aufstellung werden die Gabeln in einander verschoben, bis ihre Enden Firste und Sohle berühren, dann die Klinken eingeschlagen, und endlich durch die Schraube V, k Festspreitzung des ganzen Ständers bewirkt. In der Holzgabel schiebt sich das Gleitstück G auf und ab, und wird durch eine Schnur, die sich über die Rolle t wickelt, mittelst der Kurbel B und des Sperrades A, aufgezogen und an beliebigem Punkt festgestellt. Der Gleitrahmen G des hinteren Ständers trägt die Röllchen r, r, zwischen welchen der eiserne Träger q der hölzernen quadratischen Leitstange a lagert. Der Gleitrahmen des vorderen Ständers enthält anstatt der Röllchen einen Querbolzen, um welchen sich ein Ring dreht; an diesem Ring sitzt eine Hülse, in welcher der vordere eiserne Träger b der Leitstange ruht.

Der das Gezähe tragende Wagen (fig 8, 11, 12 und 13) besteht aus 2 kreuzförmigen gusseisernen Rahmen f, welche die Leitstange a umfassen. Beide Rahmen sind durch die 5 Schrauben s miteinander verbunden, und rollen mit den die obere und untere Seite der Leitstange berührenden 4 Walzen g auf letzterer; durch die Handhabe M wird der Wagen hin und her geschoben. Um ihn beim Rücklauf ohne heftigen Stoss oder Anstrengung für den Arbeiter zu arretiren, ist auf dem hinteren Theil der Leitstange ein Federbuffert Σ (fig 14) angebracht, gegen welchen der Wagen bei vollendetem Weg stösst.

Die Öffnungen 1, 2, 3 der Wagenarme nehmen das arbeitende Gezähe auf, welches also bei unveränderter Stellung des Apparates an 3 verschiedenen Punkten wirken kann. Dient der Apparat zum Schlitzen, so legt man einen Schrämspiess ein, welcher sich mittelst Kragenringes an den Wagenrahmen lehnt, und dessen Drehung durch eingeschobenen Nagel gehindert wird; dient der Apparat hingegen zum Bohren, so legt man einen mit Kragen versehenen Bohrer ein, ohne durch Einschieben des Nagels die Drehung des Bohrers zu hindern.

Behufs der Drehung ist hinten an der Bohrstange m eine Hülse u, u, durch die Schraube λ festgeklemmt; diese Hülse trägt das 12 zackige Sternrad E. In

die Zähne desselben greift der seitlich an der Leitstange um die Achse M drehbare Hebel π (fig 14, 15), dessen längeren Arm eine Feder niederzudrücken strebt. Schiebt man den Wagen samt Bohrer und Sternrad vorwärts, so drückt der Hebel den zunächst unter ihm gleitenden Zahn des Rades nieder, und bewirkt dadurch $\frac{1}{2}$ Drehung des Bohrers; beim Rücklauf des Wagens gleitet dagegen der zunächst über dem Hebel befindliche Zahn des Sternrades an dem Hebel hin, ohne gedreht zu werden. Durch einfaches Hin und Herziehen des armirten Wagens stösst man also den Bohrer gegen das Gestein, und bewirkt gleichzeitig $\frac{1}{2}$ Setzung.

Diese einfache Bohrmaschine verdient Beachtung, weil sie gestattet einen *Stossbohrer* bedeutenden Gewichtes *horizontal* oder unter *kleinen Winkeln* zum Horizont *sicher* und durch *direkte* Wirkung der Hand zu führen, wodurch das Stossbohrprincip auch auf schwebende und wenig geneigte einmännische Löcher anwendbar wird.

Dagegen erscheint die in Fig. 10 abgebildete Einrichtung *Delahayes* zum Abbohren saigerer oder fast saigerer Löcher weniger empfehlenswerth, weil in diesem Fall bei hinreichendem Raum eine geübte Hand mit einfachem Stossbohrer jedenfalls mehr ausrichtet, als mit der Maschine. Der Bohrwagen mit Setzvorrichtung u. s. w. ist völlig identisch mit dem beschriebenen, die Leitstange aber wird parallel zur Richtung des Bohrloches direkt zwischen Sohle und Firste eingesprenzt. Sie besteht aus der hölzernen quadratischen Stange a', in welcher sich die Eisenstange b' auf und ab schiebt. Letztere ist mit vielen Löchern versehen, durch welche man behufs Feststellung beider Stangen Stecknägeln schieben kann. Das schliessliche Einspreitzen des gesammten Ständers bewirkt man mit der Fusschraube am unteren Ende der hölzernen Leitstange. Das Heben des die Leitstange umfassenden Bohrwagens erfolgt durch ein Seil, welches sich um die Rolle p' seitlich der Leitstange schlägt und um die Kurbelachse t wickelt.

Die Kurbel ist an einer dem Leitständer ganz analog eingerichteten besonderen Säule a'' angebracht. Die Kurbelachse d trägt ausser der Seilrolle t ein Sperrrad k; die Kurbel m selbst läuft lose auf ihrer Achse, bis sie durch einen seitlich angebrachten Riegel mit dem Sperrrad gekoppelt wird. Nach erfolgter Koppelung kann man durch Drehen an der Kurbel das Seil aufwinden und den Bohrwagen heben, beim Auslösen des Sperrrades u. s. w. fällt sodann der Bohrwagen wie ein Hoyer nieder, indem sich das Seil von der Rolle t abwickelt. Abgesehen von der an und für sich unnöthigen Künstelei behufs Bewegung eines *niederwärts wirkenden einmännischen* Stossbohrers, dürften zum abwechselnden Anheben und Fallenlassen des Bohrwagens bessere Einrichtungen aufzufinden sein als die hier beschriebene.

Ueberhaupt ist aber an *Delahayes* Apparat (auch dem für söhliche oder schwebende Löcher bestimmten) auszusetzen, dass das stossende Gezähe excentrisch zur Wagenachse angebracht ist; dieser Uebelstand liesse sich durch Anwendung zweier Leitstangen, *zwischen* welchen des Gezähe zu placiren wäre, abhelfen. Fig. 16 zeigt *Delahayes's*, auch für andere Bohrmaschinen sehr brauchbare Befestigungsweise des Bohrers (oder Bohrkopfes) an der Bohrstange. Letztere ist aus-

gehöhlt und nimmt den Zapfen des Bohrers in sich auf; der Zapfen aber berührt den Boden der Aushöhlung nicht, sondern der Kopf liegt mit breitem Kragen äusserlich platt an der Bohrstange. Ein rektanguläres Loch *e* geht durch die Bohrstange am unteren Ende der Ausbohrung, so dass der Schwanz des Bohrers 1:b bis in dieses Loch ragt. Hat sich der Bohrkopf in die Stange festgeschlagen, so braucht man (beim Auswechseln) nur einen Keil durch *e* unter 1:b zu treiben, um eine Lösung zu bewirken.

Das Gewicht des armirten Bohrwagens ist 35 kil.; 2 Arbeiter vollenden binnen 5 Minuten die Aufstellung des ganzen Apparates; nach *Delahay's* Schätzung gewährt er beim Bohren 80 % Zeitersparniss. Uebrigens ist leicht einzusehen, dass er nur in geräumigen, mässig hohen Örtern anwendbar ist.

Die im vorstehenden beschriebenen Stempelbohrmaschinen können als Typen mehrerer anderer hieher gehöriger Apparate gelten, welche keine neuen Principien in der Anordnung sondern nur Konstruktionsabänderungen zeigen, wesshalb wir uns nicht mit selbigen aufhalten wollen.

Resumé.

Fassen wir nachmals in Kürze das über Stempelbohrmaschinen angeführte zusammen, so gelangen wir zu den allgemeinen Schlussätzen, dass man mit denselben ein theoretisch richtiges Princip verfolgt, nemlich möglichst direkte Uebertragung der angewendeten mech: Arbeit auf den Bohrer, ohne Vermittlung einer zweiten den Bohrer stossenden Masse; dass man durch entbehrliche Vorgelege und Transmissionen diesem Princip nicht entgegen arbeiten sollte; dass zur Herstellung *tiefer* und *weiter*, fast vertikaler Sprenglöcher in Steinbrüchen, die grösseren Stempelbohrmaschinen trotz klumpiger Stühle zu empfehlen sind, wobei die Anwendung von Menschen-oder Dampfkraft als Motor von örtlichen Verhältnissen abhängt; dass zum Abbohren söhlicher oder schwebender einmännischer Löcher in geräumigen, nicht zu hohen Örtern *Delahay's* Handbohrmaschine guten Nutzen verspricht; dass diese Maschine aber nicht zu abwärts gerichteten Löchern sich empfiehlt, welche letztere mit einfachen Wurfbohreren gestossen werden sollten, sofern die Örtlichkeit dies zulässt.

3. Kolbenmaschinen.

Die Idee, einen Bohrer an der Kolbenstange irgend welcher Cylindermaschine zu befestigen und durch den Kolbendruck von Dampf, komprimirter Luft oder Wasser gegen das Gestein zu stossen, liegt nahe und ist in der That ebenso alt als die Erfindung der Dampfhämmer. Manche Schwierigkeiten aber setzten sich der Ausführung dieser Idee entgegen, welche erst in neuester Zeit, und zum Theil noch nicht völlig gelöst sind. Der Bohrer muss während seiner hin und hergehenden Bewegung eine drehende erhalten; die ganze Maschine muss in demselben Maass als das Bohrloch tiefer wird, vorwärts geschoben werden; der Umsteuerungsmechanismus muss auch bei verändertem Kolbenshub wirksam sein; die ganze Maschine muss leicht und rasch in sehr verschiedenen Stellungen fest montirt werden können; die bewegende Kraft muss in den meisten Fällen entlegenen Motoren entlehnt, und dennoch möglichst hoher Nutzeffekt von derselben gewon-

nen werden; endlich muss die Maschine einfach, billig, dauerhaft, wenig Reparaturen ausgesetzt, bequem und billig zu warten sein.

Schon den 2 Dec. 1844 erhielt der bekannte Dampfhammerkonstrukteur *Nasmyth* Patent auf eine Maschine zum Behauen und Brechen u. s. w. von Werksteinen, welche wahrscheinlich der in der Einleitung erwähnten zu *Marcoussis* zu Grunde liegt, und hauptsächlich in einem Dampfhammer mit veränderlichem Hub besteht, dessen Kolbenstange den arbeitenden Meissel trägt. Macht man letzteren drehbar, so ist die Dampfbohrmaschine fertig.

Im Jahr 1854 schlägt *Nasmyth* vor (Dingl. Pol. Journal 1855 p. 193 nach Civil Engineers Journal Nov. 1854 p. 400), "den Bohrer in eine Kolbenstange zu verwandeln, deren Kolben in einem luftdichten Cylinder mit Stopfbüchse steckt. Wird nun der Kolben nach dem Ende des Cylinders getrieben, so nöthigt der Druck der Luft den Kolben mit verstärkter Geschwindigkeit zurück zu weichen und der Schlag muss eine viel grössere Wirkung ausüben. Auch wird sich leicht eine mechanische Vorrichtung anbringen lassen, welche die gehörige Drehung der Bohrstange, sowie eine andere, welche die Schläge oder das Niedertreiben derselben (?) in dem Cylinder bewirkt. Zur Erreichung des Zweckes wären Federn von vulkanisirtem Kautschuk anwendbar, aber Hr. *Nasmyth* ist der Meinung, dass zusammengepresste Luft das beste Mittel ist, um die erforderliche Federung hervorzubringen." (Siehe das p. 48 über *Marcelli's* Bohrmaschine angeführte).

Viel vollkommener als der von *Nasmyth* projektirte Apparat ist die Maschine, für welche *Cavé* zu *Paris* den 15 Okt. 1851 Patent erhielt. Dieselbe ist ebensowohl für das Abbohren beliebig gerichteter Sprenglöcher beim Orts- und Schachtbetrieb abgesehen, als für Erd- und Schachtbohrungen. Sie soll mit Dampf, comprimierter Luft oder verdünnter Luft betrieben werden; der Erfinder denkt auch an elektrische Ströme als Triebkraft, aber ohne zu erläutern, wie dieselben wirken sollen. Beschreibungen befinden sich in Armengauds *Genie industriel*, 1852 p. 129; Dingl. Polyt. Journal 1852 p. 327; Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie minerale 1863 2 Serie, No 132; Berg- und Hüttenmännischer Zeitung 1864 p. 147. Die folgende Beschreibung ist hauptsächlich st Dingl. Pol. Journal entnommen, ebenso die Abbildungen Fig. 25 bis 29 auf Pl. I. ($\frac{1}{15}$ Skala).

An der Kolbenstange ist durch einen Muff N der Bohrer M befestigt (fig. 26). Die Leitstangen o, o führen den Muff, und sichern die geradlinige achsiale Bewegung des Bohrers. Sie sind an einer Platte befestigt, welche auf dem Cylinderdeckel drehbar, an diesem durch einen übergreifenden Halsring festgehalten wird. Die Handhaben P (a) gestatten eine Drehung der Leitstangen samt des von ihnen geführten Muffes, also ein Setzen des Bohrers.

Damit der Kolben nicht die Cylinderdeckel ausstösst, sind besondere Kanäle für das Ein- und Ausströmen des Dampfes oder der Luft neben einander angebracht. Die Einflusskanäle a, b (fig 26, 27) münden dicht am Cylinderdeckel, die Ausflusskanäle b' a' (fig. 25) hingegen in einigem Abstand von demselben, so dass zwischen ihrer Mündung und dem Deckel stets ein Luftpolster verbleibt, welches den Lauf des Kolbens allmählig arretirt.

Nasmyth.
Pl. I fig 24

Cavé
Pl. I, fig 25
bis 29.
ebensowohl

Die Vertheilung des durch das Rohr T einströmenden elastischen Fluidums geschieht durch den Hahn R (Längenschnitt in fig 28), welcher durch eine Querwand in 2 Kammern getheilt ist, von denen die eine mit dem Zflussrohr T, die andere mit dem Abflussrohr t kommuniziert. Jede dieser Kammern hat 2 seitliche Öffnungen, c, d, e, f, welche so zu einander liegen, dass die eine d (in der Einströmungskammer) mit dem Zufussrohr T und die andere e (derselben Kammer) mit einem der Einflusskanäle in den Cylinder, z. B. dem oberen kommuniziert, während gleichzeitig die Öffnung e der Ausflusskammer mit dem entgegengesetzten Ausflusskanal aus dem Cylinder (hier also dem unteren a), und die Öffnung f der Ausflusskammer mit dem Ausflussrohr t in Verbindung steht. Bei dieser Hahnstellung bewegt sich der Kolben K abwärts; wird aber der Hahn so gedreht, dass c mit b und e mit b' (gleichzeitig d mit T und f mit t) korrespondirt, so wird der Kolben gehoben.

Die Drehung des Hahnes geschieht vor Hand; das Ausflussrohr t leitet die fortgehende Luft an den Boden des Bohrloches, um das Bohrmehl auszublasen (?)

Fig. 29 zeigt die Form des Bohrmeisels, welcher wegen der verbrochenen Ecken unzweckmässig erscheint.

Cavés Maschine soll nach *Baude* (Berg & Hüttenm. Zeitung 1864 p. 148) langsam arbeiten, und schwer zu behandeln sein. Wir führen sie hier auch nicht an als einen in unveränderter Form praktisch anwendbaren Apparat, sondern als den Embryo, aus welchem alle späteren Kolbenperkussionsbohrmaschinen sich entwickelt haben. *Cavé* hat bei diesem ersten Versuch einer solchen mit richtigem Blick verschiedene Bedingungen aufgefasst und zu erfüllen gesucht, welche für die praktische Möglichkeit der Kolbenperkussionsmaschinen von grösster Bedeutung sind: Anwendung komprimirter Luft, und deren Einleitung in die Maschine durch Metall-Kautschuk oder Guttapercharöhren; Moderation der auf die Cylinderdeckel verderblichen Kolbenstösse durch Luftpolster; Erzielung eines etwas veränderlichen Ausschubes gleichfalls durch Luftpolster; endlich beabsichtige *Cavé* durch Anwendung mehrerer Maschinen gleichzeitig eine Menge Sprenglöcher vor Ort oder im Gesenke herzustellen, um selbige auf einmal wegthun zu können.

Bei Schachtbohrungen oder Erdbohrungen gedachte *Cavé* die ganze Maschine in das Bohrloch zu senken, und mit antomatischer Setzvorrichtung zu versehen. Die Luftdistribution sollte aber vor Haud erfolgen, durch Verlegung des Steuerhahnes über Tage.

Litteratur:

Schwarz-
kopff.
Pl. I, fig. 30
bis 38.

Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, 1858 p. 143.

London Journal of arts, 1859 p. 92.

Dingl. Pol. Journal, 1859 Bnd 151 p. 73, Bnd 153 p. 409, 1861 Bnd 162 p. 412.

Zeitschrift des österr. Ingenieurvereines 1861.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Berg- och und Hüttenm. Zeitung 1862, No 1, 2, 4.

Rziha Tunnelbaukunst, p. 153 und 163.

Sachs, Gesteins bohrmaschinen p. 16.

Rueff, Les grandes industries, Percement du Mt. Genis p.-21.

Samt kurze Notizen in vielen Zeitschriften, als Annales des Mines 1862 p 378, Revue universelle u. a.

Die Maschinenfabrik *Schwarzkopff* in *Berlin* bekam den Auftrag, eine Bohrmaschine zu konstruiren, welche zunächst bei Stromregulirungen im *Binger Loch* und anderen Stromschnellen des *Rheines* zu Unterwassersprengungen angewendet werden sollte. Schon im Jahre 1857 war eine solche Maschine fertig und versucht, wie aus Hr. *Schwarzkopffs* Vortrag vor dem Verein zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen im Oktober selbigen Jahres hervor geht. Sechs Zoll weite Löcher waren in "ziemlich hartem" Gestein pr. Minute $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll tief aus gebohrt worden. Sechs *Schwarzkopffsche*, mit Dampf betriebene Maschinen sollten mittelst eigenthümlicher Gestelle auf Pontonen befestigt, 3 bis 4 Fuss tiefe, 3" weite Löcher in die Klippen des *Rheines* bohren.

Behufs Anwendung dieser Maschinen zu Eisenbahn- und Bergbau zwecken, hatte man auch schon deren Betrieb mit komprimirter Luft versucht.

Den 5 Nov. 1858 wurde *Schwarzkopffs* Maschine in England patentirt; nach Dingl. Pol. Journal theilen wir unter fig. 30 bis 36 Abbildungen derselben mit; fig. 30 zeigt einen Längenschnitt, fig. 31 einen Querschnitt durch den Treibcylinder und Steuerbahn.

An der Hohlkugel a' ist der oben offene Halbcylinder a festgegossen. Ein aus den 2 Klappen b' und bestehendes Kugelcharnier umfasst die Hohlkugel, und kann durch die Schraube b² festgeklemmt werden. Die Charnierklappe b ist an einem Bett oder Wagen befestigt. Es ist leicht einzusehen, wie sich die Hohlkugel samt dem Halbcylinder in dem geöffneten Charnier in beliebiger Richtung drehen, und durch Anziehen der Schraube b² feststellen lässt.

Auf dem trogformigen Halbcylinder a lässt sich die mit den Flantschen d, d' versehene eigentliche Bohrmaschine vorwärts oder rückwärts schieben. Diese Verschiebung erfolgt durch "Schrauben mit rechtem und linkem Gewinde von denen sich eine in der anderen bewegt, wie die Abbildungen (fig. 30) zeigen. Die eine dieser Schrauben t ist am Deckel des Cylinders befestigt und geht im Inneren der "Schraube v empor, welche durch eine im Kopfe der Kugel a' befestigte Mutter u geht; am Ende der Schraube v ist das Kurbelrad n befestigt, durch dessen Drehung der Apparat vorwärts geschoben wird". Der hauptsächliche Zweck dieser doppelten Schraube scheint die Erziehung eines gewissen Ausschubes der Maschine mit einer Schraubenspindel von der halben Länge des Ausschubes.

Die eigentliche Bohrmaschine besteht aus dem Cylinder c, in welchem der Kolben g mit dicker Kolbenstange g' sich bewegt.

Letztere trägt nicht den Bohrer, sondern stösst auf dessen Bahn bei o. Die Kolbenstange ist mit einem von den Leitstangen h, h' geführten Kreuzkopf g² versehen, welcher die Umsteuerung bewirkt. In dem auf dem Treibcylinder angebrachten Steuerkasten oscillirt nemlich gegen die auf der Achse f² sitzende Knagge

auf der Achse f^2 ein entlasteter *Wilbnächer* Drehschieber f' ; schlägt beim Rücklauf des Kolbens an die schiefe Ebene des Kreuzkopfes, schiebt die Knagge zur Seite, und dreht also den Steuerhahn. Die Spiralfeder k nicht ihn zurückdrehen, welche Bewegung aber erst dann eintreten darf, wenn der Kolben am vorderen Cylinderdeckel angelangt ist und umgesteuert werden soll. Deshalb trägt die Achse f^2 des Steuerhahnes vorne eine Klinke i (fig. 32 im Querschnitt), welche von Federhaken j gefasst und festgehalten wird, bis der Kreuzkopf g^2 an den Bolzen g^1 schlägt, welcher den Federhaken auslöst. Dann wirkt die Feder k , der Hahn dreht sich zurück, bis der Kreuzkopf beim Rückgang des Kolbens wieder auf die Steuerknagge f' stößt. Aus fig. 31 erhellt, wie der Hahn den Dampf vertheilt; e ist das Einflussrohr, e' das Ausblaserrohr; die einander gegenüberliegenden Öffnungen f^3 und f^4 stehen stets mit ersterem, die Öffnung f^4 stets mit letzterem, und gleichzeitig mit dem einen oder anderen Dampfkanal aus dem Cylinder in Kommunikation.

Der Bohrhälter m liegt in der von den Stangen h , h getragenen Hülse op (fig. 30 und 31), wird bei Anschlagen der Kolbenstange in dieser Hülse vorwärts geworfen, dann aber durch die Feder p zurückgezogen. Die Bohrerstange n ist spiralförmig gewunden, um bei ihrer hin und hergehenden Bewegung den Bohrschmatz ausfegen zu können. (Diese Spiralwindung hat wahrscheinlich Hr. *Rueff* veranlasst, *Schwarzkopffs* Bohrmaschine neben *Lisbets* Rotationsmaschine zu setzen!) Behufs Setzens befindet sich am Bohrhälterkopf das Sperrrad o , in welches während der Umsteuerung beim Rückgang des Kolbens die am Winkelarm i r (fig. 32) sitzende, von der Feder t gedrückte Sperrklinke s greift, und so Drehung des Schaltrades (und Bohrers) veranlasst. Das Vorwärts schieben des Bohrers während der Vertiefung des Loches wird durch Drehung der schon beschriebenen Schraube v bewirkt.

Fig. 35 zeigt eine Abänderung der den Bohrer drehenden Sperrklinke, und fig. 36 eine solche an der Steuerkoulisse, durch welche die Umsteuerung ohne die Federn k und j ermöglicht wird.

Beide Verbesserungen, und im allgemeinen Vereinfachung der Konstruktion, nehmen wir an einer späteren Maschine *Schwarzkopffs* wahr, welche *Rittinger* in der Versammlung des österreichischen Ingenieurvereines am 20 März 1861 beschrieb, und welche in Dingl. Pol. Journal 1861, Band 162 p. 410 abgebildet ist. Die Fig. 37 und 38 sind Dingler's Journal entlehnt. An dem hohlen gusseisernen Ständer l , welcher durch Klauen an dem einen und durch eine Fusschraube an dem anderen Ende zwischen Firste und Sohle eingespreizt wird, und welcher einseitig gezahnt ist, kann der Muff m durch Kurbel und kleines Zahnrad auf und nieder bewegt werden. Der Muff endet nach vorne mit 2 starken Backen, zwischen welchen sich auf der hohlen Querachse n ein Halsring drehen lässt. Die ser Halsring trägt den Lagerrahmen i für die eigentliche Bohrmaschine. Durch Drehung der Standsäule l um ihre Achse und durch Drehung des Halsringes um die Achse n , kann man dem Bohrmaschinenrahmen beliebige Richtungen geben, und ihn in selbigen durch Anziehung der Klemmschrauben befestigen. Auf (oder unter)

dem Lagerrahmen i verschiebt sich die an der Eisenplatte c, c befestigte Bohrmaschine mittelst der durch Kurbel und ein paar konische Räder gedrehten Schraube ohne Ende k. Die Arbeitsmaschine ist hauptsächlich wie die oben beschriebene konstruirt. Der Kreuzzapfen f trägt aber eine (von oben gesehen) S förmige Conlisse, welche die an der Achse h des Steuerhahnes sitzende Nase umfasst, und bei dem Vorwärts und Rückwärtsgehen des Kolbens in eine oscillirende Bewegung versetzt, wodurch auch der Steuerhahn hin und her gedreht, und der Dampf abwechselnd über und unter den Kolben geführt wird. Die Drehung des Bohrhalters d geschieht von der Achse h aus durch die Klinke s (fig. 35) und das Schaltrad g (fig. 38); zum Zurück ziehen des Bohrers liegt (links vom Buchstaben c auf fig. 38) eine Spiralfeder um den Bohrhalter herum.

Der *Schwarzkopff'sche* Maschinenständer liegt anderen derartigen, denen wir später begegnen werden, zu Grunde, gewährt aber in unveränderter Form nicht genug Stabilität, weil durch die ununterbrochenen Stösse die beiden Klemmschrauben leicht lockern. Im Jahre 1865 sah ich in der Maschinenfabrik des Hn. *Schwarzkopff* zu Berlin die Zeichnung einer modificirten Bohrmaschine, welche von 2 Eisenständern, und einer zwischen denselben verschiebbaren Eisenbarre getragen wurde. Letztere sollte mit ihrem vorderen Ende gegen den Ortstoss gespreitzt werden. Die an ihr aufgehängte Bohrmaschine konnte vorwärts geschraubt werden, in demselben Maasse, als das Loch tiefer wurde. An der Maschine selbst hatte man die Hahnsteuerung gegen eine Schiebersteuerung vertauscht, welche durch Hebel und Knagge von der Kolbenstange aus dirigirt wurde. Das Setzen des Bohrers erfolgte wie bei den früheren Maschinen.

Mechanische Verhältnisse. *Schwarzkopff's* Maschine war ursprünglich bestimmt, pr. Minute 1100 bis 1200 Schläge zu führen. Diese Anzahl aber ist mit Hinsicht auf die complicirte Konstruktion namentlich der älteren Maschinen zu gross, indem sie vorzeitigen Ruin der letzteren herbeiführen muss; wogegen zur Erzielung hohen Arbeitseffektes eine grosse Sprielszahl vortheilhaft erscheint. Beim *wirklichen Gebrauch* dürfte die Anzahl Spiele 500 nicht überschritten haben, und scheint gewöhnlich 200 bis 300 gewesen zu sein.

Mechanische
Verhältnisse.

Der Cylinder hat $7\frac{1}{2}$ "*, die Kolbenstange $3\frac{3}{4}$ " Durchmesser, der Ausschub des Kolbens beträgt $4\frac{1}{2}$ ", die Setzung $\frac{1}{22}$ der Periferie, die Hebung des Bohrers nach erfolgtem Schlag $\frac{3}{8}$ ". Aus Fig. 38 folgt ferner, dass der Kolben samt Stange und Kreuzkopff cca 134 ℔, der Bohrerhalter samt 8' Fuss langer und $1\frac{1}{2}$ " starker Bohrstange cca 82 ℔. wiegen muss.

Verhalten sich die Kolbengeschwindigkeiten beim Hin- und Rückweg wie die gepressten Kolbenflächen, also wie 56,25 : 42,19 oder nahezu wie 4 : 3, so hat, bei 500 Spielen pr. Minute, der Kolben eine *mittlere* Geschwindigkeit von $\frac{500 \times 2 \times 4,5}{60 \times 12} = 6,25'$ pr. Sekunde, und während des Ausschubes $\frac{1}{1} \times 2 \times 6,25' = 7,14'$, während des Rücklaufes $\frac{3}{1} \times 2 \times 6,25 = 5,36'$ Geschwindigkeit.

*) Anm. Die Berechnungen betreffend *Schwarzkopff's* Maschine sind in preuss. Maas und Gewicht ausgeführt.

Mithin besitzt die Kolbenstange während des Hubes $\frac{7,14^2}{62,5} \times 134 = 109,34 \text{ } \mathcal{A}$., während des Rücklaufes $\frac{5,36^2}{62,5} \times 134 = 61,64 \text{ } \mathcal{A}$., und während eines Spieles $109,34 + 61,64 = 170,98 \text{ } \mathcal{A}$.' Leistungsfähigkeit (d. h. diese Arbeit vermag der Kolben durch Stösse, welche ihn zum Stillestehen bringen, zu verrichten), entsprechend $\frac{170,98 \times 500}{60} = 1425 \text{ } \mathcal{A}$.' oder $\frac{1425}{480} = 2,97$ Pferdekraften. Ist der Wirkungsgrad der Dampfmaschine 0,35 (mithin ihre Bruttoleistung $\frac{2,97}{0,35} = 8,5$ Pferdekraften), so bedarf sie in der Sekunde 3,73 Kubikfuss Dampf von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck, zu deren Erzeugung 0,066 \mathcal{A} ., in der Stunde also 2,38 Ctr. Steinkohle erforderlich sind.

Besteht sowohl der Kopf der Kolbenstange als jener des Bohrerhalters aus Stahl vom Elasticitätsgrad 0,31, so nimmt der Bohrerhalter samt Bohrer durch den Schlag der Kolbenstange die Geschwindigkeit $v = (1 + \sqrt{0,31}) \frac{134 \times 7,14}{134 + 82} = 6,91'$ an, und die Kolbenstange (wenigstens momentan) die Geschwindigkeit $v' = \frac{133 - \sqrt{0,31}}{134 + 82} \times 82 \times 7,14 = 2,91'$.

Die mech. Arbeit, welche der gegen das Gestein stossende Bohrer verrichten könnte, wäre mithin $= \frac{6,91^2}{62,5} \times 82 = 62,6 \text{ } \mathcal{A}$., sofern nicht das Zusammendrücken der Feder einen Theil dieser Arbeit konsumirte. Die Feder muss wenigstens so stark sein, dass sie den armirten Bohrerhalter auch beim Bohren abwärts gerichteter Löcher zu heben vermag, sie muss also nach jedem Schlag wenigstens die Arbeit $\frac{82 \times 2/8}{12} = 2,56 \text{ } \mathcal{A}$.' verrichten können, welches Arbeitsquantum aber wegen Reibungen u. s. w. etwa 3 mal grösser oder $= 7,68 \text{ } \mathcal{A}$.' anzunehmen ist; und ebensó viel konsumirt das Zusammendrücken der Feder, so dass dem Bohrer nur $62,6 - 7,7 = 54,9 \text{ } \mathcal{A}$.' verbleiben.

Bei den Bohrungen im *Rheinbett* hatte der Bohrkopf 3" Breite; nimmt man den Zerdrückungsmodul mittelfesten Gesteines (II ÷ IV p. 16) zu $K = 7650$ preuss. \mathcal{A} . pr. preuss. Quadratzoll an, so ist die Tiefe der Eindringung der Schneide bei jedem Schlag nach Formel pag. 15 $s = \sqrt{\frac{54,9 \times 12}{4 \times 7650 \times 3 \times (0,45 + \tan \frac{70}{2})}}$ $= 0,08''$, und die vorthellhafteste Anzahl Setzungen bei einem vollen Umgang des Bohrers nach Formel p. 15 $n = \pi \left(\frac{3 + (4 \times 0,08)}{4 \times 0,08} \right) = 32,7$. Die Maschine aber bewirkt nur 22 Setzungen. Um das ganze Bohrloch 0,08" zu vertiefen, sind also

wenigstens 32,7 Schläge erforderlich, und in einer Minute kann das Bohrloch höchstens $\frac{500}{32,7} \times 0,08 = 1,2''$ vertieft werden. (Obs.! 3 zölliges Bohrloch!).

Vergleich mit der Handarbeit. Aus der Berechnung auf p. 12 ergibt sich, dass beim gewöhnlichen Faüstelbohren der Bohrschneide durch jeden Schlag *im Mittel* eine Leistungsfähigkeit von 28,2 sächs. oder 25,5 preuss. *℥.* mitgetheilt wird. Verrichtet ein Arbeiter (Pausen einbegriffen) in der Minute 30 Schläge, sein Bohrer also $30 \times 25,5 = 765$ *℥.*, während *Schwarzkopff's* Bohrmaschine in derselben Zeit mit 500 Schlägen $500 \times 54,9 = 27450$ *℥.* leistet, so entwickelt die Maschine unter angegebenen Verhältnissen die Arbeit von $\frac{27450}{765} = 36$ Häuern. Rechnet man aber, dass die halbe Arbeitszeit zum Aufstellen der Maschine, Auswechseln der Bohrer u. s. w. zu verwenden ist, so muss die Maschine (*mit der Hälfte des oben berechneten Kohlenverbrauches*) die Arbeit von $\frac{36}{2} = 18$ Häuern leisten können.

Dies ist keineswegs zu viel begehrt, da sie 3 effektive Pferdekräfte, cca 36 Menschenkräften entsprechend, konsumirt, und ausserdem zu ihrer Wartung 3 Mannbedarf.

Damit die Maschine ebenso billig arbeite als der Häner, darf also Brennmaterial, Schmiere, Verzinsung und Amortirung des gesammten Anlagekapitales und Unterhaltung der Maschinerie, nur $18 - 3 = 15$ Häuerlöhne kosten. Ist ein solches für 10 Stunden beispielsweise $\frac{2}{3}$ Thaler, kostet ferner 1 Cntr Steinkohle $\frac{1}{3}$ Thaler, das Brennmaterial in 10 Stunden also $2,38 \times \frac{10}{2} \times \frac{1}{3} = 3,95$ Thaler, so dürfen die übrigen oben genannten Unkosten während 10 Stunden nur $15 \times \frac{2}{3} - 3,96 = 6$ Thaler (in runder Zahl) betragen, wenn die Maschine in ökonomischen Beziehung mit der Handarbeit konkurriren will. Obwohl (nach Angabe in Hr. *Schwarzkopff's* Fabrik) eine Maschine 850 Thaler kostet, und die erwähnten Unkosten jedenfalls bedeutend sind, so würde Anwendung der Maschine also dennoch einen pekuniären Vortheil gewähren können.

Ganz anders aber gestaltet sich das Verhältniss, wenn die Maschine nicht 500 Schläge (wie hier angenommen wurde) in der Minute macht, sondern nur 250. In diesem Fall würde das Brennmaterial etwas mehr als die Hälfte des oben berechneten Quantum betragen, die Leistung aber gleichzeitig auf 2 bis 1 Häuerleistungen sinken. Und da zur Bedienung immerhin 3 Mann erforderlich wären, so würden die Unkosten für Kohle, Unterhaltung etc ummöglich durch die grössere Leistung der Maschine gedeckt werden können.

Noch ungünstiger würde sich das Verhältniss stellen, wenn man *Schwarzkopff's* Bohrmaschine nicht direkt durch Dampf, sondern mittelst *durch Dampfkraft* komprimirter Luft von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck betreiben wollte. Nicht nur wegen der zu den übrigen Unkosten kommenden Ausgaben für Verzinsung, Amortirung und Unterhalt der Luftkompressionsmaschine, sondern hauptsächlich wé-

gen des niederen Effektes, welchen eine für Erreichung hoher Luftspannungen bestimmte Kompressionsmaschine giebt, wodurch wenigstens ein dreifach höherer Brennmaterialverbrauch als der oben berechnete, veranlasst werden dürfte.

Resultate.

Schwarzkopff's Maschinen sind hauptsächlich zu Sprengungen im Bette des *Rheines* angewendet worden, versuchsweise in den Kalksteinbrüchen zu *Rudersdorf*, zu *Saarbrücken* an der *Sieg-Kuhr-Eisenbahn*, und angeblich in *Norwegen*; aber überall hat man sie übergeben. Die Maschine bohrte pr. Minute $1\frac{1}{4}$ " bis $1\frac{1}{2}$ " in "zieml. festem Gestein", mit 1100 bis 1200 Schläg., 6" weit (*Schwarzkopff*)

$1\frac{1}{2}$ "	" 2"	" ?	dtto	" ?	(<i>Rittinger</i>)
3,6"	"	" norweg. Granit	" 200 bis 240 "	" ?	(<i>Rziha</i>)
6"	"	" Grauwackensandstein,	" dtto "	" ?	(<i>Rziha</i>)
0,5"	"	" Muschelkalk	" ?	" ?	(<i>Niederer</i>).

Die letzte Ziffer ist de " Bericht des Hn. Assessor *Niederer* an das Königl. Oberbergamt in *Berlin*, d. d. 20/VIII 1863, betreffend die in den *Rudersdorfer* Kalksteinbrüchen mit *Schwarzkopff's* Maschine angestellten Versuche, entnommen. Dieser Bericht, dessen Einsichtnahme die Königl. Berg Behörde zu *Rudersdorf* mir gütigst gestattete, enthüllt ausserdem hauptsächlich folgendes:

Die Versuche wurden 14 Tage lang fortgesetzt; das Setzen des Bohrers mit dem Schaltrad war mangelhaft; der Transport der Maschine war wegen dem grossen Gewicht (6 Cntr) zu schwierig; man konnte nicht an jedem beliebigen Punkt des Steinbruches aufstellen und bohren; die *Schieber* steuerung war unvollkommen.

Der Ingenieur in Hr. *Schwarzkopff's* Fabrik theilte mir (1865) mit, dass man des vielen Experimentirens mit Konstruktionsveränderungen an diesem Apparat müde geworden sei; glaubte nicht, dass irgend welche der damals bekannten Perkussionsmaschinen zum tagtäglichen Gebrauch in der Grube sich eigne, und schrieb namentlich dem umherspritzenden Bohrschmand eine sehr verderbliche Wirkung auf die Dauer der Maschine und die regelmässige Wirkung ihrer Theile zu.

Obwohl also *Schwarzkopff's* Maschine in unveränderter Form sich nicht bewährt hat, so verdient sie dennoch alle Anerkennung als einer der ersten *selbstständigen* Versuche, das Kolbenbohrmaschinenprincip aus dem Bereich der Projekte in jenes der praktischen Ausführung und Anwendung einzuführen. Ausserdem hat der *Schwarzkopff'sche* Bohrmaschinenstuhl mehrern andren ähnlichen Konstruktionen zum Ausgangspunkt gedient.

Das Princip, die Kolbenstange gegen den Bohrer stossen zu lassen, anstatt letzteren direkt an ersterer zu befestigen, können wir nicht billigen. Aus der oben ausgeführten Rechnung folgt, dass wenn der armirte Kolben bei 500 Spielen mit einem Moment von 109,34 *U.* gegen den Bohrer stösst, letzterer auf das Gestein nur $62,6 - 7,7 = 54,9$ *U.* überträgt, d. i. etwa 50 % der auf den Stoss verwendeten Arbeit; und während bei 250 Spielen der Kolbenkopf mit 26,8 *U.* gegen den Bohrerhalter wirkt, stösst die Bohrerschneide nur mit $15,6 - 7,7 = 7,9$ *U.* gegen das Gestein, macht also nur 30 % der konsumirten Arbeit nützlich. Doch kann nicht bestritten werden, dass diese Anordnung, welche die *Schwarzkopff'sche* Maschine zu einer Hammermaschine macht, in konstruktiver Hinsicht manche

Vortheile gewährt, indem bei derselben der Kolbenhub unverändert bleibt, und dadurch eine direkte Umsteuerung durch Coulisse möglich wird. Die Maschinen des *Mt. Cenis*, jene von *Schumann*, *Bergström* u. a. bedürfen wegen etwas veränderlichen Kolbenhubes einer besonderen Hilfsmaschine zur Umsteuerung, nebst Schwungrad, Excentrik u. s. w., und werden dadurch complicirt; erst den neuesten Bohrmaschinenkonstruktoren ist es gelungen, trotz Befestigung des Bohrers an der Kolbenstange und daraus folgen der Variationen im Kolbenhube, einfache Umsteuerung, direkt von der Hauptkolbenstange aus, zu ermöglichen. Der Umsteuerungsmechanismus an *Schwarzkopff's* ältester Maschine (Fig. 30 bis 34) ist durch die Federn u. s. w. immer noch unnöthig complicirt; bei der Maschine nach Fig. 37 und 38 dagegen einfach. Das Setzen des Bohrers durch Schaltrad hat vor jenem durch Schnecke und Zahnrad, (*Schumann's* und *Bergström's* Maschinen), entschieden Vorzug, und die Anordnung den Bohrer, ohne den Kolben zu drehen, lässliche Reparaturen an Cylindern und Kolben ersparen.

Vor allem aber ist Hr. *Schwarzkopff's* Bestrebung, bei unveränderlichem Hub eine möglichst grosse Spielzahl anzuwenden, nachahmungswerth.

Bei den Bohrungen behufs Correctionsarbeiten im *Rhein* wendete man bis 1860 Handarbeit an, und erzielte stündlich pr. Mann, 0.6 bis 1 Zoll 2 zölliges Bohrloch. Von 1860 bis 1863 experimentirte man mit *Schwarzkopff's* Bohrmaschine, welche aufgegeben werden musste, theils wegen zahlloser Reparaturen, theils wegen der Unmöglichkeit tiefere als $1\frac{2}{3}'$ (?) tiefe Bohrlöcher nieder zu bringen. Ausserdem klagte man namentlich über das durch die Feder eingeschränkte Eindringen des Bohrers, über den Arbeitsverlust durch Zusammendrückung der Feder, und über das Stagniren der Umsteuerung bei Kleinmengen des Bohrers. Nachdem man die automatische Steuerung durch Handsteuerung ersetzt hatte, konnte man wohl 4 füssige Löcher abbohren, die tägliche Leistung aber war immer noch zu gering, weshalb *Hipp* die *Schwarzkopff'sche* Bohrmaschine mit einer anderen eigner Konstruktion ersetzte, welche in *Erbkam's* Zeitschrift für Bauwesen, 1867, Heft. 3—6 (Zeichnungen); Polytechnischem Centralblatt, 1867, 10 Lieferung; Berg- und Hüttenmännischer Zeitung, 1867 p. 447; Dinglers Polyt. Journal 1867, Bnd 185, p. 401. beschrieben ist.

Bei dieser Maschine hat man den Bohrer an der Kolbenstange befestigt; der Kolben macht pr. Minute 110 à 130 Hübe à 1,01', wird, wenn er sich dem obren Cylinderdeckel nähert, um $\frac{1}{13}$ der Periferie gedreht, und fällt nieder, theils durch sein eigenes Gewicht, theils durch den Druck des Oberdampfes, welcher durch ein vom gehobenen Kolben aufgestossenes Ventil eintritt. Das Gewicht der mit dem Bohrer armirten Kolbenstange beträgt 3 bis 4 Cntr; die Umsteuerung geschieht vor Hand.

Hipp.

Ein 8 zölliger Kronenbohrer dringt je nach der Festigkeit des Gebirges (Quarzit, Grauwacke, mitunter Thonschiefer) binnen einer Minute 2 bis $2\frac{1}{2}''$ tief ein; die Tiefe der abzubohrenden Löcher beträgt 40 bis 70 Zoll.

Zwischen *Bingen* und *St. Goar* hatte man 2 solcher Maschinen im Gang, deren jede zu ihrer Bedienung einen Meister drei Schlosser (davon einen für Repa-

raturen) einen Heizer, vier Schiffer und einen Jungen bedurfte. Eine Maschine kann täglich 8 bis 10 dreizöllige Löcher von zusammengekommen 500' Tiefe abbohren. Wegen Hindernisse durch Eis, Hochwasser und Schiffahrt ist aber jährlich nur auf 100 Arbeitstage zu rechnen, während welcher man (mit 2 Maschinen) 1000 bis 1200 Bohrlöcher niederbringt.

Man besetzt mit 2 bis 5 fl . Pulver in Blechpatronen, mit Sand und Zündschnur.

Eine Maschine mit Gerüst und Wagen kostet 700 Thaler. Incl. aller Ungelder kostet ein Zoll Bohrloch 3 Slg., ein Kubikfuss losgesprengter Felsmasse cca $3\frac{1}{2}$ Slg.; Beräthmen und Förderung des Haufwerkes an das Ufes pr. Kubikfuss 10 bis 12 Slg.; Gesammt kosten pr. Kubikfuss also cca 15 Slg.

Bei dem Handbohren kostete ein Zoll zweizölliges Bohrloch 14 Slg., und die Gesamtkosten für Wegschaffung eines Kubikfusses Felsen betragen 3 Thaler.

Halten wir uns nur an die durch Anwendung der Maschine beim Abbohren

der Löcher direkt erzielte Arbeitskostensparniss, so beträgt diese $14 - \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^2 \times 3}{14}$
 $= \frac{12\frac{2}{3}}{14} = 90 \%$. Es würde aber unrichtig sein, wenn man aus dieser äusserst

günstigen Ziffer den Schlussatz ziehen wollte, dass *Hipp's* Maschine unter anderen Umständen ein ähnliches Resultat ergeben müsste. Dreizöllige Löcher sind für gewöhnliches Faüstelbohren zu weit, und werden bei Anwendung desselben so theuer (namentlich wenn wie hier das Abbohren unter schwierigen Verhältnissen stattfinden muss), dass bei ihrer Herstellung auch sehr einfache Stempelbohrmaschinen einen namhaften Gewinn ergeben müssen. *Hipp's* Maschine ist für lokale Verhältnisse eingerichtet, und dass sie diesen so gut entspricht, bringt ihrem Constructör Ehre. Neuerdings soll man aber selbige wieder übergeben haben.

Mt. Cenis
tunnel.

Litteratur.

Rapport du bureau central etc. sur le projet de loi pour la percée etc. Senato del Regno. Sessione parlamentare del 1857 N:o 68 bis. 8:o Torino.

Relazione della direzione tecnica alla direzione generale delle strade ferrate dello stato. Torino 1863.

L'inventore, giornale della proprietà industriale 16, maggio 1857. Notizia storica dei lavori fatti della classe die scienze fisiche e matematiche della R. Accademia delle Scienze de Torino, pellanno 1859.

Notice historique et critique sur les machines de compression d'air du Mt. Cenis, par le Marquis Anatole de Caligny. Turin 1860.

The Practical Mechanics Journal. 1865, May, June, July; 1866, January. (Kurze Notizen über erzielte Auffahrung in den meisten neueren Heften.)

Annales des Ponts et Chaussées, 1863, Janvr., Fevr.

Revue des Deux Mondes 4 livr. 1865.

Annales des Mines Tome III, 6 serie 1863.

Mittheilungen des hannoverischen Gewerbevereines, 1860 p. 271.

Revue universelle, 1858, octobre; 1859, mai; 1862, juin.

Schweizerische Polytechnische Zeitschrift 1858, 5 u. 6.

Der Civilingenieur, 9ter Band 6tes Heft. 1868.

Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1862 N:o 1 u. 2.

Dinglers Polytechnisches Journal 1856, 58, 61, 62, 63, 64 Bände 141, 148, 149, 159, 161, 162, 169, 170, 171, 173.

Des travaux de percement du tunnel sous les Alpes et de l'emploi des machines dans l'intérieur des mines. Par A. Devillez, Liège, Paris, Leipzig 1863.

Une visite à la percée du Mt. Cenis. Par Paul Eymard. Lyon 1863.

Notice historique sur la percée du Mt. Cenis. Par F. Bonjean, Chambéry 1863.

Les grandes industries etc. etc. Percement du Mt. Cenis. Traversée des Alpes. Par Léon Rueff. A. Lacroix, Verboekhoven et Cie, Bruxelles, Leipzig, Livourne 1867. (Die meisten den *Mt. Cenis tunnel* betreffenden Mittheilungen nach *Conte* in in *Annales des Ponts et Chaussées*.)

Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst, Rziha. Berlin 1861.

The Minig and Smelting Magazine, 1864 Bnd V. p. 151 u. a. St.

Bulletin de la Société de l'industrie minerale, Tome VII, 1 livr. 1862.

Politecnico, vol XXIII. 1865.

Giornale del Genio civile.

Ausserdem zerstreute Notizen in vielen andren industriellen und technischen Zeitschriften.

Mehre der im vorstehenden citirten Schriften waren mir doch nicht im Original zugänglich, so dass ich deren Inhalt nur aus Reproduktionen in andren Journalen etc. kenne.

Die Anwendung von Bohrmaschinen beim Bau des *Mt. Cenis* tunnels ist so unmittelbar abhängig von den ungewöhnlichen Verhältnissen unter welchen diese Arbeit auszuführen ist, dass es nöthig erscheint, der Beschreibung der *Mt. Cenis* bohrmaschinen einige kurze Notizen über den Alpentunnel im allgemeinen, vor auszuschicken; eine Disgression welche desto mehr entschuldigt werden dürfte, als man mit aufmerksamem Interesse der Vollendung dieses Sekularwerkes entgegen sieht.

Man darf nicht meinen, dass das gegenwärtig verfolgte Arbeitsprogramm als zur Ausführung fertiges Ganzes dem Nachdenken eines einzelnen Ingenieurs entsprungen sei, wie eine aus Jupiters Kopf geborene Minerva. Es hat 25 Jahre zu seiner Reife bedurft; Poëten*), Projektmaoher, Gelehrte und Ingenieure haben an demselben gearbeitet, bis es *Someiller*, *Grandis* und *Grattoni* gelang, die besten Theile aus den verschiedenen Projekten zu einem neuen brauchbaren Plan zusammenzufügen, dessen Ausführung *Cavour* ermöglichte.

Geschichtliches.

*) Die savoische Akademie der Wissenschaften schrieb 1861 einen Preis aus für das beste Gedicht "Sur la percée du Mt. Cenis." Von 10 eingekommenen Poëmen wurde das der *Mlle M. Cheron*, Bauernmädchen von *Barberaz* preisbelohnt.

Josef Médail, schlichter Einwohner des Dorfes *Bardonnèche* bezeichnete schon 1832 die Linie *Modane—Bardonnèche* als die geeignetste für einen Verbindungstunnel zwischen dem französischen und italienischen Eisenbahnnetz; mit dürftigen Mitteln steckte er auch eine 13000 m lange Linie ab, von welcher die des heutigen Tunnelachse nur wenig abweicht. Lokale Verhältnisse machten diesen Tunnelbetrieb auf gewöhnliche Weise, und dessen Inangriffnahme von mehren saigen Lichtlöchern aus prekär. *Fontenay* hat allerdings vorgeschlagen, von 18 donlägigen Lichtlöchern, und mehren ebenfalls donlägigen Gesenken aus, die Arbeit vor 46 Örtern in Angriff zu nehmen und binnen 6½ Jahren zu vollenden, aber mit Recht verwarf man diese Idee. *Karl Albert* berief den Ingenieur *Maus*, bekannt durch die Anordnung der schiefen Ebene von *Liège*. Dieser untersuchte die Tunnellinie in Gesellschaft mit *Sismonda*, konstruirte Versuchsapparate, gab 1845, 1846, 1848 auf die Ausführung des Tunnelprojektes bezügliche Denkschriften, und 1849 einen definitiven Plan ein. Nach letzterem sollte die Arbeit nur von den 2 Mundlöchern aus mittelst Schräg — und Hereintreibearbeit ausgeführt werden. Für das Schrägen ersann *Maus* eigenthümliche, schon in der Einleitung erwähnte Apparate, zu welchen Drahtseiltransmissionen die den Alpenbächen entlehnte Kraft führen sollten. Die Wetterlosung gedachte *Maus* durch, ebenfalls vom Tage aus mit Drahtseilen bewegte, Ventilatoren zu bewirken. Uebrigens sollte der Tunnel nur eiseitige Neigung erhalten. Man befürchtete aber, dass Wetter- und Wasserhaltung (wenigstens des fallenden Gegenortes) nach diesem Plan nicht befriedigend zu bewirken sein werde; die Kriegsunruhen von 1848 wendeten nicht nur die Sinne von friedlichen Unternehmungen ab, sondern veranlassten ausserdem auch Finanzschwierigkeiten, und 1850 übergab man *Maus'* Projekt definitiv. Eine Verbindungsbahn zwischen *Piemont* und *Savogen* machte aber *Cavour* gleichzeitig unvermeidlich, indem er die savoischen und piemontesischen Eisenbahnen auf beiden Seiten der Alpen bis fast unmittelbar an den Fuss des *Mt. Cenis* führte und diese Bahnen auch anderweitig an der Ueberwindung dieses vorliegenden Hindernisses interessirte. Man dachte nun ernstlich an eine Bergbahn über den *Mt. Cenis*, ein Plan welcher später neben dem Tunnelban, (jedoch unabhängig von diesem) in Ausführung gebracht wurde, welcher aber in jener Zeit fiel.

Piatti legte 1853 dem italienischen Ministerium verschiedene, auf die Ausführung des *Mt. Cenis* Tunnels bezügliche Projekte vor, welche sich namentlich mit der Anwendung von durch Wasserkraft komprimirter Luft, als Motor für *Bohrmaschinen beim Tunnelbetrieb*, als Betriebskraft für die den Tunnel trafikirenden Wagenzüge, sowohl während des Baucs als nach dessen Vollendung, beschäftigten. Ähnliche Vorschläge, beim Tunnelbau komprimirte Luft anzuwenden, giengen auch 1855 von *Colladon* in *Genf* aus. Schon seit 1844 hatte *Caligny* seine Ideen, das Princip des hydraulischen Widders auf Luftkompressionsmaschinen zu appliciren, veröffentlicht, und hat dadurch möglicherweise dazu beigetragen, die Gedanken der italienischen Ingenieure auf die Anwendung dieses alten bekannten Systemes beim Betrieb des *Mt. Cenis* tunnels zu lenken. Nach einem Uebereinkommen mit der ital. Regierung vom 28 März 1854 sollten *Someiller*, *Grandis* und *Grattoni* mit der

Compression von Luft durch eine bewegte Wassersäule und mit der Anwendung komprimirter Luft zur Beförderung von Eisenbahnzügen auf der schiefen Ebene von *Gioui* experimentiren. In Folge von *Piatti's* Reklamationen wurden aber diese Versuche gehindert, und erst seit 1856 fanden zu *St. Pierre d'Arca* bei *Genoa* Experimente mit der Anwendung komprimirter Luft als Motor für Bohrmaschinen statt. *Bartlett*, seit 1853 Ingenieur der Eisenbahn *Victor Emanuel*, hatte nemlich eine für Tunnelbetrieb abgesehene Bohrmaschine konstruirt, und dieselbe (aber mit Dampf betrieben) 1855 zu *Chambery* arbeiten lassen, zur vollsten Befriedigung der gegenwärtigen: *Cavour*, *Paléocapa*, *Menabréa*, *Grandis*, *Grattoni*, *Someiller*. Mit dieser Maschine wurden weitere Versuche zu *St. Pierre d'Arca* angestellt, bei welchen aber *komprimirte Luft* als treibende Kraft diente. Legen wir noch hinzu, dass seit 1850 *Sismonda* und *E. de Beaumont* ihre geolog. Untersuchungen der *Mt. Cervinette* fortgesetzt hatten, und dass *G. de Mortillet* speciell mit jener der Tunnellinie beauftragt wurde, worüber er den 12 Dec. 1856 Bericht an die Handelskammer zu *Chambery* erstattete, so haben wir ein ziemlich vollständiges Verzeichniss über das Material, welches *Someiller* und Genossen zur Aufstellung ihres Planes für die Ausführung des *Mt. Cenis* tunnels verfügen konnten.

Die Linie hatte *Médail* ausgefunden; *Sismonda*, *E. de Beaumont*, *Lachat*, *Mortillet* erforschten die geol. Verhältnisse derselben; die Benutzung der Wasserkraft der Alpenflüsse zum bergmännischen Betrieb des nur von den 2 Mundlöchern aus in Angriff zu nehmenden Tunnels ist *Maus's* Idee; das Projekt der Transmission dieser Kraft zu den arbeitenden Maschinen vermittelt komprimirter Luft, und der Benutzung der den Arbeitsmaschinen entweichenden Luft zur Ventilation wurde durch *Piatti* und (später) *Colladon* angeregt; den hydraulischen Widder zog *Caligny* hervor, und *Someiller*, *Grandis*, *Grattoni* machten ihn zu einer automatischen kräftigen Luftpumpe; *Bartlett* erfand die Bohrmaschine; und *Someiller*, *Grandis*, *Grattoni* übernahmen die Lösung des schwierigsten Theiles der Aufgabe, nemlich die gegebenen Ideen und Thatsachen zu benutzen, indem sie selbige in praktische Formen kleideten, zu einem ganzen Plan zusammensetzten, und diesen ausführten.

Den 17 Juni gab der Minister *Paléocapa Someiller's* Program an das it. Parlament ein; das Parlament ernannte eine Commission, welche den Versuchen mit den Luftkompressions- und Bohrmaschinen zu *St. Pierre d'Arca* beiwohnte, und den 26 Mai 1857 einen sehr befriedigenden Rapport über selbige abgab; den 29 Juni 1857 wurde das Gesetz über den Bau des *Mt. Cenis* tunnels dekretirt. Im August 1857 begann die Tunnelarbeit auf beiden Seiten; der Bohrmaschinenbetrieb aber nahm auf der italienischen Seite erst den 13 Jan. 1861 seinen Anfang, auf der französischen den 25 Jan. 1863.

Während der Jahre 1857 und 1858 führten die Ingenieure *Porcetti*, *Grandis*, *Mondino*, *Mella* und *Opello* die wegen lokaler Verhältnisse sehr schwierigen geodätischen Untersuchungen aus. Sie bestimmten die Richtung des Tunnels und fixirten auf dem Gebirgsrücken eine hinreichende Anzahl in der Ver-

tikalebene der Tunnelachse hervorragende Punkte, ermittelten die Länge der Tunnellinie und den Niveauunterschied beider Mundlöcher. Durch 3 aufeinander folgende Absteckungen quer über den Rücken des *Col de Frejus* fand man die gerade Verbindungslinie zwischen den vorher bestimmten Endpunkten bei *Fourneau* am südlichen Thalgehänge des *Arc* auf der savoischen Seite, und bei *Bardonnèche*, am nördlichen Thalgehänge des *Roch emollebaches* auf der piemontesischen Seite*). Da man von den Endpunkten aus den höchsten Punkt des zwischenliegenden Gebirgsrückens nicht sehen kann, so verlängerte man die Linie über ihre Endpunkte hinaus bis zu Punkten auf den gegenüberliegenden Thalgehängen, welche eine freiere Aussicht gestatteten. Von diesen (*Beauvoir* auf der piemontesischen Seite, *Pietra Bianca* auf der savoischen) und den hervorstechendsten Profilpunkten ab wurden andere hervorragende in der Vertikalebene des Tunnels liegende Punkte des Bergrückens zu wiederholten Malen einvisirt, und durch solide Steinpfeiler fixirt. Um jederzeit über die unveränderte Stellung der Signalpfeiler Gewissheit erlangen zu können, richtete man auf dem Culminationspunkt des Profiles, unmittelbar nördlich vom 2978^m hohen *Punte di Frejus*, und südlich vom *Somita del Gran Vallon* ein Observatorium mit feststehendem Theodolit ein; zwei andere Observatorien wurden in der Profilebene des Tunnels vor den Mundlöchern aber auf den gegenüberliegenden Thalgehängen etablirt. Mittelst in selbigen aufgestellter Theodolite steuert man den Tunnel; das Instrument im nördlichen Observatorium kann durch Einvisiren des Signalpunktes *Lachalle*, (etwa halbwegs zwischen dem nördlichen Mundloch und dem *Punte di Frejus*) in die Profilebene des Tunnels gerichtet werden; das Instrument im südlichen Observatorium durch Einvisiren des Signalpunktes *Bauda* (cca 900 Meter vom Observatorium). Man kontrollirt von diesen Observatorien aus jährlich 3 bis 4 mal die Richtung des aufgefahrenen Tunnels, und wendet als Signal im Tunnel Magnesiumlicht an. Hinsichtlich der im Tunnel herrschenden dicken Luft scheint es doch fraglich, ob man von den Observatorien aus das Magnesiumlicht auf eine Entfernung von 6 bis 7 kilometer wird sehen können.

Die trigonometrischen Messungen wurden an eine benachbarte 8693,58^m lange Triangelseite anderer Ordnung der topografischen Landesvermessungen angeschlossen. Das gesammte Triangelnetz umfasste 28 Triangel, 21 Stationen und 86 Winkel; die wichtigsten Winkel wurden 60 mal repetirt, die meisten 20 mal, die weniger wesentlichen 10 mal. Das direkte Nivellement von Mundloch zu Mundloch wurde verschiedene Male provisorisch, und endlich mit definitivem Resultat durch *Mondino* ausgeführt.

Die Länge der Tunnels ist 12220^m, richtig auf 3 bis 4^m; die Tunnelachse macht mit dem Meridian einen Winkel von 19° W; ist ihre Richtung auf 10 Sekunden genau bestimmt (welcher Bogen direkt vom Nonius des benutzten Theodoliten abgelesen werden konnte), so kann sie an dem einen Mundloch höchstens 29 centimeter von der rechten Linie abweichen. Das nördliche Mundloch liegt

*) Die Tunnellinie liegt cca 25 kilometer SW von der grossen Heerstrasse über den *Mt. Cenis*, und der Alpenstock det *Mt. Cenis* befindet sich eigentlich zwischen beiden Wegen.

1202,82^m, das südliche 1335,38^m über dem Meere; mithin ist zwischen beiden 132,56^m Niveauunterschied. Der Tunnel aber hat nicht eine entsprechende gleichförmige Ansteigung von Norden nach Süden, sondern er steigt auf halber Länge von Fourneau aus 22,2 pr mille und erreicht in der Tunnel-Mitte 1338,54^m Meereshöhe; von da ab fällt er nach dem südlichen Mundloch im *Rochemollethal* 0,50 pr mille. Die Erzielung einer leichten Wasserhaltung bedingt das Ansteigen beider Tunnelörter (von den Mundlöchern aus); der Niveauunterschied zwischen den Mundlöchern aber macht ein ungleiches Ansteigen notwendig. Dadurch dass beide Örter steigen, erzielt man ferner einen Durchschlag, welcher keiner weiteren Sohlenregulirungen bedarf, selbst wenn kleine Fehler im Nivellement zwischen den Mundlöchern, oder bei der Steuerung der Gegenörter stattgefunden haben sollten, indem unter den angedeuteten Umständen solche Fehler höchstens verursachen können, dass der Brechungspunkt des Tunnels etwas vor oder hinter den beabsichtigten verlegt wird. Aus einer solchen Verschiebung des Brechungspunktes aber kann ein ernstlicher Nachtheil nicht erwachsen. Da man auf der französischen Seite grössere Wasserzuzüsse erwarten musste als auf der italienischen, so war es ausserdem angemessen, das nördliche Tunnelort stärker steigen zu lassen, als das südliche.

Das Observatorium zwischen dem *Gran Vallon* und *Punte di Frejus*, (d. i. dem höchsten Punkt des Tunnelprofils) liegt 2949,16^m über dem Meere und cca 1623^m über der Tunnelsohle; von da südwärts fällt das Gebirge steil und ziemlich gleichmässig ab nach dem Thal des *Torre di Merdovine*, dessen Sohle in der vertikalen Tunnellebene 1855,11^m über dem Meere und cca 518^m über der Tunnelsohle liegt. Die Länge des Tunnels vom südlichen Mundloch bis zum Kreuzpunkt mit dem *Merdovinthal* beträgt cca 3800^m. Zwischen dem *Merdovinthal* und dem südlichen Mundloch erhebt sich die *Cresta di Bauda*, in der Tunnellebene 1792,55^m bis 1959,36^m über die Meeresfläche. Gegen Norden fällt das Terrain in einer zackigen Linie von dem *Gran Vallon* nach dem Thal des *Torrente del Gran Vallon*, welches die Tunnellinie oberhalb der *Kapelle Notre-Dame de Charmaiz* schneidet. Im Kreuzpunkt liegt die Thalsohle, in einer Entfernung von cca 1412^m vom nördlichen Mundloch, 1600,09^m über dem Meere und cca 370^m über der Tunnelsohle.

Aus diesen Ziffern folgt, dass nur an zwei Punkten Lichtlöcher hätten angesetzt werden können, nemlich im Thal der *Merdovine*, 3800^m vom südlichen Mundloch, 518^m tief, und im Thal des *Gran Vallon*, 1412^m vom nördlichen Mundloch, 370^m tief. Das erstere hätte in einem wilden kahlen Thal oberhalb der Baumgrenze angesetzt werden müssen, das letztere in einer schmalen aber bewachsenen und bewohnten Thalschlucht, mit einer bedeutenden disponiblen Wasserkraft. Auf gewöhnliche Weise hätte man aber keines dieser Lichtlöcher so rasch haben abteufen können, dass durch Gegenörter von denselben aus eine Abkürzung der Tunnelbauzeit erzielt worden wäre; der Nutzen dieser kostspieligen Lichtlöcher wäre also nur in ihrer Funktion als Wetterschächte zu suchen gewesen. Nachdem es sich herausgestellt hat, dass die den Bohrmaschinen ent-

weichende Luft zu hinreichender Wetterlosung allein nicht genügt, und dass besondere grosse und theuere Wettermaschinen aus beiden Tunnelörtern die Luft saugen müssen, kann man nur beklagen, dass an den genannten Punkten keine *Wetter-bohrlöcher* niedergebracht worden sind, indem diese warscheinlich alle besonderen Wettermaschinen hätten ersparen lassen. Da diese Lichtlöcher *nur* zur Wetterlosung bestimmt sein konnten, so hätte man sie mit etwa $\frac{1}{2}$ m Durchmesser bequem und verhältnissmässig billig *abbohren* können. *Namentlich ein nördliches* 370 m tiefes Lichtloch (nahe *Charmaix*) dürfte man gegenwärtig sehr vermessen, da bei der grossen Steigung des nördlichen Tunnelortes, die Wetter schlecht sind, und die maschinelle Wetterhaltung schwierig und theuer ist.

Wegen leichter Steuerung wird der Tunnel in gerader Linie durch das ganze Gebirge getrieben, obwohl seine Enden dem zukünftigen Eisenbahnverkehr nicht nützen, indem am nördlichen Mundloch ein kürzerer, gekrümmter, von Osten ein kommender Tunnelflügel den Haupttunnel cca 380 m vom Eingang treffen soll; am südlichen Ende ein von SW kommender Flügel cca 250 m vorn Mundloch. Letzterer Flügel war 1865 im Bau begriffen; der nördliche aber nicht, und nach neueren Nachrichten soll man sogar beabsichtigen, anstatt desselben grosse Drehscheiben vor der jetzigen Tunnelöffnung anzubringen, um auf ihnen die Eisenbahnzüge in die rechtwinklig zur Tunnelachse liegende Fortsetzung der Bahn zu wenden.

Tunnel
Profil.

Das Querprofil des ausgemauerten und geballasteten Tunnels hat auf der nördlichen Seite 6 m Höhe, die Breite im Niveau der Bahn beträgt 7 m; 2 m über dem Bahnniveau 8 m. Die Wölbung ist aus 3 Bögen von $10,1 \text{ m} \times 10,1 \text{ m}$ Radius zusammengesetzt. In der Mitte des Tunnels läuft eine 0,6 m breite 1 m hohe, später jedoch auf $1,2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ erweiterte gemauerte Rösche, in welcher div. Röhrenleitungen liegen, und welche ausserdem während der Bauzeit als Luftkanal, für alle Zeiten als Wassergraben dient. Bei einem Bruch diene sie zur Flucht der Arbeiter. Das Einbruchs- und Richtort hat gewöhnlich 3 m Höhe, 4 m Breite; diese Dimensionen waren aber 1865 in dem nördlichen Tunnelort eingeschränkt, (und sollen gegenwärtig auf 2 m Quadrat reducirt sein) um die in dem damals anstehenden festen Gestein verzögerte Längenauffahrung zu beschleunigen. Auf der *Bardonnécher* Seite sind die Dimensionen des fertigen Tunnels etwas grösser, die Wölbung auch aus mehren Bögen zusammengesetzt; die ursprüngliche Rösche hatte hier 0,75 m Tiefe und 0,8 m Breite, wurde aber auf $1 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ erweitert. In festerem Gebirge ist der Tunnel nicht verwölbt; auf der südl. Seite aber steht er durchweg in Mauerung. Zu *Modane* sind Widerlager und Gewölbe durchweg aus gehauenen Steinen, zu *Bardonnéche* nur auf eine Länge von cca 300 m vom Mundloch; weiter bestehen hier die Widerlager aus behauenen Steinen, das Gewölbe aber aus Ziegelsteinen.

Die zur Vollendung des Tunnels erforderliche Zeit hängt lediglich von der raschen Auffahrung des Richtortes ab, da man zum Nachreissen der Ulmen und Firste und zur Verwölbung des Tunnels nöthigenfalls an mehren Punkten gleich-

zeitig eine grosse Anzahl Arbeiter beschäftigen, und mithin diese Arbeiten beliebig beschleunigen kann, so weit das Richtort offen ist.

Geologische
Verhältnisse.

Verfolgt man von *Bardonnèche* nach *Modane* den Alpenpfad, welcher erst am östlichen Gehänge der *Merdovine* dann am westlichen des *Chatelardbaches* hinlaufend, den Gebirgsrücken in einem breiten scharfen Sattel unter der *Punta di Frejus* übersteigt, und sodann das *Corneveauthal* entlang vorbei *Rionda* zieht, so geht man ziemlich parallel mit der Tunnellinie, entfernt sich nirgends mehr als höchstens 1000 bis 2000 Schritte von derselben, und überschreitet sie schliesslich bei *Les Aysards*, oberhalb *Fourneau*. An den kahlen, von Schluchten zerrissenen, hier und da mit Schneeflecken drapirten Bergwänden ist ein zusammenhängendes Profil von Schichten entblösst, welche gegen Nordwest einfallen. Der Fallwinkel, welcher bei *Bardonnèche* 12 bis 15° beträgt, (nemlich in der vertikalen Tunnellebene, welche schief zur Fallebene steht) wird steiler und steiler je weiter nördlich man kommt. In der Nähe von *Charmais*, nördlich vom Gebirgskamm, scheint eine Hauptverwerfung vorzuliegen. Auf *Sismonda's* Carta geologica di Savoja, Piemonte e Liguria (1862) ist dieses ganze Distrikt als metamorfosirtes jurassisches Terrain bezeichnet; die Ingenieure zu *Fourneau* aber rechneten wenigstens das Territorium nördlich von der erwähnten Verwerfung zur Kreideformation, wie dies auch mit den Anthracitlagern geschieht, welche bei *St. Michel*, etwa 10 kilometer westlich von *Fourneau*, in eben solchen Schiefen und Sandsteinen abgebaut werden, wie sie im nördlichen Tunnelort anstehen.

Die verschiedenen Bergarten, welche man von *Bardonnèche* bis *Fourneau* mit dem Tunnel überquert sind:

1. Kalkiger Thonschiefer.
2. Massive Kalksteine, welche scharfe Gebirgszacken bilden.
3. Quarz mit Gips und Anhydrit, geht über in
4. Quarzit.
5. Grauwackensandsteine *) mit Schiefer- und Anthracitlagern. Ausserdem traf ich an einigen Punkten des südlichen Alpenabhanges nahe westlich vom Tunnelprofil ein grobes, Nagelfluheähnliches Conglomerat, welches aber nur superficial und untergeordnet aufzutreten schien.

Der Schiefer, (N:o 1) hat eine schwarzgraue Farbe, fühlt sich etwas fettig an, und besteht aus unebenen gewundenen Lamellen einer Phyllitsubstanz, welche selten Glimmerblättchen einschliesst. Zwischen den Schieferlamellen liegen Linsenförmige bis 6" dicke Platten von Quarz, Braunspath, und namentlich Kalkspath. Diese Linsen sind meist kompakt und krystallinisch, ausnahmsweise drusig durch hübsche Braunspathkrystalle. Zahllose Adern von Quarz und Kalkspath durchsetzen ausserdem die ganze Masse der Bergart, in welcher quantitativ der kohlen-saure Kalk vorherrschen dürfte, weshalb sie auch von den Geologen des *Mt. Cenis* "Calschiste", genannt wird. Diese Bergart zerfällt in Folge talkiger Ablösungen leicht in scharfe, glänzende keilförmige Linsen.

*) Der Name "Grauwacke" hat hier eine ausschliesslich petrographische Bedeutung.

Der Kalk N:o 2) gleicht theils dem gewöhnlichen sg. Alpenkalk, theils ist er oolithisch; gegen die folgende Zone hin nimmt er Gips auf. Die Zone von quarzigem Anhydrit und Gips, welche im Tage auf den Kalk folgt, erscheint als das an der Oberfläche verwitterte Ausgehende des in der Tiefe anstehenden kompakten Quarzites (N:o 4). Dieser ist in dem nördlichen Tunnelort als eine massive, ungeschichtete, wenig zerklüftete Bergart von graulich- und bläulichweisser Farbe überfahren worden. Merkwürdig ist dieser Quarzit durch porphyrisch eingewachsene zahlreiche krystallinische Körner farblosen Anhydrites. Im Tage erscheint der Quarzit theils von weisser Farbe und kompakt, theils graubraun, dem s.g. "Eisenstein" der *Schweitzer* Geologen zu vergleichen, theils ist er durch Auswitterung des Anhydrites zellulös geworden, und an solchen Stellen wo der Anhydrit in der Quarzmasse vorherrscht, erscheint die Bergart im Tage als eine kieselreiche Mischung von Gips und Anhydrit (N:o 3). Auf den Quarzit folgen Anthracitschiefer. Diese Bergarten werden von den Geologen des *Mt. Cenis* als micaschistes, talschistes, anthracite superieur und anthracite inferieur bezeichnet. In der Nähe des Quarzites herrschen Schiefer mit Anthracitlagern, weiter nördlich hingegen Grauwackensandstein und Quarzkonglomerate vor, auf welche endlich Schutt folgt. Die Grauwacken bestehen aus feineren und gröberen Quarzfragmenten, welche durch Quarz als Bindemittel zu einer fast homogenen körnig splittrigen Bergart von dunkelgrauer Farbe verwachsen sind. In die Masse dieser Bergart gehen dünne graulichweisse Glimmerblättchen, dunkel graugrün gefärbte Fläsen eines Protoginartigen Mineral, und kleine Splittern von Anthracit und Anthracitschiefer ein. Quarzadern durchschwärmen das Gestein, welches in dicke Bänke abgesondert ist. In den Schiefen tritt der Quarzgehalt zurück, und das schon erwähnte Protoginartige, fettig anzufühlende Mineral wird vorherrschend. Dieses ist aber lokal mit Anthracit so impregnirt, dass die kohlschwarze abfärbende Bergart mit glänzendem Hauptbruch Grafitschiefer ähnelt. In diesem Schiefer (Anthracitschiefer genannt) sind oft Adern und Körner von Kalk und Quarz, seltener Schwefelkies krystalle (namentlich in einer 6 à 7^m dicken Bank 600^m vom nördlichen Stollenmundloch) eingestreut, und hie und da umschliert er konkordant liegende, bis 1' mächtige Schichten von Anthracit. Auch kleine Gänge von Bleiglanz und Kupferglanz, sowie Körner von Eisenglanz hat man in dem Schiefer angetroffen. Betrachtet man einzelne Handstufen von einigen der aufgezählten Bergarten, so könnte man in Versuchung gerathen, dieselben eher zum s.g. Uebergangs- und Urgebirge, als zu Kreide- oder Jurabildungen zu zählen. Denselben Eindruck machen auch die Thonschiefer, Glimmerschiefer, Quarzite und graugrünen Quarzschiefer, welchen man an der grossen Heeresstrasse von *Lanslebourg* nach *Susa* über den eigentlichen *Mt. Cenis pass*, 25 kilometer NO. von der Tunnellinie, begegnet. Aus den Lagerungsverhältnissen und den Schichtenwechseln an der Bergoberfläche hatte man geschlossen, dass die Mächtigkeit der kalkigen Thonschiefer (N:o 1) in der Tunnellinie 7000 bis 8000^m oder 61,2 % der zu durchfahrenden Länge, die des Kalksteines (N:o 2) 2000 bis 3000^m oder 20,4 %, jene des Quarzites (N:o 3 und 4) 400 bis 600^m oder 4,1 %

die Mächtigkeit der anthracitführenden Sandsteine, Conglomerate und Schiefer (N:o 5) 1500 bis 2000 m oder 14,3 % der Tunnellänge betragen werde. Mit diesen Annahmen stimmen die bisher durch die Auffahrung erzielten Resultate im allgemeinen überein. Den Quarzit traf man etwas später als erwartet war, möglicherweise in Folge der oben erwähnten Verwerfung; seine Mächtigkeit war aber gleichzeitig geringer, als man vermuthete. Das südliche Tunnelort ist ununterbrochen in dem Kalkthonschiefer verblieben, welcher aber in Folge ungleichen Quarz- oder Kalkhaltes sich bald härter bald milder erwies. Mit dem nördlichen Ort durchfuhr man erst cca. 35 m Schutt, hierauf 1800 bis 1900 m Sandsteine, Conglomerate, Grauwacken, Schiefer (mit Schwefelkies); sodann 200 m schwarze Schiefer mit Anthracitlagern, und traf 2094 m vom Mundloch den Quarzit, welcher 381 m anhielt; nach ihm folgte schiefriger Kalk und sodann massiver Kalk, in welchem man gegenwärtig hält.

Mit Hinsicht auf Gewinnbarkeit sind nach gewöhnl. bergmännischen Begriffen die geolog. Verhältnisse im südlichen Tunnelort fast schwieriger, als im nördlichen. Die bei Bardonnèche schwebend in den Einbruch fallenden Schichten liegen so ungünstig wie möglich namentlich für die Wirkung der Ulmenlöcher; und die wechselnden milden und festen Straten von Schiefer, Kalk und Quarz erschweren das Abbohren von Löchern, welche unter sehr spitzigen Winkeln diese Straten durchschneiden. Die geschichteten Bergarten zu *Modane* waren hingegen für den Schussfall günstig gelagert, homogen und keineswegs aussergewöhnlich schwer zu bohren. Man avancirte hier auch rascher als zu *Bardonnèche*, bis man den 13 Juni 1865 den unter N:o 4 erwähnten Quarzit anhielt. Ein an Bohren in festem Gebirge gewohnter Häuer wird diesen Quarzit keineswegs übertrieben schwer gebohrt finden; da er aber beim Schiessen nicht in grosse Blöcke spaltet, sondern in kleine Wände bricht, so wirkten tiefe Löcher nicht, und die seichten machten öfteres Besetzen und Schiessen, d. i. Unterbrechung; der Bohrarbeit nöthig, woraus das langsame Fortschreiten der Arbeit in diesem Quarzit zum Theil erklärt wird.

Ventilation.

Die Wetterhaltung des *Mt. Cenis tunnels* hat (während der Bauzeit) Schwierigkeiten zu bekämpfen, wegen der Ansteigung der Tunnelörter, wegen der grossen Länge derselben (ohne Lichtlöcher), wegen der hohen Anzahl von Menschen, die gleichzeitig vor Ort beschäftigt sind, und wegen der Menge Pulver, welche dasselbst explodirt; endlich und hauptsächlich wegen der hohen Temperatur, die inmitten des Tunnels zu befürchten ist.

Der höchste Punkt des Bergrückens liegt (in der vertikalen Tunnellebene) cca 2949 m über der Tunnelsohle. Nimmt man für diesen Punkt eine mittlere Jahres Temperatur von -5° an, und eine Temperaturzunahme von 1° auf 31,5 m Tiefe, so ist inmitten des Tunnels eine Temperatur von $46,5^{\circ}$ zu erwarten. Diese Hitze wird durch den Aufenthalt der Menschen, das Brennen der Lichter, und die Explosion des Pulvers vermehrt, durch die Dilatation der aus den Bohrmaschinen tretenden Luft und durch die Verdampfung des Bohr- u. a. Wassers hingegen herabge-

setzt; um den Aufenthalt erträglich zu machen ist aber eine bedeutende Menge kalter Luft vor den Ortstoss zu führen.

Nach *Devillez* (p. 61) war im Jahr 1861 die Temperatur im südlichen Tunnelort cca 20°, oder ebensohoch als gegen Abend vor dem Mundloch im Schatten; zu jener Zeit hatte man cca 800^m aufgefahren und 460^m Berg über sich; als ich im August 1865 das südliche damals 2800^m lange Tunnelort befuhr, hatte die Luft, während alle Bohrmaschinen im Gange waren, vor Ort, 640^m unter Tage, eine Temperatur von cca 25°. Im nördlichen Tunnelort hatte man damals bei 2200^m Tunnellänge 700^m Berg über sich; die Temperatur war nach Angabe des begleitenden Ingenieurs 20 bis 29°, im Mittel 24°. Vom Mundloch bis zu 1200^m Ortslänge, entsprechend 423^m Saigerteufe, war hier die Temperatur successive 14° gestiegen*), hatte sich aber in den folgenden 1000^m zwischen 20 und 29° erhalten; die komprimierte Luft hatte im Ort eine 2° höhere Temperatur als die Grubenluft (im August). Nach *Someiller* (Traforo delle Alpi p. 58) wurden im Jahr 1863 täglich 23400 kubikmeter Luft von atmosphärischer Spannung in das südliche Tunnelort ergossen, oder cca 1/4 km pr. Sekunde, wobei ohne andere Hilfsmittel die Wetter frisch waren**).

Im Jahre 1865 hatte man zu *Bardonnèche* den Tunnel auf seine ganze fertig gewölbte Länge durch einen hölzernen Scheider in 2 Kanäle getheilt, deren oberer, für die ausziehenden Wetter bestimmt, mit einem Wetterschlot vor dem Mundloch kommuizirte; und schon früher benutzte man hier die Rösche in Verbindung mit einem saugenden Ventilator zur Wetterhaltung. Vor Ort waren (während des Bohrens) die Wetter ausgezeichnet, halbwegs vom Mundloch war die Luft dick und neblig, aber nicht beschwerlich für die Lungen. Die vor Ort aus den Bohrmaschinen strömende Luft durchdringt das Richtort mit etwa 4 mal grösserer Geschwindigkeit als den fertigen Tunnel (dessen Area ungefähr 4 mal so gross ist, als die des Richtortes), in welchem die Temperatur gleichzeitig so viel niedriger ist, dass der vor Ort erzeugte Wasserdampf zu Nebel condensirt. Dieser mit Pulverrauch vermischte Wasserdunst stagnirte in der halben Tunnellänge; wo Diffusion mit von aussen eindringender Luft nicht mehr statt hatte. Ein natürlicher Wetterzug von aussen nach innen durch die untere Tunnelhälfte, und von innen nach aussen durch die obere, war dadurch verzögert, dass die von den Bohrmaschinen kommende Luft vorwärts und zum Theil in die untere Tunnelhälfte (also dem Luftstrom von aussen entgegen) gedrängt wurde. Wie gesagt, waren hier jedoch die Wetter im ganzen gut, wenigstens während des Bohrens. Nach dem Wegthun der Sprenglöcher aber ist der Qualm drückend, da man kom-

*) Da die mittlere Jahrestemperatur vor dem nördl. Mundloch + 5,50 sein dürfte, so stieg also die Temperatur vom Mundloch bis zu 1200^m Tunnellänge auf $14 + 5,5 = 19,50$

**) Einen sehr empfindlichen Beweis für gute Grubenwetter führt S. p. 58 an: — non ne fu per niente incomodata la graziosissima principessa *Maria Pia di Savoia*, la quale, visitando i lavori mentre la perforazione era in piena attività, si trattene buon pezzo di tempo nell' imo fondo della galleria attorno all' affusto e in mezzo alle perforatrici.

primierte Luft sparen will, und nur so viel aus der Röhrlleitung direkt und ohne Arbeitsleistung in den Tunnel strömen lässt, als erforderlich ist um Erstickungen vorzubeugen. Man war übrigens in jener Zeit zu *Bardonnèche* mit dem Aufsetzen mehrerer neuer Luftkompressionsmaschinen beschäftigt.

Bei einem Querschnitt des Richtortes von 9 Quadratmeter und einer Länge von 150 m, würde das oben angegebene Luftvolumen von 23400 km. genügen, um die Luft im Richtort täglich 17 mal zu erneuern. *Devillez* (p. 60 f.) hält jedoch mit Hinsicht auf die vielen (cca 40) gleichzeitig im Hünnelort beschäftigten Arbeiter und ihre Lichter (30 bis 40), und mit Hinsicht auf die Nothwendigkeit eines raschen und reichlichen Luftwechsels nach erfolgter Sprengung, für nothwendig, dass man pr Sekunde 3 bis 4 km Luft atmosphärischer Spannung vor das Tunnelort führt. Es würde absurd sein, dies Luftquantum unter 6 Atmosphären Druck in den Tunnel zu pressen, da hiezu nach *Devillez* Berechnung 1386 Pferdekräfte erforderlich wären. *Devillez* meint, dass man die Tunnelrösche als Luftleitung benutzen sollte, und berechnet, dass zum Transport von 4 km Luft auf 6000 m Länge durch diese Rösche von 0,8 Quadratmeter Area ein konstanter Luftdruck von 0,547 m Wasser beizubehalten sei, wozu 29,17 Pferdekräfte erforderlich sind. Hierzu kommen 0,75 Pferdekräfte, um 4 km Luft aus atmosphärischer Spannung in die, einem Wassersäulendruck von 0,547 m, entsprechende zu versetzen; im Ganzen wären also 29,92 Pferdekräfte zur Ventilation genügend, welcher Kraftbedarf bequem dem *Rochemollebach* entnommen werden kann. Für den Effekt der Ventilation ist es übrigens ziemlich gleichgültig, ob die erwähnten 4 km Luft in den Tunnel geblasen, oder aus diesem gesaugt werden.

Die Wetterhaltung des nördlichen Tunnelortes ist wegen der grossen Ansteigung von 1:0,0222 viel schwieriger als die des südlichen. Da gleichzeitig die Höhe des nördlichen Tunnelortes (vor der Verwölbung) nur cca 8 m beträgt, so kann nach der gewönl. Regel in einer Entfernung von $\frac{1,000}{0,0222} \times 8 = 360^m$ vom Mundloch eine natürliche Wetterlosung durch von aussen einströmende Luft nicht mehr stattfinden, weshalb man hier ausschliesslich auf künstliche Wetterhaltung angewiesen ist. Dies hat man auch im ursprüngl. Plan für den Tunnelbau berücksichtigt, und *Someiller* erwähnt (*Traforo delle Alpi* p. 70), dass man beabsichtige (1863), vom Fluss *Charmair* nach dem nördl. Tunnelmundloch einen Kanal für wenigstens 200 Liter in der Sekunde zu führen, und den so bereiteten 70 m hohen Wasserfall zum Betrieb einer Wettersaugmaschine zu verwenden. Als Kraftmaschine sollte eine Wassersäulenmaschine (una machina rotatoria a colonna), als Arbeitsmaschine ein Harzer Wettersatz von ungewöhnlichen Dimensionen (questi stantufi — di forma speciale — si muoveranno in due masse d'acqua di volume invariabile, racchiuso in due camere, e le innalzeranno alternamente in due colonne sovrapposte, e comunicanti col canale di aspirazione) angewendet werden, um die verdorbene Luft durch die obre Hälfte des durch Wetterscheider getheilten Tunnels wegzuführen, während frische Luft theils durch die untere Hälfte von aussen frei eindringen kann, theils aus den Bohrmaschinen (so lange diese arbeiten) in das Richtort tritt. *Someiller* berechnet, dass bei dieser kombinierten

Wetterhaltung täglich 900000 k:m Luft atm. Druckes durch den Tunnel circuliren sollen, also pr Sekunde über 10 k:m. Im August 1865 waren im Richtort des damals 2200^m langen nördlichen Tunnelortes die Wetter gut, nemlich so lungo die Bohrmaschinen arbeiteten; im übrigen herrschte dagegen ein dicker Qualm, welcher namentlich halbwegs vom Mundloch schwül, beschwerlich für die Brust und so intensiv war, dass man ein an gestrecktem Arm vorgehaltenes gewöhnliches Grubenlicht gerade noch sah. Es saugten da schon 2 Ventilatoren unter 15^{mm} Druck die verdorbene Luft aus der Mitte des nördlichen Tunnels, und man war mit der Einrichtung neuer Saugapparate beschäftigt; ich kann jedoch nicht sagen ob nach dem oben angedeuteten Plan. Man sollte meinen, dass ein weites Bohrloch, zur rechten Zeit oberhalb *Notre Dame de Charmais* angesetzt, für den Betrieb des nördlichen Tunnelortes von grossem Nutzen gewesen sein würde, indem dasselbe jedenfalls eine bessere, und wahrscheinlich billigere Wetterlösung bewirkt hätte, als nun alle Maschinen. Ein 370^m tiefes Bohrloch niederzubringen, ist heutigen Tages keine ungewöhnliche Aufgabe.

Die Geschwindigkeit v , mit welcher die Luft durch einen Schornstein strömt, ist annähernd: $v = 0,045 \sqrt{(t'-t)h}$, in welcher Formel h die Höhe der Esse, t' die Temperatur in derselben, t die Temperatur der äusseren Luft bezeichnet. Im vorliegenden Fall ist $v = 0,045 \sqrt{(t'-t) \times 370} = 8,657 \sqrt{t'-t}$. Hätte das Bohrloch 0,5^m Durchmesser, oder 0,197 q:m Area, so müsste, wenn pr Sekunde 4 k:m Luft abziehen sollen, die Geschwindigkeit v der Luft in dem Bohrloch $\frac{4}{0,197} = 20,305$ ^m betragen, die Temperaturdifferenz der äusseren und inneren Luft also $t' - t = \left(\frac{20,305}{8,657}\right)^2 = 5\frac{1}{2}^\circ$ sein. Während des Herbstes, Winters und Frühlings aber ist die Temperaturdifferenz (die Temperatur der Tunnelluft zu 25° angenommen) eine viel grössere als 5 $\frac{1}{2}$, der Wetterwechsel würde also viel lebhafter werden als 4 k:m pr Sekunde; und wenn die Temperatur im Tunnel unter dem *Punte di Frejus* wirklich auf 40° bis 50° steigen sollte, so würde selbst in den heissesten Sommertagen mehr als 4 k:m Luft pr Sek. durch den Tunnel und das Bohrloch streichen.

Die vorstehende Berechnung dürfte auch genügen, um alle Zweifel über das Eintreffen eines natürlichen lebhaften Luftwechsels durch den fertigen Tunnel zu heben; der Höhenunterschied von 132 $\frac{1}{2}$ ^m zwischen beiden Mundlöchern, die Differenz der Temperatur am südlichen und nördlichen Fuss der Alpenkette, endlich der Unterschied der Temperatur im Inneren des Tunnels und vor dessen Mündung, worden jederzeit einen starken von Norden nach Süden gerichteten Luftzug durch den fertigen Tunnel veranlassen.

So weit der Tunnel fertig gewölbt ist, wird er mit Gas beleuchtet; in den Richtörter etc. aber benützt man theils Gas, theils gewöhnliche Grubenlichter.

Hilfsbau-
ten und
Luftkom-
pression.

Nachdem der Tunnelbau beschlossen war, begann man — gleichzeitig mit den geodätischen Operationen — die Vorbereitungen für den Bau. Das kleine Alpendorf *Bardonnèche* liegt cca 12 Kilometer WNW von *Oulx*, dem

nächsten Ort an der grossen eisenstrasse von *Susa* nach *Strançon* über den *Mt. Genèvre*. Der Vicinalweg von *Oula* nach *Bardonnèche* wurde reparirt und umgelegt und neue Brücken auf selbigem errichtet. Da man in *Bardonnèche* nicht alle Arbeiter (über 1000) unterbringen konnte, so baute man im *Rochemollethal* eine Arbeiter-Caserne mit 96 Zimmern. Ferner Beamtenwohnungen und Comptoir; Magazine Kleinschmieden u. a. Werkstätten; eine mechanische Werkstätte, deren Maschinen und 12 Schmiedefener von einer 12-pferdigen Turbine bedient werden; Ziegelei mit Wasserleitung und Öfen; Verbindungswege zwischen dem Tunnel und den Werkstätten; weiter solid gemauerte Gebäude für die Luftkompressionsmaschinen; und endlich einen über 3 kilometer langen gemauerten, theils überwölbten und theils mit Steinen gedeckten Canal, welcher das Wasser des Flüsschens *Mezzet* von *Les Arnoux* durch das Dorf *Bardonnèche* über die *Merdovine* nach der Anlage führt. Dieser, im Mittel 1,2^m breite, Canal kann pr Sekunde 1,5 km Wasser liefern. Er endet 20^m über einem Reservoir, aus welchem das Wasser in die Wasserschulenkompresionsmaschinen mit 26^m Fall tritt. Die ganze disponible Naturkraft ist mithin $\frac{46 \times 1500}{75} = 920$

Pferdekräfte, die den Wasserschulenkompresionsmaschinen zugute kommender $\frac{26 \times 1500}{75} = 520$ Pskr. Da die Alpenflüsse während der Schneeschmelze schlammig sind, und da der regelmässige Gang der Luftkompressionsmaschinen durch zwischen die Ventile gerathene fremde Körper öfters beeinträchtigt worden war, so legte man im Jahre 1861 nahe bei *Bardonnèche* ($\frac{2}{3}$ der Canallänge) einen grossen Schlammteich an, in welchen der Canal sich ergiesst. Durch verlegbare Geflechte tritt das geklärte Wasser aus dem Teich in die Fortsetzung des Canales.

Unabhängig von diesem Canal wurde am Bergabhang, 50^m über den Wasserschulenkompresionsmaschinen, ein 400 km langes gemauertes, überwölbtes und 1^m hoch mit Erde überdecktes Reservoir hergestellt, aus welchem 2 Röhren das Wasser nach den Luftkesseln führen. Die Bestimmung dieser Wasserleitung ist, den Luftdruck in den Kesseln beständig auf $\frac{50}{10,31} = 4,85$ Atmosphären zu erhalten.

Da die Wasserschulenkompresionsmaschinen der *Mt. Ceniz* ihrer Construction und Wirkungsweise nach allgemein bekannt sind, und da fast alle technischen Journale Zeichnungen derselben mitgetheilt haben (die richtigsten nach *Trafors delle Alpi* etc und *Des travaux de Percement du tunnel dans les Alpes* etc), so wollen wir hier selbige ebensowenig ausführlich beschreiben, als wir im folgenden andere, zum Betrieb von Hohermaschinen angewendete Luftpumpen zu beschreiben gedenken, und nur einige betreffende Ziffern, ferner die über diese Maschinen gewonnenen Erfahrungen und die Ursachen mittheilen, weshalb sie am *Mt. Ceniz* übergeben wurden. Beiläufig mag doch erwähnt werden, dass von Seiten *Piatti's* und *Caligny's* Reklamationen gegen *Somailer* u. Genossen wegen Priorität der Erfindung erhoben worden sind, worüber näheres in einigen der oben mitgetheilten Schriften zu erse-

hen ist; ein Resumé des Zwistes enthält The Practical Mechanics Journal 1865, Juni (p. 65 f.) und 1866, Januar (p. 311). *Platti* gedachte weniger an Luftkompression durch die lebende Kraft einer bewegten Wassersäule, als vielmehr an die Anwendung *hydrostatischen* Druckes zur Zusammenpressung von in inem Gefäss eingeschlossener Luft, *) eine Idee welche für Lokale, wo hinreichend hohe Wasserfälle zu disponiren sind nicht zu verwerfen ist, für welche aber *Hero* die Priorität in Anspruch nehmen möchte. Diese Idee ist übrigens schon 1753 zu *Schemnitz* durch den Kunstmeister *Höll* zur praktischen Ausführung gebracht worden, in Form einer Wasserkunst, „Luftmaschine,“ genannt, welche im *Amalienschacht* täglich 9120 bis 10944 Eimer Wasser 16 Klafter hoch auf die *Dreifaltigkeitsstollenssole* hob *). Aus der Beschreibung und Zeichnung der *Höll'schen* Maschine in *Delius's*: „Anleitung zu der Bergbaukunst, Wien 1773, p. 389 S. geht noch hervor, dass bei ihr neben dem hydrostatischen Druck auch die *lebende Kraft* des in den Luftbehälter stürzenden Wassers zur Luftkompression wirksam sein *musste*, wodurch sie zugleich eine Vorgängerin von *Someliers'* compresseur a colonne d'eau wird. Andre Ahnen haben letztere ferner nach in *Mongolfier's* hydraulischem Widder, und in *de Calignys* bezüglichen Apparaten, aber ihre *Konstruktion* und *Anordnung* ist neu, und die Erfindung von *Somellier* und Genossen, denn ob zwischen dieser Luftkompressionsmaschine und einer den 13 März 1854 für das Königreich *Hannover* patentirten (Beschreibung und Abbildung in Dingl. Pol. Journal Band 149, p. 164) anderer Zusammenhang existirt als *zufällige höchst merkwürdige* Uebereinstimmung nach Princip und Anordnung, kann ich nicht erörtern, glaube es aber nicht.

Die Wassersäulenkompressionsmaschinen arbeiten unter einem Fall von 26 m, konsumiren bei jedem Schlag 1,223 km Wasser, machen pr Minute 2 bis 3 Schläge. Das Einfallrohr hat 0,62 m innere Weite, ist aber um das Einflussventil herum auf 1,190 m ausgebaucht; die Öffnungen des Einfluss- und Abflussventiles sind fast so gross wie die Area des Einflussrohres, von cca 48 m Länge. Die Höhe der Luftkammer ist 4,05 m; der Fassungsraum des Reservoirs 17 km, der Ueberdruck in demselben wird (durch die Röhre vom obren Wasserbassin) ständig auf 4,85 Atmosphären erhalten; unmittelbar nach erfolgtem Wasserstoss steigt aber dieser Ueberdruck in der Luftkammer auf *wenigstens* 6 Atmosphären, zu Folge der Erwärmung der Luft. Nach der Formel, welche die Hn. *Somellier Grandis* und *Grattoni* ihren Berechnungen zu Grunde gelegt haben, besitzt die bei jedem Stoss zusammengepresste Luft (*nemlich bei 6 Atm. Ueberdruck*) ein Arbeitsvermögen von 24582 kilgrmtr, die auf jeden Stoss verwendete Arbeit des Kraftwassers ist dagegen 31798 kilgrmtr, mithin der *Effekt* des Apparates 0,77. Hierbei sind jedoch alle Bewegungs- u. a. Hindernisse unberücksichtigt gelassen, und eine Luftspannung in Rechnung gezogen worden, welche nur momentan stattfindet.

*) Auf der letzten *Pariser* Ausstellung befand sich in der russischen Abtheilung das Modell einer nach diesem Princip konstruirten Luftkompressions- oder Wasserhebungsmaschine, von *Zaronbino* in *Petersburg*.

**) Der *Höll'schen* Luftmaschine sehr ähnlich ist auch *Hagens* Wasserhaltungsmaschine

Führt man anstatt 6 Atm. Ueberdruck den im Luftkessel herrschenden von 4,85 Atm. ein, so reducirt sich der Effekt sofort auf cca 70 %.

Devillez (Des travaux de percement etc p. 17) berechnet, dass bei jedem Schlag 1,298 k:m Luft mit einem gleichgrossen Wasseraufwand von 5 Atm. Ueberdruck komprimirt wird, und findet so den Effekt der Maschine $\frac{24031}{33748} = 0,712$, giebt je-

doch zugleich die Gründe an, warum in Wirklichkeit dieser Effekt *nicht* erreicht werden kann. Diese sind hauptsächlich: Erhitzung der Luft während der Kompression, wozu eine gewisse Menge Kraft konsumirt wird, welche durch das nachmalige Erkalten der Luft (wobei ihre Spannung kleiner, z. B. 5 Atm. wird) verloren geht; Nothwendigkeit, die Wasserventile nicht völlig dicht schliessen zu lassen, wodurch in der Zeit zwischen 2 Schlägen eine gewisse Menge Wasser unbenutzt durch den Apparat läuft; die kleine Öffnung im Gehäuse des Einlassventiles, durch welche, um Verchlammung des letzteren und Stössen vorzukommen, *ununterbrochen* ein dünner Wasserstrahl fliesst; die Schwierigkeit, die Geschwindigkeit des einströmenden Wassers so zu reguliren, dass bei jedem Schlag die Luftkammer bis zum Ventil für die ausströmende Luft mit Wasser gefüllt wird. Ist nemlich diese Füllung nicht vollständig, so verbleibt in der Luftkammer nach dem Schlag eine entsprechende Menge *komprimirter* Luft, welche beim Öffnen des Wasserabflussventiles eine grössere Menge Wasser aus der Luftkammer und Einflussröhre presst, als dem Volum der Luftkammer entspricht, hierdurch entstehen mit Wasserverlust verknüpfte Störungen, und ebensolche finden statt, wenn Wasser aus der Luftkammer in das Luftreservoir überfliessen sollte. Endlich ist zur Ueberwindung der Bewegungshindernisse des Wasser in den Röhren und Ventilen, sowie zu der Bewegung der Ventile eine gewisse mech. Arbeit erforderlich.

Mit $2\frac{1}{2}$ Schlägen giebt (bei Zugrundelegung von *Devillez'* Ziffern) ein Apparat in der Minute 0,541 k:m auf cca 5 Atm. Ueberdruck komprimirte Luft, und bedarf dazu *mindestens* 18,75 Pferdekräfte (pr. Sekunde).

Eine sehr gründliche Abhandlung über die Theorie der Widdermaschinen zu Luftkompression unter Berücksichtigung der veränderlichen Temperatur während der Zusammendrückung und Ausdehnung, lieferte *P. de St. Robert*, *Annales des Mines* 1863, tome 3, p. 281 f. Bei der Annahme eines Wasserfalles von 25 m; einer Luftkammer von 4,02 m Höhe (die nach *St. Roberts* Theorie gefundene Höhe 8,86 m der Luftkammer weicht nur 0,16 m von der am *Mt. Cenis* wirklich angewendeten ab), eines Aufschlagquantums von 1,214 k:m pr Spiel; eines Barometerstandes zu *Bardonnèche* von 8,85 m Wasser; eines Verhältnisses der Wärmekapazität der Luft unter konstantem Druck zu ihrer Wärmekapazität unter konstantem Volumen von 1,41; eines Werthes für die Beschleunigung der Schwere (zu *Bardonnèche*, 45° 5' nördl. Lat., 1350 m über dem Meer) von 9,803 m, sind nach *St. Robert* zur Darstellung eines Liters Luft von 6,65 *) Atmosphären Spannung 166,25 kilgrmtr. erforderlich.

*) Diese Pressung ist mit dem zu *Bardonnèche* herrschenden Atmosphärendruck = 650,7 mm Quecksilber gemessen; mit dem Atmosphärendruck am Meerespiegel gemessen, würde sie nur 8,85 Atm. betragen.

Ein Liter solcher Luft vermag aber durch Ausdehnung bis zu atmosphärischer Spannung 60,8 cgrmtr. zu verrichten, mithin ist der Nutzeffekt der in *Someiller's* Luftpumpe komprimirten Luft in der Arbeitsn. $\frac{60,8}{166,25} = 0,37$ der gegebenen Wasserkr.

Erfolgte die Ausdehnung unter konstanter Temperatur, so würde der Effekt unter obigen Annahmen 0,67 sein.

Der Kraftverlust durch Ueberwindung von Widerständen ist hierbei in Betracht gezogen, aber nicht solche Kraftverluste, welche durch Lecken der Ventile oder durch unregelmässiges Füllen der Luftkammer entstehen. Der Wirkungsgrad 0,37 wäre also mit den *Mt. Cenis* Wassersäulenluftpumpen nur im *günstigsten* Fall erreichbar, sofern die in den Arbeitsmaschinen sich ausdehnende Luft nicht von aussen Wärme aufnehmen könnte. Fände eine solche Wärmemittheilung von oder nach aussen nicht statt, so würde 10° warme Luft bei ihre Dilatation von 6,05 Atmosphären auf 1 Atmosphäre eine Temperatur von — 109,9° annehmen, und 10° warme Luft von atmosphärischer Spannung würde durch Zusammenpressung auf 6,65 Atmosphären eine Temperatur von + 217,9° erhalten.

Arbeitet eine Luftkompressionsmaschine mit 18,75 Natur-Pferdekraften (*Devillez*), so muss man also bereit sein, dass die mit der kompr. Luft betriebene Arbeitsmaschine nur $18,75 \times 0,37 = 6,94$ bis $18,75 \times 0,67 = 12,5$ Pferdekraft verrichten kann, *Verluste* durch Fortleitung der Luft, und durch Reibungs- u. a. Widerstände in der Arbeitsmaschine *ungerechnet*.

Im August 1865 waren zu *Bardonnèche* 10 Wassersäulenluftpumpen in 2 Gruppen aufgestellt; jede Gruppe stand durch ein eisernes Rohr mit dem Regulirungsbassin in Verbindung. Diese Maschinen waren im bestem Stand und konnten jeden Augenblick in Gang gesetzt werden, — arbeiteten aber nicht. *Someiller* beschreibt (*Traforo dello Alpi* p. 23 f.) die Schwierigkeiten, welche man anfänglich beim Betrieb der ersten 5 Compressionsmaschinen zu *Bardonnèche* zu überwinden hatte, und welche in Verstopfung der Ventile durch fremde Körper, Bersten von Röhren und Ventilen u. s. w. bestanden. Trotz vorgenommener Veränderungen und Verbesserungen, z. B. Anbringen von Filtern im Wasserkanal und von Sicherheitsventilen an den Röhren, scheint man nicht völlig Herr über diese Schwierigkeiten geworden zu sein. Aus dem oben mitgetheilten geht hervor, dass diese Apparate sehr launisch sind, und dass ihr regelmässiger Gang durch ganz zufällige Umstände gehindert werden kann. Verengerungen der Einflussöffnungen im ersten Ventil haben Veränderungen der Geschwindigkeit des einströmenden Wassers zu Folge, und diese bedingen unvollkommene Füllung oder Ueberfüllung der Luftkammer mit Wasser, Stösse und Kraftverluste. Ähnlich wirkt die grössere oder geringere Leichtigkeit, womit die Ventile sich öffnen und schliessen, und um einen einigermaßen sanften Gang herbeizuführen, liess man pr. Minute nur 2 bis 3 Spiele zu. Der Maschinenwärter zu *Bardonnèche* erzählte, dass die Compressionsmaschinen mit starken Stössen gearbeitet hätten, wodurch namentlich die Ventile oft zerschlagen wurden, und dass deshalb zahlreiche Reparaturen nöthig gewesen seien. Bei einem Unternehmen, wo so grosses Gewicht auf Zeitgewinn

gelegt wird, muss man Reparaturen aber mehr als gewöhnlich zuvorkommen suchen. Ausser den angedeuteten Uebelständen spricht gegen *allgemeinere* Anwendung dieser Apparate noch der bei unregelmässigem Gang eintreffende, gang regellose Effektverlust.

Die 10 *compressori a colonna d'acqua* standen da als Reservmaschinen; ihre Luftkessel aber dienten als Reservoirs für die in regelmässigem Gang befindlichen *Cylindergebläse*. 8 solche arbeiteten, mehre neue waren zwischen dem Canal und dem Speisereservoir für die Wassersäulenpumpen im Bau begriffen. Die Cylindergebläse sind nach *Somellier's* Ideen von *Kraft* zu *Seraing* konstruirt, daselbst gebaut und zur Prüfung der Bohrmaschinen während mehrer Jahre angewendet gewesen, ehe sie nach dem *Mt. Cenis* übergesiedelt wurden. (Ueberhaupt hat die Gesellschaft *Cockerill* fast alle beim *Mt. Cenis*tunnelbau angewendeten Maschinen geliefert.) Im Princip übereinstimmend, weichen die älteren und neueren Kolbenluftpumpen in ihrer Konstruktion etwas von einander ab. Zeichnungen derselben befinden sich u. a. in *Traforo delle Alpi etc., Les grandes industries etc., Des travaux de percement etc.* Dingl. Pol. Journal 1861 u. 1863, und in vielen anderen technischen Zeitschriften. Wir wollen uns jetzt nicht bei diesen Maschinen aufhalten, aber weiter unten einige Ziffern über die gleichartigen, zu *Modane* arbeitenden, mittheilen.

Das nördliche Tunnelmundloch liegt an der grossen Heeresstrasse über den *Mt. Cenis*, in einer nicht volkarmen Gegend, etwa 2 Kilometer in West-Süd-West von *Modane*, oberhalb des kleinen Dorfes *Fourneau*, welches sich in Folge des Baues die Strasse entlang merkbar entwickelt hat. Die Unterbringung und Unterhaltung des Arbeitspersonales ist hier allerdings leichter als zu *Bardonnèche*; immerhin aber waren auch hier ungefähr dieselben Hilfsbauten erforderlich wie dort. Da das nördliche Tunnelmundloch cca 100^m über dem Niveau der im Thal errichteten Werkstätten liegt, so stellte man zwischen beiden eine Communication durch eine 6½^m breite, mit doppeltem Schienengleis belegte schiefe Ebene von 1^m Steigung auf 2,23^m Basis her. Ein mit Brems versehener Wasseraufzug besorgt den Trafik auf dieser Bahn.

Nahel der Tunnelöffnung bildet zwar der *Torre del Charmais* bedeutende Fälle, da aber die Wassermenge dieses Alpenaches sehr veränderlich, und zu Zeiten zur Komprimirung einer hinreichenden Luftmenge zu gering ist, so benutzt man ihn nur zum Betriebe von saugenden Wettermaschinen (wovon weiter oben die Rede war). Ein regulirendes Bassin ist, westlich von *Fourneau*, am nördlichen Thalgehänge, 50^m über dem Niveau der Compressionswerkstätten angelegt. Die Betriebskraft zur Luftkompression entnimmt man dem im Thale strömenden Flusse *Arc*, welcher eine grosse Wassermenge führt, aber in der Nähe keine bedeutenden Fälle bildet. Diese lokalen Verhältnisse veranlassten die Anwendung von Wasserrädern zur Luftkompression. Durch einen den Fluss *Arc* entlang geführten 640^m langen Canal bereitete man 6 bis 6,2^m Fall, unter welchem Oberfallsräder arbeiten. Anfangs benutzte man auch hier Wassersäulen-

Luftpumpen, indem man in ein auf freiem Gerüst angebrachtes Reservoir Wasser pumpt, und letzteres 26^m tief in die Compressions Maschinen fallen liess. 4 Wasserräder pressten nemlich mittelst 8 Saug- und Druckpumpen in ein mit komprimirter Luft gefülltes Reservoir das Wasser, welches durch den Druck der Luft in das Speisebassin der Widdermaschinen getrieben wurde (*Devillez*). Man liess, um stets reines Wasser benutzen zu können, dasselbe Wasser kontinuierlich durch die Pumpen und Widdermaschinen cirkuliren, und ersetzte nur durch Verdunstung etc. entstandene Verluste mit neuem Wasser. Noch im Jahre 1865 sah ich zu *Modane* einige dieser Wassersäulenluftpumpen völlig montirt nebst ihrem Speisebassin; sie arbeiteten aber nicht. Diese Anordnung wird in *The Practical Mechanics Journal*, 1865, Maj p. 35 als "a most extraordinary example of hydrodynamics, and one that we should not have been prepared to find practised by men of their (*Someiller's* und *Grandis's*) undoubted ability" bezeichnet; *Someiller* giebt jedoch (*Trafo del d'Alpi* etc. p. 65 f.) die Gründe für diese Anordnung an, welche als "idea singolare", und als einen "circolo vizioso" enthaltend, verschrien worden sei. Diese Gründe sind in Kürze: dass man zu jener Zeit, da diese Einrichtungen getroffen wurden, keine andren praktisch anwendbaren Luftpumpen zur Erzeugung von 5 Atm. Ueberdruck gekannt habe, als die Wassersäulenkompressoren; dass man beabsichtigt habe, zum Betrieb der letzteren das Wasser des *Charmaixbaches* mit Benutzung direkten Falles anzuwenden; und dass man die Wasserpumpen nur hätte benutzen wollen, um auch bei unzureichendem Wasserzufluss vom *Charmaixbach* die Luftkompression in ununterbrochenem Gang zu halten. Betrieb der Luftkompressoren direkt vom *Charmaixbach* aus, scheint jedoch niemals stattgefunden zu haben.

Rechnet man den Kraftbedarf eines Wassersäulenkompressors bei direkter Benutzung des Wasserfalles wie oben = 18,75 Pferdekräften, den Wirkungsgrad der Oberfallräder = 0,75, den der Wasserpumpen gleichfalls = 0,75, so konsumirt ein Kompressor nach *Modanese*r Anordnung wenigstens $\frac{18,75}{0,75 \times 0,75}$ = 33,33 Pferdekräfte, durch welche die Arbeitsmaschine eine theoretische Leistungsfähigkeit von 6,94 bis 12,5 Pferdekräften erhalten könnte.

Selbst wenn der Betrieb der Widderpumpen nicht mit den Störungen verknüpft gewesen wäre, von denen weiter oben gehandelt wurde, musste eine Betrachtung dieser Ziffern die Einführung der Kolbenluftpumpen rechtfertigen, nachdem deren Tauglichkeit durch mehrjährige Versuche zu *Seraing* erwiesen worden war. 1865 arbeiteten zu *Fourneau* 12 Kolbenluftpumpen, von 6 Wasserrädern betrieben. Der Wasserfall beträgt in runder Zahl 6^m, der Aufschlag für jedes Rad 1^{km} pr. Sekunde, der Raddurchmesser 5,66^m, die Tiefe des Radkranzes 0,59^m, die Länge der Schaufeln 4,00^m. In der Mitte sind die Schaufeln gegen einander verspreizt; in den hölzernen Rädern befinden sich 2 eiserne Schwungringe von je 4,40^m Durchmesser, 0,35^m Tiefe, 0,16^m Breite. Zwei der Räder sind aus Holz, 4 aus Eisen gehaut. Jedes Rad disponirt 80 Naturpferdekräfte (die 6 Räder zusammengenommen also 480 Pferdekräfte), und macht pr. Minute 6 bis 8 Umdrehungen. Die

Waise an der als Krummzapfen dienenden Eisenscheibe ist verstellbar, so dass der Kolbenhub zwischen 1,10^m und 1,50^m variiren kann, gewöhnlich ist er 1,20^m. Die Excentricität radien der Krummzapfenscheiben stehen rechtwinklig zu einander; der Kolbendurchmesser beträgt 0,55 bis 0,57^m.

Devilles berechnet (Des travaux de percement p. 74 f.) den Wirkungsgrad zu 0,775, nach zu *Seraing* angestellten Versuchen mit einer Luftpumpe, welche andere Dimensionen als die *Mt. Cenis* Pumpe hatte, und auch in der Construction wenig abwich, bei einer Compression auf 4,5 Atm. Ueberdruck; glaubt aber, dass man am *Mt. Cenis* wenigstens 0,80 erreicht. Ist der Wirkungsgrad des Wasserrades 0,75, so bringt also die Luftpumpe $0,80 \times 0,75 = 0,60$ von der Naturkraft aus, und die von einem Rad komprimirte Luft kann höchstens $80 \times 0,60 = 48$ Pferdekkräfte verrichten, sofern die Ausdehnung unter konstanter Temperatur erfolgte, aber nur $\frac{80 \times 0,60 \times 0,37}{0,67} = 26,5$ Pferdekkräfte, wenn bei der Ausdehnung eine Wärmezuführung von aussen nicht stattfindet.

Nach *Conte* und *Les grandes industries etc.* p. 46 u. 47 ist der Wirkungsgrad einer *Modaneser* Masoline von 0,5^m Kolbendurchmesser und 1,20^m Hub, wenn die Compression auf 6 Atmosphären Ueberdruck getrieben wird (dieser Ueberdruck existirt doch nur momentan in der Pumpe, und nicht im Luftreservoir), bei 8 Umdrehungen des Wasserrades 0,78; die Luftpumpe bringt also $0,78 \times 0,75 = 0,585$ von der Naturkraft aus. Bei dieser Berechnung ist jedoch anstatt der Fallhöhe von 6^m die Höhe des Wasserrades von 5,6^m angewandt worden; korrigirt man unter Berücksichtigung dieses Umstandes die gefundene Ziffer, so wird der Wirkungsgrad nur $\frac{0,585 \times 5,6}{6} = 0,546$, und die zum Betrieb eines jeden Wasserrades verwendete Naturkraft kann in komprimirter Luft $80 \times 0,55 = 44$ Pferdekkräfte leisten, wenn die Ausdehnung letzterer unter konstanter Temperatur erfolgte, aber nur $\frac{80 \times 0,55 \times 0,37}{0,67} = 24,3$ Pferdekkräfte, wenn während der Ausdehnung Wärmezuführung von aussen nicht statt hat.

Bei 8 Radumgängen in der Minute geben beide Pumpen zusammen 1,632^{km} Luft von ca. 5 Atmosphären Ueberdruck, mithin liefert ein Wasserrad ungefähr $\frac{1,632}{0,541} = 3$ mal so viel Luft als eine Widderpumpe (bei 2½ Spielen in der Minute), und konsumirt gleichzeitig ungefähr $\frac{80}{18,76} = 4$ mal so viel Kraft (bei direkter Beaufschlagung der Widderpumpe), aber $\frac{80}{33,33} = 2,4$ mal so viel, bei Anwendung von Speisepumpen. In praktischer Beziehung verdienen die Kolbenluftpumpen unbedingt den Vorzug, desto mehr, als der scheinbar grössere Nutzeffekt der direkt gespeisten Wassersäulenkompressoren durch unvermeidliche Wasserverluste und Störungen in ihrem Gang jedenfalls sehr reduziert wird.

Die in den Kolbenpumpen zusammengepresste Luft wird zu *Modane* in 14 Reservoiren à 17^m Fassungsraum gefasst, welche theils den ausser Gebrauch gesetzten Widderpumpen angehören, theils für die Kolbenluftpumpen besonders hergerichtet worden sind.

Die Luft führt sein vertheiltes Wasser mit sich, welches man durch ein enges Loch in der Windleitung, nahe der Pumpe ausblasen liess. Es trat hervor als ein mit Wasserdampf gemengter Schaumstrahl von cca + 35° Temperatur.

Luftleitungen.

Die komprimirte Luft wird sowohl zu *Bardonnèche* als zu *Modane* durch 0,20^m weite, 0,010^m starke Gusseisenröhren von den Compressoren nach dem Tunnel, und in diesem weiter geführt. Von jedem Luftreservoir geht eine kurze kupferne Ansatzröhre nach einem 0,120^m weiten Verbindungsrohr, welches in der Haupt- röhre mündend, alle Windkessel unter sich und mit dem Hauptrohr kommunizieren lässt. Die einzelnen Röhren der Hauptleitung sind etwa 2^m lang und an den Kränzen miteinander verschraubt. Zur Dichtung wird zwischen je zwei Flantschen in die zu dem Zweck ausgedrehten halbcylindrischen Rinnen, ein etwa 10^{mm} dicker Kautschukring gelegt, und durch Anziehung der Schrauben festgepresst. Sowohl Luftreservoir als Luft- röhren sind innen getheert. Von den Luftkompressionswerkstätten bis zur Tunnelmündung liegen die Röhrenleitungen frei auf gemauerten Pfeilern, auf eine Länge von 857^m zu *Bardonnèche*, von cca 1500^m zu *Modane*. Bei dieser grossen Länge und den vorkommenden bedeutenden Temperaturdifferenzen findet eine merkbare Contraction und Dilatation statt, welcher man durch Dilatationsmuffe mit Lederdichtung entgegen arbeitet. Anstatt solcher wendete man früher über die zu verbindenden Röhrenenden gestülpte Kautschukmuffe an, welche aber öfters sprangen, obwohl sie in einer Eisenkapsel sass. Zwischen je zwei Dilatationsmuffen ist die Röhrentour an einem Punkt fest verankert, ausserdem aber liegt sie aus eisernen Walzen verschiebbar auf den Pfeilern. Da der mit der Luft fortgeführte Wasserdunst bei grosser Kälte in den Röhren zu Schnee gefror, welcher Stopfungen veranlasste, so hatte man unter der Luftleitung hie und da Kohlenpfannen aufgehängt. Im Tunnel, liegen die Röhrenleitungen ohne Dilatationsmuffe auf seitlich eingemauerten Eisenstützen. Jedes einzelne Rohrstück besitzt einen kurzen, angegossenen Ansatz, welchen man nöthigenfalls durchbohren kann um eine Seitenröhre anzubringen.

So weit der Tunnel fertig ist, hat man doppelte Luftleitungen, von denen die eine in ständigem Brauch ist, die andere als Reserve dient, namentlich um Aufenthälten bei der Bohrarbeit während Verlängerung der Röhrentouren vorzubeugen. Früher schloss man die cca 75^m lange, 50 bis 55^{mm} weite, mit einem starken Gewebe überzogene Kautschukröhre unmittelbar an die Hauptleitung an, und führte sie den Ortstoss entlang bis zu dem Bohrmaschinenwagen. 1865 lagen zu *Modane* die Röhrenleitungen (von da an wo die Verwölbung endete) in der Tunnelrösche bis zum Anfang des Richtortes; hier giengen 2 Röhren von etwa 50^{mm} Weite von den Haupt- röhren ab und an den Ortstössen hin bis zum Wagen, zwischen welchem und den Eisenröhren die Verbindung durch Kautschuk- schlangen hergestellt war.

Die Luftreservoirs und Hauptleitungen sind so dicht, dass die gefüllten Reservoirs zu *Bardonnèche* nach 24 Stunden nur $\frac{1}{3,000}$ der in ihnen enthaltenen komprimierten Luft verloren hatten. Die in einer Hauptleitung eingeschlossene Luft verlor während 12 Stunden nur $\frac{1}{8}$ Atmosphäre Druck. Im Jahre 1865 nahm man an, dass die Luft durch *Bewegungshindernisse* in den damals 3600 bis 3700^m langen Leitungen $\frac{1}{10}$ Atmosphäre Spannung einbüsse.

Nach den zu *St. Pierre d'Arrens* von der ital. Prüfungskommission angestellten Versuchen verliert Luft, welche unter anfänglich 5 Atm. Ueberdruck mit einer Geschwindigkeit von 1^m pr. Sekunde durch eine 0,20^m weite Röhre fliesst, für je 1000^m zurückgelegten Weg cca 50 kilogr. Druck pr. Quadratmeter (8^{mm} Quecksilbersäule). Nach einem Versuch, welchen *Devillez* zu *Bardonnèche* anstellte, war gleichzeitig die Spannung in den Reservoirs 4,703 Atm, und in dem Luftbehälter auf dem Wagen dicht hinter 8 in Gang befindlichen Bohrmaschinen, cca 1700^m von den Compressoren, 4,10 Atm. Da pr. Minute cca 2^m Luft ausflossen, so war die Geschwindigkeit in der Hauptröhre 1,06^m. *Devillez* zeigt, dass *d'Arbuisson's* Formel für den Druckverlust, welchen wenig gespannte Luft bei ihrer Bewegung durch Röhren erleidet*), auch für stark gespannte Luft anwendbar ist. Nach dieser Formel verlor unter den angedeuteten Verhältnissen die Luft auf ihrem Weg durch die 1624,42^m lange Hauptleitung von 0,2^m Weite, eine Spannung, gemessen durch 0,006^m Quecksilber; also pr. Kilometer 0,0037^m.

Man nahm 1865 an, dass die Bohrmaschinen (3600 à 3700^m von den Reservoirs) mit Luft von 4,6 Atm. Ueberdruck arbeiteten.

Bei der Ausführung des *Mt. Cenis* tunnels musste man in erster Hand darauf hinarbeiten, in möglichst kurzer Zeit zum Ziel zu kommen. Vor Anlage der Bergbahn über den *Mt. Cenis* wurde die gleichnamige Heeresstrasse jährlich von 40000 Reisenden und 20000 Tonnen Waaren trafikirt; der Trafik durch den Tunnel, welcher die direkte Eisenbahnverbindung zwischen ganz *Italien* und *Frankreich* herstellt, lässt sich jedoch nach diesen Ziffern nicht im entferntesten berechnen; allonfalls wird er so bedeutend, dass auch ungewöhnlich hohe Baukosten des Tunnels in verhältnissmässig kurzer Zeit amortirt sein müssen. Ein grosser Theil der Güter, welche nun über den *Simplon*, *Gothard* und andere Alpenpässe von oder nach *Italien* den Weg finden, werden die *Mt. Cenis* bahn benutzen, bis eine oder mehre der projektirten schweizerischen Alpenbahnen zu Stände gekommen sind; man musste also bemüht sein, letzteren so viel wie möglich mit der *Mt. Cenis* bahn zuvorzukommen.

Vertheilung
der Bau-
kosten.

Das Uebereinkommen (bei Abtretung von *Savoyen*) zwischen *Italien* und *Frankreich*, nach welchem letzterer Staat an den Kosten des *Mt. Cenis* tunnels

*) *Anm.* Diese Formel ist $A = \frac{42 \cdot H \cdot D^5}{L \cdot d^4 + 42 D^5}$, wobei H den Druck am Anfang der Röhreitung, h jenen am Ende derselben (beide durch die Höhe einer Quecksilbersäule ausgedrückt), L die Länge der Leitung, D ihren Diameter, d den Diameter den konischen Ausflussmündung bezeichnet.

Thoil nimmt, ist so getroffen, dass *Italien* durch Abkürzung der Bauzeit einen namhaften direkten Gewinn erzielt. *Italien* hat (auch nach Abtretung *Savoyen's*) allein den Tunnelbau in der Hand. Die Baukosten sind auf 65000000 frs veranschlagt, wozu die Eisenbahn *Victor Emanuel* mit 20000000 beiträgt; von letzterer Summe kommen 13000000 *Italien*, und 7000000 *Frankreich* zu gute. *Frankreich's* Beitrag ist 19000000 frs, sofern die Arbeit binnen 25 Jahren vom 1 Jan. 1862 gerechnet, fertig ist. *Ausserdem* erlegt *Frankreich* für jedes Jahr, um welches die Arbeitszeit (von 25 Jahren) abgekürzt wird, eine Prämie von 500000 frs; und eine Prämie von 600000 fr. für jedes ersparte Jahr, wenn man binnen kürzerer Zeit als 15 Jahren fertig wird. Diese Summen werden nach Vollendung des Baues ausgezahlt; inzwischen 5 procentige Zinsen proportionell den gemachten Fortschritten. Jedes Jahr sollen *wenigstens* 250^m aufgeföhren werden; ist der Bau 1887 nicht vollendet, so verfallen die Ansprüche *Italiens* auf die französischen Beiträge.

Wird (wie wahrscheinlich) der Tunnel in 10 Jahren fertig, so bezahlt *Frankreich* im ganzen 31180000 fr.; hiezu kommt der ital. Antheil an der Subvention der Eisenbahn *Victor Emanuel*, 13000000 frs; so dass der italienische Staat nur 65000000—31180000—13000000 = 20820000 frs zu bezahlen hat.

Ich habe diese Verhältnisse hier beröhrt, weil sie erklärlich machen, warum es vortheilhaft sein kann am *Mt. Cenis* mit den Bohrmaschinen 2 bis 3mal so theuer zu arbeiten als auf gewöhnliche Weise, sofern man mit ersteren gleichzeitig 2 mal so rasch zum Ziele kommt.

Bartlett. Die folgenden Mittheilungen über *Bartlett's* Bohrmaschine sind hauptsächlich Pl. II. fig 1 The Practical Mechanics Journal, 1865 Juni & Juli entlehnt, ebenso die Zeichnungen, von denen nur fig. 4 Dingl. Pol. Journal 1856, Bnd 141, nach Repertory of Patent Inventions Juni 1856 p. 457 entnommen ist. bis 7.

Im April 1854 vollendete *Bartlett*, Ingenieur der Eisenbahn *Victor Emanuel*, die Werkszeichnungen seiner Maschine, welche in England gebaut, im Juni desselben Jahres zu *Brighton* gegen *Aberdeen* granit versucht, im December nach *Chambery* geschickt wurde, und welche daselbst namentlich im Jahr 1855 in Gegenwart *Cavour's*, *Paléocap's*, *Menabré's*, *S meiller's*, *Grandi's*, *Grattoni's* arbeitete. Bei diesen Versuchen wurde Dampf als Betriebskraft angewendet; Patente erhielt *Bartlett* den 30 Juni 1855 für das Königreich *Sardinien*; für England den 23 Aug. 1855 und 22 Febr. 1856.

Den 24 Maj 1856 bekam *Bartlett* von der ital Regierung den Auftrag, zwei seiner Maschinen zur Disposition der Commission zu stellen, welche zu *St. Pierre d'Aréna* mit Prüfung der zur Durchbohrung des *Mt. Cenis* vorgeschlagenen verschiedenen Apparate beschäftigt war; schon im December desselben Jahres, namentlich aber im März und April 1857 fanden an genanntem Ort die sehr befriedigenden Experimente statt, bei welchen komprimirte Luft als Triebkraft wirkte.

Trotz des günstigen Urtheils der Commission (vom 18 April 1857) über *Bartlett's* Bohrmaschine, wurde dieselbe *nicht* unverändert für den Tunnelbau acceptirt, sondern eine *nahe verwandte*, inzwischen von *Somerville* konstruirte, von welcher weiter unten. Die Insinuationen, welche unsere englische Quelle in Folge dieses Beschlusses gegen *Somerville* und Genossen, sowie namentlich gegen General *Menabrea*, Mitglied der Prüfungskommission, schleudert; die Beschuldigung, dass *Bartlett* weder für seine Erfindung noch für seine Auslagen irgend welchen Ersatz von der ital. Regierung erhalten habe etc., mag ich nicht wiedergeben.

Bartlett's Bohrmaschine besteht aus zwei Cylindermaschinen, von denen die Konstruktion. eine, durch Dampf oder komprimirte Luft bewegte, 1:o die zum Betrieb der anderen erforderliche Luft komprimirt, 2:o den Bohrer setzt, 3:o den ganzen Apparat während der Vertiefung des Bohrloches vorwärts schiebt, 4:o Wasser in das Bohrloch spritzt; während die andere dem Bohrer die erforderliche Stosseschwindigkeit mittheilt. Beide Maschinen (fig. 1 Plan, fig. 3 Längenaufriß) liegen auf dem Rahmen (19), welcher auf der Unterlage (17) (mit den zwischenliegenden Rollon (20)) durch die Schraubenspindel (23) hin- und her bewegt werden kann. Die Unterlage (17) trägt eine Achse (18), auf welche man, behufs leichter Translocirung des ganzen Apparates, Räder stecken kann. Die hintere Maschine ist wie eine gewöhnliche Dampfmaschine eingerichtet, mit dem Treibecylinder (1), der Kurbelachse (2), dem Schwungrad (3), dem Excentrik (4) zur Dampfvertheilung im Treibecylinder. Durch ein zweites Excentrik (5) wird die Pumpstange einer kleinen Wasserpumpe bewegt, welche durch das Rohr (26) einen Wasserstrahl in das Bohrloch wirft. Ferner trägt die Kurbelachse (ausserhalb des Lagers) zwei kleine Excentriks, durch welche alternirend die 2 Sperrklinken (25) gegen die Zähne des Schaltrades (24) gestossen werden. Die dadurch erzeugte rotirende Bewegung des Schaltrades wird durch ein paar konische Zahnräder der Schraubenspindel (23) mitgetheilt. Von dem Maschinenrahmen (19) gehen die zwei Arme (21) abwärts, und umfassen mittelst Mutterschrauben die Spindel (23). Es ist nun leicht einzusehen, wie die umgehende Schraube ohne Ende (23) den Maschinenrahmen (während des Ganges der hintereu Maschine) vorwärts schiebt. Nach *Bartlett's* erster Specifikation griffen die Sperrklinken (25) (fig. 4) in die Zähne des Schaltrades (24); ein auf dessen Achse sitzendes kleines Treiberad (26) fasste die Zähne des Getriebes (27), welches das Zahnrad (28) trug; dieses letztere griff endlich die Zähne der an der Unterlage (17) fest-sitzenden Zahnstange (23), und schob den ganzen Maschinenrahmen auf der Unterlage fort. Dieser Mechanismus bewirkte das Vorwärtsschieben der Bohrmaschine begreiflicherweise viel langsamer als der erstbeschriebene. Endlich trägt die Kurbelachse (2) (fig. 1 u. 2) noch das konische Zahnrad (6), welches durch die mit den Zahnrädern (7) und (9) armirte Achse (8) dem Bohrer eine rotirende Bewegung mittheilt. Der vordere beidorseitig offene Cylinder (12) enthält einen Kolben (14) mit der Kolbenstange (15), welche den Bohrer trägt. Die Kolbenstange geht durch das Zahnrad (10) unbehindert hin und her, wird aber (vermöge einer Nutt und Splint, oder vermöge prismatischer Form) gleichzeitig von

ihm gedreht, indem das schon erwähnte Treiberad (9) in seine Zähne greift. Das Treiberad (9) ist *fast* halb so gross, als das Getriebe (10), dreht also bei einem Umgang die Kolbenstange (15) und den an ihr sitzenden Bohrer ein *wenig mehr* oder *weniger* als $\frac{1}{2}$, ebenso bei der folgenden Umdrehung, so dass die Bohrer-schneide auf einen anderen Durchmesser des Bohrloches trifft. Hat z. B. das Treiberad (9) 7 Zähne, das Getriebe (10) hingegen 12, so macht der Bohrer bei jedem Umgang der Achse (8) $\frac{7}{12}$ Drehung, und seine Setzung beträgt $\frac{7-6}{12} = \frac{1}{12}$ der Bohrlochperiferie.

Die hin und hergehende Bewegung des Bohrers wird dadurch hervorgebracht, dass im Cylinder (12) ein zweiter, vom Kolben (14) unabhängiger, an der aus dem Cylinder (1) hervorstehenden Kolbenstange (11) sitzender Kolben (13) sich bewegt. Geht der Kolben (13) vorwärts, so komprimirt er die zwischen ihm und dem Kolben (14) befindliche Luft, bis deren Spannung so gross geworden ist, dass letzterer Kolben samt dem an ihm befestigten Bohrer vorwärts geschleudert wird. Hat er das von einer Spiralfeder niedergedrückte Kegelventil (16) (fig. 2) passirt, so entweicht durch dieses ein Theil der komprimirten Luft, beim Rückgang des Kolbens (13) entsteht im Cylinder (12) ein luftverdünnter Raum, in welchen der Kolben (14) durch den Atmosphärendruck geschoben wird, bis der Kolben (13) die Öffnung (unter der Ziffer 13) passirt hat, durch welche Luft in den Cylinder strömt, so dass der Bohrerkolben (14) zum Stillestehen kommt. Beim Vorwärtsgen des Kolbens, (13) wird sodann die Luft zwischen beiden Kolben wieder komprimirt, der vordere vorwärts geworfen u. s. f. Durch die seitliche Öffnung (13) im Cylinder wird übrigens nicht nur die bei jedem Spiel durch das Ventil (16) entweichende Luft ersetzt, sondern auch die wegen Undichtheit der Kolben fortgehende, so dass das Luftvolumen zwischen den beiden Kolben sich beibehalten kann.

Eine sehr wesentliche Eigenschaft dieser Bohrmaschine (welcher wir doch bei vielen anderen wiederbegegnen) ist die Anwendung einer besonderen Cylindermaschine zum Umsteuern, Setzen und Vorwärtsschieben der eigentlichen Arbeitsmaschine. Eigenthümlich ist die Applikation eines Luftkissens zwischen den Kolben in dem Cylinder (12), wodurch die Dauerhaftigkeit des Apparates sehr vermehrt wird, obwohl sein Gewicht und sein Kraftbedarf bei der gewählten Construction durch dieses Luftpolster wächst. Lobenswerth ist ferner die Einrichtung, dass sich beim Setzen des Bohrers nur *ein* Kolben zu drehen braucht; unzweckmässig aber erscheint es, dass man bei jeder Setzung den Bohrer und Kolben *fast* einen halben Umgang machen lässt, während die dadurch *erzielte* Setzung nur einen kleinen Bogen beträgt. Endlich ist das automatische Vorwärtsschieben des ganzen Apparates *nur* von der Maschine, aber gar nicht von dem Grad des Eindringens des Bohrers, d. i. von der Festigkeit des Gesteines abhängig, und lässt deshalb zu wünschen übrig. Zu rasches Vorwärtsschieben kann allerdings durch zeitweiliges Auslösen der Sperrhaken (25) unschädlich gemacht werden, zu langsames hingegen wird stets zu Folge haben, dass der Bohrer weniger kräftig

stößt, d. h. weniger rasch arbeitet, als der Gesteinsfestigkeit entspricht. Uebrigens erscheint die ganze Construction dauerhaft, wenn auch schwer.

Ueber die mechan. Verhältnisse, namentlich den Kraftbedarf dieser Maschine Leistung kann ich nichts näheres mittheilen, da ich die exakten Maasse derselben nicht kenne. Sie arbeitete zu *St. Pierre d'Arena* mit $4\frac{3}{4}$ Atm. Ueberdruck im Luftreservoir, 500^m von der Maschine, und machte pr Minute 258 bis 276 Spiele. Zu *Chamtery* erzielte man 1855 mit derselben folgende Resultate:

Bergart.	Durchmesser des Bohrkopfes.	In 1 Minute erreichter Bohrausschlag.
Kalkstein	0,060 "	0,057 "
"	0,060	0,073
"	0,075	0,090
Glimmerschiefer	0,060	0,0504

Komparative Versuche vor der Prüfungskommission zu *St. Pierre d'Arena* im März 1857 ergaben:

Bergart.	Durchmesser des Bohrkopfes.	In 1 Minnte erreichter Bohrausschlag.		
		Maschinenbohren.	Ein männliches Faustelbohren.	Zweimännisches Faustelbohren
Kalkstein	0,050 "	0,0714 "	0,0023 "	0,0044 "
Sienit	0,040	0,0820	—	0,0070
Sandstein	0,040	0,1030	0,0060	—
Gips	0,040	0,2740	0,0048	0,0070

wonach die Maschine im Mittel 42,7 mal so rasch als ein Häuer bei einmännischem Bohren, und 38,6 mal so rasch als ein solcher bei zweimännischem Bohren arbeitete; und zwar am besten in mildem Gestein.

Bartlett lieferte auch die Principzeichnung zu einem als Support für 4 Bohrmaschinen dienenden Wagen aus Schmiedeeisen, welcher in fig. 5 bis 7 skizziert ist. In die beiden offenen Seitenwände des Wagens sind vorne die gezahnten Stangen (5) eingelegt, an welchen die Querbalken (2) durch Auspreizen der Riegel (4) in beliebiger Höhe aufgelegt werden können. Die Hebung und Senkung (nach Ausziehen der Riegel) dieser Querarme erfolgt durch Drehung der mit ihnen parallel verbundenen Achse (1), indem die kleinen auf dieser Achse sitzenden Zahnrädchen in entsprechend gezahnte Stangen am Vordertheil des Wagens greifen. Die Bohrmaschinen sind je an dem vorderen und hinteren Querbalken auf besonderen Stühlen (3,6) gelagert.

Es wurde schon erwähnt, dass die Prüfungskommission, welche über die Versuche mit *Bartlett's* Maschine zu *St. Pierre d'Arena* ein sehr günstiges Urtheil fällte, gleichzeitig die ebenfalls zu *St. Pierre d'Arena* versuchte Maschine *Someller's* zur Anwendung beim Bau des *Mt. Cenis tunnels* empfahl. Die Behauptung in *The Practical Mechanic's Journal*, dass *Someller's* Maschine gleichzeitig mit *Bartlett's* nicht zu *St. Pierre d'Arena* gearbeitet habe, indem sie beim ersten Schlag

Pl. II. Fig. 5
bis 7.

Someller
Pl. II. fig. 8
bis 14. Pl. III

arbeitsunfähig geworden sei, scheint also auf einem Irrthum zu beruhen. Den 25 Juni 1857 erhielt *Somailer* für seine erste Bohrmaschine (fig. 11, 12 nach *Rziha*) Patent.

Auf dem eisernen Schlitten K, K ist die gesammte Maschinerie verschiebbar, durch Drehung der endlosen Schraube n, n, oder durch Drehung eines diese Schraubenspindel umschliessenden, mit der Maschinerie gekoppelten Muttermuffes N. Die eigentliche Bohrmaschine enthält zunächst einen Cylinder, welcher durch das Rohr Y mit komprimirter Luft gespeist wird, und in welchem sich der Differenzialkolben F hin und her bewegt; dieser trägt die Bohrstange I. Die seitliche Röhre d d hält den Raum zwischen dem Kolben und vorderen Cylinderdeckel stets mit komprimirter Luft gefüllt; der Schieber H hingegen lässt bei seinem Hin- und Hergang bald komprimirte Luft durch den Canal a hinter den Kolben treten, welchen Falles derselbe vorwärts geschoben wird, bald stellt er durch den Kanal b eine Communication zwischen dem Cylinder (hinter dem Treibekolben) und der äusseren Luft her, welchen Falles die im vorderen Theil des Cylinders befindl. komprimirte Luft den Kolben rückwärts treibt. Die Bewegung des Steuerschiebers wird von einer besonderen, auf dem Hauptcylinder liegenden Hilfsmaschine A, A, B verrichtet. Diese besteht (wahrscheinlich um ein Schwungrad zu ersparen) aus 2 doppeltwirkenden Cylindern, A, A deren Kolbenstangen die in Winkel stehenden Krummzapfen der Welle B, B drehen. Ausser den Excentriks b, b mit den Excentrikstangen b', b', welche die Umsteuerung der durch die Röhren x, x mit Luft gespeisten Cylinder A, A besorgen, trägt die Welle B, B die Excentrikscheibe D, von welcher die zum Umsteuern der Hauptmaschine, die zum Setzen des Bohrers und die zum Vorwärtsschieben der gesammten Maschinerie erforderliche Bewegung ausgeht. Die an der einen Seite des Excentrikgürtels befestigte Stange d setzt durch einen Winkelhebel den Luftvertheilungsschieber H H' der Hauptmaschine in eine auf- und niedergehende Bewegung. Die an der anderen Seite des Excentrikgürtels D angeschlossene Stange ertheilt der Welle o durch den Hebelarm f eine oscillirende Bewegung. Diese wird zunächst benutzt, um durch den auf der Welle o befestigten Hebelarm g die Stosstange l gegen die Zähne des Schaltrades L zu führen, und dadurch das Kegelrad M ruckweise zu drehen. Dies Kegelrad aber greift in ein gleichgrosses auf der Bohrstange I, I sitzendes, welches nicht an der hin- und hergehenden Bewegung der Bohrstange theilnimmt, dieser aber seine drehende Bewegung mittheilt. Bei jeder Umdrehung des Excentriks D, d. h. bei jedem Rückschub des Bohrers wird dieser also um einen kleinen Bogen, ungefähr entsprechend einer Zahntheilung der Kegelräder M, d. i. $\frac{1}{22}$ der Kreisperiferie, gesetzt. Ein anderer an der Welle o sitzender Hebelarm n schiebt bei jeder Oscillation durch die Stange m das mit dem Kegelrad N auf gemeinsamer Achse sitzende Schaltrad um einen Zahn vorwärts, wodurch auch das blind auf der Schraubenspindel n umgehende Kegelrad N ruckweise gedreht wird. Vor dem Kegelrad N liegt um die Schraube herum eine Mutter M', welche durch den Koppelring R mit dem Kegelrad verbunden werden kann. Sobald diese Verbindung hergestellt ist, folgt der Muttermuff der Drehung des Kegelrades, und bewegt sich samt der gesammten Maschinerie auf dem Schlitten K, K

vorwärts. Dies Vorwärtsschieben aber muss von dem Tieferwerden des Bohrloches, d. i., unter sonst gleichen Umständen, von der Festigkeit des Gesteines abhängig sein.

Der Hub des Kolbens F ist etwas veränderlich, so dass sich das Bohrloch auch bei *feststehender* Maschine um ein *gewisses Maass* vertiefen lässt. Nun ist an der Bohrstange I der Halsring T festgeklemmt, welcher, sobald das Bohrloch so tief geworden ist, dass weitere Stösse der stillestehenden Maschine unwirksam werden, durch ein Hebelwerk den Schraubenmuff M' mit dem Kegelrad N kuppelt, so dass die Maschinerie vorwärts gleitet. Zwischen dem Schraubenmuff M' und dem Kuppelring R liegt nemlich eine Spiralfeder, welche die Kuppelpinnen in das Kegelrad treibt, so fern nicht die in die Zähne der sägenartig ausgeschnittenen Stange r gefällte Spreitze R die Feder zurückhält, und so die Kuppelung hindert. Sobald aber das Loch so weit vertieft ist, dass der an der Bohrstange I sitzende Halsring T die Drückelscheibe des mit der Spreitze R verbundenen Hebels s treffen kann, wird die Spreitze ausgelöst, die Kuppelung zwischen dem Schraubenmuff und dem ständig umgehenden Kegelrad N hergestellt, und die Maschinerie vorwärts geschraubt, bis die Spreitze R in einem folgenden Zahn der Stange r sich festsetzt und durch allmähliges Zurückschieben der Spiralfeder die Kuppelung löst. Dann steht die Maschinerie wieder stille. der Schub des Kolbens F nimmt mehr und mehr zu, je tiefer das Bohrloch wird, bis endlich der Halsring T wieder den Hebel s berührt, und dieser die Kuppelung zwischen dem Schraubenmuff und dem Kegelrad herstellt, wonach die Maschine um einen Zahn der Stange r vorwärts geschraubt wird.

Die eben beschriebene Einrichtung durch welche *Someiller's* Maschine, in *gleichem Maasse als das Loch tiefer wird*, sich automatisch vorwärts bewegt, ist *neu*, und weder an *Bartlett's* noch an anderen gleichzeitigen Perkussionsmaschinen zu finden; gegenwärtig hat man doch andre viel einfachere Anordnungen zur Erreichung desselben Zweckes. Der Leser wird im übrigen selbst leicht die Analogieen zwischen den beiden fraglichen Apparaten auffinden; solche sind doch weniger in der Identität der Konstruktion einzelner Theile zu suchen, als vielmehr in der Anwendung gleicher Principien zur Befriedigung gewisser an die Maschinen zu stellender Forderungen. *Bartlett's* Freunde haben die Luftpolster, welche bei *Someiller's* Maschine den veränderlichen Kolbenlauf begrenzen, als Imitation einer entsprechenden Anordnung an *Bartlett's* Maschine, sehr hervorgehoben — jedenfalls doch mit Unrecht, da diese Polster weder *Bartlett's* noch *Someillet's*, sondern *Cavé's* Erfindung sind. Obwohl *Someiller* beim Setzen des Bohrers den Hauptkolben dreht, so ist sein betreffl. Arrangement doch besser, als *Bartlett's*, indem er den Kolben *nicht mehr* dreht, als um den Setzungswinkel, und indem die Setzung durch einen momentanen Ruck während des *Rücklaufes* des Kolbens erfolgt, anstatt durch eine gleichförmige Drehung während des *ganzen Spieles*. Uebrigens ist *Someiller's* beschriebene Maschine komplizirter als *Bartlett's*, und — nach den Abbildungen letzterer zu urtheilen — weniger dauerhaft. Da gleichzeitig mit *Bartlett's* mehrere andere *völlig selbstständige* Bohrmaschinen auftauchten, so scheint es absurd, dem

genialen *Soneiller* (und seinen Genossen) die Fähigkeit, auch eine solche zu erin-
nen, absprechen zu wollen; in der Entwicklungsgeschichte der *Mt. Cenis* bohr-
maschinen aber müssen *Soneiller's* Maschinen als kultivierte Herkömmlinge von
Bartlett's aufgefasst werden.

Diese erste Bohrmaschine *Soneiller's* ist beim Tunnelbau nicht in Anwendung
gekommen. Ihr Erfinder sagt selbst (*Trafoiro delle Alpi* etc p. 42), dass sie theils
an Konstruktionsfehlern gelitten, und theils übermässig starke Stösse gegeben habe.

Vor der Prüfungskommission sind mit derselben folgende Resultate erzielt
worden (umgerechnet nach *Rzihä* p. 163).

In Sienit bei 258 bis 276 Spielen 0,029^m Bohrausschlag pr Minute, Mittel aus
3 Versuchen.

In Kalkschiefer bei 260 bis 270 Spielen 0,045^m Bohrausschlag pr Minute,
Mittel aus 6 Versuchen.

In Serpentin-schiefer bei 260 bis 270 Spielen 0,066^m Bohrausschlag pr Minute,
Mittel aus 3 Versuchen.

In Sandstein bei 260 bis 270 Spielen 0,174^m Bohrausschlag pr Minute, Mittel
aus 2 Versuchen.

In Gips bei 260 bis 270 Spielen 0,261^m Bohrausschlag pr Minute, Mittel aus
2 Versuchen.

Neuere
Konstruk-
tion. Pl. II.
Fig. 8 bis 10.

Als man im Jahr 1861 die Bohrmaschinenarbeit zu *Bardonnèche* begann, wen-
dete man Maschinen an, welche in der *Hauptsache* mit den in Fig 8 bis 10 ab-
gebildeten übereinstimmten, an welchen aber zahlreiche Veränderungen, namentlich
hinsichtlich der (anfängs zu kleinen) wirksamen Kolbenfläche, sowie der Setzungs-
und Vorwärtsschiebungsmechanismen vorgenommen werden mussten, ehe man bei
der (hier nach *Trafoiro delle Alpi* etc) abgebildeten Konstruktion stehen blieb.

Auf dem Gleitrahmen K, K, zusammengesetzt aus 2 etwa 0,030^m starken und
0,050^m hohen, in 0,090^m lichtem Abstand gegen einander verstrehten Eisenbarren,
liegt die Hilfsmaschine A, B, C, V *fest*, ebenso die Lager der 4-kantigen Welle
D; die Perkussionsmaschine I—M hingegen, mit allen an ihr hängenden losen Thei-
len, ist 0,8^m auf dem Rahmen verschiebbar. Die Hilfsmaschine gleicht einer gewöhn-
lichen kleinen Dampfmaschine, mit dem Cylinder A, dem Einflussrohr X, dem
Steuerkasten α , der Kolbenstange B, der Excentrik (Steuer-) stange b; sie setzt
die Welle des Schwungrades V in Rotation. Durch die Kegelräder C, C wird
diese Rotation der über der Perkussionsmaschine liegenden 4-kantigen Achse D
mitgetheilt.

Der wesentlichste Theil der Perkussionsmaschine ist der Cylinder G, welcher
theils durch 4 angegossene Flants, oen (auf der Zeichnung nicht sichtbar) auf dem
Gleitrahmen theils durch ein Halslager an der Welle D geführt wird. Dieser
Cylinder enthält den Differenzialkolben F, welcher vorne die Bohrerstange I trägt.
Gegen die Vorderseite dieses Kolbens drückt ständig die in dem Steuerkasten α
enthaltene komprimierte Luft, und schiebt den Kolben zurück, sofern nicht auch
auf die hintere Fläche desselben komprimierte Luft wirkt. Indem man alternirend
durch den Kanal a komprim. Luft hinter den Kolben führt, oder durch den Kanal b die

hinter dem Kolben befindliche Luft entfernt, verstezt man den Kolben in eine hin- und hergehende Bewegung. Diese Vertheilung der Luft wird durch den Muschelschieber H bewirkt. Derselbe (sitzt an der starken Schieberstange H'; die im Steuerkasten befindliche komprimirte Luft drückt auf die Area dieser Stange, und schiebt sie (und mit ihr den Schieber) von links nach rechts, in die auf der Zeichnung angedeutete Stellung, bei welcher Luftzutritt durch den Kanal a stattfindet, d. h. der Kolben F vorwärts geschoben wird. Das Umsteuern des Kolbens erfolgt dadurch, dass das mit der Welle D rotirende Steigrad E während eines ganzen Umganges den Steuerschieber je einmal zurückpresst, so dass der Kanal b mit der Ausflussöffnung b in Kommunikation tritt (wobei gleichzeitig der Kanal a durch den Schieber gedeckt ist), und die hinter dem Kolben befindl. komprimirte Luft ausströmt. Das Steigrad E ist durch eine Halsgabel so mit der Perkussionsmaschine verbunden, dass es seine Stellung zu letzterer nicht ändern kann, obwohl es auf der Achse D gleitet, wenn die Perkussionsmaschine verschoben wird.

Während seines Rücklaufes erhält der Kolben $\frac{1}{18}$ Drehung (nach *Devillez* $\frac{1}{14}$ bis $\frac{1}{16}$, nach *Les grandes industries etc* $\frac{1}{16}$), durch die in sein inneres (nicht luftdicht) ragende 4-kantige Stange Q, welche im Cylinderdeckel luftdicht drehbar, hinter dem Cylinder hervorsteht. Ausser anderen Theilen sitzt auf ihr das 18 zahnige Schaltrad M; in die Zähne desselben greift die Stosstange L, welche von dem Gürtel eines mit dem Steigrad E zusammenhängenden, und mit diesem durch die Welle D gedrehten Excentriks, hin und her geschoben wird. Bei jedem Umgang der Welle D wird während des Rücklaufes des Kolbens das Schaltrad M um einen Zahn vorwärts geschoben, und die Stange Q, mit ihr der Kolben F, und also auch der Bohrer, um $\frac{1}{16}$ der Kreisperiferie gedreht.

Während der Vertiefung des Bohrloches wird der Kolbenhub grösser und grösser, bis zuletzt (wenigstens bei langsamer Umsteuerung) das vordere Kolbenende die Kommunikation zwischen dem Cylinder und Steuerkasten sperren würde, wonach eine weitere Vertiefung des Bohrloches nicht mehr stattfände. Ehe aber der Kolben diese äusserste Hubgränze erreichen kann, wird die gesammte Bohrmaschinerie automatisch auf dem Gleitrahmen vorwärts geschoben. Zu dem Ende liegt hinter dem Cylinder, auf der aus ihm hervorstehenden Stange Q der Muff N, dessen äussere Schraubengänge in die Zähne n, n auf der inneren Seite der Gleitbarren K eingreifen. Dieser Muff wird in Drehung versetzt, und dadurch die Bohrmaschine auf dem Gleitrahmen vorwärts geschoben, sobald der Muff mit dem (wegen Setzung des Bohrers) ständig umgehenden Schaltrad M (M' auf fig 8) gekuppelt wird. Diese Kuppelung sucht die um die Trommel O gelegte Spiralfeder P zu bewirken, durch Einpressen eines Blattes in den Schraubenmuff, durch welches dieser mit dem Schaltrad verbunden wird. Die Feder aber wird durch die Stange R zurückgehalten, welche sich vorne mit Klauen in die am untern Ende des Gleitrahmens befindlichen Zähne spreitzt, und hinten mit einer Gabel den Hals der Federtrommel umfasst; erst wenn man die Klauen auslöst, kann die Stange (welche durch unter dem Cylinder befindl. Ohren geführt wird) durch die

Spiralfeder vorwärts geschoben, und gleichzeitig die Kuppelung zwischen dem Schraubenmuff N und dem Schaltrad M hergestellt werden, so dass sich ersterer mit letzterem dreht, und die gesammte verschiebbare Maschinerie vorwärts schraubt. Diese Bewegung aber soll periodisch stattfinden, und nicht eher beginnen, als bis bei der Vertiefung des Bohrloches der Kolben fast die Grenze seines vorgeschriebenen Hubes erreicht hat. Desshalb ist an der Kolbenstange die Scheibe T befestigt, welche, sobald das Bohrloch so weit vertieft ist, als ohne Verschiebung der Maschinerie auf dem Rahmen geschehen kann, an die zwischen den Klauen auf der Stange R befestigte Platte s schlägt, und dadurch die durch die Feder u aufwärts gedrückte Stange R niederpresst, so dass die Klauen aus den Zähnen springen, wonach sofort Kuppelung zwischen dem Schaltrad M und dem Schraubenmuff N, und Vorwärtsschieben der Stange R (bis ihre Klauen in dem folgenden Zahnpaar der Gleitbarren sich festsetzen), durch die Spiralfeder P eintritt. Nun wird die Maschinerie soweit vorwärts geschraubt, bis der Hub auf den ursprünglichen reducirt ist, gleichzeitig entfernt sich der Muff mehr und mehr von dem Kuppelhal, bis zuletzt die Kuppelung gelöst ist, der Schraubenmuff wieder feststeht, und der Hub wieder zunimmt, bis endlich durch neues Anschlagen der Scheibe T eine neue Kuppelung und Vorwärtsschiebung der Maschinerie statt hat (Obs! dass nach fig. 8 die Spiralfeder *hinter* dem Schaltrad M liegt, nach 9 u. 10 hingegen *vor* demselben).

Mit Hinsicht auf einige Constructionsdetails und Variationen mag angemerkt werden, dass eine grössere Bohrlochtiefe als 0,8^m erreichbar ist, durch Einlegen längerer und längerer Bohrer; am *Mt. Cenis* schwankt die Länge der Bohrstangen zwischen 0,5 und 2,0^m. Die Bohrköpfe für gewöhnliche Sprenglöcher haben 30 bis 40^{mm} Durchmesser und zu *Bardonnèche* Flügelschneiden (fig. 14). Bei dieser schwer herstellbaren Schneidenform blieb man nach vielen Versuchen stehen. Zweck derselben ist theils möglichste Vergrösserung der schneidenden Linie nach der Periferie hin (in Uebereinstimmung mit *Sparres* Theorie), durch welche die Ecken des Kopfes länger beibehalten, die Sprenglöcher also weniger spitz zulaufend werden; theils und hauptsächlich aber das Bedürfniss, Einklemmungen des Meissels zwischen den wechselnden festen und losen, mit der Richtung der Bohrlöcher fast übereinstimmenden Straten vorzubeugen. Zur Abbohrung der Breschenlöcher wendet man zu *Bardonnèche* gleichfalls Flügelbohrer an von 0,8 bis 0,9^m Diameter. Diese besitzen aber 2 Schneiden, von denen die vordere, zum Vorbohren dienende, etwa 0,2^m vor der hinteren liegt, und nur 30^{mm} Breite besitzt (Pl. II fig. 13).

In dem homogenen Quarz zu *Madane* wendete man 1865 gewöhnliche, wenig gewölbte Bohrmeisel an. Am Nacken sind die Bohrstangen kaum merklich konisch abgedreht, so dass sie genau in die entsprechende Hülse der Kolbenstange passen. Auf dem Boden dieser Hülse müssen sie mit der ebenen Endfläche anliegen, denn der an der Bohrstange angeschmiedete vor der Hülse liegende Bund, soll die Stösse womöglich *nicht* auf den Bohrer übertragen. Ein Keil durch Hülse und Bohrernacken vollendet die Befestigung. Die Bohrstangen sind aus Stahl, der Bund aber aus Eisen. Der Stossknopf T scheint auf der Zeichnung nicht völlig

korrekt wieder gegeben. Derselbe ist äusserlich konisch abgedreht, mit der abgestumpften Spitze nach vorne, und kann entweder an verschiedenen Stellen der Kolbenstange festgeklemmt werden, oder auch sitzt er an dieser fest, und die Stellung der Drückelscheibe s an der Stange R ist veränderlich (fig. 9). Die Dichtung der Kolbenstange erfolgt durch einen umgestülpten Lederring, welcher mittelst einer, äusserlich auf den Cylinderhals geschraubten Büchse zusammengepresst wird. Diese Dichtung muss möglichst vollkommen sein, da hier der Luftdruck einseitig wirkt, und da etwaige Undichtheiten die Maschine zum Stehen bringen könnten. Die Dichtung des Kolbens dagegen darf loser sein. Bei dem raschen Gang der Bohrmaschinen schliessen hohe, sorgfältig abgedrehte Kolben aus Gelbguss hinreichend, sofern man sie in Öl schwimmen lässt, namentlich wenn wie hier die Luft auf beiden Seiten des Kolbens gleiche Spannung besitzt. Am *Mt. Cenis* wendete man jedoch eine besondere etwa 0,06 m lange Packung an, welche aus zwei in einer Auskehlung des Kolbens nebeneinander liegenden, in umgekehrter Richtung umgestülpten Lederriemen bestand. Die Drehstange Q füllt nicht die ganze Kolbenhöhlung, wohl aber das viereckige Loch einer auf der Hinterfläche des Kolbens befestigten Platte, welche an mehren Stellen durchbohrt ist, so dass Luft frei in und aus der Höhlung im Kolben strömen kann. Die Halsringe mit welchen die Drehstange im Cylinderboden liegt, hindern dass die Drehstange während der Schübe nicht in oder aus dem Cylinder gezogen wird. Die Verbindung zwischen dem Steigrad E samt Excentrik und der Drehstange erfolgt durch den links von den Rädern c' c'' liegenden Zaum. Die Stosstange L wird durch eine (auf der Zeichnung nicht angegebene) federnde Gradführung geleitet, und ein (gleichfalls unsichtbarer) federnder Sperrhaken auf der entgegengesetzten Seite des Schaltrades hindert dessen Rückgang während des Rückganges der Stosstange. Früher benutzte man anstatt des Excentriks einen Stosss Zahn, welcher bei jedem Umgang der Welle einmal die Stange L niederschob (*Devillez*); 1865 sah ich Bohrmaschinen, bei welchen man die Zähne r, r auf der oberen Seite des Gleitrahmens, und die Schubstange R *über* dem Perkussionscylinder angebracht hatte. Bei andren war die Drehstange Q weggelassen, der Kolben also massiv, und das Setzen erfolgte vor dem Cylinder, übrigens auf die hier beschriebene Weise durch Excentrik und Schaltrad (sitzend auf der Stange I) von der Achse D aus. Man hatte auch versucht, die Spiralfeder entbehrlich zu machen, indem man den Schraubenmuff N durch eine Klinke, welche von der Stange R alternirend gekuppelt oder entkuppelt wurde, je nachdem diese Stange eingespeitzt war oder nicht, periodisch in Bewegung oder in Stillstand versetzte. Die Stange R besteht aus zwei mit Charnier verbundenen Theilen, deren vorderer (beweglicher) durch die Feder U gegen die Zähne r gespreitzt wird. Will man die Bohrmaschine zurückziehen, so wird dieser vordere Theil der Sperrstange niedergeschlagen, so dass Kuppelung zwischen M und N eintritt, und sodann das Schwungrad V mittelst eines Handgriffes an einem der Arme rückwärts gedreht. Schneller wird derselbe Zweck durch das auf der Achse D verschiebbare Zahnrad c erreicht. Bringt man dasselbe in Eingriff mit dem Zahnrad c', welches die Bewegung zu dem

hinten auf der Drehstange Q sitzenden Zahnrad c'' überträgt, so wird bei unverändertem Gang der Hilfsmaschine die Perkussionmaschinerie zurückgeschraubt. Beim Vorwärtsschieben der Bohrmaschine muss sich das Luftrohr I verlängern können; deshalb besteht dasselbe aus 2 ineinander verschiebbaren Röhren.

Gäbe man diesen so grossen Durchmesser, dass der ihrer Area entsprechende Luftdruck die Reibungswiderstände der auf dem Gleitrahmen liegenden Bohrmaschine überwinden könnte, so liesse sich dass periodische Fortschieben letzterer möglicherweise durch diesen Luftdruck bei gleichzeitiger Anwendung von durch die Drückelscheibe T regulirten Sperrklauen bewirken, mit Weglassung der übrigen weitläufigen Fortschiebungsmechanismen.

Im Zusammenhang mit dem Luftrohr mag noch das Wasserrohr erwähnt sein, welches aus einem Reservoir unter 4,6 Atmosphären Druck einen Millimeterstarken Wasserstrahl in das Bohrloch spritzt, also pr. Sekunde cca 0,02 litres Luft konsumirt.

Da (wie bei *Cave's* Maschine) der Luftkanal zwischen dem Steuerkasten und dem Vordertheil des Cylinders nicht unmittelbar am Cylinderdeckel, sondern 50 bis 70^{mm} hinter demselben mündet, so hindert ein 50 bis 60^{mm} dickes Luftpolster den Kolben, den Cylinderdeckel zu erreichen, eventuell auszuschlagen. Hinter dem Kolben entsteht bei jedem Rücklauf ein ebensolches Luftpolster, indem der Ausflusskanal 60^{mm} vor dem Cylinderboden, der Einflusskanal aber unmittelbar an demselben liegt, und indem letzterer geschlossen ist, wenn ersterer offen. Der gesammte Kolbenhub zwischen diesen beiden Polstern kann höchstens 200^{mm} erreichen; man hat aber in der Hand selbigen beliebig zu vermindern. Lässt man die Hilfsmaschine sehr rasch umgehen, so folgen die Umsteuerungen in so kleinen Zwischenräumen auf einander, dass der Kolben während derselben keine vollen Aushübe machen kann, und ist die Maschine gleichzeitig unrichtig eingestellt, so berührt der Bohrer während der zahlreichen Spiele vielleicht nicht einmal den Boden des Bohrloches. Unter sonst gleichen Verhältnissen ist ein rascher Gang der Maschine mit kurzen Hüben, ein langsamer dagegen mit langen verknüpft. Einigen Einfluss auf die Hubhöhe hat auch noch die Neigung der Maschine gegen den Horizont, und einen sehr wesentlichen, die durch die Luftröhre Y in die Perkussionsmaschine tretende Luftmenge. Um für einen gegebenen Fall den anfänglichen Ausschub zu bestimmen, schiebt man den armirten Kolben bis in das hintere Luftpolster und stellt dann den Rahmen mit zurückgezogener Maschine so ein, dass die Bohrschneide um die gewünschte Hubhöhe vom Berg absteht; dann stösst man den Bohrer gegen den Berg, und befestigt den Knopf T oder den Drückel s so, dass sie miteinander in Berührung kommen müssen, sobald die Tiefe des Bohrloches 40^{mm}, (d. i. der Abstand der Zähne r) erreicht hat. Der geringste *anfängliche* Ausschub pflegt 120^{mm}, der grösste 160^{mm} zu betragen. Während des Ganges vergrössert sich der Hub bis zur nächsten Vorwärtsschiebung der Maschinerie um eine Zahntheilung = 40^{mm}, sofern man nemlich nicht die Vertiefung des Bohrloches während des Vorwärtsschraubens der Maschine mit in Rechnung zieht; also kann die Maschine Hübe von 120 à 160 bis 160 à

Die Acceleration, mit welcher sich der Kolben vorwärts bewegt, ist $p = \frac{75}{19} \times 9,8 = 38,7$; die Geschwindigkeit, welche er gegen Ende des Hubes erreicht: $v = \sqrt{2 \times 38,7 \times 0,18} = \sqrt{13,93} = 3,73 \text{ m}$; die Zeit zu einem Hube $t = \frac{3,73}{38,7} = 0,096$ Sekunden.

Die Acceleration des zurückgehenden Kolbens ist $\frac{51}{19} \times 9,8 = 26,3$; die Zeit, welche er zum Rückgang bedarf $\sqrt{\frac{2 \times 0,18}{26,3}} = 0,117$ Sekunden.

Da nun die Dauer eines Spieles $\frac{60}{188} = 0,32$ Sek. beträgt, so kann der Kolben bei jeder Umsteuerung nur $\frac{0,32 - (0,096 + 0,117)}{2} = 0,05$ Sek. stillestehen.

Die Arbeit, welche der gegen das Gebirge geworfene Bohrer bei jedem Stoss verrichten kann, ist $L = \frac{3,73^2}{19,62} \times 19 = 13,5$ kgmtr. Da (siehe Einleitung) die Arbeit, welche beim Faüstelbohren *im Mittel* der Bohrer durch jeden Schlag verrichten kann 28,2 sächs. Pfdss oder 3,99 kgmtr. beträgt, und da ein Häuer in der Minute höchstens 30 Schläge, die Maschine aber 188 führt, so folgt, dass die Maschine ebensoviel als $\frac{13,5 \times 188}{3,99 \times 30} = 21$ bis 22 Bohrhäuer leisten sollte.

Berechnen wir die Tiefe der Eindringung des Bohrmeißels nach der in der Einleitung aufgestellten Formel $s = \sqrt{\frac{L}{4 K d (\varphi + \tan \alpha)}}$, in welcher wir $L = 13,5$

kgmtr, $d = 0,035 \text{ m}$ (Mittelwerth), $\varphi = 0,34$ (Mittelwerth für das aus Schiefer, Kalk und Quarz bestehende Gestein zu *Bardonnêche*) $\alpha = 70^\circ$ (ohne Berücksichtigung der Wingen an der Bohrschneide), $K = 8000$ schwed. \mathcal{L} . pr. Quadrat Zoll (Mittelwerth der Gruppen II, III, IV pag.) = 3860000 kilgr. pr. Quadratmeter einführen, so folgt $s = \sqrt{\frac{13,5}{4 \times 3860000 \times 0,035 \times (0,34 + 0,70)}}$

$= \sqrt{\frac{13,5}{567000}} = 0,00485 \text{ m}$, und die Anzahl der Setzungen pr. Umgang des Bohrers nach der Formel $V:n = \pi \left(\frac{d + 4s}{4s} \right) = 3,14 \left(\frac{0,035 + 4 \times 0,00485}{4 \times 0,00485} \right) = 9$, während die geringste Setzungszahl am *Mt. Cenis* vierzehn ist. Bei einem Umgang des Bohrers, d. i. durch 9 oder genauer 8, 8 Schläge sollte das Bohrloch $0,00485 \text{ m}$ vertieft werden, mithin pr. Minute $\frac{188 \times 0,00485}{8,8} = 0,103 \text{ m}$.

Zur Erzielung dieser Resultate ist folgendes Luft- und Kraftquantum erforderlich. Die Hilfsmaschine mit $0,06 \text{ m}$ starkem Kolben und $0,06 \text{ m}$ Hub konsumirt bei

jedem Spiel 0,000339 k:m Luft, wenn man einestheils von dem Durchmesser der Kolbenstange, andernteils von schädlichen Räumen absieht. Der Luftbedarf der Perkussionsmaschine ist bei jedem Spiel gleich dem Raum hinter dem Kolben, plus dem im Kolben, plus dem des Luftzutrittkanales. Die Höhe des Luftpolsters beträgt höchstens 0,05 m, die des Hubes im Mittel 0,18 m, also die ganze Höhe des Raumes hinter dem Kolben 0,23 m; die Area desselben ist (bei einer Dicke der quadratischen Drehstange von 0,025 m $= \frac{0,065^2}{4} \times 3,14 = 0,025^2$ = 0,0027; sein Volumen 0,0027 \times 0,23 = 0,000619 k:m. Der Durchmesser der (cylindrischen) Aushöhlung im Kolben muss wenigstens 0,036 m betragen; ihre Höhe ist 0,231 m; ihr Volumen, welches bei vollem Kolbenhub mit Luft gefüllt ist: 0,000232 k:m. Endlich ist das Volumen des Luftzutrittkanales a (unter dem Schieber) cca 0,020 \times 0,013 \times 0,065 = 0,000002 k:m. Das pr. Spiel der Maschine erforderliche Quantum komprimirter Luft ist also:

$$0,000339 + 0,000619 + 0,000232 + 0,000002 = 0,001192 \text{ k:m.}$$

Unter Zurechnung der kleinen, zum Ausspritzen des Wasserstrahles erforderlichen Luftmenge, muss man also die Luftkonsumtion einer unter den angegebenen Verhältnissen arbeitenden Bohrmaschine zu 1,2 Liter pr. Spiel oder 3,76 Liter pr Sekunde ansetzen; nach direkten Versuchen in den Werkstätten (Traforo delle Alpi etc. p. 57) konsumirte eine Bohrmaschine pr Sekunde 3 Liter komprimirte Luft, mit welcher Ziffer die hier gefundene nahe genug übereinstimmt, wenn man die Veränderlichkeit der Spielzahl und der Hubhöhe berücksichtigt. Die mech. Arbeit, welche 3,76 Liter Luft von 4,6 Atm. Ueberdruck zu ihrer Compression beanspruchen, ist (Weisbach's Ingenieur' p. 428): $\frac{1,41}{0,41} \left(1 - \left(\frac{1}{5,6} \right)^{0,41} \right)$ \times 0,00376 \times 5,6 \times 10308 = 309 kgmtr = 4,1 Pferdekkräfte; dies ist also die theoretische Stärke einer unter den angedeuteten Verhältnissen arbeitenden Bohrmaschine. Die zum Betrieb derselben erforderliche *Naturkraft* aber ist viel bedeutender. Zur Darstellung im Wassersäulen kompressor von 0,541 k:m Luft mit cca 5 atm. Ueberdruck sind nach pag. 77 pr. Minute 18,75 Pferdekkräfte erforderlich, wofür aber mit Hinsicht auf Wasserverluste und unregelmässigen Gang der Kompressoren, wenigstens 20 Pfkkräfte angenommen werden dürfen. Die Luftkonsumtion der Bohrmaschine ist bei 188 Spielen pr Minute 1,2 \times 188 = 225,6 Liter; die Maschine bedarf also $\frac{20 \times 225,6}{541} = 8,34$ Naturpferdekkräfte.

Die von *St. Robert* gefundenen und pag. 78 mitgetheilten Ziffern, betreffend den Nutzeffekt der Wassersäulenkompressoren, lassen sich nicht direkt auf Bohrmaschinen anwenden, da sie voraussetzen, dass die Luft durch den Uebergang aus einer höheren in eine niedere Spannung arbeite; dies ist aber bei den Bohrmaschinen nicht der Fall, indem bei ihnen während des ganzen Kolbenhubes Zutritt von hoch gespannter Luft stattfindet, so dass auch keine bedeutende Abkühlung der arbeitenden Bohrmaschinen merkbar wird. Wirktén 3,76 Liter Luft in der Bohrmaschine durch *Dilatation unter veränderlicher Temperatur*, so würden

sie 3,04 Pferdekkräfte entwickeln können; wirkt dieselbe Quantität durch *Dilatation bei unveränderlicher Temperatur*, so würde die Bohrmaschine 5,55 Pferdekkräfte leisten können, und immerhin nur $8\frac{1}{3}$ Naturpferdekkräfte (zum Betrieb des Wassersäulenkompressors) beanspruchen. Wendet man bei Betrieb des Wassersäulenkompressors Wasserrad und Pumpe an, so beträgt der Bruttokraftbedarf der Bohrmaschine $8,34 \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} = 16,83$ Pferdekkräfte.

Komprimirt man die Luft durch Kolbengebläse, welche mit 80 Naturpferdekkräften pr Minute 1,632 k:m Luft von cca 5 Atm. Ueberdruck geben, so konsumirt eine Bohrmaschine $\frac{225,6 \times 80}{1632} = 11,05$ Naturpferdekkräfte.

Betrachten wir nun eine Bohrmaschine, welche in der Minute 240 Hübe von nur 0,12 bis 0,16, im Mittel 0,14^m Höhe verrichtet.

Der *wirksame* Druck auf die vordere Kolbenfläche ist wie bei der vorgehenden 51 kgm, der auf die hintere 75 kgm; die Acceleration beim Ausschub des Kolbens gleichfalls wie oben 38,7^m, die Endgeschwindigkeit des ausschubenden Kolbens aber $v = \sqrt{2 \times 38,7 \times 0,14} = 10,84 = 3,29$ ^m, die Zeit zu einem Hube $t = \frac{3,29}{38,7} = 0,085$ Sekunden.

Die Acceleration des rückgehenden Kolbens ist (wie oben) = 26,3^m, die zu einem Rücklauf erforderliche Zeit $t = \sqrt{\frac{2 \times 0,14}{26,3}} = 0,103$ Sek. Die Zeit während welcher der Kolben beim Umsteuern stille steht, ist also $\frac{60}{240} - (0,085 + 0,103) = 0,031$ Sek. (Die höchste Anzahl Spiele, welche die Maschine unter angegebenen Verhältnissen verrichten kann: $\frac{60}{0,085 + 0,103} = 319$, bei welcher Spielzahl die Stillestandszeit beim Umsteuern = Null ist).

Die durch einen Stoss des Bohrers verrichtete Arbeit ist $L = \frac{3,29^2}{19,62} \times 19 = 10,5$ kgmtr, oder pr. Minute gleich der von $\frac{10,5}{3,95} \times \frac{240}{30} = 21$ bis 22 Bohrhäuern. Beim Bohren zu *Modane* in kompaktem Quarz, dessen Zerdrückungsmodul höchstens zu 15154 ø pr. Quadratzoll (II Classe pag. 16) oder 7303500 kgm pr. Quadratmeter angenommen werden kann, und dessen Reibungswinkel gegen Stahl $\varphi = 0,45$ gesetzt werden muss, sollte man mit 0,035^m länger, unter 70° geschärfter Bohrschneide eine Eindringung pr Schlag von

$$s = \sqrt{\frac{10,5}{4 \times 7303500 \times 0,035 \times (0,45 + 0,70)}} = 0,003 \text{ m erreichen.}$$

Die Setzungszahl während eines vollen Umgangs des Bohrers müsste $n = 3,14 \left(\frac{0,035 + (4 \times 0,003)}{4 \times 0,003} \right) = 12,28$ betragen; zu einer Vertiefung des Bohrloches um 0,003^m wären also 12,28 Schläge erforderlich, und binnen einer Minute müssten $\frac{0,003 \times 240}{12,28} = 0,059$ ^m abgebohrt werden.

Der Luft- und Kraftbedarf dieser rasch arbeitenden Bohrmaschine ist etwas grösser als jener der langsam gehenden. Pr. Spiel ist die Luftkonsumtion der Hilfsmaschine wie oben 0,000339 k:m, und der Luftverbrauch der Perkussionsmaschine kann *annähernd* zu $(0,000619 + 0,000232 + 0,000002) \frac{14}{18} = 0,000741$ k:m angenommen werden; also totaler Luftverbrauch pr. Spiel: $0,000339 + 0,000741 = 0,001080$ k:m; pr. Minute $1,08 \times 240 = 259,2$ Liter; pr. Sekunde $= \frac{259,2}{60} = 4,32$ Liter.

Das theoretische Arbeitsvermögen der Bohrmaschine: $\frac{1,41}{0,41} \left(1 - \left(\frac{1}{5,6} \right)^{0,41} \right) \times 0,00432 \times 5,6 \times \frac{10308}{75} = 4,7$ Pferdekkräfte. Wird die Luft durch Wassersäulenkompressionsmaschine mit direktem Fall zusammengedrückt, so beansprucht eine Bohrmaschine $\frac{20 \times 259,2}{541} = 9,58$ Naturpferdekkräfte; wird der Wassersäulenkompressor durch Rad und Pumpen gespeist, so steigt dieser Bedarf auf $9,58 \times \frac{3}{4} \times \frac{4}{3} = 17$ Pfrk; wendet man endlich Kolbenluftpumpen zur Luftkompression an, so erfordert eine rasch gehende Bohrmaschine $\frac{259,2 \times 80}{1632} = 12,7$ Pfrk.

In den vorstehenden Berechnungen ist der Druckverlust in den Röhrlösungen insofern berücksichtigt, als bei den Luftkompressoren ein Ueberdruck von 4,85 Atm. vorausgesetzt wird, da gleichzeitig bei den Bohrmaschinen nur 4,6 Atm. Ueberdruck in Rechnung gezogen werden.

Zur Bedienung einer arbeitenden Bohrmaschine sind im Mittel und in runder Zahl 5 Arbeiter verschiedener Lohnklassen erforderlich, wenn man nemlich die Wartung der Luftkompressoren etc. mit in Betracht zieht.

Stellen wir nochmals die hauptsächlichsten im vorstehenden entwickelten Ziffern zusammen, so ergibt sich dass:

eine in *Bardonnècher* Gestein mit 188 Spielen, von 0,180^m mittler Hubhöhe und 3,76 Liter Luft pr. Sekunde arbeitende Bohrmaschine jede Min. höchstens ein 0,103^m tiefes, 0,035^m weites Loch schlagen könnte, und dazu 5 Arbeiter, samt 8,34 Naturpferdekkräfte beansprucht, wenn die Luftkompression in Wassersäulenkompressoren mit direktem Fall erfolgt; dagegen 11,05 Pferdekkräfte, bei Anwendung von Kolbenluftpumpen. Eine in *Modanèser* Quarz mit 240 Spielen von 0,140^m mittler Hubhöhe und 4,32 Liter Luft pr. Sekunde arbeitende Bohrmaschine kann dagegen höchstens ein 0,035^m weites Loch in der Minute 0,059^m tief bohren; sie braucht ausser 5 Arbeitern 9,58 Naturpferdekkräfte, wenn die Luftkompression in Widdermaschinen mit direkter Beaufschlagung stattfindet, dagegen 12,7 Pferdekkräfte, wenn die Luftkompression in Kolbenmaschinen erfolgt.

Die mit den Bohrmaschinen wirklich erzielten Resultate bleiben weit hinter den hier berechneten zurück, sofern man nemlich nicht unter den günstigsten äusseren Verhältnissen angestellte Werkstattversuche in Betracht zieht, sondern die unter dem Einfluss einer Menge erschwerender Umstände in der Praxis ge-

wonnenen Erfahrungszahlen. Hinsichtlich Werkstattversuche theilt *Devillez* (p. 37) mit, dass Bohrmaschinen zu *Seraing* in kompaktem graublauem Kalkstein ähnlich dem von *Soignies*, mit $5\frac{1}{6}$ Atm. Ueberdruck, 230 bis 240 Spielen, und einem $0,044^m$ breitem Bohrkopf pr. Minute im Mittel $0,037^m$ abbohren. Bei $4,6$ Atm. Ueberdruck und mit $0,035^m$ breitem Bohrkopf würden dieselben Maschinen eine Tiefe von $\text{cca } \frac{4,6}{5,17} \times \frac{0,044^2}{0,035^2} \times 0,037 = 0,053^m$ erreichen, also nur 6^{mm} weniger, als für Bohrung in Gestein II:ter Festigkeitsklasse oben berechnet wurde.

Am *Mt. Cenis* haben sich die Resultate von Jahr zu Jahr verbessert, in gleichem Maass als sich das Arbeitspersonal an manchfaltige ermüdende und hindernde lokale Einflüsse gewöhnte.

Nach einem handschriftlich in den Akten des *Freiberger* Oberbergamtes 11925 Vol. I N:o 70 befindlichen Reisebericht des Oberkunstmeisters *Braunsdorff* vom 3 Febr. 1862, bohrte man im Herbst 1861 zu *Bardonnèche* pr. Minute $0,0133^m$ bis $0,0167^m$ im Mittel $0,015^m$, bei 300 Schlägen.

Nach *Trafoiro delle Alpi* etc. p. 48: 1862 bei 180 Schlägen $0,0133^m$; nach pag. 53: $0,0169^m$.

Nach *Bonjean* (*Percée du Mt. Cenis*, p. 21) bei 200 Schlägen $0,015^m$.

Nach *Devillez* p. 39, bei 230 bis 240 Schlägen $0,021^m$.

Während meines Besuches im südlichen Tunnelort (August 1865) bei 188 Schlägen $0,030^m$.

Nach *Les grandes industries* (1867) p. 29: $0,028^m$.

Letztere Angabe betrifft (aus dem Zusammenhang in welchem sie vorkommt zu schliessen) wahrscheinlich das nördliche Tunnelort, sofern sie nicht *Conte's* Abhandlung in *Annales des Ponts et Chaussées* entnommen ist. Während meines Besuches im nördlichen Tunnelort (1865), bohrte man bei 200 Schlägen in Quarz $0,004$ bis $0,005^m$.

Alle diese Ziffern umfassen sowohl Bohr- als Stillstandszeit, und werden durch Eliminirung der letzteren wesentlich grösser. Es würde vergebens sein, durch Zusammenaddiren der zahlreichen Pausen zwischen den eigentlichen Arbeitsperioden mit einiger Sicherheit die gesammte Stillstandszeit ermitteln zu wollen. Um in dieser Beziehung zu einem einigermaassen befriedigenden Resultat zu gelangen, habe ich in mehren kurz auf einander folgenden Zeitabschnitten die Bohrmaschinen gezählt, welche von den auf dem Wagen aufgestellten gleichzeitig wirklich arbeiteten, und nehme an, dass die Bohrzeit zur Stillstandszeit sich verhält, wie die mittlere Anzahl gleichzeitig arbeitender Maschinen zu der Anzahl der pausirenden. Die auf diese Weise ermittelte Stillstandszeit war zu *Bardonnèche* cca $\frac{1}{2}$, zu *Modane* cca $\frac{2}{3}$ der gesammten auf die eigentliche Bohrarbeit verwendeten Zeit. Demnach war die wirkliche Bohrzeit zur Herstellung eines 30^{mm} tiefen Loches (*Bardonnèche*) $\frac{1}{2}$ Minute, und die pr. Minute erreichte Bohrlochtiefe $0,060^m$, während die theoretische Berechnung $0,103^m$ fordert; die wirkliche Bohrzeit zu einem $0,004$ bis $0,005^m$ tiefen Loch (*Modane*) $\frac{1}{3}$ Minute, und die pr. Minute erreichte Tiefe $0,012$ bis $0,015^m$ während sie nach der theor.

Berechnung 0,059^m hätte sein sollen. Mit Hinsicht auf die *Modanese* Ziffern ist doch anzumerken, dass man im Aug. 1865 noch gar wenig an die Behandlung des erst vor kurzem angefahrenen kompakten Quarzes gewöhnt war, wodurch allerlei Missgriffe mit folgenden ungünstigen Resultaten veranlasst wurden.

Ehe wir den Gebrauch der Bohrmaschinen im *Mt. Cenis tunnel* beschreiben, Baumethode. müssen wir in Kürze die Anordnung der dasigen bergmännischen Arbeiten auseinandersetzen.

In jedem der Tunnelörter kann man 3 wesentlich verschiedene auf einander folgende Zonen unterscheiden, nemlich: 1:o den fertig verwölbten, mit 2 Eisenbahngleisen und den verschiedenen definitiv befestigten Röhrlösungen versehenen Tunnel; 2:o eine Strecke, auf welcher man (von vorne an gerechnet) mit Verwölbung, Einrichten des Lehrgerüsts, Aufmauern der Widerlager, Nachreissen der Firste und Stösse, Einbauen verlorener Zimmerung etc beschäftigt ist. Hier liegen die Röhrlösungen in dem Röschengraben; auf einem grösseren Theil der Länge sind 2 Eisenbahngleise ausgelegt, welche weiter hinten jedoch in ein einfaches zusammenlaufen; 3:o das Richtort. So lange man keine Bohrmaschinen anwendete, lag das Richtort an der Tunnelfirste, so dass der Tunnel durch Abstossen der Sohle und Nachreissen der Ulmen des Richtortes erweitert wurde; gegenwärtig aber wird das Richtort in gleicher Sohle mit dem Tunnel getrieben, und sogar die Tunnelrösche ist in ihm durch eine flache Vertiefung in der Mitte schon angedeutet. Das Richtort enthält die einfache Fortsetzung der Gleise in den vorhergehenden Theilen des Tunnels, daneben aber ein, in neuerer Zeit zwei, isolirte nur 0,4^m breite Gleise für die Bergförderung *innerhalb* des Richtortes. Die Röhrlösungen liegen seitwärts unter einer Decke von Wänden. *Ausschliesslich zum Betrieb dieses Richtortes wendet man Bohrmaschinen an.*

Ausgenommen im kompakten Quarz zu *Modane*, ist das Richtort verloren mit Eisenbahnschienen verwahrt, und an druckhaften Stellen mit Holz verschalt. Beim Erweitern des Richtortes wechselt man diese vorläufige Verwahrung gegen eine solide Thürstockzimmerung aus, erweitert die Rösche, schießt die Firste und Firstenstösse des Ortes weg, so dass die ganze obere Hälfte des Tunnelprofils offen wird, und mit Sparrenzimmerung unterzogen werden kann. Dann nimmt man die zu beiden Seiten des Richtortes anstehenden Stösse weg, mauert an ihrer Stelle die Gewölbewiderlager ein, errichtet das Lehrgerüste, und verwölbt den Tunnel. Schon nach dem Wegschliessen der Stösse legt man doppelte Gleise anstatt des bis dahin einfachen, und sobald die Rösche erweitert ist, bringt man in ihr die bisher an den Ortswangen hingezogenen engeren Röhrentouren unter; sobald aber das Gewölbe auf cca 200^m fertig geworden ist, werden die Röhrlösungen definitiv am Gemäuer befestigt, und dann wird auch die Rösche gelegentlich ausgemauert. Diese Operationen sieht man gleichzeitig, *neben* einander in Ausführung, zwischen dem fertigen Tunnel und dem verloren ausgebandeten Richtort. Hielten sie und die Auffahrung des letzteren immer gleichen Schritt, so würde die Stirn des Tunnelgewölbes ungefähr in 200^m bis 300^m Entfernung vom Orts- einbruch bleiben, und die *gesamte* Tunnelarbeit *kurz* nach erfolgtem Durchschlag

beider Gegenörter vollendet sein. Mancherlei Zufälle aber machen öftere Ausnahmen von der angedeuteten Arbeitsregel erforderlich.

Ist z. B. das Gebirge so druckhaft, dass sich die Tunnelfirste nicht durch einfache Verzimmerung offen halten lässt, so schlägt man erst das Gewölbe, nimmt dann die Seitenstösse weg, und zieht die Widerlager unter (Belgische Tunnelbaumethode). Avancirt das Richtort so rasch, dass man mit dem Gewölbe mehr und mehr zurückbleibt, so wird an einem passenden Punkt im Richtort eine selbstständige Erweiterungs- und Verwölbungsarbeit begonnen, welche in derselben Ordnung und in derselben Richtung wie die weiter vorne stattfindende, vorwärtsschreitet. Man will mit dem Gewölbe nicht gerne zu weit hinter dem Einbruch zurückbleiben, theils um dem Zerfallen des Gesteines im Richtort vorzukommen, theils um die verhältnissmässig engen Luftleitungen im Richtort nicht zu lang werden zu lassen, wodurch Druckverluste herbeigeführt werden würden. Aus diesem Grund zieht man mitunter die Hauptröhrentour unabhängig von der Arbeitsordnung im übrigen, provisorisch bis in das Richtort.

1867 hielt der Einbruch des Richtortes zu *Modane* 290 m vor dem fertigen Tunnelgewölbe, zu *Bardonnèche*, 900 m.

Die Auffahrungsweise des Richtortes weicht wesentlich von der beim Bergbau gewöhnlich befolgten ab. Man schießt nicht erst Einbruch und erweitert durch successive nach einander gebohrte und einzeln oder in einzelnen Gruppen weggethane Löcher, (bei welcher Arbeitsordnung die Richtung, Tiefe und Vorgabe jedes folgenden Loches von der Wirkung der vorher weggethanen, sowie von der Schichtung und Ablösung des Gebirges abhängig ist), sondern man bohrt über das ganze Ortsprofil eine grosse Anzahl von Sprenglöchern, welche höchstens 15 bis 20° von der Achse des Ortes abweichen, und unter diesen eine oder mehre Reihen s. g. Breschenlöchern von 0,090 bis 0,1 m Weite, welche nicht besetzt werden, und als erster Einbruch dienen sollen. In neuester Zeit soll man diese Breschenlöcher durch Excavateure im inneren erweitern. Nach dem Abbohren aller Löcher besetzt man gewöhnlich viele auf einmal, und thut sie massenweise weg, zuerst die zwischen (und zunächst über oder unter) den Breschenlöchern liegenden, ferner die Sohlenlöcher, und endlich die Firstenlöcher oder vice versa. Es ist einleuchtend, dass man bei einer solchen Arbeitsordnung eine beträchtlich grössere Bohrlochstiefe abbohren muss, als nach dem gewöhnlichen bergmännischen Verfahren der Fall sein würde; hauptsächlich auch deshalb, weil man der Sicherheit wegen immer lieber zu viele Löcher bohren wird, als zu wenige, welche schlecht heben könnten; die grosse Menge von Bohrlochern hat aber den Vortheil mit sich, dass das Gestein in kleinen Wänden bricht, welche ohne weiteres Zerschlagen rasch weggeführt werden können. Man darf sich jedoch nicht vorstellen, dass die Placirung der vielen Sprenglöcher lediglich dem Zufall überlassen bleibt. Wenn die Schussstellen auch von der Schichtung und Verklüftung des Gebirges nicht speciell für jedes Loch Nutzen ziehen können, so wissen sie diese Verhältnisse doch für Gruppen von Löchern möglichst nutzbar zu machen; in-

gleichen berechnen sie die Vorgabe der später wegzuthuenden Bohrlöcher nach der presumtiven Wirkung der vorher gefeuerten.

Die *mittlere* Tiefe der Bohrlöcher, und die Area des Einbruchortes stehen zu einander und zu der Gewinnbarkeit des Gesteines in einem gewissen Verhältniss; die Tiefe der einzelnen Sprenglöcher ist aber etwas verschieden je nach ihrer Lage zu den Breschenlöchern und den Unebenheiten des Profiles. Zu verschiedenen Zeiten (zwischen 1861 und 1865) war zu *Bardonnèche*:

Höhe des Richtortes	2,6 ^m ;	Breite desselben	3,3 ^m ;	Anzahl Löcher	80;	mittlere Tiefe derselben	77,5 ^{cm}
"	3	"	4	"	66	"	125
"	3,25	"	3,5	"	75	"	82,5

Die tiefsten Löcher werden in dem am leichtesten gewinnbaren Gestein angewendet, in welchem (nach vorstehenden Ziffern) gleichzeitig das Richtort eine grössere Area bekommt, und die relative Anzahl der Bohrlöcher geringer ist.

Zu *Modane* hatte man (im August 1865) im Quarzit die Area des Richtortes auf 3^m × 2,8^m eingeschränkt, und bohrte 60 Löcher von 40 bis 50^{cm} Tiefe. Um daselbst raschere Auffahrung zu erzielen, gedachte man die Area des Ortes noch mehr zu verringern, und schmäleres Geböhr anzuwenden. Ausser von den erwähnten Verhältnissen hängt die mittlere Tiefe der Bohrlöcher aber auch sehr unmittelbar von der Nothwendigkeit ab, in einer *bestimmten* Zeit das Abbohren aller Löcher des Profiles vollendet zu haben, worüber weiter unten.

Nach den vorstehenden Ziffern waren im *Bardonnècher* Kalkschiefer im Mittel pr Quadratmeter Ortsfläche 7 Bohrlöcher von zusammen 6,5^m Tiefe erforderlich, im *Modaneser* Quarzit dagegen 7 von 3,1^m Tiefe. Die 0,08 bis 0,1^m weiten Breschenlöcher werden ebensotief als die Sprenglöcher gebohrt; ihre Anzahl hat zwischen 2 und 6 variirt. Immer sind sie in einer oder in 2 horizontalen Reihen gruppirt, gewöhnlich in halber Ortshöhe, zu *Modane* (Aug. 1865) 0,8^m über der Ortssohle. Entweder lässt man zwischen ihnen 0,7 bis 0,2^m breite Mittel, und bohrt in diese Sprenglöcher, oder auch lässt man die Ränder zweier benachbarter Breschenlöcher sich tangiren und sogar schneiden (*Modane*), allenfalls aber umgiebt man sie mit einem nicht sehr symmetrischen engen Kranz gewöhnlicher Sprenglöcher. Seitlich von den Einbruchlöchern lagen zu *Bardonnèche* die übrigen Sprenglöcher ziemlich dicht aneinander, über denselben mehr zerstreut, unter denselben einzeln. Die beabsichtigte Profillinie aber war durch eine grosse Anzahl von Sprenglöchern bezeichnet. Zu *Modane* schien die Vertheilung um die Einbruchlöcher herum gleichförmiger.

Dass die Bohrlöcher (wenn vielleicht auch in überflüssig grosser Anzahl) richtig angesetzt werden, geht daraus hervor, dass sie fast ohne Ausnahme rein abheben, so dass die Erlängung des Ortes nach dem Wegthun aller Sprenglöcher ungefähr gleich der mittleren Tiefe derselben ist; so wie daraus, dass nur wenige Regulirungen des Ortes durch Faüstelbohren erforderlich sind.

Zur Herstellung dieser Bohrlöcher wendet man 7 bis 9, nebeneinander auf einem vor den Ortstoss geschobenen Wagen aufgestellte Bohrmaschinen an.

Bohrmaschi-
nen wagen Pl.
III. Auf dem 1,5^m weiten Gleis, welches nahe vor dem Ortsstoss endet, wird der Bohrmaschinenwagen (s. g. Affusto) hin und her bewegt. Die Schienenköpfe dieses Gleises liegen wenigstens $\frac{1}{4}$ ^m über der Ortssohle, damit Unebenheiten in letzterer das Nachziehen der Eisenbahn nicht zu sehr aufhalten. Die Schienen ruhen auf Langschwellen, zwischen welchen die Rösche vertieft werden kann, ohne Beeinträchtigung des Eisenbahnverkehrs.

Früher wendete man Bohrmaschinwagen von der in Fig. 1 bis 7 (nach *Devillez*) skizzirten Form an. Unter den Achsen o, o ist der aus Walzeisen zusammengesetzte Wagenkasten aufgehängt. Dieser besteht aus einem Boden mit 2 gegeneinander verstreuten Girdern. Jeder Girder ist aus 2 Streckbalken und 6 perpendicularen Fachwerkträgern zusammengesetzt. Die Wagenachsen liegen zwischen je 2 paar dieser Träger; die hintere Wagenachse trägt neben dem einen Rad ein Zahnrad, in welches das Vorgelege d, f, g eingreift. Dies wird mittelst Kurbel von einem auf dem Wagen stehenden Arbeiter gedreht, und somit der Wagen vor- oder rückwärtsbewegt.

Am Vordertheil des Wagens sind auf seinen beiden Seiten je 4 vertikale Koulissen C, C angebracht (Fig 4 in grösserem Maasstab), von denen die vorderen zur Aufnahme von Stecknägeln in der Richtung der Wagenlänge vielfach durchbohrt sind. Zwischen je 2 auf beiden Seiten des Wagens einander gegenüberstehenden Koulissen bewegen sich Horizontalstangen auf und ab, und können theils durch die erwähnten Vorstecknägeln, theils durch Klemmschrauben (auf der Aussenseite der Koulissen) in angemessener Höhe befestigt werden. Auf je einem hinteren und einem vorderen solchen Querbalken liegen 1 bis 2 Bohrmaschinen (Fig. 3, B, B', B''). Die hinteren Querbalken sind rund, so dass die Hülsen B (fig. 7) um selbige drehen können (durch die Klemmschrauben Z lassen sich diese Hülsen an den Balken N befestigen). Jede Hülse trägt einen nach hinten gerichteten geschlitzten Backen C, auf welchem der hintere Theil der Bohrmaschine A durch eine Schraube festgeklammert werden kann. Es ist nun leicht einzusehen, wie eine Bohrmaschine um die letzterwähnte Schwanzschraube im Horizontalplan gedreht und gleichzeitig auch ein wenig vorwärts oder rückwärts geschoben werden kann; wie sie um den Balken N im Vertikalplan gedreht werden, und durch die Klemmschrauben in der gegebenen Stellung befestigt werden kann; endlich wie ihr Hintertheil durch Heben oder Senken des Querarmes sich höher oder niedriger legen lässt. Die Querbalken in den vorderen Koulissen dienen als vordere Stützpunkte für die Bohrmaschinen. Sie bestehen je aus 2 nebeneinander liegenden Stangen D (fig. 5), zwischen welchen die Gabel (fig. 6) sich verschieben, gleichzeitig um ihre vertikale Achse drehen, und sodann durch eine Klemmschraube feststellen lässt. In Lagern trägt diese Gabel die Schildzapfen n (auf Pl. II fig. 10, k) der Bohrmaschine E. Durch Verschieben der Gabel (wobei sie sich mehr oder weniger dreht und gleichzeitig ein Vorwärts oder Rückwärtsgleiten der Maschine die Schwanzschraube entlang stattfindet), lässt sich die Bohrmaschine im Horizontalplan drehen, durch Heben und Senken des Tragbalkens, im Vertikalplan. Fig 5 zeigt, wie die 4 Maschinen B, B', B'' innerhalb des Wagens auf den Querbalken ruhen;

4 andere Maschinen A liegen ausserhalb des Wagens auf kurzen, nur einseitig an den Koulissen festgeklemmten Trägern.

An den oberen Streckbalken des Wagens sind die 2 kupfernen cylindrischen Kessel P und Q aufgehängt, von denen der eine als Wasserreservoir, der andere als Luftreservoir dient. Das Wasserreservoir wird von mehreren auf einem besonderen Wagen befindlichen Kesseln gespeist (durch komprimirte Luft). Durch Kautschukschlangen stehen die Reservoirs P und Q einestheils mit den Bohrmaschinen andertheils mit den Einspritzröhren in Verbindung.

Die Plattform (x) des Wagens zwischen den beiden Radachsen dient als Magazin für Reservebohrmaschinen und Bohrer; der Hintertheil des Wagens (Y) ist zu einer kleinen Werkstätte für unwesentlichere Reparaturen vorgerichtet, und gewährt ausserdem einem Arbeiter Platz, um die Kurbel drehen zu können.

Da ein solcher Wagen cca 15000 kilo. wiegt, so widersteht er auch ohne besondere Bremsvorrichtung den Stössen der Bohrmaschinen.

Dieser Bohrmaschinenwagen ist später wesentlich verbessert worden, indem man die Koulissen zum Theil durch vertikale Schraubensäulen ersetzt (Fig 8 bis 10 auf Pl. III aus Traforo delle Alpi etc).

Der Vordertheil des Wagens trägt 6 starke Schraubensäulen (3 auf jeder Seite) und ausserdem 2 Koulissen. Zwischen je 2 einander gegenüberstehenden Schraubensäulen liegt ein Querbalken, wie der in Fig 5 abgebildete. Er endet auf jeder Seite in 2 dicken übereinander liegenden Ringen, welche die Säulen umfassen. Zwischen den beiden Ringen liegt die Schraubemutter, durch deren Drehung Ringe und Querbalken gehoben oder gesenkt werden. Die Schraubemutter ist unten äusserlich gezahnt, in das Zahnrad greift ein kleines Treibrad mit 4 kantig endender Achse, auf welche man eine Kurbel setzen kann, durch deren Drehung der Querbalken (zunächst nur einseitig) gehoben oder gesenkt wird. Aus Fig 9 erhellt, wie auf einem solchen Wagen gleichzeitig 9 Maschinen untergebracht sind. Die vier äusseren lagern vorne auf den aus den Koulissen hervorstehenden Trägern, hinten auf ebenfalls einseitig aus dem Wagen hervorstehenden Backen, welche jedoch auf angedeutete Weise an den hintersten Schraubensäulen auf und nieder bewegbar sind. Die unterste Maschine im Wagen liegt vorne auf einem zwischen Koulissen, hinten auf einem zwischen Schraubensäulen verstellbaren Querbalken; die mittleren 2 Maschinen liegen im Wagen auf nur von Schrauben getragenen Querbalken; die obersten 2 lagern hinten auf von Schrauben getragenen, vorne auf in Koulissen verschiebbaren Querbalken.

Das Vordertheil des Wagens hängt weit über die Achsen hervor, damit man die Maschinen dem Ortsstoss nahe bringen kann, auch wenn das Gleis noch nicht bis unmittelbar an selbigen nachgezogen ist; damit aber dieser ausspringende und stark beladene Theil des Wagens sich nicht senkt, ist unter ihm eine Fusschraube angebracht, welche gleichzeitig als Brems (während des Stillestandes des Wagens) fungirt. Uebrigens ist der Wagen wie der oben beschriebene eingetheilt. Ein besonderes Wasserreservoir trägt er aber nicht, sondern das von den Wasserbehältern (auf dem folgenden Wagen) durch eine Kautschukrohrverbindung in das Querrohr (Fig 10) ge-

presste Wasser wird direkt aus diesem durch 10 Hähne vertheilt. Die Wasserbehälter werden periodisch aus einer im Tunnel fortlaufenden Wasserleitung gefüllt. Das Reservoir, aus welchem die Luft durch Kautschukröhren zu den Bohrmaschinen geleitet wird, befindet sich oben, ungefähr mitten im Wagen (Fig 8); zu ihm führt ein eisernes Rohr, welches hinter dem Wagen durch eine Kautschuk-schlange mit dem Luftzuführungsrohr verbunden ist. Endlich sieht man oberst auf dem Wagen eine Gasröhre, welche gleichfalls durch Kautschukschlangen theils mit der Gasleitung des Tunnels, theils mit den Brennern am Wagen kommuniziert.

In einzelnen Details ist der hier abgebildete Wagen auch nach 1863 verändert und verbessert worden. Ich sah g. B. einen solchen, welchen komprimirte Luft in Bewegung setzte, indem auf die Kurbelwelle des Treiberades zwei Kolbenstangen wirkten, deren Kolben in 2 geneigt stehenden Luftcyindern sich bewegten.

Gebrauchs-
weise der
Bohrmaschi-
nen.

Nachdem man an den auf den Zeichnungen angegebenen Stellen 7 bis 9 Bohrmaschinen im Wagengestelle placirt hat, schiebt man den Wagen so nahe vor Ort, dass die meisten Bohrmeisel gerade den Berg berühren, wenn die Maschinen so weit wie möglich auf ihren Schlitten zurückgezogen sind. Auf dem Profil sind schon vorher die Ansetzungspunkte der Bohrlöcher durch rothe Flecke angegeben worden, und alle die abzuborenden Löcher werden unter die verschiedenen Maschinen so vertheilt, dass man unter Berücksichtigung etwaiger Ungleichheit in der Gesteinsfestigkeit an verschiedenen Stellen des Profiles, ungleicher Tiefe einzelner Bohrlöcher, und mehr oder minder günstiger Lage der verschiedenen Maschinen, erwarten kann, dass sämtliche Maschinen möglichst gleichzeitig ihr Pensum absolvirt haben. Im grossen Mittel kann man auf jede Maschine ein Wirkungsfeld von $1\frac{1}{2}$ Quadratmetern rechnen, worinnen 10 bis 11 Löcher abzubohren sind. Die äusseren Maschinen sind für die Periferielöcher bestimmt, die obren für die Firstenlöcher, die mittleren für die Breschen- und die denselben zunächst liegenden Einbruchslöcher, die unteren für die Sohlenlöcher.

Zwei Arbeiter brüsten die Bohrlöcher zu, da ausserdem bei den ersten Schlägen der Maschine leicht Gleitung der Bohrstangen, Biegung derselben und andere Störungen eintreten, welche stets Zeitverlust und oft Entfernung der fragl. Maschine veranlassen. Die Maschinen werden in der Richtung der abzuborenden Löcher festgestellt, ihr Hub so bestimmt wie früher erwähnt wurde, und dann mit langsamen Spielen angelassen, wobei man durch Andrücken einer Eisenstange oder auf andere Weise das Schleudern der Bohrstange zu hindern sucht, bis das Loch so weit vertieft ist, dass es als Führung dienen kann; dann giebt man vollen Wind. Da zwei Paar der Bohrmaschinen nicht unabhängig von einander gehoben und gesenkt werden können, so müssen mit diesen gleichgeneigte Löcher gleichzeitig abgebohrt werden; überhaupt fordert die Ordnung, in welcher die einer Maschine vorgegebenen Löcher nach einander anzugreifen sind, grosse Umsicht, wenn Zeitverluste vermieden werden sollen.

Die arbeitenden Maschinen müssen mit ununterbrochener Aufmerksamkeit überwacht werden, um öfteren Störungen in einzelnen Organen sofort abhelfen, und

beschädigte Maschinen nöthigenfalls durch Reserven ersetzen zu können. Einzelne Theile sind fleissigst zu ölen, Luft- und Wasserzfluss ist zu reguliren, und namentlich muss etwaigem Festklemmen des Bohrers entgegen gearbeitet werden. Bei Anwendung Z förmiger Bohrschneiden kommen doch selbst in dem sehr ungünstigen *Bardonnécher* Gestein gegenwärtig Klemmungen nicht sehr häufig vor; sie sind aber vorkommenden Falles sehr störend, indem sie stets Stillehalten der Maschine, und Einwechseln eines schwächeren Bohrers, oft aber auch Uebergeben des Loches und Beginnen eines neuen veranlassen. Mitunter wird nach wenigen hundert Spielen Einwechseln neuer Bohrer erforderlich, günstigen Falles aber könnte mit demselben Bohrer die ganze Lochtiefe erreicht werden, und dennoch ist der Meisel so wohl beibehalten, dass man noch mehre Löcher mit ihm abbohren könnte. Zu *Bardonnéche* rechnete man im allgemeinen auf jedes Bohrloch 2 bis 3 Bohrer, zu *Modane* (in Quarzit) 5 bis 6, von 40, 35, 32, 30^m Durchmesser. Auch wenn Klemmungen nicht eintreffen, macht eine grössere Bohrlochtiefe als 0,75 bis 0,80^m oder ein zufälliger grösserer Abstand zwischen den Maschinen und dem Gebirge Auswechseln der Bohrer erforderlich, so dass man wenigstens einen Vorstecher und einen Abbohrer benutzt. *Günstigen Falles* aber können beide noch für mehre Löcher angewendet werden. Bei regelmässigem Gang kann Rückziehen der Maschine, Einwechseln des neuen Bohrers und Wiederanlassen der Maschine in 1½ bis 2½ Minuten bewerkstelligt werden. Das Einwechseln von Reservemaschinen ist oft mit Störungen auch für die benachbarten Maschinen verknüpft, namentlich wenn es sich um Translocirungen *innerhalb* des Wagens handelt.

Die regelrechte Bedienung eines Bohrmaschinenwagens besteht nach Traforo delle Alpi etc p. 34 aus: einem Capoposto (Aufseher), vier Maschinarbeitern, zwei Zubrüsteren, acht Arbeitern zur Wartung der arbeitenden Bohrer, neun Arbeitern zur Wartung und Führung der Maschinen und zur Regulirung der Wasser- und Luftzuführung, fünf Jungen zum Ölen der Maschinen und Bewachen einzelner Organe an denselben, acht, Hülfсарbeitern zur Bedienung der Bohrmaschinen, zwei Laufburschen; Summa 39 Personen. *Sopwith* berechnet (*The Mining and Smelting Magazine* 1864, V, p. 154) die Belegschaft eines Bohrmaschinenwagens zu 44 Mann; 1865 im August waren 40 Mann mit Bedienung der 9 Bohrmaschinen zu *Modane* gleichzeitig beschäftigt. A priori kann man sich kaum vorstellen, wie diese grosse Menschenzahl vor einem etwa 4^m breite, 3^m hohem Ort, welches ausserdem durch den mit gehenden Maschinen garnirten grossen Wagen völlig gesperrt erscheint, untergebracht werden noch weniger wie sie daselbst mit anstrengender Aufmerksamkeit und rastlosem Fleiss ihre Aufgabe verrichten könne. Vor dem Ort regt sich ein Menschenknäuel, welches man erst nach einiger Betrachtung in die einzelnen neben, zwischen, über und unter den umgehenden und stossenden Maschinen stehenden und liegenden Individuen aufzulösen vermag. Legt man das betäubende Getöse der Maschinen, das Zischen der ausströmenden Luft und der Wasserstrahlen, die sich kreuzenden schreienden Mittheilungen und Commandos hinzu, so dürfte zu entschuldigen sein, wenn in den ersten Augenblicken das ganze als ein grenzloses Wirrwarr erscheint, in welchem der aufmerksame Beobachter

doch bald genug eine musterhafte Ordnung und Kaltblütigkeit entdeckt, ohne welche nichts ausgerichtet werden würde. *)

Am *Mt. Cenis* brauchte man fast ein Jahr, um die mit der Einführung vieler gleichzeitig arbeitender Bohrmaschinen verknüpften Schwierigkeiten zu überwinden. Den 13 Jan. 1861 begann man zu *Bardonnèche* mit einer auf dem Wagen stehenden Bohrmaschine die Sohle des in der Tunnelfirste getriebenen Richtortes abzustossen, aber erst nach 5 Tagen fieng die Maschine an befriedigend zu arbeiten; den 16 Jan. setzte man gleichzeitig 2 Maschinen in Gang, und verrichtete den 20:ten die erste nützliche Arbeit. Als man den 24:ten Jan. 4 Maschinen gleichzeitig arbeiten liess, entstand eine grosse Confusion, aber schon gegen Ende des Monats trat mehr Regelmässigkeit ein; man bohrte täglich 10 bis 12 über 1^m tiefe Löcher, und hieb 1½ bis 2^m Strossenlänge aus, so dass den 12 Febr. die 30^m lange Sohle des Richtortes nachgerissen war. Nun (beim Beginn des Ortsbetriebes) traten neue Schwierigkeiten ein, so dass man während zehntägiger Arbeit fast kein positives Resultat erreichte; wegen Änderungen an den Maschinen wurde die Arbeit mit denselben vom 22:ten Febr. bis zum 2:ten März eingestellt. Demnächst brauchte man täglich 14 Stunden Bohrzeit um die zu höchstens 0,5^m Auffahrung erforderlichen Löcher abzubohren, aber schon gegen Ende desselben Monats nur 8 bis 9 Stunden. Im Monat März fuhr man 9,7^m auf, im April 17,5^m; im Juli war man so weit gekommen, dass alle, 80 bis 90^{cm} tiefen Löcher in 6 Stunden abgebohrt werden konnten, wegen Mangel an Arbeitern aber wurde täglich nur eine Bohrschicht verfahren, und erst den 19 Aug. richtete man 2 Bohrschichten ein, musste aber, um regelmässigen Schichtenwechsel einhalten zu können, gleichzeitig die Tiefe der Bohrlöcher auf 60^{cm} einschränken. Bei täglich 2 Schichten konnte man später die Bohrlochstiefe allmählig wieder wachsen lassen, auf 80,90 und (1865) sogar 125^{cm}. In noch neuerer Zeit soll man (wahrscheinlich mit seigteren Löchern) täglich 3 Bohrschichten verfahren, welches nicht nur ausserordentliche Umsicht beim Gebrauch der Maschinen und grössere Dauerhaftigkeit derselben, sondern auch exaktes Ineinandergreifen der verschiedenen auf einander folgenden bergmännischen Operationen voraussetzt.

Zu *Modane* begann das Maschinenbohren erst den 25 Jan 1863, aber mit

*) Bei Betrachtung dieser Menschen, welche daran gewöhnt worden sind, in möglichst unbequemer Stellung ihre Arbeit mit möglichster Precision zu verrichten, kommt man fast zu der Ansicht, dass die beim gewöhnlichen bergmännischen Ortsbetrieb jetzt gebräuchliche Belegung im *Nothfall* und bei gehöriger Einübung der Häuer vielleicht so gesteigert werden könnte, dass bei kurzen Schichten der Handbetrieb mit dem Betrieb durch die *bisher angewendeten* Maschinen auch mit Hinsicht auf rasche Auffahrung wetteifern könnte. Geschlägelte Örter des Mittelalters welche so eng sind, dass sie durch einen Fahrenden gestopft werden, und manche Kupferschieferscheibe der Gegenwart beweisen ausserdem die Möglichkeit, schwere Häuerarbeit in engstem Raum und un bequemster Lage zu verrichten. Begreiflicherweise kann es doch durchaus nicht meine Meinung sein, eine sich drängende Ortsbelegung oder überhaupt Verrichtung irgend welcher Arbeit in unnötig unbequemer Stellung zu re-kommandiren, sofern nicht dringende Umstände solche Auswege und die mit ihnen verknüpften grösseren Kosten rechtfertigen.

geübten Leuten von *Bardonnèche*, so dass man bald in Ordnung kam, und schon während der ersten 41 Tage 61 Bohrschichten verfahren konnte. Das gleichförmige Gestein zu *Modane* begünstigte ausserdem das Maschinenbohren, so dass man hier bald bessere Resultate erzielte als zu *Bardonnèche* (im Frühjahr 1865 fuhr man in schwarzem Thonschiefer an einzelnen Tagen 3^m auf), bis man den 13 Juni desselben Jahres den berüchtigten Quarzit anhiel, in welchem bis zum 8 März 1867, da er durch eine 381^m lange Strecke überfahren war, täglich nur 0,65^m erlängt wurden.

Nach dem Abbohren werden die Löcher durch einen Luftstrom getrocknet, und nach Entfernung des Bohrwagens beginnt die *zweite Operation*, nemlich das Besetzen und Wegthun. Etwa 60 bis 80^m hinter dem Ortstoss befinden sich 2 transportable Schussthüren, deren jede die halbe Ortsfläche deckt. Man stellt sie an beiden Stössen in einiger Entfernung von einander auf, so dass sie zusammengekommen das Ort decken, aber ungehinderte Passage für die Arbeiter zulassen. Sie dienen als Schild für den Bohrmaschinewagen und als Zuflucht für die Schiesser.

Besetzen
und
Schiessen.

Man besetzt und schießt zunächst die zwischen den Breschenlöchern befindlichen Einbruchslöcher, und sofern dadurch kein offener Schlitz erzielt worden sein sollte, einige der nächstliegenden Einbruchslöcher, durch welche dann stets das Ziel erreicht wird. Wendet man 6 in 2 Reihen vertheilte Breschenlöcher an, so erhält der Einbruch etwa 0,4^m Höhe und 1,3^m Länge. Dann werden die um den entstandenen Einbruch herum bis zu den Wangen liegenden Löcher besetzt, die Länge der Zündschnüre aber wird so abgepasst, dass erst die Löcher seitlich vom Einbruch dann die in der unteren Lage und endlich die in der oberen explodiren. Nun kommt die Reihe an die in 2 bis 3 gebrochenen Linien liegenden Firstenlöcher, bei deren Besetzung die Länge der Zündschnüre so abgepasst wird, dass erst die untersten dann die oberen Löcher fangen. Zuletzt werden die Sohlenlöcher gezündet, welche gewöhnlich nur eine einfache Linie bilden. Die Zündschnüre besetzter Löcher, welche erst nachträglich wegzuthun sind, wickelt man zu Bündeln zusammen, so dass sie von umherfliegenden Wänden nicht abgeschlagen werden. Ehe man das Wegthun einer neuen Gruppe von Bohrlöchern vornimmt, wirft man die hinderlichsten Wände in das Ort, beräumt so viel als unwillkürlich nothwendig erscheint, besetzt einzelne möglicherweise ausgepiffene Löcher nochmals, und thut sie (am liebsten gleichzeitig mit den übrigen) weg. Zu *Modane* erfolgte (im Quarzeit) das Wegthun der Löcher in 2 bis 3 Ringen und Halbringen, um die sich berührenden Breschenlöcher herum.

Unmittelbar auf das Wegthun folgt die *dritte Operation*, nemlich das Wegfördern der Berge. Auf den schmalen Gleisen neben dem Hauptgleis laufen etwa 1^m lange 0,45^m breite, 0,3^m tiefe Hunde, in welchen die Bergförderung vom Ortstoss bis hinter den vorgeschobenen Bohrmaschinewagen geschieht, von wo aus später die Ausförderung auf die Halde in Loren stattfindet. Hat man durch die maschinengebohrten Sprenglöcher kein reines Profil erzielen können, so müssen etwaige Buckel durch besondere mit Faüstel gebohrte Löcher entfernt werden,

Wegfördern der Berge.

ehe eine neue Bohrmaschinenschicht beginnen kann. Diese Regulierungsarbeit wird während des Wegförderns der Berge vorgenommen, und verzögert letztere Arbeit nicht wenig. Etwaige Verlängerungen der Gleise sind auch unmittelbar nach der Förderung auszuführen. Das Schiessen und Fördern wird durch die erwähnten Umstände aufhältig, und durch den starken Pulverrauch in welchem die Arbeit stattfinden muss, beschwerlich. Nach *Devillez* sind beim Schiessen und Wegfördern 13 Mann beschäftigt, nach *Sopwith* dagegen 39 Mann für 2 tägliche Schichtenwechsel.

Diese 3 Operationen, deren jede durch besonderes Personal ausgeführt wird, heissen zusammengenommen eine "muta" oder "reprise". Unmittelbar nach erfolgter Reinigung des Ortes ist eine neue Bohrmaschinenbelegschaft fertig, den Maschinenwagen vor Ort zu schieben, und einen neuen Schichtenwechsel zu beginnen.

Erzielte
Auffah-
rung]

Das rasche Fortschreiten der gesammten Arbeit beruht — unter sonst gleichen Umständen — auf der Anzahl mute, welche während eines Tages stattfinden können, und diese wieder auf der Zeitdauer der einzelnen, eine muta zusammensetzenden Operationen. In beiden Beziehungen hat man bedeutende Fortschritte gemacht, wie schon oben angemerkt wurde.

Während der letzten 5 Monate des Jahres 1861 hatte man in 116 nützlichen Arbeitstagen 171 Schichtenwechsel, also täglich im Mittel 1,47; 1862 in 325 nützlichen Arbeitstagen 582 Schichtenwechsel, also im Mittel 1,78 täglich; 1865 täglich 2 Schichtenwechsel zu *Bardonnèche* und $\frac{2}{3}$ zu *Modane* (im Quarzit).

Zu *Bardonnèche* beanspruchte 1862 von jeder muta (im Mittel)
das Bohren 7 Stunden 39 Minuten

„ Besetzen und Wegthun 3 St. 29 Min.

„ Wegfördern der Berge 2 St. 33 Min. Dagen 1865 (August)

„ Bohren 6 St. 30 Min.; das Schiessen und Fördern 5 St. 30 Min.

Zu *Modane* (Quarzit) dauerte in demselben Monat

„ Bohren 11 St. 30 Min. (nach andern Angaben 13 bis 14 Stunden)

„ Schiessen und Wegfördern 4 St. 30 Min.; wobei anzumerken, dass hier das Förderquantum in jedem Schichtenwechsel nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ von dem gleichzeitigen zu *Bardonnèche* war.

Die Bohrzeit in einzelnen Schichtenwechseln wird nicht nur durch grössere oder geringere Festigkeit und Gleichförmigkeit des Gebirges, sondern namentlich auch durch das Schadhaftwerden und Auswechseln mehrerer oder weniger Bohrmaschinen veränderlich gemacht; die Zeitdauer des Schiessens ist ziemlich unveränderlich; jene des Wegförderns aber kann durch das Schiessen nachträglicher Regulirungslöcher mitunter verlängert werden. Im allgemeinen ist jedoch diese letzte Arbeitsperiode durch die Anlage zweier schmaler Gleise neben dem Hauptgleis in neuerer Zeit abgekürzt worden.

Wie schon an einer anderen Stelle erwähnt ist, soll man gegenwärtig vor jedem Tunnelort in 3 täglichen Schichtenwechseln arbeiten.

Aufenthalte in der Ortsarbeit durch Festtage, Nachziehen der Röhrentouren und Unfälle sind im ganzen unbedeutend, wie aus folgender Uebersicht (Traforo

delle Alpi etc. p. 47) hervorgeht, nach welcher im Jahr 1862 auf der <i>Bardonnèche</i> Seite durch das Nachziehen der Röhrentouren	9 Tage
Schäden an den Luftkompressoren	3 "
einen Bruch im Ort	11 "
Feiertage	7 "
nicht specificirte Ursachen	2 "
allerlei Aufenthälte von je mehren Stunden an 46 Tagen	8 "

Summe 40 Tage

verloren giengen, so dass 325 nützliche Arbeitstage übrig blieben. Im Jahre 1861 nahmen dagegen Vorarbeiten für Einführung des Maschinenbohrens, und Versuche 156 Tage weg, und während der 209 Bohrtage gieng die Arbeit unregelmässig an 77 Tagen (31 Tage mit einem, 46 mit 2 Schichtenwechseln), regelmässig an 152, (76 mit einem 56 mit 2 Schichtenwechseln).

Zu *Modane* trat vor Einführung der Bohrmaschinen ein Aufenthalt in der Tunnelarbeit ein durch Aufhören des bisherigen Entreprenadkontraktes, später hinderte der Quarzit eine rasche Auffahrung, und vor beiden Tunnelörtern wurde die Arbeit 1865 durch Cholera, dann und wann aber durch Ueberschwemmungen der Alpenbäche gehindert. Diese Zufälle sind hier erwähnt, weil sie einige Unregelmässigkeiten in der folgenden Zusammenstellung über die jährlichen Auffahrungen erklärlich machen.

Zeitraum.	Bardonnèche.		Modane.		Anmerkungen.
	Aufgefahrene Länge.	Im Mittel pr Monat.	Aufgefahrene Länge.	Im Mittel pr. Monat.	
August 1857					a) Handbohren b) nach Traforo delle Alpi etc. c) nach Bonjean d) nach Les grandes industries etc. e) nach The Practical Mechanics Journal. Die Quellen vorstehender Ziffern sind hier angegeben, da sehr viele in verschiedenen Journalen zerstreute betrefl. Notizen mitunter nicht übereinstimmen, so dass eine sorgfältige Auswahl nöthig wurde. Trotz dem kann ich nicht für die Richtigkeit der letzten Stellen in allen hier mitgetheilten Ziffern einstehen. Vom 13 Juni 1865 bis zum 8 März 1867 hielt man zu <i>Modane</i> in Quarzit. Die Mittelzahlen (f) gelten nur das Maschinenbohreu; bei ihrer Berechnung sind aus den, einzelnen Monaten geltenden, Mittelzahlen (3 letzte Zeilen) erst die arithmetischen Mittel genommen worden, und letztere zur Berechnung der schliesslichen Mittelwerthe (f) verwendet. Bis zum 1 Okt. 1868 var man zu <i>Bardonnèche</i> 5211 m, zu <i>Modane</i> 3631 m avancirt.
bis 31 Dec. 1860	724 c)	18,1 a)	925 a, c)	14,5 a)	
" 1861	170,5 b)	14,2			
" 1862	380 b)	31,7			
" 1863	426 d)	35,5	376 d)	31,3	
" 1864	625 d)	52,1	458 d)	38,2	
" 1865	765,3 d)	63,8	458,5 d)	38,2	
" 1866	812,7 d)	67,7	212,2 d)	17,7	
31 Okt. 1867	736,6 e)	73,7	594,3 e)	59,4	
30 A ril 1868	283,9 e)	47,3	320 e)	54,0	
31 Juli 1868	195 e)	65,0	184 e)	61,3	
Summe und Mittel.	5119,0	46,7 f)	3528,0	36,7 f)	

Ökonomi-
sches.

Bohrmaschinen. Für jedes Tunnelort hält man ein Verlag von 80 bis 100 Bohrmaschinen. Zu *Bardonnèche* sah ich im August 1865 37 mehr und weniger zerlegte und wieder zusammengesetzte Bohrmaschinen in der grossen Reparaturwerkstätte, 13 vor der Tunnelöffnung und in der daselbst belegenen kleinen Reparaturwerkstätte, 4 in Reserve auf dem Bohrwagen, 7 arbeitende, Summa 61; zu *Modane* rechnete man auf je 9 arbeitende Maschinen 50, theils in Reserve, theils in den Reparaturwerkstätten befindliche; als Mittelzahl ergibt sich also, dass man für jede arbeitende Maschine $7\frac{1}{2}$ in Reserve und unter Reparatur haben musste. Unwesentlichere Beschädigungen sucht man wo möglich zu beseitigen, ohne die Maschine aus dem Wagen zu heben, weshalb auf der Plattform des letzteren eine kleine Werkstätte angebracht ist; bei schwereren Unfällen schafft man die Maschine in die kleinere, unmittelbar vor dem Mundloch befindliche Reparaturwerkstätte. Selten zerbrechen schon bei den ersten Stössen Theile, welche sofortiges Zurückschicken der Maschine in die grosse Werkstätte erforderlich machen; mitunter kommt eine Maschine erst nach 8 bis 14 tägigem Gebrauch aus dem Tunnel, im Mittel aber jeden 3:ten oder 4:ten Tag. Durch etwa zweiwöchentliche Anwendung werden die Garnituren so lose, einzelne Zahnräder etc so abgenutzt, Zapfenlager, Kolbencylinder und Kolbenstangen so ausgeschliffen, dass ein Auseinandernehmen der ganzen Maschine, Nachjustiren einzelner Theile, Ersetzen anderer durch neue, mit einem Wort Herstellung einer neuen Maschine hauptsächlich aus alten Theilen, erforderlich ist. Der Gesteinstaub wirkt in Verein mit den ununterbrochenen starken Stössen zerstörend, und die mit dem Rückgang des Perkussionskolbens gleichzeitige Drehung des letzteren, greift Cylinder und Kolben stark an. Man nahm an, dass eine Maschine höchstens 2 Jahre aushalten könne; nach den vielen, während dieser Zeit vorgenommenen Reparaturen aber dürften dann von ihren *ursprünglichen* losen Theilen nicht viele übrig sein. Nach Traforo delle Alpi etc. p. 53 rechnet man, dass jede Bohrmaschine im Mittel 900 Bohrlöcher von 75 bis 80^m Tiefe, also 697,5^m Bohrlochtiefe, mit 72,290,000 Spielen herstellen könne, und dass man zur Auffahrung der (1863) vorliegenden 10 Kilometer Richtort noch 2000 Bohrmaschinen anschaffen müsse. Wenn man später auch in der Behandlungsweise und hinsichtlich konstruktiver Details der Maschinen grosse Fortschritte gemacht hat, so dürften andertheils im Modaneser Quarzit beträchtlich *weniger* als 900^m Bohrloch durch eine Maschine hergestellt worden sein, so dass obiger Anschlag von 2000 Bohrmaschinen vielleicht eher zu niedrig als zu hoch ist.

Jede Maschine soll 1200 fr kosten (nach *Sopwith* 2000 fr.) Die zahlreichen und umfassenden Reparaturen dürften jedoch nach und nach wenigstens ebenso viel beanspruchen, so dass für Anschaffungs- und Unterhaltungskosten einer Bohrmaschine 2400 fr zu rechnen sind, wovon der Werth der ausgenutzten Maschine mit etwa 400 fr. zu subtrahiren ist. Demnach würden Anschaffungs- und Unterhaltungskosten jeder Maschine 2000 fr. betragen.

Bohrmeisel. Zum Abbohren von 45751 Löchern à 0,70 bis 0,80^m Tiefe wurden zu *Bardonnèche* 72538 Bohrer benutzt, also pr. Meter Bohrloch in runder Zahl 2. Im Quarzit zu *Modane* erforderten 0,45^m Bohrausschlag 5 bis 6 gewöhn-

liche Meiselböhler, oder 1 meter 12 Stücken. Das Ausschmieden der Z-förmigen Bohrköpfe ist schwierig und theuer; sie werden erst zugeschmiedet, dann justirt, endlich gehärtet.

Pulver und Zündschnur. Zur Auffahrung von 380^m Richtort von 3,4^m Breite 2,4^m Höhe (Traforo delle Alpi p. 34 u. 48), also 8,16 Quadratmeter Area und 3101^{km} Volumen, brauchte man zu *Bardonnèche*: 45751 Bohrlöcher à 0,775^m oder 35457 Streckmeter Bohrloch und 18622,45 kil. Pulver samt 76510^m Zündschnur.

Mithin für jeden Meter Auffahrung: 120,4 Bohrlöcher von 93,3^m Tiefe; 4,0 kil. Pulver; 201^m Zündschnur.

Für jeden Kubikmeter anstehenden Gesteines:

14,75 Bohrlöcher von 11,43^m Tiefe; 6 kil. Pulver; 24,7^m Zündschnur.

Auf jedes Bohrloch von 0,775^m Tiefe kommen:

0,0083^m Auffahrung, 0,068^{km} anstehenden Gesteines, 0,4 kil. Pulver, 1,67^m Zündschnur.

Im *Modanese* Quarzit brauchte man zu 0,40^m Auffahrung des Richtortes von 3^m Breite, 2,8^m Höhe, d. i. 8,4^m Area und 3,36^{km} Volum: 60 Bohrlöcher von im Mittel 0,45^m Tiefe; 22 kil. Pulver; also pr. Meter Auffahrung: 150 Bohrlöcher von 67,5^m Tiefe und 55 kil. Pulver; pr. Kubikmeter anstehenden Gesteines 17,8 Bohrlöcher von 8^m Tiefe und 6,55 kil. Pulver.

Ein Kilogram Pulver kostet 2,25 fr.; 1^m Zündschnur 0,06 fr.

Die *Ablöhnung* der Arbeiter erfolgt im Schichtlohn, für welches aber ein tägliches Minimumquantum zu leisten ist; Mehrleistung wird besonders bezahlt. Besteht z. B. die täglich zu erzielende Leistung in 1^m Auffahrung, so bezahlt man für

1,1 ^m Auffahrung	1,1	Schichtlöhne
1,2	"	1,2
1,3	"	1,3
1,4	"	1,5

Diese Skala wird alle 14 Tage adjustirt, und nöthigenfalls verändert. Arbeiten 8 Bohrmaschinen in 2 täglichen Schichtenwechselln, so beträgt die in 24 Stunden erforderliche Mannschaft:

beim Bohren $2 \times 40 = 80$ Mann.

„ Schiessen und Wegfördern 39 „

Summa 119 Mann. Die Schichtensätze für die einzelnen Arbeiter sind sehr veränderlich; ich glaube aber nicht viel zu irren, wenn ich 4 fr. als *mittleren* Tagesverdienst ansetze, und also pr. Tag $119 \times 4 = 476$ fr. Arbeitslöhne für den Betrieb des Richtortes annehme.

Diverse Kosten, Zinsen, Administration. Eine Menge anderer Kosten, als für Schmiere etc. der Maschinen, Geleucht, Unterhaltung der kleinen Eisenbahnen und deren Geschirr, Verzimmerung, Unterhaltung der Bohrmaschinenwägen u. s. w. kann ich nicht einmal approximativ angeben, ebensowenig Administrationskosten, sowie Verzinsung, Amortirung und Unterhalt der für die Luftkompression errichteten Anlagen. Das in letzteren incl. Wasserleitungen etc. liegende Kapital soll 2 bis 3 Millionen betragen; man darf aber nicht vergessen, dass die Neuheit

des Unternehmens sehr viele (in grossem Masstab ausgeführte) Experimente veranlasste, welche wie alle Versuche auf einem neuen Gebiet theilweise missglückten, und die gesammte Luftkompressionsanlage wesentlich vertheuerten.

Nehmen wir eine tägliche Auffahrung von 2^m in 2 Schichtenwechselln an, so wird, die erwähnten diversen Unkosten, Zinsen etc. ungerchnet, ein Meter Richtort im Bardonnécher Gestein approximativ kosten:

Bohrmaschinen zur Herstellung von 93,3^m Bohrloch: $\frac{93,3 \times 2000}{900} = 207$ fr.

Pulver 49 kil. à 2,25 fr.	110 —
Zündschnur 201 ^m à 0,06 fr.	12 —
Arbeitslöhne 1/2 Tag × 476 fr.	238 —
	Summa fr. 567

Hieraus folgen als Gewinnungskosten für 1^m anstehenden Gesteines

an Bohrmaschinen	$\frac{207}{8,16}$ fr.		25,4 fr.
Pulver	$\frac{110}{8,16}$		13,4 —
Zündschnur	$\frac{12}{8,16}$		1,5 —
Arbeitslöhnen	$\frac{238}{8,16}$		29,2 —
			Summa 69,5 fr.

Da nach pag. 84 65000000 fr. für den gesammten Tunnelbau veranschlagt sind, so ist die Herstellung eines laufenden Meters fertigen Tunnels zu $\frac{65000000}{12220} = 5391$

fr. berechnet worden. Im Jahr 1865 gab man zu Modane die Kosten eines laufenden Meters zu 6500 fr. an. Nach Zeitungsnachrichten kostete 1867 ein laufender Meter 5945 fr.

Vergleich mit Handarbeit. Sopwith berechnet (The Mining and Smelting Magazine, 1864, V, p. 155), dass die Maschinenarbeit 3 mal so rasche Auffahrung als die Handarbeit gewähre, mit 2 1/2 so grossen Kosten.

Nach dem oben mitgetheilten Tableau war die monatliche Auffahrung durch Handarbeit (Aufenthälte eingerechnet) zu Bardonnéche und Modane im Mittel 16,3^m; jene durch Maschinenarbeit (gleichfalls Aufenthälte und die Versuchsperiode einbegriffen) 41,7^m; mithin förderte die Maschinenarbeit $\frac{41,7}{16,3} = 2,56$ mal rascher als die Handarbeit. Aufenthälte abgerechnet, fuhr man aber zu Bardonnéche durch Handarbeit monatlich 24^m auf, und nach 1863 durch Maschinenarbeit im Mittel 61,4^m; also arbeitete man mit letzterer auch nach dieser Berechnungsweise $\frac{61,4}{24} = 2,56$ mal rascher.

Vergleichen wir die durch Maschinenarbeit am Mt. Cenis erzielten Resultate mit denen bei anderen bergmännischen Ausführungen mit gewöhnlichen Mitteln

jahren mit je 3 Bohrhäuern, welche täglich 6 vierstündige Bohrschichten verfahren, und einem Handlanger belegt; in der Weise, dass je ein Bohrhauer vor und nach 4 stündigem Bohren noch 2 Stunden als Handlanger fungirte, wobei die Häuer der gesammten Belegschaft mit einander wechselten. Der Handlanger hatte die Berge nach dem Tretwerk zu fördern, die Wässer zu pflützen, Bohrgezäh etc. herbeizuschaffen u. s. w., während die 3 Häuer nur bohrten und schossen. Die tägliche Belegung war also 18 Mann, mit im Mittel je 2 fr. Gedingschichtenlohn. Jeder Bohrhauer hatte in der Schicht 3 Löcher von cca 0,40 m mittler Tiefe zu bohren und wegzuthun; mithin wurden täglich 54 Bohrlöcher von 21,6 m Tiefe weggethan, nach denselben beräumt, und die gefallenen Berge zum Eisenbahnhund gefördert. Zur Auffahrung von 1 Spann = 0,24 m bedurfte man 21 Bohrlöcher, konnte also mit 54 solchen den Stollen täglich 0,62 m erlangen. Der Pulveraufwand pr. Lachter oder 1,92 m Auffahrung betrug im grossen Mittel 29,25 \mathcal{L} . (à 10 Sgl) = 14,62 kil. (à 2,50 fr.), also pr. 0,62 m: 4,72 kil.; wobei jedoch anzumerken, dass in diesem Pulverquantum auch das beim Zuführen (behufs Mauerung) verwendete inbegriffen ist. Da man aber zur Treibung der ersten 549 m Stollen in schwimmendem und rolligem Gebirge im ganzen nur 30 kil. Pulver konsumirte, und da nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der ganzen Stollenstrecke in Mauerung steht, so dürfte eine Ausgleichung dahin stattfinden, dass das angegebene Pulverquantum dem Verbrauch beim Stollenbetrieb auf *festen Gestein, excl. Zuführung*, wohl entspricht. Berechnen wir, um direkt vergleichen zu können, Arbeits- und Pulverpreise ebensohoch als in den obigen, den *Mt. Cenis Tunnel* betreffenden Kalkülen, also 1 Tagelohn = 4 fr., 1 kil. Pulver = 2,25 fr., und nehmen wir ferner an, dass beim Schiessen jeden Bohrloches 0,67 m Zündschnur à 0,06 fr., für 54 Bohrlöcher also 36 m Zündschnur verbraucht worden seien, so würde die Auffahrung eines jeden laufenden Meters gekostet haben:

an Arbeitslöhnen	$\frac{18 \times 4}{0,62}$	116,1 fr.
„ Pulver	$\frac{4,72 \text{ kil}}{0,62 \text{ m}} \times 2,25 \text{ fr.}$	17,1 —
„ Zündschnur	$\frac{36 \text{ m}}{0,62 \text{ m}} \times 0,06 \text{ fr.}$	3,5 —
		<u>Summa 136,7 fr.,</u>

und der Aushieb eines Kubikmeters:

an Arbeitslöhnen	$\frac{116,1}{4,23}$	27,4 fr.
„ Pulver	$\frac{17,1}{4,23}$	4,0 —
„ Zündschnur	$\frac{3,5}{4,23}$	0,8 —
		<u>Summa 32,2 fr.</u>

Nehmen wir nicht darauf Rücksicht, dass das Profil des *Mt. Cenis ortes* eine billigere Gewinnung ermöglicht, als das nur halb so grosse Profil des *Ernst August Stollens*, so folgt dass *ohne Berechnung von Zinsen und Amortirung des auf*

Luftkompressoren, Luftleitungen etc niedergelegten Kapitales, die Bohrmaschinenarbeit *wenigstens* $\frac{69,5}{32,2} = 2,16$ mal so *theuer* ist als die gewöhnliche Handarbeit.

Absichtlich sind in dem *Ernst August Stollen* betreffenden den Kalkül nur solche Posten aufgenommen worden, welche auch in der das *Mt. Cenisort* betreffenden Rechnung eingeführt werden konnten, und ausserdem für *beide* Stellen *gleiche* Materialpreise und Arbeitslöhne angenommen worden. Dadurch behält die gefundene *Verhältnisszahl* ihre allgemeine Richtigkeit, selbst wenn die Arbeitslöhne am *Mt. Cenis* wenig verschieden von den hier angenommenen sein sollten; ingleichen kann diese Verhältnisszahl nur wenig influirt werden, wenn man beide Rechnungen gleichzeitig durch Einfügung kleinerer Posten für Bohrgezäheaufwand, Geleucht, u. s. w. komplettirt.

Die den *Ernst August Stollen* betreffenden Ziffern ergeben übrigens, als zur Gewinnung von 1^{km} anstehenden Gesteines durch *Handarbeit* erforderlich: 20,6 Sprenglöcher von zusammen 8,24^m Tiefe, 1,8 kil. Pulver, (event. 13,8^m Zündschnur); wegen leichteren Vergleiches wollen wir nochmals die gleichartigen beim *Maschinenbohren* zu *Bardonnèche* geltenden Ziffern hier aussetzen, nemlich zu 1^{km} Gestein: 14,75 Bohrlöcher von zusammen 11,43^m Tiefe, 6 kil. Pulver, 24,7^m Zündschnur; *gleichzeitig aber anmerken*, dass das grössere Profil des *Mt. Cenis*-richtortes die dasige Gewinnung erleichtert.

Die vorstehenden Kalküle machen nicht darauf Anspruch, den Kostenpunkt des *Mt. Cenis* tunnelbaues zu erörtern, wie überhaupt eine derartige erschöpfende Erörterung erst nach Vollendung des Baues auf Grund der geführten Bücher, von Seiten der Baudirektion sich erwarten lässt. Ich habe nur bezweckt, durch Zusammenstellung einzelner ermittelter Daten eine allgemeine Ansicht zu gewinnen, über die Anwendbarkeit der am *Mt. Cenis* ausgeführten Ortsbetriebmethode, namentlich beim gewöhnlichen Bergbau. Abgesehen davon, dass die Bohrmaschinen des *Mt. Cenis*, für letzteren zu sperrig und schwer sind, dass man überhaupt gegenwärtig Perkussionsbohrmaschinen besitzt, welche wegen Leichtigkeit, einfacher Konstruktion, Billigkeit, Dauerhaftigkeit, geringeren Kraftbedürfnisses und guter Leistung den *Mt. Cenis*maschinen vorzuziehen sind, dürften nicht viele Gruben in der Lage sein, das zum Betrieb einer grösseren Anzahl *Mt. Cenis* Bohrmaschinen erforderliche *sehr bedeutende* Kraftquantum *billig* zu beschaffen, und ein grosses Kapital auf Luftkompressionsanlagen etc. niederzulegen, um mit wenigstens doppeltem Aufwand an laufenden Kosten, die vorliegende Arbeit in halber Zeit zu verrichten. *Specielle* Verhältnisse aber können beim Bergbau eintreffen, unter welchen selbst ein sehr *theuer* erkaufter Zeitgewinn *nicht zu hoch bezahlt ist*, unter welchen also die Anwendung von Bohrmaschinenarbeit auch in ihrem gegenwärtigen unvollkommenem Geschick völlig gerechtfertigt erscheint.

Dass der Richtortbetrieb durch Bohrmaschinen im *Mt. Cenis*tunnel völlig an seinem Platze ist, dürfte gegenwärtig allgemein anerkannt sein. Wird er (Zinsen und Amortirung des in den Luftkompressionsanlagen steckenden Kapitales eingerechnet) vielleicht auch 3 mal so *theuer* als Handbetrieb, so werden dadurch die

gesamten Baukosten des Tunnels doch keineswegs verdreifacht; durch die Zeitersparniss aber werden Administrations- und allgemeine Unkosten des ganzen Baues gleichzeitig um die Hälfte vermindert. Von viel grösserer Bedeutung als dieser, und der durch die französischen Prämien erzielte Gewinn aber sind die Vortheile, welche durch *möglichst baldiges* Trafikiren der Eisenbahn durch den *Mt. Cenis* erwachsen müssen. Wie hoch man diese Vortheile anschlagen darf, lässt sich leicht daraus ermessen, dass die Gesellschaft, welche kürzlich die Eisenbahn *über* den *Mt. Cenis* vollendete, auf Amortirung und Verzinsung des niedergelegten Kapitals während der noch rückständigen Bauzeit des Tunnels rechnen musste.

Da der *Mont Cenis tunnel* mit Recht die Aufmerksamkeit der gesamten bergmännischen Welt auf sich gezogen hat, wegen ungewöhnlicher Länge, ungewöhnlicher Schwierigkeiten und ungewöhnlicher Mittel zur Ueberwindung letzterer, so darf man wohl hoffen, seiner Zeit eine Beschreibung über dieses Werk zu lesen, welche von den Lücken und Mängeln der bisherigen skizzenhaften Darstellungen frei ist, und welche nur von der Hand eines der den Bau leitenden Ingenieure erwartet werden kann.

Fontenay.
Pl. I, fig. 39
bis 42.

Mehre Perkussionsbohrmaschinen, welche gleichzeitig mit und *vor* denen des *Mt Cenis* konstruirt, und beim Bergbau *angewendet* worden sind, haben von letzteren nach deren Bekanntwerden *einzelne* Anordnungen entlehnt, wie wir weiter unten sehen werden. Es giebt aber auch Bohrmaschinen, welche von *späterem* Datum als die des *Mt. Cenis*, diesen in der *Hauptsache nachgebildet* sind. Als ein hieher gehöriges Beispiel führen wir zunächst *Fontenay's* auf Pl. I fig. 39 bis 42 nach The Practical Mechanics Journal 1865, July p. 101 abgebildeten Apparat an. Der Kolben b, c welcher die Bohrstange a trägt, ist Differenzialkolben, besitzt aber so hohen und veränderlichen Hub, dass das Loch *ohne* Nachschiebung der gesamten Maschinerie, nöthigenfalls durch Einlegen längerer Bohrer abgebohrt werden kann. Vor und hinter dem Kolben ist ein Luftkissen, welches bei vollendetem Kolbenhub die lebende Kraft der bewegten Masse in sich aufnimmt. Es communiciren nemlich vom Steuerkasten mit dem Vorder- und Hintertheil des Cylinders je 2 Kanäle, von denen der dem Cylinderdeckel nächste geschlossen ist, wenn sich der Kolben diesem Deckel nähert. Das Schliessen des hinteren (linken) Kanales geschieht durch den Steuerschieber, sobald der Kolben den rechts von diesem liegenden passirt hat; das Schliessen des vorderen, (rechten) Kanales aber erfolgt durch ein in demselben liegendes Kugelventil, welches der Luft gestattet vor den Kolben zu treten, aber nicht durch denselben Kanal zurückzuweichen. Den Steuerschieber bewegt vorwärts (von links nach rechts) die im Steuerkasten befindliche komprimirte Luft, welche auf die dicke Stange des Schiebers presst; zurück, (oder von rechts nach links) aber drückt ihn das rotirende 3 seitige Exentrik i. Wie dieses von der Maschine selbst bewegt werden soll, erläutert weder Zeichnung noch Text. Das Setzen der Bohrers geschieht vom Steuerschieber aus, indem eine an diesem befestigte, durch das Hintertheil des Steuerkastens sich streckende Stange die Sperrklinke k gegen die Zähne des Schaltrades l stösst. Letzteres aber dreht die Winkelräder m und durch sie die im Cylinderboden

runde, innerhalb des Kolbens aber vierkantige Stange *n*, welche die Drehung dem Kolben und Bohrer mittheilt. Als Motor soll Luft von 5 Atm. Druck dienen, und 1080 (?) Spiele pr. Minute sind beabsichtigt.

Die Maschine ist an einer halbkreisförmigen Eisenplatte *o* befestigt, welche um eine horizontale Achse der Standsäule *p* drehbar ist, so dass man durch Drehen dieser Säule und Drehen der Scheibe die Maschine in beliebige Richtung bringen kann. Uebrigens trägt die erwähnte Horizontalachse 2 Scheiben und Maschinen auf je einer Seite des Ständers, und diese 2 kombinierten Maschinen besitzen einen gemeinsamen Mechanismus für die Bewegung der Excentriks. Wie der Ständer durch Schrauben zwischen Sohle und Firste eingeklemmt werden soll, erhellt aus der Zeichnung. Eine zweite, leichtere, vor den Maschinen aufgestellte Säule *g* führt die einzelnen Bohrer in verschiebbaren Leitungsringen.

So weit ich kenne ist *Fontenay's* Maschine nicht zur Anwendung gekommen.

Auf andere Bohrmaschinen, welche denen des *Mt. Cenis* mehr oder weniger nachgebildet sind, wurden in *England* Patente genommen, von: *Sturgeon* (*Mining and Smelting Magazine*, 1864, IV p. 26; *Revue universelle* 9^{me} année (1865) p. 78); *Simpson*, Patent vom 9 Nov. 1861 (*Mining and Smelting Magazine* 1862, II, p. 360; 1863, III, p. 174; *Crease* (*Revue universelle* Tome 15, p. 567; *The Practical Mechanics Journal*, 1864, June, p. 82) *Green* (*Revue universelle*, Tome 15, p. 567); *Low*, Patente vom 6 Aug. 1863, 5 Juli 1865 und neuere (*Revue universelle*, Tome 15, p. 568; 1865 p. 77 (aus *The Quarterly Journal of Science*); *The Miners association of Cornwall and Devonshire etc* 1867 p. 78; *The Practical Mechanics Journal* 1865 p. 100; 1867 p. 227; *Engineering* Vol. I p. 119 u. 120, Vol. III p. 469; 1868 p. 296); *Harrison* und *Stanley* u. a. Von diesen sind *Sturgeon's* und *Simpson's* ausser zum Bohren auch zum Schrämen abgesehen. *Crease's* Apparat soll zu *Cambourne* in Anwendung gewesen sein; *Low's* Maschine wurde von der Grubengesellschaft *Connoree* adoptirt, und beim Betrieb des *Roundwood* tunnels von der *Dublin Corporation for the supply of water* angewendet aber übergeben. *Harrison* und *Stanley* nehmen namentlich auch Patent auf das Einspritzen eines kontinuierlichen Wasserstromes in das Bohrloch!

The Practical Mechanic's Journal nennt *Low's* Apparat "almost a copy of the Mount Cenis machines" und beklagt, dass Patente auf (vor der Patentnahme) in *England* öffentlich beschriebene Maschinen, irgend welchen Werth besitzen können. Principiell und durch den Differenzialperkussionskolben mit *Someillers* Maschinen übereinstimmend, besitzt jedoch *Low's* Maschine (wenigstens die neuere) Eigenthümlichkeiten, welche sie neben ihrem Vorbild ebensowohl selbstständig erscheinen lassen, als z. B. *Bergströms'* patentirte Bohrmaschine, welche aus *Schumann's* hervorgegangen ist, neben letzterer auf Originalität Anspruch machen kann. Deshalb werden wir weiter unten auch Zeichnungen und Beschreibung von *Low's* Konstruktion mittheilen, müssen vorher aber andere Bohrmaschinen abhandeln, welchen *Low* gleichfalls entlehnt zu haben scheint.

Low, Simp-
son, Stur-
geon, Har-
rison, Cre-
ase, Green
u. a.

Haupt Pl
IV.

Die Bohrmaschinen des Amerikaners *Haupt* *) sind beschrieben in einer besonderen Brochüre: *Tunneling by machinery etc.*, Philadelphia 1867, und nach dieser in *The miner's association of Cornwall and Devonshire etc.*, Truro 1867; *Engineering* 1867 p. 310; *Engineer* 1867. p. 227. Beschreibung einer durch *H. Johnson* in *England* patentirten Maschine *Haupt's* wird in *The Practical Mechanic's Journal*, Dec. 1. 1865 p. 271 (mit Holzschnitten) mitgetheilt. Ausser auf diese Quellen stützen sich die folgenden Mittheilungen namentlich auch auf eigene Beobachtungen der im Juli 1867 auf der *Pariser Exposition* in Gang befindl. *Haupt'schen* Maschine. Die Figuren auf Pl. IV sind theils *Tunneling by machinery* theils *The Pract. Mech. Journal* entlehnt; Fig. 1—3 aber nach eigenen Skizzen von der *Pariser* Ausstellung entworfen, mit Benutzung der unvollständigen Abbildungen in *Tunneling by machinery*.

Aus den etwas unklaren historischen Mittheilungen in letzt erwähnter Schrift scheint hervorzugehen, dass eine Bohrmaschine, mit welcher *Gwynn* 1858 zu *South Boston* Versuche anstellte, die Grundlage von *Haupt's* Apparaten ausmacht, mit welchen letzteren bis 1861 zu *South Boston* und *Springfield* (*Hoosac-tunnel*) experimentirt wurde. Nach dem Krieg traf man 1864 Vorbereitungen zum Betrieb eines Stollens in einer *Pensylvanischen* Kohlengrube mit *Haupt's* Bohrmaschinen, musste aber die Arbeiten wegen Fallissements der Gesellschaft wieder einstellen. Ausserdem ist noch von Versuchen in *Franklins' Tunnel* die Rede; zu praktischer Anwendung aber scheinen *Haupt's* Maschinen nirgends gekommen zu sein, wesshalb wir denselben nicht so viel Platz opfern würden, sofern sie nicht einige neue und originelle Anordnungen besässen.

Ältere Construction. 1865 in *England* Patent erhielt, für welche *H. Johnson* den 6. April 1865 in *England* Patent erhielt, weil sie die älteste ist, von welcher ich Zeichnungen veröffentlicht gesehen habe. Fig. 12 giebt Seitenansicht des Vordertheils samt Längenschnitt des Hintertheiles; Fig. 13 obere Ansicht des Vordertheiles mit theilweiser Plansektion des Hintertheiles; Fig. 14 Vorderansicht; Fig. 15 u. 17 Maschinenstuhl; Fig. 16 Bohrkopf. Der Cylinder A ist mittelst der Schildzapfen C, C auf dem Stuhl aufgelagert; in ihm bewegt sich ein Kolben mit fast unveränderlichem Hub; die Kolbenstange E, K geht durch beide Cylinderdeckel, ist hohl und enthält die Bohrerstange I' an deren Vordertheil der Bohrer I durch Keilverschluss befestigt ist. Der Bohrerhalter I' wird durch den s. g. gripper box in der Kolbenstange festgehalten aber während Vertiefung des Bohrloches momentan losgelassen, so dass er um eine, der Bohrlochstiefe entsprechenden Länge aus der Kolbenstange heraustreten kann, wodurch der Bohrer gleichsam verlängert wird, das Loch also ohne Vorwärtsschiebung der gesammten Maschinerie abgebohrt werden kann. Dies ruckweise Ausschieben des Bohrerhalters erfolgt durch seine Trägheit während des Kolbenhubes, wird vom Erfinder "momentum feed" genannt, und ist ein wesentlicher Zug an *Haupt's* Bohrmaschinen. Da dieselbe Einrichtung aus anderen

*) Alle *Haupt's* Bohrmaschinen betreffende Maasse und Gewichte sind englische; Münzen amerikanische.

auf Pl. IV mitgetheilten Abbildungen leichter zu ersehen ist als aus Fig. 12 und 13, so wollen wir hier zunächst nur deren Princip erläutern. Die Keile M, M halten den Bohrerträger I' in der Kolbenstange, und werden theils durch die Feder P, P gegen selbigen gepresst, theils klemmt sich die Stange I' bei jedem Stoss des Bohrers gegen das Gestein fester zwischen den Keilen ein. Wird aber das Bohrloch so tief, dass der Bohrmeisel nicht mehr ausschlägt, so wird die Feder P, P momentan ausgelöst, die Keile M, M packen nicht mehr fest, und der Bohrhälter wird durch seine vis inertiae beim Ausschub des Kolbens so weit vorwärts geschleudert, bis der Bohrmeisel wieder das Gestein trifft. Dann packen die Keile wieder, um bei abermaliger Vertiefung des Bohrloches den Bohrerträger wieder momentan frei zu lassen, wodurch er wiederum ein Stück ausgeschoben wird. Das Setzen des Bohrers geschieht durch Drehung der Kolbenstange, indem ein an gripper box befindlicher Zahn T in den Spiralförmigen Schlitz S des den gripper box umhüllenden, und am Cylinder A festsitzenden Blechmantels S' greift; beim Rückgang des Kolbens bewirkt die Steigung dieses Schlitzes eine Drehung der Kolbenstange samt inneliegendem Bohrer. Damit beim Ausschub des Kolbens nicht eine Drehung in entgegengesetzter Richtung stattfindet, wodurch das Setzen annullirt werden würde, befindet sich neben dem, den Zahn T tragenden Ring e ein mit ihm gekoppeltes Sperrrad O, Z, dessen Zähne in die Federklinke w greifen, und wohl Drehung des Sperrades, Ringes und Kolbens in der einen Richtung gestatten, aber nicht in der entgegengesetzten.

Da trotz veränderlicher Bohrlochtiefe und Festliegen der Maschine, der Kolbenhub fast konstant bleibt, so kann die zum Umsteuern der Maschine erforderliche Bewegung direkt der Kolbenstange entnommen werden. In dem Vertheilungskasten B, zu welchem die Röhren D, D den Dampfzufluss- und Abfluss vermitteln, bewegt sich ein Steuerschieber, dessen Stange F von dem Winkelhebel M hin und her gezogen wird. Den längeren Arm dieses Winkelhebels bildet eine Coulissee mit 2 geneigten Ebenen, auf welche ein durch Halsring mit der Kolbenstange verbundener Knopf H wirkt, so dass der Winkelhebel abwechselnd gehoben und gesenkt wird. Da der Knopf H aber erst gegen Ende des Kolbenlaufes auf die schiefen Ebenen wirkt, so findet Umsteuerung auch erst nach vollendetem Ausschub statt, wie der Gang der Maschine erfordert.

Der in Fig. 16 abgebildete Bohrmeisel besitzt eine sehr sonderbare Form. Ein gewöhnlicher Bohrmeisel ist in der Mitte, quer über die Schneide gespalten, und sodann jede Schneidenhälfte ein wenig auswärts gebogen. Man hat hierdurch wahrscheinlich die arbeitenden Schneidentheile so viel wie möglich nach der Peripherie des Bohrloches hin verlegen wollen.

Der ältere Stuhl (Fig. 15 Seitenansicht, Fig. 17 Perspektiv) bestand aus 4 vertikalen hohlen Säulen A, A, welche durch die Schrauben M, M gegen Sohle und Firste gestemmt wurden. An diesen Säulen sind die Träger G, G verschiebbar und können in beliebiger Höhe durch die Schrauben s, s festgeklemmt werden. Je 2 einander gegenüberliegende Träger nehmen die Schildzapfen einer Bohrmaschine auf. Um die Schildzapfen lässt sich die Bohrmaschine in jede beliebige

Älterer
Maschinen-
stuhl Fig 15,
17.

Richtung gegen den Horizont drehen, und dadurch dass die Schlütze (in den Trägern) den Schildzapfen eine Bewegung vorwärts oder rückwärts gestatten, und dass die 2 zusammengehörigen Träger nicht völlig in einer Horizontalebene festgeklemmt zu werden brauchen, ist auch eine kleinere Seitendrehung jeder Maschine in dem feststehenden Stuhl ermöglicht. Diese seitliche Drehung wird durch die auswärts gebogene Form der Träger (nach Fig. 17) noch mehr erleichtert und erweitert. Nach dem Einrichten lässt sich eine jede Bohrmaschine durch an den Schildzapfen angebrachte Schrauben festklemmen.

Die eine der Säulen dient als Zuflussrohr, die andere als Abflussrohr des Dampfes für alle 4 im Stuhle liegende Maschinen. Die Dampfvertheilung geschieht durch Kautschukröhren, welche theils an die Seitenröhren B, B (kommuniciren mit den Säulen durch welche der Dampf eintritt oder austritt) theils an die Dampföhre D, D der Bohrmaschinen anschliessen.

Diese Stühle wurden übergeben; sie waren zu schwer; den 8 Fusschrauben konnten nicht leicht sichere Stützpunkte an Firste und Sohle bereitet werden, das Festklemmen der Maschine durch Schrauben war aufbältig und unsicher; und da 2 der Säulen kalt, 2 aber heiss waren, so verursachten oft Missgriffe bei Aufstellen des Stühles dessen Fahrenlassen.

Neuere
Konstruk-
tionen. Fig.
1 bis 3.

Die Einrichtung des gripper box stimmt im Princip mit jener nach Fig. 12 überein. Aus dem Längenschnitt (Fig. 1) erhellt, dass am Hinterende der hohlen Kolbenstange (6) der Halsring (8) verschraubt ist, welchen der gripper box (9) so umgiebt, dass letzterem eine Bewegung in der Achsenrichtung der Kolbenstange, am Ring (8) hin und her, gestattet ist. Die Spiralfeder (14) drückt gegen die 4 Keile (12) (Fig. 3 linke Hälfte in Querschnitt), auf welche die Stosscheibe (13) den Druck gleichmässig vertheilt; die Keile halten den Bohrerträger (5) fest. Der Grad des Festklemmens, welcher je nach der Bohrfestigkeit des Gesteines veränderlich sein muss, lässt sich durch die Schraube (11) moderiren. Durch Anziehen derselben werden die Keile gegen die Feder (14) gepresst, und ihr Druck gegen den Bohrerträger vermindert. Beabsichtigt man (behufs Einwechsels von Bohrern) den Bohrerträger aus der Kolbenstange zu ziehen (wobei die Stellung der Maschine im Stuhl *nicht* verändert zu werden braucht), so ist die Schraube (11) nur so stark anzuziehen, dass die Keile los werden und den Bohrerträger (5) fahren lassen.

Ist das Bohrloch so weit vertieft, dass der Bohrmeisel das Gestein nicht mehr trifft, so schlägt bei zurückgelegtem Kolbenhub der gripperbox gegen die Eisenanker (22). Durch den Stoss wird der gripper box aufgehalten, während die Kolbenstange u. s. w. sich noch vorwärts bewegen, wodurch die Keile gelöst werden (in Folge der Kegelförmigen Form des gripper box, wie aus Fig. 1 leicht zu ersehen); das Trägheitsmoment des gleichzeitig noch in Bewegung befindlichen Bohrerhalters treibt nun letzteren so weit vorwärts, bis der Bohrer das Gestein trifft. Es ist leicht zu ermessen, dass dies Ausschieben des Bohrerhalters am vortheilhaftesten erfolgen würde kurz *nach* Umsteuerung der Maschine, wenn der Kolben seinen Rückweg bereits angetreten hat, da nur in diesem Fall der Ausschub

des Bohrers durch das vorliegende Gestein nicht zu sehr beschränkt wird. Uebrigens kann man auch einsehen, dass wenn durch Aufschlagen des gripper box die Keile *sicher* gelöst werden sollen, der Boden des gripper box (10) bei erfolgreichem Stoss den Halsring (8) *nicht* berühren sollte, da nur in diesem Fall der gripper box zum Stehen kommen kann, während Kolbenstange etc. sich noch vorwärts bewegt. Die Feder (11) aber sucht stets den Halsring (8) an den Boden des gripper box zu drücken, und würde wenn sie beide nicht in Berührung brächte, nur wenig Pressung auf die Keile (12) ausüben können, also überflüssig werden. Dieser Umstand, macht die Wirkung des gripper box mechanismus unsicher, und der Maschinenwärter auf der Pariserexposition erzählte mir, dass man, um den Boden des gripperbox vom Halsring der Kolbenstange abzuhalten, zwischen beide eine Spiralfeder gelegt habe (welche aber nicht in Fig. 1 angedeutet ist). Damit das Auslösen der Keile und dadurch vermittelte Ausschieben des Bohrers nicht zu oft erfolge, stösst der Boden des gripper box nicht direkt gegen die Anker (22) sondern mittelst 2 bis 3, etwa $\frac{1}{3}$ "über seine Fläche hervorstehender sektorenförmiger Absätze (21). Bei jedem vollen Umgang der Kolbenstange (nebst gripperbox) kommen diese Absätze nur 1 bis 2 mal in eine solche Stellung, das sie im Augenblick des grössten Ausschubes die Anker treffen können, und mithin tritt auch für jeden Umgang des Bohrers nur 1 bis 2 maliges Ausschieben desselben ein. Zwischen dem Cylinderdeckel und den Ankern liegt ein Kautschukring (23), welcher die Stösse moderiren soll.

Der Bohrer (1) ist durch den Keil (2) im Bohrerhalter befestigt. *Haupts'* Zeichnungen geben nicht an, dass der Schlitz (3) in der Bohrerstange so lang ist, dass dem Bohrer ein Spielraum von mehren Zollen zu Bewegung rückwärts und vorwärts im Bohrerhalter bleibt, auch nicht die Spiralfeder (4), welche den Bohrer vorwärts drängt. Diese Einrichtungen aber befanden sich an der zu Paris arbeitenden Maschine, und ich habe sie in Fig. 1. abgebildet, weil es mir schien, als ob ohne dieselben (welche *Haupts'* Maschine für *feste* Gesteine praktisch unanwendbar machen dürften) nicht einmal das Schaubohren auf der Ausstellung in einem sehr *losen* Gestein ausführbar gewesen wäre.

Die zu Paris angewendeten Bohrer waren 3kantige Kolbenbohrer.

Der Kolben (7) ist durch Metallringe abgedichtet.

Das Setzen des Bohrers wird während des Rücklaufes des Kolbens durch 2 Sperräder, und einen gewundenen Schlitz (17) in der den gripperbox umgebenden Hülse (24) bewirkt. Das eine Sperrad, dessen Zähne auf der Periferie des gripperboxbodens (10) ausgeschnitten sind, greift in die Stahlschneide (19), welche durch die Feder (20) gegen das Sperrad gepresst wird, und samt der Feder in dem Gehäuse (18) liegt. Diese Schneide ist wenigstens so lang als der Kolbenhub. Beim Ausschub des Kolbens etc. gleiten die Zähne an ihr hin ohne dass Drehung des Sperrades oder der Maschinenteile womit es verbunden ist, stattfinden kann; beim Rückgang des Kolbens hingegen drücken die Zähne die Stahlschneide in das Gehäuse, und das Sperrad etc folgt der Drehung, welche die Schraubenwindung des Schlitzes (17) veranlasst. In diesen Schlitz greift nemlich

der Knopf (16), welcher am Ring (15) befestigt ist, so dass zunächst letzterer sich dreht (nach der Zeichnung irrthümlich von rechts nach links). Unter dem Ring aber ist der Hals des gripper box (9) so gezahnt, dass die Steigung der Zähne jener am Sperrad (10) entgegengesetzt läuft. In diese Zähne fällt ein an der Innenseite des Ringes (15) federend befestigter Schalthaken, welcher gripper box, Kolbenstange und Bohrer zwingt, an der Drehung des Ringes theilzunehmen, welcher aber während des Kolbenhubes über den Zähnen hingleitet, ohne sie zu packen und ohne ein Rückwärtsdrehen des gripperbox etc zu veranlassen. Der Drehungswinkel bei jedem Spiel hängt ausschliesslich von der Steigung des Schlitzes auf die Länge des Hubes ab, und schien höchstens 60° betragen zu können.

Die Umsteuerung vermittelt der die Kolbenstange in einem Hals umfassende Zahn (37) (an welchen bei einigen Maschinen auch die Setzungs vorrichtung angeschlossen ist, wovon weiter unten). Dieser stösst kurz vor vollendetem Kolbenhub gegen die an der Steuerstange (34) verschraubten Scheiben (36), und bewirkt so die Hin- und Herbewegung des Vertheilungsschiebers. Durch Veränderung des Abstandes zwischen den Scheiben (36) kann die Hubhöhe des Kolbens beliebig verändert werden. Die Einrichtung des Steuerkastens an der zu Paris ausgestellten Maschine ist in Fig. 1 in Vertikalschnitt, in Fig. 2 in Horizontalschnitt dargestellt; *Haupt's* Figuren erläutern dieselbe hinsichtlich der Dampfvertheilung nicht. Im Steuerkasten bewegt sich der Blechcylinder (28), welcher durch die 4 Ringe 29, 30, 31, 32 so gegen den Steuerkasten verdichtet ist, dass ihn 3 abgeschlossene ringförmige Räume umgeben. Der mittlere dieser Räume steht ununterbrochen in Kommunikation mit dem Dampfeinflussrohr (38), die beiden äusseren mit dem Ausblaserohr (41) (oder umgekehrt). Hat der Steuerzylinder die in den Figuren angedeutete Stellung, so communicirt der mittlere Raum durch den Kanal (39) mit dem Treibecylinder vor dem Kolben, so dass letzterer durch den Dampf rückwärts geschoben wird, während der Cylinderraum hinter dem Treibekolben durch den Kanal (39) mit der linken Dampfkammer, samt von dieser aus durch den Kanal (40) mit dem Ausblaserohr (41) communicirt. Ist der Kolben am hinteren Ende des Treibecylinders angekommen, so communicirt die vordere rechte Dampfkammer des Steuerschiebers mit dem Ausblaserohr und dem vorderen Cylinderraum, während die mittlere Dampfkammer des Steuerschiebers mit dem Dampfrohr und dem hinteren Cylinderraum in Verbindung steht, so dass der Dampf auf die hintere Fläche des Kolbens drückt und letzteren vorwärts schiebt.

Die Steuerstange (34) ist jedoch nicht fest mit dem Steuerzylinder verbunden, sondern bewegt sich in letzterem mittelst eines Kolbens, auf dessen Vorder- und Hinterseite die Spiralfedern (35) drücken, welche sich gegen die Ringe (33) in der Innenseite des Steuerzylinders stützen. Die Steuerstange kann sich also ein Stück vorwärts oder rückwärts bewegen, ohne den Steuerzylinder mitzunehmen; Bewegung des letzteren tritt erst ein, wenn die Spiralfedern so weit zusammengedrückt sind, dass ihre Spannung die Reibungswiderstände des Steuerzylinders überwinden kann. Durch diese Einrichtung ist es ermöglicht, dass die Umsteuerung zwar

kurz *vor* vollendetem Kolbenhub eingeleitet wird, dennoch aber erst *nach* vollendetem Hub stattfindet.

Fig. 11. versinnlicht eine von *Haupt* ersonnene Umsteuerungsvorrichtung, welche den angedeuteten Zweck noch besser als die nun beschriebene erreichen soll, indem der Steuerschieber durch einen Sperrhaken (5) so lange in seiner Stellung festgehalten wird, bis ihn der von der Hauptkolbenstange ausstehende Zapfen (2) auslöst, worauf die Feder (4) Umsteuerung in einem Ruck vermittelt. Fig. 11.

Haupt hat nach Tunneling by machinery noch verschiedene andere Konstruktionen an seinen Bohrmaschinen versucht oder wenigstens projektirt. Fig. 8, 9, 10 zeigt z. B. einen *vor* dem Treibecylinder liegenden Setzungsmechanismus. Der Steuerarm (2) umschliesst das an der Kolbenstange befestigte Sperrrad (3), in dessen Zähne der Zapfen (4) greift. Das andere Ende dieses Zapfens wird in einem gewundenen Schlitz geleitet, welcher in dem vor dem Cylinder verschraubten Stück (1) (Fig. 9 abgewickelt) ausgeschnitten ist. Beim Rückgang des Kolbens wird der Zapfen von links nach rechts geschoben, er nimmt das Sperrrad mit, und bewirkt so dessen Drehung, also Setzung des Bohrers. Beim Ausschub des Kolbens geht der Zapfen zwar von rechts nach links zurück, nimmt aber das Sperrrad nicht mit, indem er über dessen Zähnen hingleitet. Uebrigens besitzt der Zapfen eine Führung, welche sein Ausfallen aus dem Schlitz oder Abgleiten vom Schaltrad hindert. Fig. 8, 9, 10.

Eine Vorrichtung zum Ausschieben des Bohrhalters während Vertiefung des Bohrloches soll fig. 4 bis 6 versinnlichen. Da ich selbige nicht gesehen habe, so folgt hier als Erläuterung Uebersetzung der betreffl. Beschreibung dieses s. g. "Screw feed" in Tunneling by machinery p. 19. f. Fig. 4, 5, 6.

"(1) stellt den Bohrerhalter vor, welcher durch die hohle Kolbenstange (2) und die Mutter (3) geht. Die Mutter (3) enthält einen 4 kantigen Schraubengang von etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Höhe, welcher in einen ähnlichen auf dem Bohrerhalter (1) passt. (4) eine die Mutter allseitig umfassende Metallhülse; aus 2 Hälften bestehend welche die Hängsel 5, 5 zusammenhalten. (6) ein Ring mit einem Zahn, welcher in einer gewundenen Rinne an der Hülse (4) gleitet; durch Schieben und Drehen des Ringes werden die beiden Hälften der Hülse zusammengezogen und sicher geschlossen. Nimmt man den Ring ab, so öffnet sich die Hülse, und man kann Mutter samt Bohrerhalter herausnehmen. Die Mutter *kann* aus 2 Hälften zusammengesetzt werden; dies ist aber nicht *nöthig*. (7) ein Schaltrad, dessen Zähne auf dem hervorstehenden Rand der Mutter (3) ausgeschnitten sind; es wird von der Klinke (8) gedreht, und von der Feder *s* gehalten. Die Sperrklinke (8) liegt in einem Ausschnitt des rektangulären Stahlstückes (9), an welchem sie auch befestigt ist. Dies Stahlstück gleitet in einem Ausschnitt der Hülse (4), und ist seitwärts gezahnt; in die Zähne greift ein gezahnter Bogen am Winkelhebel (10). Dieser Winkelhebel mit fast rechtwinkligen Armen hat seinen Stützpunkt seitlich an der Hülse (4). Von der Hülse (4) reicht die Stange (11) nach vorne; sie endet mit einem verstellbaren Knopf, durch welchen ihre Länge regulirt werden kann. Kommt diese Stange mit dem Cylinderdeckel in Kontakt, so wirkt ihr an-

deres Ende auf den Hebel (10), hebt die Sperrklinke (8), welche über die Zähne des Schaltrades (7) gleitet, ohne letzteres zu drehen. Gleichzeitig wird die sehr steife Spiralfeder (12) stark zusammengepresst. Beim Rückgang des Kolbens wirkt die Feder, zieht die Sperrklinke zurück, und dreht die Mutter (3). Die Theile sind so proportionirt und abgepasst, dass die Sperrklinke je nach Behuf das Schaltrad um 2, 3 oder keinen Zahn dreht. Schiebt der Bohrerhalter zu rasch vorwärts, so wird Bewegung der Stange und dadurch die Drehung des Schaltrades vermindert etc. Diese Einrichtung zur automatischen Ausschlebung des Bohrers scheint noch weniger befriedigend, als die oben beschriebene.

Neuere Maschinenstühle. Fig. 18 bis 25.

Anstatt der oben beschriebenen 4 beinigen Bohrmaschinenstühle hat *Haupt* einfache Säulen versucht, welche aber nicht tauglich befunden wurden; dagegen sollen sich die in Fig. 18 bis 25 abgebildeten Stühle mit 2 Säulen zweckmässig erwiesen haben. Beide sind unten durch einen Querbalken vereinigt, unter welchem, mit Ketten lose befestigt, eine Fussplatte mit 3 Spitzen hängt. Zwischen der Fussplatte und dem Querstück liegt eine Kugel, so dass sich die Säulen in allen Richtungen gegen die Fussplatte stemmen lassen. In dem oberen Theil der Säulen kann je ein Röhrenstück ein und ausgeschoben und durch Stecknägeln (9) (Fig. 21) in seiner Stellung gehalten werden. Hierdurch lässt sich die Höhe des Stuhles in nicht zu engen Grenzen verändern. Durch die Schrauben (11) am obren Ende der verschiebbaren Röhren lässt sich der Stuhl gegen die Firste klemmen. Zur Befestigung der Maschinen auf dem Stuhl werden ausschliesslich Keilverschlüsse angewendet. Die an den Säulen auf und ab verschiebbaren Ringe (Fig. 22 Seitenansicht und Horizontalschnitt) tragen die Querarme (12), diese je eine Bohrmaschine, deren Befestigungsweise aus Fig. 23 erhellt. Die Bohrmaschine lässt sich auf ihrem Träger seitlich verschieben, und gleichzeitig im Vertikalplan beliebig drehen. Festgehalten wird sie durch 2 Gelenk-Arme (15), welche einestheils mit besonderen an den Säulen verschiebbaren Ringen durch Charniere verkoppelt sind (Fig. 24, A Seitenansicht, B. Querschnitt), andernteils mit der Bohrmaschine (Fig. 25). Jeder Ständer soll 3 Bohrmaschinen tragen. Die Dampfvertheilung geschieht von dem hohlen und in 2 Kammern getheilten unteren Querstück des Ständers aus. (Fig. 20 obere Ansicht desselben). Die eine Kammer communicirt mit dem Dampfrohr, die andere mit dem (weiteren) Ausblaserrohr. Jede Kammer besitzt 3 mit Hähnen versehene kurze Röhrenhäuse, an welche die zu den Maschinen führenden Kautschukschlangen angeschlossen werden.

Die vielen gelenkten Theile dieses Stuhles lassen ihn wenig dauerhaft erscheinen, und versprechen keine sichere Haltung der arbeitenden Maschinen.

Treibekraft.

Es ist klar dass *Haupt's* Bohrmaschinen ebensowohl durch komprimirte Luft als durch Dampf betrieben werden können. Der Erfinder aber giebt letzterem (wenigstens bei Tunnelarbeiten) unbedingten Vorzug, und wir müssen den Betrieb von Bohrmaschinen direkt durch Dampf als in vielfacher Beziehung wünschenswerth gelten lassen, glauben aber nicht dass die damit verknüpften Schwierig-

keiten durch *Haupt's* Arrangements gelöst, oder dass sie überhaupt leicht lösbar sind.

Bei Beschreibung der *Mt. Ceniz* maschinen haben wir den bei Luftkompression durch hydraulische Maschinen erzielten geringen Nutzeffekt, sowie den bedeutenden, zum Betrieb einer Bohrmaschine erforderlichen Aufwand an Naturkraft erörtert. Selbst wenn die Wasserkraft an und für sich nichts kostet, so erheischt deren Anwendung zum Betrieb von Bohrmaschinen durch komprimierte Luft ein sehr bedeutendes Capital für die Anlage von Canälen, Motoren und Luftpumpen. Wendet man Dampf zur Luftkompression an, so erfordert die Anlage in den meisten Fällen noch höheres Kapital, und die Betriebskosten werden *jedenfalls* sehr gesteigert. Ausserdem kommt von der in komprimierter Luft aufgespeicherten Kraft den Bohrmaschinen nur ein Bruchtheil zu gute, indem (wenigstens bei den bisher konstruirten Bohrmarschinen) die Luft unter vollem Druck und nicht durch Expansion auf den Treibekolben wirkt.

Die in Dampf aufgespeicherte Kraft lässt sich dagegen besser ausnutzen; eine Dampfkesselanlage (ohne Dampfmaschine und Luftpumpe) ist verhältnissmässig billig und leicht herstellbar, und das zu ihrem Betrieb erforderliche Brennumaterial nur ausnahmsweise so theuer, dass seine Beschaffung mehr kosten kann, als die Amortirung und Verzinsung des Kapitals für Motoren und Luftpumpen, welche eine gleiche Anzahl Bohrmaschinen in Gang halten können.

Dass sich Dampf in wohl isolirten Röhren auf weite Strecken ohne allzu grossen Druckverlust führen lässt (sofern der Strom nicht zu *oft* und so *lange* abgebrochen wird, dass die Röhren erkalten), kann man bei vielen Dampfmaschinen beobachten welche in Gruben arbeiten, während die Kessel über Tage stehen. Durch Dampf betriebene Bohrmaschinen aber werden zu heiss, um sich leicht handhaben zu lassen, und ausser dem erwärmen sie (und die Dampfleitungen) enge Grubenräume zu sehr, um daselbst recht anwendbar sein zu können, selbst wenn man den benutzten Dampf durch besondere Röhrentouren fortführt, und von den durch condensirtes Wasser, zufällig entweichendem Dampf, u. s. w. veranlassten Uebelständen absieht. Desshalb scheint der Betrieb von Bohrmaschinen direkt durch Dampf auf Steinbrüche, und möglicherweise auf sehr geräumige Pingen- und Tagebau eingeschränkt zu sein, in welchen Fällen die Kesselanlage auch so nahe bei den Arbeitsmaschinen angebracht werden kann, dass Druckverluste in den Dampfleitungen nicht weiter beachtet zu werden brauchen.

Haupt beabsichtigt aber den zum Betrieb von Tunnelörtern durch Bohrmaschinen erforderlichen Dampf fast unmittelbar vor Ort zu *erzeugen*, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Nach Tunneling by machinery hat der Kolben $4 \frac{1}{8}$, die Kolbenstange $2 \frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, so dass der Dampf auf einen Ring von 9,4 Quadratzoll wirkt; der Druck pr. Quadratzoll wird zu 60 Pfd angenommen (wenig mehr als 4 Atm.), mithin drücken auf den Kolben 560 Pfd. Der Behauptung: "The force of the blow is almost entirely independent of the length of stroke etc." Können wir aus theoret. Gründen nicht, aus praktischen aber nur insofern zustimmen, als die Varia- Mechanische Verhältnisse.

tionen der Hubhöhe zwischen sehr engen Grenzen liegen; denn im allgemeinen ist die Bewegung des Kolbens (unter vollem Dampfdruck während des ganzen Hubes) eine beschleunigte, die Endgeschwindigkeit desselben und die daraus folgende Stosskraft des Bohrers also desto grösser, je grösser die Hubhöhe. 4 Zoll Hubhöhe wird als zweckdienlichst angegeben; die Kolbendicke beträgt $2\frac{1}{2}$ Zoll, die lichte Cylinderlänge cca 8 Zoll. Die (mittlere) Kolbengeschwindigkeit wird zu 250 Fuss in der Minute angenommen, und die Spielzahl zu 375 berechnet; bei derselben Kolbengeschwindigkeit und 10 Zoll Hubhöhe würde die Spielzahl 150 betragen.

Die Dampfkonsumtion ist bei 4 Zoll Hub (Verluste ungerechnet) 20 kub. Fuss; dem Dampfdruck von 60 Pfd entspricht eine Temperatur von cca 155° C, dieser ein Dampfvolumen 383 mal grösser als das Volumen des verdampften Wassers; mithin sind für jede Bohrmaschine pr Stunde 3,13 kub. Fuss Wasser zu verdampfen, welche 3,13 Pferdekkräfte produciren sollen. (Dagegen ist die rohe Leistung der Maschine bei 250 Fuss Kolbengeschwindigkeit und 560 Pfd Kolbendruck 4,25 Pferdekkräfte!?)

Bei 10 Zoll Hub und *gleichfalls* 375 *Spielen* pr Minute würde der Wasserverbrauch pr Stunde 7,82 k. Fuss betragen und fast 8 Pferdekkräften entsprechen.

Wir wollen auf eine Diskussion dieser Ziffern nicht eingehen, und nur anmerken, dass mit Hinsicht auf Dampfverluste in den Leitungen und durch schädliche Räume etc der Wasserverbrauch wenigstens 2 mal grösser angenommen werden sollte, als hier berechnet, so dass derselbe

bei 4 Zoll Hub und 375 Spielen 6,25 k. Fuss.

„ 10 „ „ „ 375 „ 15,63 „

betragen würde, und unter Annahme *Haupt's* dass 1 kub. Fuss pr Stunde verdampftes Wasser 1 Pferdekraft erzeugt, müsste die Dampfkesselanlage für jede Bohrmaschine $6\frac{1}{4}$ resp. $15\frac{2}{3}$ rohe Pferdekkräfte produciren können. Nehmen wir (mit *Haupt*) einen Augenblick die Möglichkeit an, dass eine Bohrmaschine bei unverändertem Dampfdruck und gleicher Spielzahl bald mit 4 bald mit 10 Zoll Hub arbeiten könne, ferner (aber gegen *Haupt's* Ansicht) dass die Endgeschwindigkeiten des Kolbens bei verschiedenen Hubhöhen sich wie Quadratwurzeln aus den Hubhöhen verhalten, und die Stärke der Bohrerstösse wie die Quadrate der Endgeschwindigkeiten, d. h. wie die Hubhöhen, so folgt (da $4:10 = 6,25:15,64$) dass die Leistungsfähigkeit der Bohrmaschine in gleichem Verhältniss mit der zu ihrem Betrieb aufgewendeten Dampfkraft wächst. *Haupt* scheint in dieser Beziehung jedoch anderer Ansicht zu sein, denn in Tunneling by machinery wird p. 10 der Satz aufgestellt, dass der Effekt durch grösseren Hub nicht wächst. Ist freilich das bearbeitete Gestein so lose, dass es auch mit schwachen Stössen durchbohrt werden kann, so können übermässig heftige Stössen die Arbeit mehr hindern als fördern, und der zu ihrer Erzeugung erforderliche höhere Kraftaufwand ist vergeudet.

Nach Tunneling by machinery p. 27 soll eine Bohrmaschine nach *Haupt's* Konstruktion im *Ho-sa-tunnel* Gestein pr. Minute 2 Zoll ausschlagen, während durch Handbohren in 8 Stunden 46 Zoll ausgebohrt werden (1 Zoll in 10 Minu-

ten). Das Gestein des *Hoosactunnels* ist ein talkiger Schiefer (a rock of average hardness!). Auf der *Pariser* Ausstellung habe ich zu verschiedenen malen beobachtet, dass die Maschine in einem *sehr losen* gelblichweissen Sandsteinblock mit 3 kantigen Kolbenbohreren ohne Bohrwasser pr. Minute 2 Zoll ausschlug. Der Dampfdruck war aber kleiner als 4 Atm. und die Spielzahl pr Minute kaum 200. Die Bohrlöcher wurden bedeutend grösser als die Bohrköpfe, wodurch mangelhafte Adjustirung der Bohrer oder des Bohrerträgers angedeutet ist.

Die lose Beschaffenheit des Gesteines würde jedenfalls ein Abbohren horizontaler Löcher mit *frei* und ohne gripperbox in der Kolbenstange liegendem *schweren* Bohrer gestattet haben. Alle Löcher welche ich bohren sah, erreichten nur wenige Zoll Tiefe, und dieser Umstand veranlasst die Annahme, dass hauptsächlich die hinter dem Bohrnacken liegende Feder (4 Fig. 1) das Abbohren mit stilleliegender Maschine (in dem losen Sandstein) ermöglichte, und dass der gripperbox durchaus kein *regelmässiges*, von dem Bohrausschlag abhängiges Ausschieben des Bohrers bewirken konnte.

Das Gewicht einer *Haupt's* Bohrmaschine wird zu 125 Pfd, jenes des Stuhles zu 180 Pfd angegeben; ein mit 3 Maschinen besetzter Stuhl wiegt also in runder Zahl 600 Pfd, und kann von 6 Leuten gehandhabt werden. Um den Transport der Maschinen (samt Stühlen) von und nach dem Ortstoss, möglichst zu erleichtern und zu beschleunigen, hat *E. C. Smeede* den in Fig. 26, 27 & 29 in Aufriss Plan und Kreuzriss abgebildeten Krahn konstruirt, welcher auf einem kleinen Eisenbahnwagen bis vor Ort geschoben werden kann. Auf diesem Wagen dreht sich der Krahn um einen vertikalen Zapfen auf den Rädern (12), welche auf der kreisrunden Bahn (13) laufen. Der Krahn ist doppelarmig und schwingt wie ein Wagbalken um eine horizontale Achse. Am Ende des einen Armes sind Ketten mit Haken angebracht, um den zu transportirenden Maschinenstuhl anhängen zu können, das andre Ende kann durch die Stange (11) unterstützt werden. Auf der Oberseite der Krahnarme läuft in einem Gleis das Gegengewicht (9) welches durch die Kurbel (14) und ein paar Zahnräder von dem einem Ende zum anderen gerollt werden kann, behufs Niederdrückens des einen oder anderen Armes. Hat man den Krahn vor Ort gebracht, so wird das den Maschinen nächste Ende niedergedrückt, ein Stuhl nebst Bohrmaschinen mit den Ketten angeschlossen, gehoben, und nach dem Tender (5) gewuchtet, oder samt Krahn nach dem bereits fertigen Tunnel geschoben, dessen Weite nöthigenfalls völlige Drehung des Krahnes um den Vertikalzapfen, und Abladen der Maschinen auf einen anderen Wagen gestattet, auf welchem letzteren sie direkt zu Tage geschafft werden können.

Um die Stillestandszeit der Bohrmaschinen, nach jedem Besetzen und Wegthun der Löcher durch Entfernung des Haufwerkes und Beräumen, möglichst abzukürzen, beabsichtigt *Haupt*, die Wände zunächst nur vom Stoss rückwärts in das Ort zu säubern (wobei der Krahn gleichfalls Dienste leisten soll), so dass Platz für die Bohrmaschinen gewonnen wird, diese dann sofort in Gang

Anwend-
ung zum
Tunnelbe-
trieb Fig 26
bis 30.

zu setzen, und während ihrer Arbeit das hinter ihnen aufgelegte Haufwerk wegzufördern.

Wenn wir auch nicht glauben, dass dieses Program so leicht ausführbar ist als *Haupt* sich vorstellt, und dass es täglich 10 Chargirungen (anstatt 2 bis 3 im *Mt. Cenís tunnel*) ermöglichen kann, so scheint die Grundidee dennoch sehr beachtenswerth.

Haupt nimmt die Breite des Tunnelortes zu 15 Fuss an, die Höhe desselben zu 6 Fuss, und glaubt vor dem Stoss 12 oder wenigstens 9 Bohrmaschinen auf 4 resp. 3 Stühlen in gleichzeitiger Arbeit halten zu können. 12 Bohrmaschinen erfordern nach ihm einen 40 pferdigen Dampfkessel (11), welcher wie ein Lokomotivenkessel auf Rädern montirt ist; vor ihm rollt der Tender (5) für die Bohrmaschinen und Bohrer, hinter ihm der Tender (4) für Brennmaterial. Das Gewicht des Kessels ist 3500 Pfd, des in ihm enthaltenen Wassers 1500 Pfd, des Bohrwassers pr 1 Stunde 2200 Pfd, der Bohrmaschinen etc auf dem Tender (5): 2000 Pfd, des Brennmaterials pr. 1 Stunde 500 Pfd, der Wagen und Tender 3000 Pfd; zusammen in runder Zahl 7 Tons, welche durch 140 Pfd Schubkraft oder 3 Arbeiter auf der Eisenbahn fortbewegt werden können. Um das Fortbewegen des Wagenzuges zu erleichtern, ist jedoch neben einem der Dampfkesselwagenräder ein Zahnrad (19) aufgesetzt, in welches das Kurbelgetriebe (20) greift. Die Spur für den Dampfkesselwagen etc liegt dicht am Ortsstoss; neben den Tendern und dem Kessel bleiben noch $\frac{2}{3}$ der Ortsbreite offen für ein 2-tes Gleis, auf welchem der beschriebene Krahn oder die Förderwägen laufen.

Der Dampf vom Kessel wird durch das Rohr und die Kautschukschlange (6) nach dem, quer vor Ort und vor den Maschinenstühlen liegenden Rohr (18) geführt, von wo aus derselbe an die Maschinen vertheilt wird. Den weggehenden Dampf nimmt die Röhre (17) auf, welche etwas weiter ist als (18). Sie mündet durch eine Schlange in der Lutte (11), aus welcher Dampf und Luft durch einen Saugventilator entfernt wird. Die Röhre (2) leitet den in der Kesselfeuerung entwickelten Rauch nach der Lutte oder Röhre (3), (s. g. "vacuum box,") welche gleichfalls mit einem Saugventilator vor dem Tunnel communicirt, so dass sowohl Verbrennungsprodukte als die durch den Feuerraum streichende Tunnelluft ununterbrochen weggeführt werden. *Haupt* glaubt die strahlende Wärme des Dampfkessels durch übergelegte Filze abhalten zu können, und hält überhaupt die Belästigung der Arbeiter durch die Wärme für eine Nebensache. Da ich aus eigener Beobachtung die sehr beschwerliche Hitze kenne, welche in der Nähe unterirdischer Dampfkessel herrscht, so scheint mir die Heizung von Dampfkesseln vor solchen Tunnelörtern, wo (wie im *Mt. Cenís tunnel*) die Temperatur and und für sich 20 bis 30 ° beträgt, praktisch unausführbar.

Auf Bohrwasser legt *Haupt* kein grosses Gewicht, und ist der Ansicht, dass ein kontinuierlich in das Bohrloch gespritzter Wasserstrom entbehrlich sei, wober wir gleichfalls anderer Meinung sind.

Fig. 28 zeigt die Schusswand, welche beim Wegthun der Sprenglöcher das Tunnelort abschliessen soll. Sie ist eine Art Zugbrücke über welcher, wenn sie niedergeschlagen, der Eisenbahnverkehr unbehindert stattfindet, und welche mit-

telst des Winkelhebels (16) gehoben und in die auf der Zeichnung (punktirt) angedeutete Stellung gebracht werden kann.

Die folgenden Ziffern sind Tunneling by machinery entlehnt, und wir wollen uns desto weniger für ihre Richtigkeit verantwortlich machen, als sie nicht direkter Erfahrung, sondern Kostenvoranschlägen entnommen zu sein scheinen.

Koster.

Zum Betrieb eines 15 Fss weiten, 6 Fss hohen Tunnelortes sind erforderlich:

27 Bohrmaschinen (wovon 18 in Reserve), à 500 dollars	Doll. 13500
3 Bohrmaschinenstühle, à 200 doll.	" 600
1 Krahn,	" 400
1 30 pferdiger Dampfkessel	" 1500
Tender und Wagen	" 1000
Förderwägen	" 500
Ventilator vor dem Tunnel, samt 20 pferdiger Maschine	" 2500
Kleinschmiede, Gebäude	" 5500
Pfosten zu den Wetterlutton	" 500
Wasser- und Dampfrohre etc.....	" 500
	<hr/> S:a Doll. 31500

Zum Betrieb eines 6 Fss hohen und weiten Stollenortes sollen 2 Bohrmaschinen gleichzeitig in Gang gehalten werden, mit einem 2 Fss weiten, 4 Fss hohen, 8 pferdigen Dampfkessel; die Rauch- und Wetterlutte soll 4 Fss weit (?hoch) sein. Kosten:

6 Bohrmaschinen	Doll. 3000
1 Bohrmaschinenstuhl	" 200
1 Krahn	" 250
1 Dampfkessel von 8 Pferdekräften.....	" 600
Wagen und Tender	" 400
Förderwägen	" 150
Wettermaschine vor dem Tunnel.....	" 1000
Kleinschmiede samt Werkzeug und Maschinen, Gebäude	" 1700
Pfosten zu Wetterlutton.....	" 200
Wasser- und Dampfrohre etc	" 100
	<hr/> S:a Doll. 7600

Haupt berechnet (p. 57 f.) dass vor einem Tunnelort täglich 10 Arbeitswechsel stattfinden sollen, wobei mit folgenden Kosten eine Auffahrung von 10 bis 12 Fss mit 270 Löchern à 26 Zoll Tiefe und $\frac{1}{2}$ Pfd Ladung zu erzielen sei:

Pulver 135 Pfnd à 0,2 Doll.	Doil. 27,0
Züandschnüre 1000 Fss	" 18,0 (?)
Stahl	" 27,0 (?)
Beleuchtung.....	" 4,0
Brennmaterial, 1 Ton Kohle	" 10,0 (?)
Arbeitslöhne für 2 Ingenieure, 6 Maschinisten, 4 Schmiede, 12 Maschinenarbeiter beim Bohren, 2 Heitzer im Tunnel, 8 Förderleute, 4 Bremser und Zugführer, 8 Hilfsarbeiter;	S:a 46 Mann 110,0

S:a Doll. 196,0

Unterhaltung samt Amortirung der Anlage und Bohrmaschinen?

Einige Bemerkungen.

Wenn wir auch keineswegs dem Urtheil über *Haupt's* Bohrmaschinen in Tunneling by machinery p. 6 beitreten können: "it has now by successive steps in the direction of simplicity reached apparently the point of absolute perfection, a point at which no further improvement appears practicable or desirable", so scheinen uns doch einzelne Anordnungen an denselben im Princip beachtenswerth, und in der Hand praktischer Konstrukteure Erfolg versprechend. Hieher rechnen wir die direkt von der Kolbenstange aus, ohne Hilfsmaschine bewirkte Umsteuerung; die Idee des "momentum feed" (aber nicht die jetzige Konstruktion des "gripper box"), deren Realisirung die Stillestandszeiten beim Einwechseln der Bohrer wesentlich herabziehen und ausserdem zu Vereinfachung der Gesamtkonstruktion führen kann; namentlich aber müssen wir die Bemühung Bohrmaschinen *direkt* durch Dampf zu betreiben anerkennen, wenn wir auch die Aufgabe durch *Haupt* nicht gelöst finden, und überhaupt bezweifeln müssen, dass sie sich in allen Fällen praktisch lösen lässt.

Schumann *)
Tab V.

Im vorhergehenden haben wir hauptsächlich solche Kolbenbohrmaschinen kennen gelernt, welche zunächst weniger für den alltäglichen Gebrauch beim Grubenbetrieb, als vielmehr für das Bedürfniss des Civilingenieurs abgesehen sind. Im folgenden begegnen wir anderen, speciell für den Bergbau bestimmten.

Die ältesten unter diesen sind *Schumann's*; die *ersten* Kolbenbohrmaschinen, welche überhaupt zu wirklicher *Anwendung* kamen, und die Typen für die meisten jüngeren Kolbenbohrmaschinen für Grubenbetrieb. Unter Berücksichtigung dieser Thatsache erscheint es auffällig, dass *Schumann's* Maschinen in der bisherigen Bohrmaschinenlitteratur nicht behandelt, mitunter kaum erwähnt sind; dass man sie oft als Derivate der *Mt. Cenismaschinen* betrachtet findet, während sie doch *mehre Jahre vor letzteren in vollem Gang waren*. *Schumann's* Maschinen sind ebenso selbstständig als *Schwarzkopff's*, *Bartlett's* u. a. gleichzeitige; wir sind aber der Meinung dass *Cavé's* oben beschriebener Apparat als Ausgangspunkt *aller* jetziger Kolbenbohrmaschinen zu betrachten sei.

Hat *Schumann* wenig öffentliche Anerkennung gefunden, so haben seine Maschinen dennoch unter allen bisher konstruirten jedenfalls die grösste Verbreitung gehabt, und dem Maschinenbohren als Bahnbrecher viel genützt. Man wendete sie an verschiedenen Orten lange genug an, um das Bohren durch Maschinen studiren zu können, und um die wesentlichen Anforderungen, welche eine Bohrmaschine erfüllen muss, kennen zu lernen — um sodann Veränderungen (und zum Theil sehr nützliche) anzubringen, welche Maschinen unter neuer Form und unter neuen Namen in die Welt zu schicken gestatteteten.

Quellen.]

Die ersten Mittheilungen über *Schumann's* ältere Bohrmaschinen und deren Anwendung beim Betrieb des *Rothschönberger Stollen* veröffentlichte das *Freiberger* Oberbergamt durch *Gerlach* im Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann

*) *Anm.* Die auf *Schumann's* Bohrmaschinen bezüglichen Maasse und Gewichte sind sächsische,

auf 1861 p. 206 f. Diese Abhandlung (welcher wir Fig. 1 und 2 entlehnt haben) scheint hauptsächlich auch den betreffl. Beschreibungen in Berg- und Hüttenmännischer Zeitung 1862 p. 7; Zeitschrift des österreichischen Ingenieurvereines 1861; Dingl. Pol. Journal Bnd 162 p. 410; *Rziha's* Tunnelbaukunst p. 133; u. a. zu Grunde zu liegen. *Schumann's* neuere Maschine mit automatischer Steuerung wurde durch *Sjögren* in Jernkontorets annaler 1863, p. 363 beschrieben und abgebildet; daher ist Fig. 3 entnommen.

Im Jahre 1865 reiste ich nach *Freiberg*, um *Schumann's* Maschinen näher zu studiren. Ihre Anwendung beim Betrieb des *Rothschönberger Stollens* hatte da zwar schon aufgehört; durch gütige Vermittelung des Herrn Oberberggrathes von *Warnsdorff* wurde mir aber ermöglicht, in Herr *Schumann's* Beisein Bohrmaschinen verschiedener Construction beim 3ten Lichtloch genannten Stollens über Tage in Gang beobachten zu können.

Die folgenden Mittheilungen stützen sich theils auf eigene Beobachtungen samt mündliche und schriftliche Aufschlüsse des Hn. *Schumann*, hauptsächlich aber auf die bezüglichen Akten des *Freiberger* Oberbergamtes (11925 Vol. I und II), so wie auf die vor der Administration des *Rothschönberger Stollen* ergangenen Akten, "die beim fiskalischen *Rothschönberger Stollen* ausgeführten Gesteinsbohrversuche mittelst durch komprimirte Luft in Bewegung gesetzten Bohrmaschinen betreffend" 1858 bis 1864. Die Herren Oberberghauptmann *Freiherr von Beust* und Obergrath von *Warnsdorff* gestatteten mir gütigst, aus diesen Akten Auszüge zu machen, wofür schuldigen Dank auszudrücken ich mir hier erlaube.

In einem Vortrag vor dem *Freiberger* Oberbergamt den 26 Nov. 1855 wiess Historik. Herr Oberberghauptmann *Freiherr von Beust* auf die Nothwendigkeit solcher Verbesserungen in der gegenwärtigen Bohr- und Schiessarbeit hin, durch welche eine Kosten- oder wenigstens Zeitersparnis bei bergmännischen Ausführungen zu erzielen sei; erwähnte mehrer neuer betreffl. Versuche und Vorschläge, und beantragte Experimente mit einer vom Modellmeister *Schumann* konstruirten, durch komprimirte Luft betriebenen Bohrmaschine. Auf *Freiherr von Beust's* Veranlassung hatte Hr *Schumann* schon im Sommer 1855 das Modell der fragl. Maschine verfertigt; Herr Berggrath *Weisbach* erhielt den Auftrag die wesentlichen Dimensionen der Maschine zu berechnen*), mit welcher durch Hr *Schumann* zunächst auf der *Halsbrücker* Hütte im Frühjahr 1856 Versuche ausgeführt wurden, mit Benutzung des dasigen Druckwerkes und unter Beisein und Mitwirkung der Herren Oberberghauptmann von *Beust*, Berggrath *Weisbach*, und Oberberggrath *Reich*.

Die *erste versuchte Maschine war automatisch*, so dass nach der Aufstellung dem Arbeiter nur die Luftregulirung, Einwechseln neuer Böhler etc., und Nach-

*) *Anm.* Herr *Weisbach* berechnete 5 Quadratzoll wirksame Kolbenfläche, $4\frac{1}{2}$ Atm. Luftdruck, 6 Zoll Hub, 180 Spiele pr. Minute, einen Consum von 4 Kub. fuss komprimirter Luft pr. Minute — also Ziffern, welche theilweise noch heutigen Tages bei den Grubenbohrmaschinen zur Anwendung kommen.

schieben der Maschine während Vertiefung des Bohrloches, oblag. Wegen unregelmässiger Arbeit dieser Maschine aber gieng man bald zu einer anderen über, bei welcher die Umsteuerung vor Hand bewirkt wurde. Diese letztere, in Fig 1 abgebildete, Maschine besass übrigens Hahnsteuerung, anstatt der zuerst versuchten Schiebersteuerung. Durch Vermittelung des Oberbergamtes erhielt Hr. *Schumann* auf selbige für Sachsen Patent, den 17 Febr. 1857. (Die Verhandlungen wegen der Patentnahme zwischen dem Oberbergamt und Finanzministerium begannen jedoch schon den 24 Juli 1856).

Nachdem durch die *Halsbrückener* Versuche eine anwendbare Bohrmaschinenkonstruktion festgestellt worden war, beantragte das Oberbergamt den 16 Juli 1856 beim Finanzministerium Einführung des Maschinenbohrens beim *Rothschönberger Stollen*. Die Anschaffung der dazu erforderlichen Luftkompressionsmaschine etc., welche vom Oberkunstmeister *Schwamkrug* zu 8 Pferdekraften berechnet worden war (unter Voraussetzung dass jede Bohrmaschine 2 1/2 Pferdekraften konsumire, und dass wenigstens 2 Bohrmaschinen gleichzeitig arbeiten sollten), wurde den 21. Oktober 1856 vom Finanzministerium genehmigt, und nach Herstellung dieser Dampf-Gebläse-Maschine durch Hr. *Hartmann* in *Chemnitz*, begann das Maschinenbohren im 3:ten Lichtloch des *Rothschönberger Stollens*, im Quartal Luciae 1857. Zunächst wendete man die Bohrmaschinen beim Absenken des Lichtloches, seit Reminiscere 1859 aber bei Auffahrung des südwestlichen Stollenortes an.

Anfangs fand nur während der Tagesstunden Maschinenarbeit statt, und während der Nachtschichten Handarbeit; seit Trinitatis 1861 aber nur Maschinenbohren.

Die anfänglichen Schwierigkeiten und Störungen wurden allmählig überwunden oder beseitigt, so dass seit Reminiscere 1858 ein regelmässiger Bohrmaschinenbetrieb stattfand.

Anstatt der Hahnsteuerung führte man später wieder Schiebersteuerung ein, und *Schumann* erhielt den 1. Febr. 1860 Patent auf die in Fig. 2 abgebildete Maschine mit Handschiebersteuerung.

Man arbeitete anfangs nur mit einer durch Spreitzen befestigten Bohrmaschine. Nach Befahrung des Stollens durch die Herren *von Beust*, *von Warnsdorff* und *Schumann*, den 10 Juni 1861, wurde jedoch die gleichzeitige Anwendung zweier Bohrmaschinen verordnet, welche auch seit Luciae 1861 zur Ausführung kam, und Hr. *Schumann* erhielt den Auftrag, ein passendes wagenartiges Bohrmaschinengerüst zu konstruiren.

Im Auftrag des Oberbergamtes reisten die Herren Oberkunstmeister *Braunsdorff* und Modellmeister *Schumann* im Herbst 1861 nach dem *Mt. Cenis*; nach dieser Reise kam Hr. *Schumann* auf die Konstruktion automatischer Maschinen zurück, womit die Versuche zu *Halsbrücke* begonnen hatten. Diese automatischen Maschinen (Fig. 3), welche seit dem Frühjahr 1862 in Gebrauch traten, sind insofern mit jenen des *Mt. Cenis* verwandt, als zur Umsteuerung der eigentlichen Bohrmaschine eine Hilfsmaschine angebracht ist; durch Konstruktion, Anordnung und Wirkungsart der einzelnen Theile, Dimensionen u. s. w. aber unterscheiden sich *Schumanns*

automatische Maschinen völlig von jenen des *Mt. Cenis*, auch sind sie nicht auf selbstthätige Fortrückung während Vertiefung des Bohrloches eingerichtet.

Ausserdem verfertigte Hr. *Schumann* verschiedene Modelle zu Bohrmaschinenwägen, welche zwar beim *Rothschönberger Stollen* nicht zur Anwendung kam, aber der Konstruktion des *Altenberger* Bohrmaschinenwagens zu Grunde zu liegen scheinen. Nach Photographien eines *Schumann'schen* Modelles, die ich in *Freiberg* habe anfertigen lassen, versinnlichen die Figuren 4^a und 4^b auf Pl. 9 die Konstruktion eines dieser projektirten Bohrmaschinenwägen.

Die ökonomischen Resultate, welche man im *Rothschönberger Stollen* mit *Schumann's* Bohrmaschinen (von den Häuern "eiserne Bergmänner" genannt) erzielte, waren nicht so befriedigend als die technischen, worüber mehr an seiner Stelle. Nach vielfachen Vorschlägen einigte man sich dahin, dass der Nutzeffekt der Bohrmaschinen nur durch möglichste Abkürzung der Stillestandszeiten wesentlich vorgrössert werden könne, dass zu dem Behuf aber gleichzeitiges Bohren und nachmaliges gleichzeitiges Wegthun *vieler* auf dem Ortstoss angesetzter Löcher erforderlich sei. Zu dieser neuen Arbeitsmethode aber wollte man nicht übergehen, ohne vorher Komparativversuche über den Effekt von gleichzeitig und von nach einander weggethanen Löchern angestellt zu haben. Mit den betreffl. Versuchen und überhaupt mit Beaufsichtigung des Maschinenbohrens wurde den 25 Aug. 1863 der Oberkunstmeister *Braunsdorff* beauftragt.

Inzwischen hatte das Finanzministerium zu Einstellung des Maschinenbohrens im (fiskalischen) *Rothschönberger Stollen* gerathen, und seit der 7:ten Woche des Quartales Crucis 1862 haben die Versuche zu *Freiberg* geruht.

Aus den Oberbergamtsakten Fasc. 11925 Vol. I N:o 45—47 samt 52 ersehen wir, dass das Oberbergamt Anwendung *Schumann'scher* Bohrmaschinen zu *Saarbrücken* gestattet; N:o 44 handelt von Uebersendung von Bohrmaschinentheilen an Hr. *Goltstein*; N:o 67 ist ein Brief des Hn. *Bilharz* (d. d. *Moresnet* 18 Jan. 1862) an das Oberbergamt, in welchem um Genehmigung, mit *Schumann's* Maschinen zu *Altenberg* zu experimentiren, nachgesucht wird, N:o 68 die zustimmende Antwort des Oberbergamtes; Vol. II enthält unter N:o 25 einen Brief Hn. *Schumann's* an das Oberbergamt, betreffend die zu *Altenberg* gemachten Fortschritte, nach einem gleichfalls den Akten beigeschlossenen Brief des Hn. *Bilharz* (d. d. *Moresnet* 19 April 1864).

Ohne Vermittelung des Oberbergamtes sind jedoch ausserdem durch Hr. *Schumann* nach verschiedenen anderen Orten Bohrmaschinen versendet worden. Ich erwähne nur *Persberg* in *Schweden*, wo aus *Schumann's* Maschinen die *Bergström'schen* hervorgegangen sind.

Genaue Beschreibungen und Zeichnungen der ersten zu *Halsbrücke* versuchten *Schumann'schen* automatischen Bohrmaschine sind mir nicht bekannt. Dieselbe besass Schiebersteuerung und das Umsetzen des Bohrers erfolgte durch ein Schalt-
rad, welches bei jedem Kobenhub um einen Zahn gedreht wurde. Ein koni-
sches Zahnrad auf der Welle des Schaltrades übertrug die Drehung des letzteren
auf den Bohrer durch ein auf der Kolbenstange sitzendes Kegelrad.

Konstruktion
Schumann'scher Bohr-
maschinen.

Pl. V. Fig. 1. Die beim 3ten Lichtloch des *Rothschönberger Stollen* zuerst angewendete, den 17 Febr. 1857 patentirte Maschine ist durch Fig. 1 versinnlicht; Fig. 1 A zeigt sie in Längenschnitt nach CD; Fig. 1 B in Querschnitt nach AB; Fig. 1 C von oben; Fig. 1 D von hinten.

In dem 5 Zoll weiten $7\frac{1}{2}$ Zoll langen Cylinder A bewegt sich der Kolben d, welcher durch die aus 3 Ringen bestehende Metalliderung a, a gedichtet ist. Die Kolbenstange e geht durch beide Cylinderdeckel; vorne ist sie rund, $\frac{3}{4}$ Zoll stark, und in der Stopfbüchse m' gedichtet, hinten quadratisch, $\frac{3}{4}$ Zoll stark, und in die drehbare, dichtschiessende Metallscheibe t' eingeschliffen. Das Gewicht der Kolbenstange ist durch die aufgeschraubten Eisenklumpen P und P' vermehrt; der vordere derselben (P) dient zugleich als Hälter des durch eine Schraube festgeklemmten Bohrers o. Die Kautschukscheiben v, v sollen die Stösse des Kolbens gegen die Cylinderdeckel moderiren.

Die komprimirte Luft tritt durch den Kanal c hinter den Kolben, durch den Kanal c' vor denselben. Die Luftvertheilung und Umsteuerung erfolgt durch den Vierwegehahn b, welcher in der auf der Zeichnung angedeuteten Stellung komprimirte Luft hinter den Kolben führt, und gleichzeitig die vor dem Kolben befindliche Luft durch c' und f wegleitet. Der Hahn a im Hauptluftrohr dient zur Regulirung resp. Absperrung des Luftzutrittes zu der gesammten Maschine; die Hähne r und r' zur Regulirung oder Absperrung des Luftenrittes vor oder hinter den Kolben; d. i. zu beliebiger Beschleunigung oder Verzögerung der Kolbengeschwindigkeit beim Ausschub oder Rückgang, namentlich beim Aufwärts- oder Abwärtsbohren. Die Drehung des Vierwegehahnes erfolgt direkt durch Menschenhand, mittelst der Kurbel a'. Da jedoch die Umdrehungszahl der Kurbel bei länger fortgesetzter Arbeit 120 pr. Minute nicht überstieg, so dass der Bohrer gleichzeitig nur 240 Schläge verrichtete, so brachte Hr. *Schumann* später zwischen der Kurbel und dem Hahn ein kleines Vorgelege an, wodurch die Schlagzahl auf 300 pr. Min. gesteigert werden konnte.

Das Umsetzen des Bohrers erfolgt von der Kurbel a' aus, mittelst welcher der Steuerhahn gedreht wird. Das auf der Achse dieser Kurbel sitzende Zahnrad g greift in das Zahnrad h, welches auf der Schwungradwelle i verkeilt ist. Die Schwungradwelle trägt den halben Schraubengang k l, und dieser greift in das auf der Kolbenstange reitende Sternrad m. Die (4 kantige) Kolbenstange kann sich in diesem Sternrad frei hin und her bewegen; das 3 armige Halsstück B aber hindert das Sternrad an der geradlinigen Bewegung der Kolbenstange Theil zu nehmen, und drückt gleichzeitig das Sternrad gegen die Dichtungsplatte t t'. Bei jeder Kurbeldrehung macht die Schwungradachse 2 Umdrehungen, und da die Schraubenwindung kl nur die halbe Periferie der Achse umgiebt, so entspricht einem Kurbelumgang eine Drehung des Sternrades m um einen Zahn. Der Schraubengang ist aber so auf der Achse angebracht, dass die Drehung des Sternrades und mithin die Setzung des Bohrers nur beim Rückgang des Kolbens stattfindet. Da das Sternrad m (nach der Zeichnung) 18 Zähne besitzt, so beträgt die Setzung des Bohrers bei jedem Schlag $\frac{1}{18}$ der Periferie.

Die gesammte Bohrmaschinerie ist auf dem Gabelrahmen F, F verschiebbar. Dieser wird mit den Spitzen Z, Z' gegen das Gestein, mittelst der Schraube t, t aber gegen eine Spreitze gestemmt, und so in beliebiger Stellung befestigt. An dem einen Schenkel des Rahmens liegt in dem Halslager y die Schraubenspindel Q, welche durch das mit Mutterschraubenwindung versehene Ohr d' am Bohrmaschinencylinder durchgeht, so dass die Bohrmaschinerie durch Drehung der Schraube Q auf dem Rahmen F hin- und her bewegt werden kann. In demselben Maass als das Bohrloch tiefer wird, schraubt man die Bohrmaschine vorwärts, und bei Einwechslung von Böhren oder nach Abbohrung des Loches kann sie wieder zurück geschraubt werden.

Diese Maschine (und alle anderen *Schumann'schen*) ist nicht schwerer, als dass ein Mann selbige tragen, und 2 Mann dieselbe bequem aufstellen können.

Der Kolbenausschub ist etwas veränderlich, sofern das Nachschieben der Maschinerie während der Vertiefung des Bohrloches *) nicht gleichmässig erfolgt; im Maximum beträgt er 5 Zoll. Bei einem Durchmesser des Kolbens von 5 Zoll und der Kolbenstange von $\frac{5}{4}$ Zoll, bedarf also die Maschine für jedes Spiel 184 Kub. zoll komprimirter Luft, oder bei Berücksichtigung von $\frac{1}{3}$ Luftverlust durch schädliche Räume und Undichtigkeiten: $\frac{4}{3} \times 184 = 245,3$ K. zoll. Zu 240 Schlägen in der Minute sind also 34 Kb. fuss komprimirter Luft erforderlich.

Mechanische
Verhältnisse

Die Spannung der Luft betrug 1 Atm. Ueberdruck; mithin sind durch die Druckpumpe pr. Minute $2 \times 34 = 68$ Kb. fuss Luft atm. Spannung auf das halbe Volumen zusammenzupressen. Die dazu erforderliche mech. Arbeit ist (*Weisbach's* Ingenieur p. 428): $1, 13 \times 68 \times 11,5 \times 144 = 127247$ Fsspfd pr. Minute, oder 4,0 Pferdekräfte (in runder Zahl) pr. Sekunde; und besitzt die Gebläsemaschine einen Wirkungsgrad $\frac{2}{3}$, so muss die Dampfmaschine eine effektive Stärke von 6 Pferdekräften pr. Bohrmaschine entwickeln können. Rechnet man pr. Pferdekraft stündlich 12 Pfund Steinkohle, so bedarf also die Maschine 72 \mathcal{L} . oder (da 1 Scheffel sächs. Steinkohle = 92 Pfd) 0,78 sächs. Scheffel Steinkohle in der Stunde; mit Berücksichtigung der zum Aufstellen etc. der Bohrmaschine erforderlichen Zeit, während welcher die Dampfgebläsemaschine ruht, kann aber der Steinkohlenaufwand nur zu 0,39 Scheffel pr. Stunde berechnet werden. **)

Beim 3:ten Lichtloch kostete 1 Scheffel Kohle im Mittel 16,3 Sgr; das *Schicht*-lohn eines Arbeiters pr. Stunde cca 1,33 Sgr; zur Bedienung einer Bohrmaschine waren (incl. Heitzer) *wenigstens* 4 Arbeiter erforderlich. Da nun 0,4 Scheffel Kohle gleichviel als 5 Arbeiter kosten, so hätte eine Bohrmaschine wenigstens den

*) Anm. Verzögert man dieses Nachschieben, so kann der vordere Cylinderdeckel leicht ausgeschlagen werden; deshalb hat Hr. *Schumann* Kautschukplatten V angebracht, welche allerdings schädliche Räume vermeiden lassen, aber dennoch gegen Luftpolster Mängel haben, namentlich weil sie im Schmieröl aufweichen.

**) Anm. Beim Bohrmaschinenbetrieb im *Rothschönberger* Stollen war der Steinkohlenaufwand $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Scheffel pr. Stunde; worüber weiter unten.

Bohrausschlag von $5 + 4 = 9$ Häuern bewirken müssen, um mit der Handarbeit konkurrieren zu können, selbst wenn man von anderen Bohrmaschinenunkosten, Reparaturen, Zinsen und Tilgung des in der Bohrmaschinenanlage steckenden Kapitales, etc. völlig absieht.

Da die wirksame Kolbenfläche 18,4 Quadratzoll, so drücken auf dieselbe $18,4 \times 11,5 = 211,6$ Pfd. Das Gewicht der Kolbenstange samt Kolben, Eisenklumpen und Bohrer ist beiläufig 29 Pfd. Liegt die Maschine söhlig, so dürften Kolbenreibung etc. cca $0,20 \times 29 = 5,8$ Pfd der Kraft konsumieren; bei seiger aufwärts oder abwärts gerichteten Löchern fällt die Kolbenreibung zwar geringer aus, die Zahnreibung zwischen der Schnecke und dem Sternrad aber wird gleichzeitig grösser, so dass wir auch für diese Fälle einen Reibungswiderstand von 5,8 Pfd in Rechnung führen dürfen.

Beim Abbohren söhlicher Löcher ist die Acceleration des ausschiebenden Kolbens: $p = \frac{211,6 - 5,8}{29} \times 34,63 = 245,75$ Fuss; die Geschwindigkeit mit welcher der Bohrer (bei 5 Zoll Ausschub) das Gestein trifft:

$v = \sqrt{2 \times 245,75 \times \frac{5}{12}} = \sqrt{204,79} = 14,3$ Fuss; die mechanische Arbeit, welche die Bohrerschneide bei jedem Schlag gegen das Gestein verrichtet:

$L = \frac{14,3^2 \times 29}{69,26} = 85,75$ Pfdss; die pr. Minute verrichtete Arbeit: $240 \times 85,75 = 20580$ Pfdss.

Nach pag. 12 übt ein Bohrhäuer *im Mittel* bei jedem Schlag eine Arbeit von 28,2 Pfdss gegen das Gestein aus, also mit 30 Schlägen in der Minute $30 \times 28,2 = 846$ Fsspfd.

Die Bohrmaschine leistet also *theoretisch* so viel als $\frac{20580}{848} = 24,3$ Häuer; unter Berücksichtigung aber, das die halbe Arbeitszeit auf Aufstellung etc. zu verwenden ist, sinkt ihr theoretischer Effekt *im ganzen genommen* auf die Leistung von 12 Häuern.

Oben sahen wir, dass sie die Arbeit von 9 Häuern verrichten müsste, wenn die Ausgaben für Wartungslöhne und Dampfmaschinenkosten gedeckt werden sollen. Wir können nun hinzufügen, dass alle *übrigen* Bohrmaschinen- und Gebläsemaschinenunkosten samt Zinsen höchstens dem Lohn von $12 - 9 = 3$ Häuern gleichkommen, oder pr. Stunde *höchstens* $3 \times 1,33 = 4,0$ Sgr betragen dürften, wenn die Anwendung der Bohrmaschine keinen Verlust bringen soll.

Der sehr feste, quarzreiche faserige Gneiss des 3:ten Lichtloches dürfte zu der II:ten Gruppe (pag. 16) gezählt werden können, welcher ein Zerdrückungs modul von 15154 schwed. Pfd pr. schwed. Quadratzoll, oder 8148 Zollpfd pr. sächs Quadratzoll entspricht. Die Stärke des Geböhres war gewöhnlich $1 \frac{3}{8}$ bis $1 \frac{3}{4}$ im Mittel 1,56 Zoll; mithin die Weite der Bohrlöcher cca $1,1 \times 1,56 = 1,72$ Zoll. Nimmt man ferner den Bohrschneidenwinkel = 70° , den Reibungskoeffizienten des

Stahles auf dem Gestein = 0,45 an, so ergibt sich die Tiefe der Eindringung des Bohrmeißels bei jedem Schlag (siehe pag. 15)

$$s = \sqrt{\frac{12 \times 85,75}{4 \times 8148 \times 1,72 \times 1,15}} = \sqrt{0,0160} = 0,13 \text{ Zoll.}$$

Die Anzahl Setzungen während eines vollen Umganges des Bohrers sollte mithin nach der Formel auf p. 15 betragen:

$$n = 3,14 \left(\frac{1,72 + (4 \times 0,13)}{4 \times 0,13} \right) = 13,4, \text{ während sie in Wirklichkeit 18 ist.}$$

Bei der richtigen Setzungszahl würde der theoretische Bohrausschlag (alle Störungen abgerechnet) durch 240 Schläge binnen einer Minute $\frac{240 \times 0,13}{13,4} = 2,33$

Zoll betragen; bei 18 Setzungen aber kann er nur cca $\frac{240 \times 0,13}{18} = 1,73$ Zoll erreichen. In Wirklichkeit erzielte man mit der Maschine in verschiedenen Stellungen (Aufstellungszeiten abgerechnet) einen Ausschlag von im Mittel 0,92 Zoll pr. Minute.

Arbeitet die Bohrmaschine seiger aufwärts, so vermindert nicht nur die Friktion sondern auch das Gewicht der armirten Kolbenstange die Geschwindigkeit des ausschiebenden Bohrers.

In diesem Fall ist die Acceleration des Kolbens etc $p = \frac{211,6 - 5,8 - 29}{29} \times 34,63 = 211,12$; die Geschwindigkeit mit welcher der Bohrer auf das Gestein schlägt: $v = \sqrt{2 \times 211,1 \times \frac{5}{12}} = \sqrt{176} = 13,27$ Fss; die mech. Arbeit

der Bohrschneide gegen das Gestein pr. Schlag: $L = \frac{13,27^2 \times 29}{69,26} = 73,7$ Pfd fss;

die theoretische Leistung der Maschine entspricht jener von $\frac{240 \times 73,7}{30 \times 28,2} = 21$ Bohrhäuern (von Stillestandszeiten abgesehen); die Eindringung der Bohrschneide

ist bei jedem Schlag $s = \sqrt{\frac{12 \times 73,7}{4 \times 8148 \times 1,72 \times 1,15}} = \sqrt{0,137} = 0,12$ Zoll;

die vorthellhafteste Setzungszahl $n = 3,14 \left(\frac{1,72 + (4 \times 0,12)}{4 \times 0,12} \right) = 14,4$; der die-

ser Umsetzungszahl entsprechende Bohrausschlag pr. Minute $\frac{240 \times 0,12}{14,4} = 2,00$

Zoll; der Bohrausschlag, welcher der Umsetzungszahl 18 entspricht, cca $\frac{240 \times 0,12}{18} =$

1,60 Zoll pr. Minute.

Arbeitet endlich die Bohrmaschine seiger abwärts, so kommt der Beschleunigung durch den Luftdruck die Beschleunigung durch die Schwere zu Hülfe, beiden aber wirken die Reibungswiderstände entgegen. Es ist dann die Acceleration des

Kolbens etc. $p = \frac{(211,6 + 29) - 5,8}{29} \times 34,63 = 280,4$ Fuss; die Geschwindigkeit

des aufstossenden Bohrers: $v = \sqrt{2 \times 280,4 \times \frac{5}{12}} = \sqrt{233,67} = 15,29$ Fss;
 die mech. Arbeit der Bohrerschneide gegen das Gestein pr. Schlag $L = \frac{15,29^2 \times 29}{69,26}$
 $= 97,84$ Fsspfd; die theor. Leistung der Maschine entspricht jener von $\frac{240 \times 97,8}{30 \times 28,2} =$
 $27,7$ Häuern (ohne Berücksichtigung von Stillestandszeiten); bei jedem Schlag dringt
 die Bohrerschneide um $s = \sqrt{\frac{12 \times 97,84}{4 \times 8148 \times 1,72 \times 1,15}} = \sqrt{0,0182} = 0,13$
 Zoll tief ein; die vortheilhafteste Setzungszahl ist $3,14 \times \left(\frac{1,72 + (4 \times 0,13)}{4 \times 0,13} \right) =$
 $13,4$; der entsprechende Bohrausschlag in der Minute $\frac{240 \times 0,13}{13,4} = 2,33$ Zoll; der
 durch 18 Umsetzungen erreichbare Bohrausschlag cca $\frac{240 \times 0,13}{18} = 1,74$ Zoll.

Diese Zifferrechnungen wurden durchgeführt um empirisch zu zeigen, dass die Richtung der Bohrlöcher keinen *grossen* Einfluss auf die vortheilhafteste Construction der Maschinen (hinsichtlich der Umsetzungsanzahl) und den Bohrausschlag ausübt. Es folgt hieraus, dass das Gewicht der armirten Kolbenstange *bei raschem Gang der Maschine* ohne wesentliche Nachteile etwas verringert werden darf, dass also Beschwerung der Kolbenstange durch Eisenklumpen keinen eigentlichen Nutzen bringt. Dies hat man im Verlauf der Versuche auch empirisch gefunden und deshalb die Gewichte bei späteren Maschinen weggelassen.

Pl. V. Fig. 2. Die den 1 Febr. 1860 patentirte Maschine ist in Fig. 2 abgebildet, und zwar giebt Fig. 2 A eine Ansicht von oben, 2 B eine Vorderansicht, 2 C einen Längenschnitt, 2 E eine Quersektion nach A B.

Die Anordnung der Bohrmaschinerie auf einem Rahmen ist die schon beschriebene; die Schraubenspindel B', welche die Bohrmaschine mittelst des Ohres E' auf dem Rahmen hin und her führt, liegt jedoch in 2 Halslagern, wird auch nicht direkte durch einen Spillstock, sondern mittelst Kurbel und konischem Vorgelege gedreht. Die Umsteuerung erfolgt durch einen Steuerschieber C vor Hand. Die Achse der Kurbel L trägt nemlich das Zahnrad M, welches in das 2 bis 3 mal kleinere N eingreift. Letzteres sitzt auf der Schwungradwelle N, welche das Excentrik W trägt. Die Excentrikstange x wirkt auf den Hebel y, dieser auf die verstellbaren Muttern z, z' an der Schieberstange Z und durch diese auf den Steuerschieber C. Bei jedem Umgang der Kurbel finden 2 bis 3 Umsteuerungen statt.

Der Steuerschieber ist ein gewöhnlicher. Muschelschieber, die Luftvertheilung durch ihn völlig analog der Dampfvertheilung bei gewöhnlichen Dampfmaschinen. Der Kolben b besitzt eine einfache, wenig gespannte Metalllinderung; die Kolbenstange geht durch beide Cylinderböden, ist rund, vor dem Kolben dicker als hinter selbigem, trägt hinten das Gewicht T. Der Cylinder D hat $4\frac{1}{2}$ Zoll Weite, 8

Zoll lichte Länge; wie bei der älteren Maschine liegen auf seinen Böden die Stossplatten h aus Kautschuk.

Die Setzung des Bohrers (durch Drehung der armirten Kolbenstange um $\frac{1}{18}$ der Periferie) geschieht mittelst des vor dem Cylinder durch die Spange H festgehaltenen 18 zahnigen Zahnrades I. Die Kolbenstange O kann sich in selbigem frei hin und her bewegen, wird aber durch den Splint P, welchem eine Nuht in der Kolbenstange entspricht, (Fig. 2 D) genöthigt, an der Drehung des Stirnrades theilzunehmen. Seine Drehung erhält das Stirnrad von einer auf der Schwungradwelle K eingeschnittenen Schneckenschraube. Die Umsetzung des Bohrers erfolgt also *nicht nur* beim *Rückgang* des Kolbens (wie bei der vorigen Maschine) sondern *gleichmässig* während des *Kolbenspieles*. Dies scheint uns jedoch eher ein Mangel als ein Fortschritt, theils wegen der grösseren Abnützung des Kolbens und Cylinders, theils wegen der rotirenden Bewegung die nun der Bohrer auch im Moment des Schlages besitzt.

Der Bohrer ist direkt in die Kolbenstange eingesetzt, und durch die Klemmschraube s befestigt. Der eingesenkte Theil der Bohrstange muss sehr sorgfältig gearbeitet sein, ebenso die entsprechende, innen verstählte, Vertiefung in der Kolbenstange, da bei nicht achsieller Stellung des Bohrers der Gang der Maschine sofort gestört und gehemmt wird. Der eingesenkte Theil der Bohrerstange ist abgestumpft pyramidal; damit er durch die zahlreichen Stösse die Kolbenstange nicht zersprengt, ist letztere mit einem Eisenring R umzogen.

Der Raum hinter dem Kolben bis zur Kautschukplatte hat ein Volumen von Mechanische
Verhältnisse.

$$\frac{4,5^2 - 1^2}{4} \times 3,14 \times 5,5 = 83 \text{ Kbk.zoll; jener vor dem Kolben bis zur Kautschukplatte:}$$

$\frac{4,5^2 - 2^2}{4} \times 3,14 \times 5,5 = 70 \text{ Kbk.zoll; mithin ist für jedes Kolbenspiel unter Berücksichtigung von } \frac{1}{3} \text{ Luftverlust durch schädliche Räume und Undichtigkeiten } \frac{4}{3} \times (83 + 70) = 204 \text{ Kb.zoll komprimirte Luft erforderlich, oder pr. Minute bei 240 Spielen 28,4 Kb.fuss.}$

Zur Zusammenpressung von 56,8 Kbfss Luft atmosphärischer Spannung auf 28,4 Kbfss von 1 Atmosphäre Ueberdruck sind 106289 Fsspfnd pr. Minute, oder 3,34 Pferdekkräfte pr. Sekunde nöthig. Bei einem Wirkungsgrad der Gebläsemaschine von $\frac{2}{3}$, muss also die Dampfmaschine 5 Pferdekkräfte entwickeln können, und stündlich mit $5 \times 12 = 60$ Pfd, oder $\frac{60}{92} = 0,65$ Scheffel Steinkohle gespeist werden. Mit Hinsicht auf die Stillestandszeit sinkt jedoch dieser Kohlenverbrauch auf etwa die Hälfte oder 0,33 Scheffel pr. Stunde.

Die wirksame hintere Kolbenfläche enthält 15,1 Quadrat Zoll; der Ueberdruck auf selbige beträgt $15,1 \times 11,5 = 173,65$ Pfd; das Gewicht der armirten Kolbenstange 28 Pfd; die Reibung des Kolbens etc. bei horizontell liegender Maschine cca $0,2 \times 28 = 5,6$ Pfd.

Die Acceleration, mit welcher sich der Kolben vorwärts bewegt ist demnach:
 $p = \frac{173,7 - 5,6}{28} \times 34,63 = 207,9$ Fuss; die Geschwindigkeit mit welcher der Bohrer nach $5\frac{1}{2}$ Zoll Weg das Gestein trifft: $v = \sqrt{2 \times 207,9 \times 5,5} = \sqrt{190,6} = 13,81$ Fss; die mechanische Arbeit, welche die Bohrerschneide bei jedem Schlag gegen das Gestein ausübt: $L = \frac{13,81^2 \times 28}{69,26} = 77,05$ Pfdss; die mech. Arbeit pr Minute bei 240 Schlägen = $240 \times 77,05 = 18492$ Pfdss. Mithin sollte diese Bohrmaschine die Arbeit von $\frac{18492}{30 \times 28,2} = 22$ Häuern verrichten, oder, Stillstandszeiten inbegriffen, so viel als 11 Bohrhäuer leisten.

Die Tiefe der Eindringung der Bohrerschneide ist bei jedem Schlag:
 $s = \sqrt{\frac{12 \times 77,05}{4 \times 8148 \times 1,72 \times 1,15}} = \sqrt{0,1043} = 0,12$ Zoll; die vortheilhafteste Setzungszahl: $n = 3,14 \left(\frac{1,72 + (4 \times 0,12)}{4 \times 0,12} \right) = 14,4$. Dieser entspricht im günstigsten Fall ein theoretischer Bohrausschlag von $\frac{240 \times 0,12}{14,4} = 2,00$ Zoll pr. Min., während der wirklichen Umsetzungszahl 18 ein Ausschlag von cca $\frac{240 \times 0,12}{18} =$

1,60 Zoll zukommt. Der wirklich erzielte Bohrausschlag betrug Störungen abgerechnet, nach dem Fahrbericht der Herren von *Beust*, und von *Warnsdorff* an die Administration des *Rothschönberger Stollens* (d. d. 11. Juni 1861) 1,25 Zoll.

Auch diese Maschine brauchte zu ihrer Wartung 3 Mann (also incl. Heitzer wenigstens 4), und aus den vorstehenden Ziffern ergibt sich, dass sowohl der Kraftaufwand als die theoretische Leistung derselben etwas geringer sind als bei der Maschine mit Hahnsteuerung. Zugleich aber folgt aus den letzten Ziffern, dass der erzielbare Bohrausschlag dem berechneten theoretischen sehr nahe kommt, und dies deutet auf Vorzüge in der *Konstruktion* der neuen Maschine, durch welche längere Aufenthalte während der eigentlichen *Bohrarbeit* vermieden werden können. Ueberhaupt aber ist die Maschine mit Schiebersteuerung leichter, handtlicher und weniger Reparaturen ausgesetzt, als jene mit Hahnsteuerung.

P^l V. Fig. 3. *Schumann's* automatische Maschine, bei welcher sich die Handarbeit auf Vorwärtschieben des Apparates während der Vertiefung des Bohrloches einschränkt, ist in *Sachsen* nie patentirt worden, beim Betrieb des *Rothschönberger Stollens* aber seit Anfang des Jahres 1862 in Gebrauch gewesen. Fig. 3 A giebt einen Längendurchschnitt derselben, 3 B eine Ansicht von oben.

Der Rahmen Z ist hauptsächlich wie bei den früheren Maschinen konstruirt; die eine seiner Spitzen ä aber mit einem Schraubenschuh versehen, wodurch die feste Einspreizung gegen unebene Gesteinsflächen sehr erleichtert wird. Die Bohrmaschine besteht aus 2 über einander liegenden Cylindern a und b; ersterer enthält den Treibkolben des Bohrers, letzterer einen Kolben dessen Bewegung

die Umsteuerung und das Umsetzen des Bohrers vermittelt. Der Kolben des unteren Cylinders ist mit seiner durch beide Cylinderdeckel ragenden Kolbenstange ganz wie bei der nächst vorher beschriebenen Maschine konstruirt; auch die Befestigungsweise der Bohrstange in der Kolbenstange ist nicht abweichend.

Der Vordertheil der Kolbenstange f ist mit einer halbcylindrischen Längenspur versehen, in welcher eine entsprechende Ribbe in dem Hals des 20 zähligen Setzrades o gleitet. Dies Rad ist wie bei der vorgehend beschriebenen Maschine vor dem Treibecylinder der Bohrmaschine angebracht, und wird von der auf der Schwungradachse i eingeschnittenen Schraubenschnecke gedreht. Kolbenstange samt Borer folgt seiner Drehung, während das Rad nicht der hin- und hergehenden Bewegung der Kolbenstange Folge leisten kann.

Die Kolbenstange u des oberen (Steuer-)cylinders wirkt auf den einen Arm x des Winkelhebels x, x', y, und ertheilt ihm eine oscillirende Bewegung. Durch die Bläuelstange a' wird selbige einem an der Schwungradwelle i befestigten Krummzapfen mitgetheilt, und somit Drehung der Schwungradachse samt Setzung des Bohrers bewirkt. Durch das Excentrik d, auf der Schwungradachse i, und einen Kniehebel k l d erhält die Steuerstange u, und mit ihr der zum Cylinder b gehörige Dampfvertheilungsschieber eine hin- und hergehende Bewegung. Die Umsteuerung der Treibemaschine a erfolgt dagegen durch den Dampfvertheilungsschieber h, dessen Stange v von dem Hebelarm x hin- und her gezogen wird.

Um das Ausschlagen des vorderen Bodens im Cylinder a durch den Kolben zu verhindern, hat Hr. *Schumann* bei späteren Maschinen von übrigens gleicher Konstruktion die Einrichtung getroffen, dass der Kolben im Cylinder a den Luftzufluss zu der Maschine selbst abschneidet, sobald er in Folge zu langsamen Nachschiebens der Maschinerie während Vertiefung des Bohrloches dem Cylinderdeckel zu nahe kommt. Der Hintertheil der Kolbenstange s ist nemlich mit einer Platte α versehen, welche auf den Hebel β wirkt, samt durch eine Kette den Luftbahn γ schliesst, sobald der Kolben so weit ausschiebt, dass die Platte α mit dem Hebel β in Contact kommen kann. Die Bohrmaschine kommt dadurch von selbst zum Stillestehen, sobald der Arbeiter das Nachschieben derselben versäumt.

Pl. IX. F'g.
4 a, b

Der Fassungsraum des Steuercylinders b ist vor dem Kolben:

$$\frac{2,5^2 - 0,75^2}{4} \times 3,14 \times 3,25 = 14,5 \text{ Kub.zoll, hinter demselben: } \frac{2,5^2 f}{4} \times 3,14 \times 3,25 =$$

19,2 Kbk.zoll, also pr. Spiel 33,7 Kbk.zoll. Der Fassungsraum des Treibecylinders a: vor dem Kolben $\frac{4,5^2 - 2^2}{4} \times 3,14 \times 7,25 = 92,4 \text{ Kbk.zoll, hinter dem Kol-$

ben $\frac{4,5^2 - 1,25^2}{4} \times 3,14 \times 7,25 = 106,3 \text{ Kbk.zoll, also pr. Spiel } 198,7 \text{ Kub.zoll.}$

Mechanische
Verhältnisse

Die Bohrmaschine verbraucht also bei jedem Spiel 232,4 Kbk.zoll komprimirter Luft, oder unter Zurechnung von $\frac{1}{3}$ dieses Volumens an Verlusten durch schädliche Räume und Undichtigkeiten: $\frac{1}{3} \times 232,4 = 517,6 \text{ Kbk.zoll.}$ Nach einer mir vorliegenden handschriftlichen Beschreibung des Herrn *Schumann* "macht die Bohrmaschine wenn sie am besten und vortheilhaftesten arbeitet pro Minute cca 200

Schläge oder Spiele und gebraucht mit allen Verlusten pro Min. cca 38 bis 40 Kub.fss komprimirte Luft. Die Spannung der Luft beträgt ungefähr 1 bis höchstens $1\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck.“ 200 Spielen entspricht eine Luftkonsumtion pr. Minute von $317,6 \times 200 = 63520$ Kbk.zoll = $36,76$ Kbk.fss. Besitzt die Luft eine Spannung von im Mittel $1\frac{1}{4}$ Atm. Ueberdruck, so sind pr. Minute $36,76 \times 2,25 = 82,71$ Kbkfss Luft atmosphärischer Spannung erforderlich. Die zu deren Zusammenpressung nöthige mechanische Arbeit ist (siehe *Weisbach's* Ingenieur p. 428): $\frac{1,41}{0,41} \left(\frac{2,25}{1} \frac{0,41}{1} \right) 82,71 \times 11,5 \times 144 = 18564$ Fsspfnd, oder 5,8 Pferdekräfte pr. Sekunde. Berechnen wir den Wirkungsgrad der Gebläsemaschine wie oben zu $\frac{2}{3}$, so ist zum Betrieb einer Bohrmaschine eine Dampfmaschine von 8,7 Pferdekräften erforderlich. Dieselbe konsumirt pr. Stunde $8,7 \times 12 = 104,4$ Pfd oder $\frac{104,4}{92} = 1,13$ Scheffel Steinkohle; bei Berücksichtigung der Ruhezeit aber nur $\frac{1,13}{2} = 0,57$ Scheffel.

Da zur Bedienung einer solchen Bohrmaschine im *gunstigsten* Fall 2 Arbeiter erforderlich waren, mit Zurechnung des Heizers also auf wenigstens 3 Mann zu rechnen ist, welche pr. Stunde $3 \times 1,33 = 4$ Sgr. Schichtlohn kosten, und da der Werth von 10,5 Scheffel Kohle pr. Stunde dem gleichzeitigen Aufwand für $\frac{0,57 \times 16,3}{1,33} = 7$ Arbeitern gleichzusetzen ist, so müsste diese Maschine also wenigstens soviel als $3 + 7 = 10$ Bohrhäuer leisten, um mit der Handarbeit konkurriren zu können, wobei von allen Maschinenkosten, Zinsen etc. noch völlig abgesehen ist.

Die wirksame Kolbenfläche (im Treibecylinder) ist $\frac{4,5^2 - 1,25^2}{4} \times 3,14 = 14,66$ Quadratzoll, der Druck auf selbige $14,66 \times 1,25 \times 11,5 = 210,8$ Pfd; das Gewicht der armirten Kolbenstange 25 Pfd (besondere Gewichte an der Kolbenstange sind bei dieser Maschine weggelassen); der Reibungswiderstand kann zu $\frac{1}{5} \times 25 = 5$ Pfd angenommen werden; der Weg des ausschiebenden Kolbens beträgt 5,25 Zoll, sofern der Kolben zwischen den *inneren* Kanten der Luftkanäle sich bewegt. Die Beschleunigung des vorwärts gehenden Kolbens samt Zubehör ist mithin $p = \frac{210,8 - 5,0}{25} \times 34,63 = 285,07$ Fuss; die Geschwindigkeit mit welcher der Bohrer das Gestein trifft:

$$v = \sqrt{2 \times 285,07 \times \frac{5,25}{12}} = \sqrt{249,44} = 15,79 \text{ Fnss; die mech. Arbeit,}$$

welche der Bohrer bei jedem Stoss gegen das Gestein ausübt: $L = \frac{15,79^2 \times 25}{69,26} = 90,04$ Fsspfnd; die durch 200 Schläge pr. Min. verrichtete mech. Arbeit $90,04 \times 200 = 18008$ Fsspfnd. Mithin sollte diese Maschine die Arbeit von $\frac{18008}{30 \times 28,2} =$

21 bis 22 Bohrhäuern verrichten, oder mit Einrechnung der Stillstandszeiten die Leistung von 11 Bohrhäuern.

Maschinenkosten, Zinsen etc. dürften also *höchstens* so viel als $11 - 10 = 1$ Arbeiter, oder stündlich 1,33 Sgr. kosten, damit die Maschine mit der Handarbeit konkurriren könnte.

Ist wie früher die mittlere Weite des Bohrloches 1,72 Zoll und der Zerdrückungsmodul des Gesteines 8148 Pfd, so dringt die Bohrschneide bei jedem Shlagum $s = \sqrt{\frac{12 \times 90,04}{4 \times 8148 \times 1,72 \times 1,15}} = \sqrt{0,0167} = 0,113$ Zoll ein, und

die vortheilhafteste Setzungszahl ist $n = 3,14 \left(\frac{1,72 + (4 \times 0,13)}{4 \times 0,13} \right) = 13,5$. Der entsprechende theoretische Bohrausschlag ist $\frac{200 \times 0,13}{13,5} = 1,93$ Zoll pr Min. Der

wirklichen Setzungszahl 20 entspricht ein Bohrausschlag von cca $\frac{200 \times 0,13}{20} =$

1,3 Zoll. Nach Herr *Schumann's* weiter oben erwähnter Beschreibung betrug der Bohrausschlag dieser Maschine "1 bis 1½ Zoll Loch von 1½ Zoll Weite", mithin stimmt die theoretisch gefundene Ziffer sehr wohl mit der in der Praxis erzielten.

Die *Schumann'schen* Maschinen sind aus Gusseisen und Schmiedeeisen ziemlich schwerfällig konstruirt. An verschiedenen Orten, wo sie in Gebrauch gewesen sind, hat man über unsorgfältige Ausführung und mangelhaftes Material geklagt. Diese Mängel aber sind erklärlich und zu entschuldigen, wenn man den billigen Preis der fragl. Maschinen bedenkt (siehe Tabelle zu p. 155), sowie den Umstand, dass eine fabrikmässige Herstellung derselben nie zu Stande gekommen ist. Jedenfalls ist es sehr sprechend für die *Konstruktion* der *Schumann'schen* Bohrmaschinen, dass bei ihnen trotz der angedeuteten Mängel in der *Ausführung*, Reparaturkosten kleiner gewesen sind als bei anderen ähnlichen.

In der schon oben erwähnten *eigenhändigen* Beschreibung des Herrn *Schumann* (Begleitschreiben vom 20 Juli 1865) wird eine verbesserte Bohrmaschinenkonstruktion abgehandelt, über welche ich dem Erfinder auch einige mündliche Mittheilungen verdanke. Da ich aber diese Konstruktion nicht ausgeführt gesehen habe, und also nicht kenne, durch welche Details sich dieselbe von jener der weiter unten zu beschreibenden *Altenberger* Bohrmaschine unterscheidet, so will ich mich hier darauf einschränken, Herr *Schumann's* betreffl. Notiz wiederzugeben: "Ferner habe ich in neuerer Zeit eine viel einfachere, leichtere und billiger herzustellende Bohrmaschine konstruirt und mehrfach ausgeführt und in Anwendung gebracht. Es hat dieselbe nicht nur die oben erwähnten Eigenschaften sondern noch einen vorzüglichen Vortheil, welcher darin besteht, dass dieselbe nur cca 20 bis 22 Kubikfuss komprim. Luft pro Min. gebraucht, während meine früheren 38 bis 40 gebrauchen. Da ich gesonnen bin diese Erfindung zu verkaufen etc. etc."

Beim Gebrauch im *Rothschönberger Stollen* wurden *Schumann's* Bohrmaschinen ausschliesslich durch Einstemmen gegen Spreitzen befestigt, welche mittelst Spannschrauben gegen die Streckenulmen eingeklemmt waren. Zur Zubereitung der Ein-

Neueste
Bohrma-
schine Schu-
mann's.

Maschinenge-
stelle. Spreit-
zen.

kerbungen, welche die Spitzen des Maschinenrahmens aufnahmen, sowie zum Spreitzenschlagen war ein besonderer Arbeiter erforderlich. Da gewöhnlich für jedes neue Loch eine neue Spreitze zu schlagen, jedenfalls neue Einkerbungen im Gestein erforderlich waren, so veranlasste die Aufstellung der Bohrmaschinen viele Kosten und grossen Zeitverlust. Obwohl man sich beim Schlagen der Spreitzen einer Holzlehre von der Grösse und ungefähren Längensektion der Bohrmaschinen bediente, so konnten die Maschinen doch nicht immer mit Sicherheit in die vortheilhafteste Stellung gebracht werden, und die geringste Änderung ihrer Lage (während des Ganges) nöthigte oft dazu, theilweise abgebohrte Löcher zu übergeben, oder vor Hand fertig zu bringen.

Wagengestell
Pl. IX Fig.
4 a und 4 b.

Diese Uebelstände sah man bald genug ein, und *Schumann* konstruirte verschiedene Modelle theils Spreitzen- und theils wagenartiger Bohrmaschinenstühle. Die Oberbergamtsakten enthalten u. a. Beschreibung samt Kostenanschlag (vom Oberkunstmeister *Schwamkrug*, d. d. 19 Apr. 1863) eines wagenartigen Gestelles, welches incl. Eisenbahn und Einhängen 2440 Thaler kosten sollte, samt mehrfache Berechnungen des durch ein solches Gestell zu erzielenden Zeitgewinnes. Ein anderer Kostenanschlag *Schumann's* vom 4 Juni 1863 schliesst mit 1096 Thaler. In Reskript an das Oberbergamt vom 3 Aug. 1863 befürwortet Oberberghauptmann von *Beust* die Anschaffung des *Schumann'schen* Bohrmaschinenwagens u. s. w. Trotz dem wurden die *Freiberger* Bohrmaschinenversuche eingestellt, ohne dass ein Wagengerüst zur Anwendung kam.

Von einem *Schumann'schen* Bohrmaschinenwagenmodell habe ich 1865 in *Freiberg* mehre Photographien anfertigen lassen, nach welchen die Figuren 4 a u. 4 b auf Pl. IX gezeichnet sind. Herr *Schumann's* eigenhändige Beschreibung zu diesen Photographien lautet: "Statt dieser Spreitzenvorrichtung habe ich mehrfach ein wagenartiges mit kleinen eisernen Rädern versehenes nur aus Holz konstruirtes Gestell verwandt, welches allerdings nur bei Streckenbetrieb gebraucht werden kann, auf welchem sich zu gleicher Zeit 3 bis 4 Bohrmaschinen anbringen lassen. Der gestellartige Wagen besteht aus einem Holzgestell a, an welchem 2 Achsen mit eisernen Rädern angeschraubt sind und mittelst diesen auf Pfosten oder Bahnenschienen gleiten. Die angeschraubten Nasenschienen c dienen zu verschiedenartiger Aufnahme der Stäbe d auf welchen die Bohrmaschine in jede beliebige Stellung gebracht werden kann. Zum Festhalten dieses Bohrgestelles dient die Schraube e, welche gegen die Förste geschraubt wird."

Zwischen diesem Gestell, und dem auf Pl. IX Fig. 1, 2, 3 abgebildeten *Altenberger* finde ich keinen anderen wesentlichen Unterschied, als dass ersteres aus Holz, letzteres aus Winkeleisen konstruirt ist. Wir werden weiter unten auf das *Altenberger* Gestell zurückkommen, und wollen nicht erörtern, ob es nach *Schumann's* kopirt ist, oder ob *Schumann* sein in Fig. 4 abgebildetes Modell nach dem *Altenberger* Wagen angefertigt hat. Jedenfalls wurden vor dem *Freiberger* Oberbergamt *Schumann's* Vorschläge und Modelle zu Bohrmaschinenwägen abgehandelt, ehe solche Wägen zu *Moresnet* (Altenberg) in Gebrauch kamen.

Fig. 17 Pl. IX giebt nach mündlichen Mittheilungen die rohe Skizze eines Bohrmaschinengestelles, welches Hr. *Schumann* in einem Steinbruch nahe *Leipzig* anwenden wollte. Es besteht aus den 2 schweren Bäumen a, welche durch die Klammer b verbunden, einestheils auf den Strossen des Steinbruches ruhen, andernteils auf der Bohrmaschine c, welche sie durch ihr Gewicht in bestimmter Stellung festhalten sollen. Es scheint jedoch, als ob auf diese Weise keine genügend sichere Aufstellung der Bohrmaschine zu erzielen sei, wenn auch die Beine d sehr schwer genommen, und ausserdem an den Enden mit Steinen belastet werden. Da aber die Aufstellung von Bohrmaschinen in Steinbrüchen oder weiten offenen Grubenverhauen, wo sich weder Spreitzen noch wagenartige Bohrgerüste bequem anwenden lassen, ein sehr schwieriges und bisher noch wenig bearbeitetes Problem ist, so wollte ich diese Anordnung nicht unerwähnt lassen.

Gestell für
Steinbruchs-
betrieb Pl.
IX. Fig. 17.

Das 3te *Rothschönberger* Lichtloch hat eine Tiefe von cca 70 Ltr (140^m). Die Dimensionen des Stollens sind 3,25^m Höhe 2,5^m Breite. Wasserkraft war in der Nähe nicht disponibel, so dass die zum Bohrmaschinenbetrieb erforderliche Gebläsemaschine durch Dampf bewegt werden musste. Man nahm an, dass eine Bohrmaschine 2½ Pferdekräfte beanspruche, und konstruirte demgemäss eine Compressionsmaschine von nominellen 8 Pferdekräften, unter der Voraussetzung, dass 3 Bohrmaschinen gleichzeitig in Gang gehalten werden sollten. Wie aus den weiter oben ausgeführten Berechnungen hervorgeht, bedarf aber eine *Schumann's* Bohrmaschine *viel mehr* Kraft, und in der That erwies sich die 8 pferdige Gebläsemaschine beim *Rothschönberger* Stollen als zu schwach. Der Reserv-Dampfkessel der Förder- und Wasserhaltungsmaschine bediente die Compressionsdampfmaschine; die Compressionspumpe war liegend, eincyndrig, doppeltwirkend, und erzeugte unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Spannung von 1 Atm. Ueberdruck.

Anwendung
der Schu-
mann'schen
Bohrmaschi-
nen beim 3ten
Lichtloch des
Rothschön-
berger Stol-
lens.

Die komprimirte Luft wurde durch eine 4 zöllige, ¼ Zoll wandstarke Bleiröhrentour in die Nähe der arbeitenden Bohrmaschinen geführt, die Verbindung zwischen dem Bleirohr und den Bohrmaschinen aber durch 1½ Zoll weite Gummischläuche hergestellt. Diese Gummischläuche waren mit Zwillich umnäht, und doppelt.

Man wendete die Bohrmaschinen anfänglich beim Absenken des Lichtloches an, und nachdem dies bis zur Stollensohle niedergebracht war, beim Betrieb des südwestlichen Stollenortes. Zuerst waren Maschinen mit Hahnsteuerung, dann solche mit Schiebersteuerung, zuletzt automatische im Gebrauch. In den ersten Jahren arbeitete man nur während der Tageschichten mit Bohrmaschinen, und während der Nachtschichten mit Handbohren; später kam Handbohren nur zur Nachhülfe vor, um Löcher fertig zu bringen, in denen sich der Maschinenbohrer festklemmte, oder zum Abbohren einzelner für die Maschinen unzugänglicher Löcher. Da die Rapporte über das Maschinenbohren Fortschritte erkennen lassen, welche offenbar nicht nur den veränderten Konstruktionen der Maschine sondern wesentlich auch der zunehmenden Uebung des Arbeitspersonales zuzuschreiben sind, so würden Mittelzahlen aus allen diesen Rapporten keine richtige Vorstellung von

den durch die *Rothschönberger* Versuche erzielten Resultaten hinsichtlich der Brauchbarkeit der verschiedenen *Schumann'schen* Maschinen gewähren.

Wir wollen desshalb den Hauptinhalt der in den Akten der *Rothschönberger* Stollenadministration auf einander folgenden einzelnen Rapporte des Obersteigers *Jobst* hier auszugsweise wiedergeben, und durch die gleichzeitigen Bemerkungen in den Oberbergamtsakten zu ergänzen suchen.

1., *Rapport vom 10. Febr. 1859.*

Seit dem Quartal Luciae 1857 bis Trinitatis 1858 wendete man beim Absinken des 3ten Lichtloches Bohrmaschinen mit Handhahnsteuerung an. Anfänglich gieng die Arbeit sehr unregelmässig und mit Unterbrechungen, seit Rem. 1858 regelmässiger. Zur Bedienung der Maschine waren 3 Mann (excl. Heitzer) erforderlich. Wegen häufigen Schadhafwerdens mussten 3 später 2 Reservmaschinen für eine arbeitende Bohrmaschine gehalten werden. Während eines Tages wurden oft 2 Maschinen unbrauchbar; selten hielt eine Maschine länger als einen Tag. Aufgefangene Löcher, in welchen die Maschine nicht fort kam, mussten oft durch Handbohren fertig gebracht werden.

Während 6 Wochen wurde in 58 sechsständigen Schichten durch die von 3 Mann bediente Maschine 4280,4 Zoll Bohrausschlag erzielt; also pr. Mann und Stunde im Mittel 4,1 Zoll. Gleichzeitig ergab das Handbohren (während der Nachtschichten) pr. Mann und Stunde 6,7 Zoll Bohrausschlag. Der höchste während dieser Periode von der Maschine erreichte Bohrausschlag war 8,5 Zoll, der geringste 1,5 Zoll. In welchem Maass die Uebung der Maschinenbedienung allmählig zunahm, ergibt sich aus dem Wachsen des *mittleren* stündlichen Bohrausschlages in den 6 auf einander folgenden Wochen, während welcher man successiv erreichte: 2,8; 3,7; 3,5; 5,6; 4,9; 3,5 Zoll. Gleichzeitig resultirten beim Handbohren resp: 7,4; 6,4; 6,5; 6,1; 6,5; 6,5 Zoll.

2., *Rapport vom 15. Nov. 1860.*

Von Reminiscere 1859 bis 11 Woche Crucis 1860 fand Ortsbetrieb mit einer Bohrmaschine statt, und zwar wurde hauptsächlich die Konstruktion mit Schiebersteuerung angewendet. Handbohren war neben dem Maschinenbohren nöthig, um dem letzteren vorzuarbeiten, ferner bei Streif- u. a. schwer zugänglichen Löchern, und zum Abtreiben der Firste. Die Maschine diente vorzugsweise zum Abbohren der Strossenlöcher, wozu sie sich am besten eignet. Zur Wartung waren 3 Mann (excl. Heitzer) erforderlich, wovon einer mit Spreitzenschlagen u. a. vorbereitenden Arbeiten beschäftigt. Die Bohrmaschine war täglich 12 Stunden in Gang, während der übrigen Zeit Handbohren. Man konnte nicht alle Löcher vortheilhaft setzen, bohrte oft zu tief*) namentlich wegen schwierigen Rüstens und Einstellens des Luftrohres. Für die Spreitzen mussten oft besondere Bühnlöcher geschlägelt werden, so dass pr. Schicht 30 bis 40 Bergeisen verschlagen wurden.

*) Anm. An anderen Orten hebt man als Vortheil der Bohrmaschinen hervor, dass sie mit Leichtigkeit tiefere und besser wertende Löcher, als die durch Handarbeit erzielbaren, herstellen.

Weniger Bohrerschärfungskosten als beim Handbohren, da zu einem 18 bis 21 zölligen Loch gewöhnlich nur 2 bis 4 Bohrer verschlagen wurden. Das Einpassen der Bohrstangen in die Kluppen aber zeitraubend und schwierig. Obwohl die Maschinen verbessert waren, hatte man das Bohren mit denselben noch nicht völlig in der Hand; selten verging ein Tag ohne Störungen, oft aus unerörterten Ursachen. (Herr *Schumann* klagt in einem Bericht an das Oberbergamt vom 1. Juni 1860 über Mangel an gutem Willen der Arbeiter, wesshalb diese Behörde Prämien vorschlägt).

Während der 2:ten bis 11:ten Woche Crucis (10 Wochen) bohrte die Maschine mit 3 Mann in $334\frac{2}{3}$ sechsständigen Schichten 19518 Zoll Bohrloch; also pr Mann und Stunde 3,5 Zoll. In derselben Periode schlug ein Häuer in $896\frac{1}{3}$ Schichten 20052 Zoll Bohrloch aus, also pr. Stunde 3,7 Zoll. Der Zeitaufwand zum Besetzen und Schiessen ist hier *ingerechnet*. Die Schwankungen im stündl. Bohrausschlag waren während dieser Periode weder beim Handbohren noch beim Maschinenbohren sehr bedeutend, und deuten keinen progressiven Fortschritt bei letzterer Arbeit an.

Zur Herstellung eines Bohrloches von 21 Zoll Tiefe durch die Maschine brauchten 3 Mann: beim Zurüsten und Aufstellen 46,2 Min.

„ eigentlichen Bohren 32,5 „ ; Summa 1 Stunde 18,7 Min.; mithin resultirten in einer Bohrstunde (Zeitaufwand zum Besetzen und Schiessen *abgerechnet*) pr. Mann $5\frac{1}{3}$ Zoll Bohrausschlag, und bringt man auch die Aufstellungszeit der Maschine in Abrechnung, so war der Effekt einer von 3 Mann bedienten Bohrmaschine *im Mittel* $38\frac{3}{4}$ Zoll pr. Stunde, der Effekt eines an der Maschine beschäftigten Arbeiters 13 Zoll pr. Stunde. Da ein Häuer 21 Zoll Lochtiefe in 3 Stunden 13,5 Min. vor Hand abbohren konnte, oder 6,5 Zoll pr. Stunde, so folgt, dass *alle Stillestandszeiten abgerechnet*, ein Arbeiter mittelst der Maschine doppelt so viel leistete, als ohne dieselbe.

Von diesem Resultat aber konnte man nur durch mögl. Abkürzung der Aufstellungszeit Nutzen ziehen, wie solches in einem Memorial (ohne Unterschrift), welches in den Akten der Stollenadministration unmittelbar auf den Rapport des Obersteigers *Jobst* folgt, auch scharf hervorgehoben wird. Wir finden daselbst die Berechnung, dass bei Anwendung eines beweglichen Gestelles zur ersten Aufstellung der Bohrmaschine (wie oben) 46,2 Min.

„ 2:ten „ „ „ 11,0 „
zum Abbohren zweier Löcher (wie oben) 65,0 „ ; S:a zur Herstellung zweier Bohrlöcher 2 St. 2,2 Min. erforderlich seien, gegen 3 St. 13,5 Min. zur Abbohrung *eines* gleich tiefen Loches vor Hand. (Zu letzterem ist jedoch nur ein Mann, zu ersteren sind dagegen 3 Mann erforderlich, so dass der nützliche Effekt *eines* Arbeiters an der Maschine auch bei dieser Anordnung nur 6 p.C grösser ausfallen würde als jener eines Bohrhäuers *ohne* Maschine).

3., *Rapport vom 14. Juni 1861.*

Dieser begreift die Zeit von der 5:ten Woche Reminiscere bis 9:ten Woche Trinitatis 1861. Man arbeitete im südwestlichen Stollenort mit einer von 3 Mann

wendig, auf welchem 2 Maschinen so angebracht werden sollten, dass sie durch 3 Mann bedient werden können. Nöthigenfalls wäre die Stollenbreite um $\frac{1}{10}$ Ltr zu vergrössern. Da Fortschritte anzumerken, sind die Versuche fortzusetzen.

4. Rapport vom 2 Maj 1862.

Vom Quartal Luciae bis Reminiscere 1862 wendete man 2 Maschinen an, zu deren Bedienung in den ersten 10 Wochen 6 Mann, in den letzten 3 Wochen 5 Mann, dabei aber 1 Mann zu Reparaturen und Ingangsetzen, samt ein Junge, erforderlich waren.

Da eine Bohrmaschine mit Handschiebersteuerung zu 240 Schlägen eine 6 pferdige Dampfmaschine fordert, während die Maschine beim 3ten Lichtloch nur 8 nominelle Pferdekräfte besitzt, so ist einleuchtend, dass zwei *gleichzeitig* in Gang gehaltene Bohrmaschinen entweder weniger Schläge führen mussten (cca 160 pr. Min.), oder dass die Dampfmaschine durch Betrieb der Bohrmaschinen mit der gewöhnlichen Hubzahl übermässig angestrengt wurde. Es ist desshalb erklärlich, dass, nach Einführung des Betriebes mit 2 Bohrmaschinen, in den Akten mehrfache Klagen über zu schwache Compressionspumpe und Vorschläge zur Erweiterung der Gebläseanlage vorkommen. Ein solcher Umbau aber kam nie zu Stande; desshalb können 2 *gleichzeitig* nebeneinander arbeitende Bohrmaschinen auch im *allgemeinen* nicht ihren vollen Effekt entwickelt haben, und wenn man sie successive und so nach einander arbeiten liess, dass die eine bohrte, während die andere aufgestellt wurde, so konnten sie zusammengenommen höchstens so viel leisten als *eine ohne Aufenthälte* arbeitende Maschine.

In den ersten 10 Wochen des Quartales Reminiscere wurden im 264 $\frac{2}{3}$ Schichten, entsprechend 1547 $\frac{1}{3}$ sechstündigen einfachen Arbeiterschichten durch 2 Maschinen 1671 Löcher von zusammengenommen 36807 Zoll Tiefe ausgebohrt. Man brauchte 625 St. 26 Min. zum Anstellen, 594 St. 21 Min. zum Bohren. Pr. Schicht wurden also durch die gesammte Belegschaft 6,3 Löcher von 139,1 Zoll Tiefe in 2 St. 22 Min. Zeit zum Aufstellen, samt 2 St. 15 Min. Zeit zum Bohren, oder binnen zusammen 4 St. 37 Min. hergestellt. Das Anstellen beanspruchte mithin 51,2 %, das Abbohren 48,8 % der zur Herstellung der Löcher erforderlichen Gesamtzeit, so dass hinsichtlich der Abkürzung der Stillestandszeiten gegen früher nur ein sehr *geringer* Fortschritt zu erkennen ist. Hinsichtlich des pr. Mann erzielten Bohrausschlages aber, welcher pr. Stunde betrug:

3,9 Zoll, da die Zeit zum Bezetzen und Schiessen eingerechnet wird

5,1 " " " " " " " " " abgerechnet "

10,4 " während des eigentlichen Bohrens,

ist ein Rückschritt zu erkennen, welcher wahrscheinlich durch die für 2 Maschinen unzureichende Luftmenge seine Erklärung findet. Möglicherweise aber hatte sich auch die Gesteinsfestigkeit verändert; zur diesfallsigen Beurtheilung aber fehlt die frühere Norm (Bohrausschlag vor Hand), weil nun *ausschliesslich* Maschinenbetrieb statt fand.

Während der letzten 3 Wochen des Quartales Reminiscere 1862 wurden in 78 $\frac{2}{3}$ Schichten, entsprechend 393 $\frac{1}{2}$ einfachen sechstündigen Arbeiterschichten 513

Löcher von 11144 Zoll Tiefe abgebohrt. Die Belegschaft bedurfte 177 St. 36 Min. (50,5 %) zum Anstellen, 173 St. 41 Min (49,5 %) zum Abbohren, und bohrte überhaupt in der sechsständigen Schicht 6,5 Löcher von 141,7 Zoll Tiefe aus, wobei 2 St. 15 Min zum Anstellen, 2 St. 12 Min. zum Abbohren nöthig waren. Der von einem Mann erzielte Bohrausschlag betrug pr. Stunde:

4,7 Zoll, da die Zeit zum Besetzen und Schiessen eingerechnet wird
 6,4 " " " " " " " " " abgerechnet "
 13,5 " während des eigentlichen Bohrens.

Mithin ergaben 2 Maschinen, auch da sie von nur 5 Mann bedient waren, keinen grösseren Arbeitseffekt pr. Mann als eine nach dem 3:ten Rapport.

Im Quartal Luciae 1861 wurden 10,3 Ltr erlangt, im Quartal Reminiscere 1862: 7,9 Ltr.

5., *Rapport vom 15. Maj 1863.*

(In einem Bericht der Stollenadministration an das Oberbergamt vom 4 Juni 1862 wird erwähnt, dass Hr. *Schumann* 2 neue Maschinen mit Selbststeuerung geliefert habe; deshalb ist anzunehmen, dass die Arbeiten von der 2:ten bis 7:ten Woche Crucis 1862, welche vorliegender Rapport behandelt, mit automatischen Apparaten ausgeführt wurden).

Es waren 2 Bohrmaschinen in Gang mit einer Bedienung von 4, zeitweilig 3 Mann; daneben ein Mann zu Reparaturen und Reinigen der Maschinen. In 581 einfachen sechsständigen Häuerschichten wurden 784 Löcher von 17211 Zoll Tiefe ausgebohrt; mithin Leistung pr. Mann und Stunde 4,9 Z. Ueber die Arbeitsvertheilung während der Schicht enthält der Rapport keine Angaben. War aber das Verhältniss der Leistung während der eigentlichen Bohrzeit, zu jener während der Bohr- und Anstellzeit, zu jener während der gesammten Arbeitszeit, wie früher im Mittel 12,6 : 6 : 4,2. so dürfte die Leistung eines Arbeiters pr. Stunde betragen haben:

4,9 Zoll während der ganzen Arbeitszeit
 7 " " des Anstellens und Bohrens
 14,7 " " des eigentlichen Bohrens, woraus auf einen merkbaren Fortschritt zu schliessen wäre, sofern man über unveränderte Gesteinsbeschaffenheit Gewissheit hätte.

6., *Rapport vom 29. Maj 1863.*

Beim 3:ten Lichtloch wurden durch Maschinenbohrarbeit aufgefahren:

1857.	Quartal Luciae	4,7 Ltr.	
1858.	" Reminiscere	4,1 "	
	" Trinitatis	4,8 "	Summa 13,6 Ltr Abteufen
1859.	" Reminiscere	7,0 Ltr	
	" Trinitatis	6,3 "	
	" Crucis	5,6 "	
	" Luciae	4,0 "	
1860.	" Reminiscere	7,4 "	
	" Trinitatis	4,5 "	(5:te bis 13:te Woche)
	" Crucis	4,7 "	
1861.	" Reminiscere	5,1 "	

Bis Reminiscere 1861 täglich 12 Stunden Handarbeit samt 12 Stunden Maschinenarbeit.

Schema über den Effekt *Schumann'scher* Bohrmaschinen verschiedener Konstruktion.

Nach Rapport	Art derrange- wendeten Ma- schine	Bohrausschlag pr Mann und Stunde, hinsichtlich der									Anmerkungen.	
		Stündlicher Bohrausschlag pr. 1 Maschine u. die ganze Belegschaft	Wirklichen Bohrzeit			Gesamtzeit zur Herstellung der Bohrlöcher			Gesamtarbeitszeit, Be- setzen etc. darin begriffen			
			Maschinen- bohren	zum Hand- bohren	Effektiver- haltniss	Maschinen- bohren	Handbohr- en	Effektiver- haltniss	Maschinen- bohren	Handbohr- en		Effektiver- haltniss
Vom 10 Febr. 1859	Hahnsteuerung	?	?	?	4,1	6,7	0,61 : 1	?	?	?	Abteufen; 3 Mann bei einer Maschine. Ortsbetrieb; 3 Mann bei einer Maschine. Ortsbetrieb; 3 Mann bei einer Maschine. Ortsbetrieb; 6 Mann bei 2 Maschinen. Ortsbetrieb; 5 Mann bei 2 Maschinen. Ortsbetrieb; 3 bis 4 Mann bei 2 Maschinen	
" 15 Nov 1860	{ Hahn- und Schiebersteuerung	38,8	13	2 : 1	5,33	6,5	0,82 : 1	3,5	3,7	0,95 : 1		
" 14 Juni 1861	Schiebersteuerung	40,7	13,9	2,17 : 1	6,4	6,4	1 : 1	4,1	4,1	1 : 1		
" 2 Maj 1862.	dtto	31,2	10,4	1,6 : 1	5,1	6,5 *	0,78 : 1	3,9	4,1 *	0,95 : 1		
dtto	dtto	33,8	13,5	2,08 : 1	6,4	6,5 *	0,98 : 1	4,7	4,1 *	1,15 : 1		
" 15 Maj 1863	Automatisch	29,4	14,7	2,26 : 1	7,0	6,5 *	1,08 : 1	4,9	4,1 *	1,20 : 1		

Die Verhältnisszahlen der 3:ten Kolonne ergeben sich durch Proportionirung der Ziffern in der 2ten mit jenen in der 5ten Kolonne. Die Werthe in der ersten Kolonne folgen durch Multiplikation jener in der 2ten mit der Anzahl Arbeiter pr. Maschine. Die mit * bezeichneten Ziffern sind nicht direkt ermittelt, da sie eine Periode betreffen, während welcher Handbohren nicht mehr statt fand; sie sind ebenso gross als die in gleichen vorhergehenden Kolonnen angenommenen.

1861. Quartal Trinitatis 7,0 Ltr
 " " Luciae 10,3
 1862. " " Reminiscere 8,5 " " " " Crucis 2,5 " (1:te bis 7:te Woche Sia 72,9 Ltr Ort.
 Nach Bericht der Stollendadministration an das Oberbergamt vom 30 Maj 1863 waren bis Reminiscere 1863 überhaupt 127,86 Ltr aufgeföhren worden, also 15 bis 18 Ltr weniger als man ohne Maschinen erzielt haben würde. Der Ursprung und Zusammenhang dieser Ziffern ist mir jedoch gegenwärtig nicht mehr klar. Stellen wir nochmals die aus den Rapporten des Obersteigers *Jobst* berechneten Effektziffern zusammen, so ergibt sich folgendes:

Ausschliesslich Maschinenarbeit.

Aus diesen Ziffern folgt, dass die Hahnsteuerungsmaschine pr. Arbeiter den geringsten Effekt ergab, welcher sogar hinter dem des Häuers ohne Maschine zurückblieb. Hiebei ist jedoch nicht zu übersehen, dass die Versuche (beim *Rothschönberger Stollen*) mit Maschinen dieser Konstruktion begonnen wurden, dass die betrefl. Resultate also durch alle die Schwierigkeiten, welche derartige Experimente anfangs begleiten, beeinflusst sind.

Die Maschine mit Schiebersteuerung brachte den Effekt eines Bohrmaschinenarbeiters dem eines Häuers gleich. Dass die Leistung etwas geringer wurde, als 2 Handschiebersteuerungsmaschinen nebeneinander in Gang waren, dürfte dem unzureichenden Gebläse zuzuschreiben sein. Die automatischen Maschinen gaben den besten Effekt pr. Arbeiter, welcher aber immerhin den der Bohrhäuer nicht sehr wesentlich übertraf; und aus der ersten Zifferkolumne ist zu ersehen, dass die Leistung einer automatischen Maschine abgesehen von der Grösse des Bedienungspersonales *kleiner* war, als jene der Handsteuerungsmaschinen, jedenfalls in Folge unzureichender Luft. Aus der 3ten Zifferkolumne ergibt sich, dass ein Arbeiter an *Schumann's* Bohrmaschine irgend welcher Konstruktion im allgemeinen 2 mal so viel als ein Bohrhäuer leisten würde, sofern die Aufstellungszeit auf Null reducirt werden könnte.

Wenn die *Freiberger* Versuche zu der Konstruktion und Kenntniss der Behandlungsweise praktisch tauglicher Bohrmaschinen geführt haben, so sind sie hinsichtlich der Erörterung des mit solchen Apparaten möglicherweise erzielbaren Effektes jedenfalls unzureichend geblieben. Sehen wir auch von dem Dampfmaschinenbetrieb bei hohem Steinkohlenpreis, von dem Widerwillen der Bergleute gegen den neuen eisernen Kameraden, und von verschiedenen anderen Umständen ab, welche die Versuche erschwerten und hemmten, so blieben immerhin einige Bedingungen zu erfüllen, ehe die Bohrmaschinen ihre Verdienste deutlich hätten zeigen können. Zu diesen Bedingungen rechnen wir: Erweiterung der Luftkompressionsanlage; Anschaffung von wagenartigen Bohrgerüsten, durch welche *wenigstens* der bisher zum Spreitzenschlagen verwendete Arbeiter hätte erspart werden können, und durch welche die Aufstellungszeit gleichzeitig sehr wesentlich herabgezogen worden wäre; endlich das Bohren und Wegthun einer grösseren Anzahl Löcher auf einmal, anstatt des bisherigen Einzelbohrens und Einzelschiessens.

Aus zahlreichen betrefl. Vorschlägen und Erörterungen in den Akten des Oberbergamtes folgt, dass man bei dieser Behörde die eben angedeuteten Bedürfnisse sehr wohl eingesehen, und die Auswege zu ihrer Befriedigung gründlich erörtert hat. Wir finden daselbst nicht nur Vorlagen wegen Engagements von Maschinenarbeitern zur Bedienung der Bohrmaschinen, wegen Verlegung der Bohrmaschinenversuche an einen anderen Ort u. s. w., sondern namentlich auch Berechnung der Kosten für Erweiterung der Luftkompressionsanlage (6000 bis 8000 Thaler), für Anschaffung eines Wagengerüstes (2440 Thaler) sowie mehrfache Kalküle über die Steigerung des Effektes der Bohrmaschinen durch möglichste Abkürzung der Stillstandszeiten. Hr. *Braunsdorff* hielt z. B. dafür (Bericht vom 15 Sept. 1862), dass man die Löcher beim *Rothschönberger Stollen* fortfahrend durch Maschinen *einzel*n bohren und wegthun sollte, weil die Wirkung von gleich-

zeitig weggethanen 3 bis 4 Löchern à priori nicht bestimmt werden könne, hebt auch hervor, dass die Löcher im *Mt. Cenis* höchstens 20° von der Tunnelachse divergirten, während im *Rothschönberger* Stollen Divergenzen von 80° vorkämen. Hr. *Braunsdorff*, empfiehlt die Anwendung eines *Schumann'schen* Bohrmaschinenwagens und stärkereren Geböhres.

Den 20 Sept. 1862 berichtet Hr. *Schumann* über einige wenige Versuche betreffend gleichzeitiges Wegthun mehrer Bohrlöcher, und empfiehlt auch ferner einzelne Löcher zu bohren und wegzuthun. Die Versuche schienen aber unzureichend zur Beantwortung der Frage.

In Bericht vom 21 Febr. 1863 berechnet Hr. *Schwamkrug*, dass bei Anwendung eines Maschinenwagens zum Abbohren von 12 Löchern à 20 Zoll 192 Minuten resp. 149 Minuten erforderlich seien, je nachdem man mit 3 oder 4 Maschinen arbeite; unter der *Annahme*, dass 6 Bohrhäuer zu Erzielung desselben Resultates 240 Minuten bedürften, (?) würde also der Zeitaufwand beim Handbohren, zu jenem bei Anwendung von 3 Maschinen, zu jenem bei Anwendung von 4 sich verhalten wie 240 : 192 : 149, und die Leistung wie 1 : 1,25 : 1,61.

Freiherr von Beust schlägt den 3 Aug. 1863 Fortsetzung der Versuche auf Kosten der Oberzehntenkasse vor, und weist auf das Bedürfniss mehrer Bohrmaschinen, stärkerer Kompressionsmaschine und des *Schumann'schen* Wagengestelles hin. Da aber zunächst die Wirkung des gleichzeitigen Wegthuens von Löchern durch zahlreiche Separatversuche untersucht werden sollte, so wurde das Maschinenbohren suspendirt, in Erwartung eines endgültigen Resultates dieser Versuche, mit welchen, sowie mit der Leitung fernerer Bohrmaschinenversuche, Hr. *Braunsdorff* beauftragt wurde.

Aus den wüthläufigen Rechnungen in den Akten der Stollenadministration über die Bohrmaschinenversuche beim 3ten Lichtloch habe ich beiliegendes Tableau zusammengestellt, welches die einzelnen in den Rechnungen vorkommenden Ausgabeposten in den verschiedenen Versuchsjahren vorführt.

Kosten.

Die Ausgaben für die Luftkompressionsmaschine kommen in den Akten der Stollenadministration nicht vor; diese Maschine wurde durch das Oberbergamt angeschafft, und war zu 2200 Thaler veranschlagt.

Das Tableau giebt nur über die Bohrmaschinenunkosten Ausweis, indem Ausgaben, welche auch beim Handbohren vorkommen, als solche für Häuerlöhne, Gezähe, Pulver etc. nicht mit aufgenommen sind. Es wäre jedoch wünschenswerth gewesen, wenn auch diese Posten in den Rechnungen über die Versuche vorkämen, weil dadurch ein allseitiger Vergleich der Kosten beim Maschinenbohren mit jenen beim Handbohren ermöglicht würde. Uebrigens will es scheinen, als ob unter verschiedenen Jahren Ausgaben gleicher Art unter verschiedenen Rubriken der Rechnungen vorkämen. Herr *Schumann's* Auslösung geht nicht mit in das Tableau ein. Noch ist anzumerken, dass die Rechnungen in den Akten der Stollenadministration mit 9495,29 Thaler schliessen, während vorliegende Zusammenstellung zu 9495,74 Thaler führt; die unwesentliche Differenz beruht jedenfalls auf einem Schreibfehler den ich beim Auszug der Ziffern begangen.

verhältnisse während der letzten Jahre gestatten, da erst die Maschinenarbeit ge-
läufig geworden war.

Der Inventarwerth der Bohrmaschinenanlage nach beendeten Versuchen ist
in den Akten zu 2000 Thaler berechnet.

Aus dem Tableau auf Seite 153 ergibt sich, dass während der *letzten* Ver-
suchsperiode die Bohrmaschinenarbeit 20 % *Zeitgewinn* gewährte, und dass diese
Ersparniss auf höchstens 226 % hätte gesteigert werden können durch Abkürzung
der Anstellungszeit auf Null. Die nächstvorgehenden Ziffern des Tableaus dagegen sa-
gen, dass die *Kosten* beim Ortsbetrieb durch Maschinen *überhaupt* 205 % höher aus-
fielen als beim Handbetrieb. Da zu dem fiskalischen *Rothschönberger Stollen* jäh-
rlich nur eine bestimmte Summe verwendet werden darf, so würde die Beibehalt-
ung der Maschinearbeit trotz Verdoppelung der Kosten die Bauzeit des Stollens
nicht haben abkürzen können, denn die Arbeit hätte jedes Jahr abgebrochen wer-
den müssen, sobald die jährliche Anschlagssumme verwendet war. So lange die
Bohrmaschinenarbeit theurer ist als Handarbeit, und so lange der *Rothschönberger*
Stollenbetrieb aus finanziellen Gründen nicht forcirt werden *kann*, hat daselbst die
fernere Anwendung *Schumann'scher* oder anderer Bohrmaschinen keinen rechten Sinn,
sofern man nicht Anstellung von Versuchen zum besten anderer Gruben beabsichtigt.

Warum die
Bohrmaschin
enarbeit bei
8ten Lichtloc
eingestellt
wurde.

Hinsichtlich der Benutzung *Schumann'scher* Maschinen in anderen Gruben ist
hervorzuheben, dass daraus ein wirklicher Gewinn nur dann erwachsen kann,
wenn Zeitersparnis von so grossem Belang ist, dass Vertheuerung der Auffahrung
weniger in Betracht kommt. Wesentliche Bedingungen für vortheilhafte Anwend-
ung von Bohrmaschinen sind: dass die Gebläsekraft auch für mehre *gleichzeitig*
arbeitende Maschinen *völlig* ausreicht; dass durch Benutzung zweckmässig kon-
struirter Maschinengerüste alle Stillestandszeiten möglichst verkürzt werden; dass
wo möglich mehre Maschinen gleichzeitig nebeneinander arbeiten; und dass so viele
Löcher wie möglich abgebohrt werden, ehe man zum Besetzen und Schiessen
schreitet.

So lange man die Luftkompression durch Dampfkraft bewirkt, ist in der
Nähe von *Freiberg* an eine ernstliche Konkurrenz der Bohrmaschinen mit den
Bohrhäuern unter gewöhnl. Verhältnissen nicht zu denken. Der Kraftbedarf einer
Bohrmaschine aber ist so gross, dass bei den *Freiberger* Gruben für eine grössere
Anzahl von Bohrmaschinen Wasserkraft nicht bereitet werden kann, und auch
Wasserkraft steht an genanntem Ort in hohem Preis.

Da der Effekt der Handschiebersteuerungsmaschinen nicht wesentlich geringer ist
als jener automatischer, welche letztere aber viel mehr komprimirte Luft oder Be-
triebskraft fordern als erstere, so dürften die einfacheren, billigeren und haltbar-
eren Handsteuerungsmaschinen automatischen Apparaten vorzuziehen sein, we-
nigstens an Stellen wo komprimirte Luft theuer, Handarbeit aber billig ist.

Es wurde schon auf pag. der Correspondenz zwischen Hn. *Billharz* und
dem *Freiberger* Oberbergamt bezügl. Anwendung der *Schumann'schen* Bohrma-
schine zu *Moresnet (Altenberg)* gedacht. In Sommer 1862 hielt ich mich auf der
Rückreise von *London* ein paar Tage zu *More-net* auf, und sah daselbst eine

Schumann's
Bohrmaschine
zu Moresnet
(Altenberg.)

kürzlich angelangte, aber noch nicht versuchte *Schumann'sche* Bohrmaschine. Die Versuche zu *Moresnet* wurden unter gelegentlicher schriftlicher und persönlicher Mitwirkung des Hn. *Schumann* ausgeführt.

In Hn. *Sachs* Schrift "Ueber Gesteinsbohrmaschinen etc." heisst es p. 9: "Nach dem Vorbilde der *Freiberger* Anlage, jedoch in allen Theilen wesentlich modificirt, wurden die Einrichtungen auf der Grube *Altenberg* getroffen. Mittelst der daselbst zur Anwendung gekommenen Maschinen förderte man den Betrieb einer Strecke im härtesten Gestein mehr als doppelt so schnell als mit Handarbeit, und durch diesen Erfolg angeeifert, haben sich seitdem mehrere Grubenverwaltungen entschlossen oder geneigt gezeigt, ebenfalls zur Maschinenbohrarbeit überzugehen. p. 16: "*Schumann* hat im Übrigen seine Maschinen mit zu wenig Sorgfalt ausführen lassen, was jedenfalls mit Schuld daran war, dass sie nicht den Erwartungen entsprachen" p. 18: "Maschinen für 1 Atm. Ueberdruck bestimmt wie die *Schumann'schen* — haben ein Gewicht von 85 bis 100 Kilogr, was für die bequeme Manipulation zu bedeutend ist." p. 19. Die *Freiberger* Meiselbohrer waren durch die hin- und hergehende Bewegung im Bohrloch einem sehr starken seitlichen Verschleiss ausgesetzt. p. 21. Aufstellung der Bohrmaschinen mittelst Spreitzen erwies sich als ungenügend wegen der Schwierigkeit passende Stützpunkte zu finden, und wegen unzureichender Stabilität der Aufstellung, wodurch die arbeitende Maschine aus ihrer Lage kommt, so dass der Bohrer sich im Loch festklemmt, welches dann gewöhnlich verloren ist.

Andere Angaben über die zu *Altenberg* mit *Schumann'schen* Maschinen gemachten Erfahrungen haben wir in dieser Schrift nicht gefunden. Ein in den *Freiberger* Oberbergamtsakten befindl. Brief des Hn. *Billharz* an Hr. *Schumann* vom 19 April 1864, theilt u. a. die im März und halben April 1864 mittelst Maschinenbohren zu *Altenberg* aufgefahrenen Längen mit, durch dieselben Ziffern, welche auf p. 34 in Hr. *Sachs* Schrift vorkommen, so dass diese Auffahrungen nicht durch *Schumann's* sondern durch die *Altenberger* Maschinen erzielt zu sein scheinen.

Schumann's
Bohrmaschine
zu Persberg
(Schweden)

Hr. Bergmeister *A. Sjögren* sah 1862 *Schumann's* Bohrmaschinen im *Rothschönberger* Stollen in Gang, und berichtete seine Wahrnehmungen in *Jernkontorets Annaler*, 1863 p. 17. f. Auf seine Veranlassung bewilligte das Eisenkontor 3000 Rdr zu Versuchen mit *Schumann's* Maschine, welche unter dem Einsehen des Hn. *Sjögren* im *Oskar Fredriks Stollen* am *Persberg* in *Wernland* stattfanden. Ich sah daselbst 1863 eine von *Freiberg* für 350 Rdr eingekaufte *Schumann'sche* Bohrmaschine nach der auf Pl. V. Fig. 3 wiedergegebenen Konstruktion.

Ueber die bei diesen Versuchen erzielten Resultate theilte Hr. *Sjögren* in *Wernländska Bergsmanna-föreningens annaler*, 1865 p. 4 f. folgendes mit:

"Letztverflossenen Juni wurde die von Professor *Ångström* konstruirte Gebläsemaschine *) fertig aufgestellt. Sie besteht aus 2 vertikalen Eisenröhren von

*) *Anm.* Dieselbe ist nach dem Princip der Mt. Cenisluftpumpen konstruirt, in *Jernkontorets annaler* 1865, 3tes Heft beschrieben, und soll ohne Aufstellung cca 1800 Rdr kosten. Ein Fuss der eisernen Röhrenleitung kostet in der Giesserei 2 Rdr, an Ort und Stelle wenigstens 2,40 Rdr.

15 Z. lichtem Durchmesser, welche unten mit einander, oben abwechselnd mit der äusseren Luft und dem Luftrohr kommunizieren. Ueber und unter dem gedichteten Kolben befinden sich Wassersäulen, theils behufs besserer Dichtung, theils um die ausserdem unter den Ventilen entstehenden schädlichen Räume zu vermeiden. Diese Maschine erwies sich während 9 monatlicher Arbeitszeit zweckentsprechend. Wird Wassereinfüllung und Wartung im übrigen ordentlich bewerkstelligt, so giebt die Maschine bei 2 Spielen in der Minute hinreichend Luft zum Betrieb einer Bohrmaschine. Die einzige Ungelegenheit welche sich gezeigt hat ist, dass das Wasser, wenn es hoch steht, in die Lufttröhre getrieben wird, um endlich bei der Bohrmaschine hervorzutreten; da aber die zwischen der Bohrmaschine und dem Luftrohr befindliche Kautschukschlange öfters abgeschraubt wird, so kann man das Wasser auspressen lassen, ehe das Maschinenbohren beginnt, weshalb auch die Arbeiter kein grosses Gewicht auf diese kleine Unannehmlichkeit gelegt haben. Die Kompressionsmaschine wird von einem langen Kunstgestänge, dieses von einem Wasserrad bewegt, so dass die Kraft von dem Wasserfall zu der Bohrmaschine eigentlich auf 2 sehr verschiedene Weisen geführt wird, nemlich: 1., durch das Holzgestänge 2., durch das Gusseisenrohr von 3 Zoll lichtem Durchmesser, welches die komprimirte Luft in den Stollen leitet, und welches in demselben Maass verlängert wird, als der Stollen weiter aufgeföhren wird. Damit die Bohrmaschine gut gehe, ist die Luft auf 15 à 20 Pfd Druck pr. Quadratzoll, d. i. 1 bis 1½ Atmosfären zusammenzupressen. Kann man diesen Druck nicht erzielen, so ergiebt sich geringerer Effekt beim Bohren.

Da kein Luftreservoir existirt, indem die 150 Fuss lange Röhrentour als solches dienen sollte, so zeigt das Manometer leicht eine Ungleichheit im Gang, welche auch weniger gutes Resultat beim Bohren zu Folge hat, da möglichst leichtes Ausschlagen eines Bohrloches die Vermeidung aller Unregelmässigkeiten im Gang der Bohrmaschine voraussetzt. Mithin wäre es ohne Zweifel besser und möglicherweise kraftbesparend, wenn man rasch gehende Gebläse anwendete; aber bei Einführung des Maschinenbohrens am *Persberg* hatte man keine andere Wahl, als die Kraft dem Kunstzeug zu entlehnen. Dies hinsichtlich der Luftkompression.

Die hier fast ausschliesslich angewendete Bohrmaschine ist *Schumann's*, welche sich, einige kleine Ungelegenheiten abgerechnet, sehr zweckmässig erwiesen hat, hinreichend praktisch trotz ihrer vielen beweglichen Theile, und so haltbar, als man von einer Maschine begehren kann, welche bei einer Geschwindigkeit von 300 Schlägen in der Minute viel auszustehen hat, namentlich da sie beständig in Gang sein muss.

Da sich die von *Freiberg* einverschriebene Maschine zweckmässig erwies, so wurden in der mechan. Werkstätte zu *Christinehamn* 3 gleiche bestellt, welche nun am *Persberg* fortföhrend in Betrieb sind, jedoch nur an einem Punkt, nemlich im *Prinz-Oskar-Fredriks-Stollen*. Die Veranlassung wesshalb man 3 Maschinen zu der ursprünglich importirten bestellt hat, ist das Bedürfniss, während die eine Maschine arbeitet, eine zweite aufstellen zu können; ausserdem muss man noch eine in Reserve haben, für den Fall dass einzelne Theile Reparatur bedürfen soll-

ten. Man fand auch sofort, oder nach den ersten Betriebswochen, dass man, um einen ordentlichen Gang beim Ortsbetrieb zu erzielen, ohne Unterbrechungen durch Maschinenreparaturen ständig fortarbeiten müsse. Die Stollenarbeit wird nun Tag und Nacht von 5 Arbeitern in 2 zwölfstündigen Schichten betrieben, wobei zwei Mann in jeder Schicht die Maschinen warten, während der 3te mit Bohraussonneden, Aufstellen der Maschinen, Wegthun der Löcher sowie der Leitung und Beaufsichtigung des Ganzen hilft. Wenn die Maschine in Gang ist, so beaufsichtigt sie der eine Arbeiter, während der andere die Aufstellung der 2ten Maschine vorbereitet, oder vor Hand leichtere Löcher bohrt. Schwerere Löcher, d. s. aufwärtsgerichtete (s. g. Trockenlöcher), muss die Maschine bohren.

Durch diese Anordnung und die Einführung von Geding nach abgebohrter Lochtiefe, ist man während der letzten Monate zu sehr befriedigenden Resultaten gekommen, welche anzudeuten scheinen, dass man mit gleichem Personal durch Maschinenbohren wenigstens zweimal so viel als durch Handarbeit verrichten, und diese Arbeit wenigstens 25 p. Ct. billiger erzielen könne, als auf alte Weise. Dies sind die Ziffern zu denen man nun schon nach den ersten Monaten ordentlichen Betriebes gekommen ist, wesshalb es unzweifelhaft erscheint, dass man künftig noch vortheilhaftere Resultate erzielen wird. Ich will nun diese Versuche etwas mehr im Detail betrachten.

Die ersten Monate nach Einführung des Maschinenbohrens wurde verwendet, um die Arbeiter an Behandlung der Maschine, ihr Zerlegen, Reinigen, und in kleineren Reparaturen zu üben. Es war also natürlich, dass man während dieser Zeit nur geringen Effekt erreichen konnte, namentlich weil die Arbeiter selbst an Erzielung eines praktischen Resultates durch das Maschinenbohren zweifelten. In demselben Maasse als sie sich an das Maschinenbohren gewöhnten, verschwanden diese Zweifel, und ich beschloss, um ununterbrochenen Gang der Arbeit zu erzielen, mehrere Maschinen zu bestellen, welche erst gegen Ende des vorigen Jahres fertig wurden, wesshalb man sagen kann, dass die Versuche eigentlich nur unter December vorigen Jahres und während der ersten Monate dieses Jahres mit Eifer fortgehen konnten. Die Bohrmaschine arbeitet in einer sehr schwer gewinnbaren Bergart, bestehend aus s. g. "Grönskarn", oder einer feinkörnigen fast dichten Mischung aus Malakolith, Granat und mitunter etwas Eisenerz. Die Handarbeit in diesem Stollen musste 1863 wegen zu grosser Betriebskosten abgebrochen werden, welches leicht daraus zu ersehen ist, dass 2 von den geschickteren Häueren des Feldes pr. Monat den Stollen nur $1\frac{1}{2}$ Fuss weiterbringen konnten, entsprechend ungefähr $\frac{1}{2}$ der Auffahrung in gewöhnlichem Gebirge. Deshalb wurde die Arbeit in Abwartung des Maschinenbohrens eingestellt. Und man kann sagen, dass dieses schwer gewinnbare Gebirge den Probitstein abgegeben hat, auf welchem die Tauglichkeit der Bohrmaschinen sich zeigen konnte. Und sie haben unsere Erwartungen nicht getäuscht.

Von dem 19—31 Dec. (12 Tage) wurden in diesem Gebirge $49\frac{3}{4}$ Ellen gebohrt, oder 4,52 täglich; von dem 2—21 Jan. (20 Tage) $99\frac{1}{4}$ Ellen oder 5,84 täglich; von dem 23—28 Jan. (6 Tage) 35,25 Ellen oder 6,21 täglich.

Zu der Zeit brach man das Maschinenbohren ab, und betrieb die Arbeit mit 4 der geschicktesten Arbeiter, welche in 6 Tagen $40\frac{1}{2}$ Ellen bohrten, oder 6,75 täglich; hiezu ist jedoch anzumerken, das sie sich während dieser Zeit mehr anstregten, als sie für die Dauer hätten ertragen können, wesshalb man auch annehmen darf, dass sie während dieser 6 Tage 25 bis 50 % mehr leisteten, als sie unter gewöhnlichen Verhältnissen geleistet haben würden. Sie erzielten auch dabei denselben Effekt als die Maschinenbohrer; das Handbohren aber wurde wie sich bald zeigte, theurer.

In der folgenden Woche als man wieder zu den Maschinen griff, wurden 48 Bohrellen oder 7,17 täglich niedergebracht, mithin mehr als die Handarbeiter geleistet hatten; die darauf folgende Woche $46\frac{1}{4}$ Ellen oder 7,71 täglich; sodann $58\frac{1}{2}$ Ellen oder 9,75 täglich, und von dem 1 bis 18 März wurden 157,75 Ellen in 18 Tagen gebohrt, oder 8,76 Ellen täglich von 4 Mann*). Während der letzten Wochen hatten die Maschinenbohrer Akkord, nemlich 1 Rdr pr. Elle Bohrausschlag. Das Fäustelbohren kostete ohne Materialien 1,37 pr Elle, mithin ergab das Maschinenbohren eine Ersparniss von 0,39 Rdr pr. Elle während dieser Zeit**).

Das Ort wurde mit der Maschine $12\frac{1}{2}$ Fuss in $5\frac{1}{2}$ Wochen erlängt, also 2,21 Fuss pr. Woc e.

Nach einer Prüfung dieser Ziffern wird man finden, dass das Maschinenbohren in gewissen Fällen eine Zukunft haben muss, und wenn die Versuche fortfahrend dieselbe Progression im Effekt zeigen sollten wie bisher, so ist man völlig berechtigt, von der Methode gutes zu hoffen, namentlich an solchen Orten, wo man Wasserkraft für billigen Preis disponiren kann.

Zu den hier erwähnten Versuchen ist ferner zu erinnern, dass wenn genug Luft für 2 Bohrmaschinen vorhanden wäre, dasselbe Personal 2 in Gang befindliche Maschinen warten, und also 2 mal so viel als nun ausrichten könnte.

Nach bisher gewonnener Erfahrung zeigt sich das Maschinebohren also vortheilhaft in folgenden Fällen:

a., beim Ortsbetrieb, wo nicht viel Volk angelegt werden kann, sofern man die Arbeit zu forciren wünscht.

b., bei Firstenarbeit, wo das Fäustelbohren theuer wird. Die Vortheile bestehen darinn:

1., Dass man billiger arbeitet als ausserdem; im allgemeinen kann man erwarten, dass die Kosten für das Handbohren auf 75 bis 50 % herab gesetzt werden.

2., Dass eine raschere Arbeit bewirkt werden kann, welches namentlich beim Ortsbetrieb wesentliche Vortheile bereitet.

Die Schwierigkeiten und Uunnehmlichkeiten des Maschinenbohrens sind folgende:

1., In weiten Verbauen ist die Aufstellung der Maschine schwierig;

*) Anm. des Uebersetzers: 5 Mann?

***) " " " : Obs! ohne Maschinekosten, Zinsen und Amortirung.

- 2., Die kleinen Maschinenreparaturen;
- 3., Die Luftleitung zu den und in die Gruben, und deren Schutz gegen Schüsse;
- 4., Die auf Aufstellung und Wegnehmen der Maschinen verwendete Arbeit ist völlig verloren;
- 5., Zur Darstellung der komprimirten Luft muss ein besonderer Luftgenerator angebracht und unterhalten werden.

Trotz dieser Schwierigkeiten wird doch aller Wahrscheinlichkeit nach das Maschinenbohren binnen kurzem das Handbohren beim Ortschaftetrieb verdrängen, namentlich wenn harte Bergarten die Handarbeit vertheuern.“

Soweit Herr *Sjögren* in den Wermländ'schen Annalen für 1865.

Bei der allgemeinen Zusammenkunft der Bruksocietät in Stockholm im Juni 1865 machte Herr *Sjögren* gleichfalls einige Mittheilungen über die mit *Schumann's* Bohrmaschine im Oskar-Fredrik-Stollen gewonnenen Resultate. Meinen nach Herr *Sjögren's* Vortrag gemachten Notizen entnehme ich: Dass im Februar 1865, 4 Mann mit der Maschine bei 250 bis 300 Schlägen pr. Minute 9½ Ellen täglichen Bohrausschlag und 0,47 Fuss Stollenauffahrung erzielten, während durch Handarbeit 2 Häuer täglich 6,75 Ellen Bohrausschlag und monatlich 2 Fuss Ortsaufahrung bewirkten; dies sind die Hauptresultate einer 65 tägigen Versuchsperiode.

In Wermländska Bergsmanna-Föreningens Annaler 1866, 1 häftet, p. 6 sagt Herr *Sjögren*, nachdem er einige der mit Bohrmaschinen im Ausland erzielten Resultate in Kürze erwähnt und den Satz aufgestellt hat, dass Maschinenbohren bei *Ortsbetrieb* nicht nur *raschere* sondern auch *billigere* Arbeit leistet als Handarbeit, sofern man die erforderliche Wasserkraft nicht mit in Rechnung ziehe: „Aber um diesen Vortheil zu erreichen, muss man bessere Maschinen anwenden als jene, die man im Ausland zu besitzen scheint, und es macht mir Vergnügen hier erwähnen zu können, dass seit der Zusammenkunft im vorigen Jahr, eine neue Bohrmaschinenkonstruktion versucht worden ist, welche alle die Vortheile zu bieten scheint, die man vom Maschinenbohren erwarten kann. Ich kann eine Zeichnung der neuen Maschine vorlegen, welche vom Baumeister *Bergström* am *Persberg* konstruirt worden ist. Die Erfindung zeigt die Gemüthsart des Schweden, gerne seinen eigenen Weg zu gehen und das praktische der Sache als ständiges Ziel vor Augen zu haben.

Von dieser Maschine sind 2 Exemplare während längerer Zeit am *Persberg* in Gebrauch gewesen, so dass man ihre praktische Tauglichkeit prüfen konnte; sie ist zum Theil nach denselben Prinzipien gebaut als *Schumann's*, aber hat vor letzterer 3 wesentliche Vorzüge, nemlich: 1., lässt sie sich leichter befestigen, und sitzt während des Bohrens besser befestigt gegen das Gebirge; 2., giebt sie mit demselben Luftdruck stärkere Schläge; 3., ist ihr Gewicht geringer, mithin die Maschine leichter zu handthieren. — — — — *Schumann's* Maschine zeigte sich im Verlauf des Jahres nicht gut oder praktisch genug, wesshalb auch die Arbeiter mit der-

selben nicht zufrieden waren und oft genug vor Hand arbeiteten, wenn die Maschine keine gute Wirkung that.“

Obwohl in diesem letzteren Urtheil des Herrn *Sjögren* und dem oben citirten vom Jahr 1865 einige bedenkliche Widersprüche vorkommen, so habe ich doch *beide* Mittheilungen wiedergeben müssen, da es nicht meine Aufgabe ist, auf Kosten des einen Erfinders zum Vortheil des anderen zu plaidiren; sondern im Gegentheil Bestrebungen, den einen Erfinder zum Nachtheil des anderen herabzusetzen, nach Kräften entgegentreten muss.

Bergström's Bohrmaschine ist aus *Schumann's* hervorgegangen und besitzt vor letzterer einige entschiedene Vorzüge. Ehe Herr *Bergström* bei der unten zu beschreibenden Konstruktion stehen blieb, versuchte er doch mehre andere; Zeichnungen derselben sah ich bei Hr. *Bergström*, und erhielt gleichzeitig von ihm und seinen Söhnen alle gewünschten Erläuterungen.

Bergström.
Pl. VI. Fig
1 bis 3.

Die erste Maschine besass keine besondere Hilfsmaschine sondern die Umsteuerung erfolgte direkt von der Kolbenstange aus. Der Umsteuerungsmechanismus hatte durch seine Schieberstange mit Sperrklinken einige Ähnlichkeit mit dem auf Pl. IV Fig. 11 abgebildeten *Hauptschen*. Der Steuerschieber aber war ein einfacher Muschelschieber *ohne* den Federmechanismus *Haupt's*. Die Umsetzung des Bohrers geschah dadurch, dass eine auf der Kolbenstange (hinter dem Cylinder) lose sitzende Scheibe mittelst eines Ausschnittes in der Periferie an einer hinten am Cylinder befestigten, um die Kolbenstange herum gewundenen Spirale glitt. Neben der losen Scheibe sass fest auf der Kolbenstange eine mit Sperrzähnen versehene Scheibe; ein Schalthaken koppelte beide Scheiben. Beim Rückgang des Kolbens folgte die feste Scheibe (also auch Kolbenstange und Bohrer) der durch Gleitung an der Spiralstange gedrehten losen, der Bohrer wurde also gesetzt; beim Ausschub des Kolbens nahm dagegen die feste Scheibe (samt Kolbenstange u. s. w.) an der rückgängigen Drehung der losen nicht Theil, so dass die Setzung nicht annullirt wurde. Diese Maschine war nur kurze Zeit in Gebrauch, und zeigte sich nicht zweckmässig.

Eine zweite projektirte Maschine war prinzipiell übereinstimmend mit *Schwarzkopff's* Hammermaschine, konstruktiv aber von ihr verschieden. Sie kam nicht zur Ausführung.

Die auf Pl. VI. Fig. 1 bis 3 nach den beim Commerce-Collegium deponirten Patentzeichnungen abgebildete *Bergström'sche* Bohrmaschine wurde den 4. Dec. 1865 in *Schweden* patentirt. Die Patentbeschreibung findet sich in Post- och Inrikes Tidoingar N:o 4 (B) 1866. In Berg- und Hüttenmännicher Zeitung 1866 N:o 23 habe ich eine Beschreibung und Zeichnung*) derselben veröffentlicht, welche beide in andere Journale und Einzelschriften übergegangen sind; z. B. in The Miners Association etc. Truro 1867, p. 5 f. (dieser Abhandlung des Hn. Le Neve Foster, welcher Bergström's Maschine auch an Ort und Stelle studirt hat, sind

*) Anm. Diese Zeichnung wurde in Brg- u. Httm. Ztg ohne Veranlassung von meiner Seite als "Schumann's modificirte Bohrmaschine" rubricirt.

die Figuren 15 und 16 Pl. IX entnommen); *The Engineer*, Sept 1867 p. 261. *Engineering*, Sept 20, 1867 p. 261; u. a. Ueber erzielte Resultate finden sich Angaben in *Wernländska Bergsmanna Föreningens Annaler* 1866, 1 häftet, p. 3 f; 1867 p. 5, samt in *Jernkontorets Annaler* *) 1866, 6 Heft. p. 348. Ich habe *Lergström's* Maschine sowohl auf der Industrieexposition zu Stockholm 1866 (arbeitend), als auf jener zu Paris 1867 gesehen, und ihre Anwendung in *Kran-grufvan* am *Persberg* beobachtet. Ausser auf eigene Beobachtungen und die citirten Quellen stützen sich die folgenden Mittheilungen wesentlich noch auf gefällige mündliche Aufschlüsse der Herren *Bergström*, *Lindberg*, *Larsson* und *Nyberg*, sowie auf Auszüge aus den Akten und Rechnungen zu *Persberg* und *Långban*.

Konstruktion. Die Maschine ist mittelst zwei Ohren an der Stange T (F, I) *aufgehungen*, (in der Zeichnung also in verkehrter Stellung dargestellt). Diese Stange ist vorne zugespitzt und trägt hinten ein Querstück mit den beiden Schrauben U, mittelst welcher sie gegen eine Spreitze gepresst werden kann, während die Spitze der Stange gegen das Gebirge gestemmt ist. In die Stange ist ein Schraubengang geschnitten, welchen der zwischen den Ohren der Maschine liegende Muttermuff umfasst. Der Muttermuff trägt ein konisches Zahnrad, welches in Eingriff mit dem an dem einem Ohr sitzenden, mit Kurbel versehenen, Kegelrad W steht. Durch Drehung der Kurbel kann man also die Maschine auf der Stange vorwärts oder rückwärts bewegen. (Gewöhnlich drehen jedoch während des Ganges der Maschine die Arbeiter den Muff direkt mit der Hand, so dass das konische Vorgelege entbehrlich wird.)

In dem Bohrmaschinencylinder A bewegt sich der eingeschliffene Kolben B ohne besondere Dichtung. Die Kolbenstange C ist hohl und nimmt den elliptischen oder 4-kantig prismatischen Stab S auf, so dass sie an seiner Drehung theilnehmen muss, und sich gleichwohl an ihm aus- und einschieben lässt. Die Drehstange S durchdringt den hinteren Cylinderdeckel luftdicht, und trägt das 22 zählige Rad R, in welches die Schnecke Q greift. Diese Schnecke ist auf die Achse des Schwungrades P eingeschnitten. Das Schwungrad P erhält durch die, vorne mittelst des Querstückes N verbundenen, Bläuelstangen O seine rotirende Bewegung. Die hin- und hergehende Bewegung des Querstückes N vermittelt eine besondere auf dem Cylinder A liegende Hilfsmaschine F, F, welche auch den Steuerschieber K des Hauptcyinders hin und herzieht.

Die Hilfsmaschine besteht aus den beiden, nach innen offenen, in einer Linie liegenden Cylindern F, F, in deren jedem sich ein Kolben G bewegt. Die beiden Kolben sind durch die Stange H verbunden, welche die hin- und hergehende Bewegung der Kolben dem Kreuzkopf N mittheilt. Zwischen den Kolben gleitet

*) Anm. Ein Auszug aus diesem Aufsatz in *Berg- und Hüttenm. Zeitung* 1867 p. 384, ist von derselben Zeichnung begleitet die ich schon 1866 in *Berg- und Hüttenm. Zeitung* veröffentlicht hatte.

der Muschelschieber K, welcher an der Bewegung der Stange H erst dann theilnimmt, wenn die Schraubenköpfe L an seine eine oder andere Seite stossen.

Durch die Öffnung D tritt komprimirte Luft in den Muschelschieber, und wird von ihm durch die Kanäle E, E vor oder hinter den Treibekolben B geführt. Von diesen Kanälen aber zweigen die Seitenöffnungen I, I hinter je einen der Kolben G aus. Hat der Schieber die in der Zeichnung angedeutete Stellung, so werden sowohl der Treibekolben als die Steuerkolben vorwärts geworfen; erst wenn der Treibekolben seinen Hub vollendet hat, schlägt der Bund L an den Steuerschieber und es erfolgt Umsteuerung, nach welcher Treibekolben und Steuerkolben rückwärts laufen, ersterer doch voreilend. Durch diese Anordnung wird es möglich, dass der Hauptkolben *unter vollem* Luftzufluss seinen Hub vollendet, und hierin liegt ein Vorzug dieser Bohrmaschine vor anderen, bei welchen schon kurz vor Vollendung des Kolbenhubes der Luftzutritt abgeschnitten wird. Die Luft aus der Haupt- und Hilfsmaschine entweicht zu beiden Seiten des Steuerschiebers direkt ins Freie.

Der Gang der Maschine lässt sich (ausser durch Regulirung des Luftzutrittes) dadurch regeln, dass man die Schiene M mehr oder weniger stark gegen den Steuerschieber presst. Bohrt man aufwärts, so ist es vortheilhaft die Schiene hinten stärker als vorne anzupressen, umgekehrt beim Bohren abwärts gerichteter Löcher. Desshalb ist es am besten die Pressung der Schiene durch 2 isolirte Keile, einen an jedem Ende der Schiene, zu bewirken. Gegen Ausfallen schützt man diese Keile durch Schraubenmuttern an den schmälern Enden. Die Pressung der Schiene M direkt durch Schrauben zu bewirken, erwies sich nicht vortheilhaft, weil die Schrauben losgerüttelt wurden. Die auf der *Stockholmer* Exposition ausgestellte Maschine besass solche Pressschrauben, auf deren jede man ein kleines Zahnrädchen gekeilt hatte; zwischen diesen Zahnrädchen, und mit beiden gleichzeitig in Eingriff, befand sich ein 3tes Zahnrädchen, durch dessen Drehung die 2 Pressschrauben gleichzeitig und gleichstark angezogen werden konnten. Es wurde schon erwähnt, wesshalb ein gleichstarker Druck auf beide Enden der Schiene M nicht in allen Fällen wünschenswerth ist.

Die Uebertragung der Bewegung der Steuerkolben auf die Schwungradwelle und Drehstange S erhellt ohne weiteres.

Die Befestigung des Bohrers in der Kolbenstange hat viele Schwierigkeiten bereitet. Als man versuchte mitten durch die (mit Ring verstärkte) Hülse am vorderen Ende der Kolbenstange und durch die eingelegte Bohrerstange einen Keil zu schlagen, brach die Bohrerstange gerne an der Keilöffnung ab; später schob man einen Splint durch die Hülse bis in eine flache Vertiefung an der Bohrerstange, und suchte den aussen schief abgeschnittenen Splint durch einen lose übergelegten Ring festzuhalten, welcher Ring beim Ausschub des Kolbens durch seine Trägheit vorwärts getrieben wurde und so den Splint niederdrückte; dies war unpraktisch; zuletzt blieb man bei der ursprünglichen Befestigungsweise stehen; man durchbohrt die Hülse so, dass das Loch nur wenig in die Bohrerstange greift, und schlägt einen Splint hindurch. Allenfalls wird die Bohrerstange kaum

merkbar konisch abgedreht und mit Bund versehen; der Bund soll aber nicht die Stösse übertragen, sondern der auf dem Boden der Hülse aufliegende Bohrer-nacken. Lag der Bohrer-nacken nicht genau auf dem Boden der Hülse an, oder drehte man die Stange zu stark verjüngt ab, so keilte sie sich leicht so fest in die Kolbenstange, dass man sie ausbohren musste. Dasselbe trat ein, als man versuchte, die Bohrstange ohne weiteres in die Kolbenstange zu schrauben.

Cylinder und Schwungrad dieser Bohrmaschine bestehen aus Gusseisen, die Tragstange aus gewöhnlichem Stahl, die meisten übrigen Theile aus dem besten englischen Gusstahl. Geringe Masse und eine gewisse Nachgiebigkeit der *ocillirenden* Theile scheinen die letzteren vor dem verderblichen Einfluss der Stösse zu schützen. Die meisten Reparaturen kommen an den Lagern und Zapfen der oscillirenden und rotirenden Theile vor, und namentlich an der Hülse der Kolbenstange, welche den Bohrer aufnimmt.

Das Gewicht der gesammten Maschine beträgt cca 130 Pfd; zwei Mann sind zur Aufstellung erforderlich.

Bergström hat den Umsetzungsmechanismus *Schumann's* unverändert beibehalten, ebenso zur Setzung und Umsteuerung die Applikation einer auf dem Hauptcylinder liegenden Hilfsmaschine, welche sich jedoch durch ihre *Konstruktion* wesentlich von *Schumann's* unterscheidet. *Bergström's* Hilfsmaschine ist offenbar dem Umsteuerungsmechanismus an einer 1862 zu London ausgestellten (von *Unger* in *Jernkontorets Annaler* 1862, 3 Heft. p. 280 beschriebenen und abgebildeten) Dampfmaschine *Steele's* nachgeahmt. Ferner unterscheidet sich *Bergström's* Maschine von *Schumann's* noch dadurch, dass mit Weglassung des Gleitrahmens die zum Vorwärts-schrauben der Maschine dienende Schraubenspindel gleichzeitig als Träger dient.

Die Maschine entbehrt dadurch einer sicheren festen Leitung und arbeitet in der That mit sehr merkbarem Schleudern und Reculiren. Offenbar aber wird hierdurch weder ihre Arbeitsfähigkeit noch Dauerhaftigkeit beeinträchtigt, indem die Löcher etwas grösser ausfallen als bei durchaus feststehender Maschine der Fall sein würde, so dass bei *kleinen* Lagenveränderungen Festklemmungen des Bohrers nicht so leicht eintreten können; ausserdem wird die Maschine durch ihre nicht zu starre Aufstellung einigermassen gelenk, nachgiebig gegen Stösse, und nicht so empfindlich für deren Wirkung. Der hauptsächlichste Vorzug der *Bergström'schen* Maschinen vor den *Schumann'schen* scheint mir in geringerem Gewicht, soliderer Ausführung, gedrungenerer und einfacherer Konstruktion der ersteren zu liegen; sie sollten also billiger sein als letztere (sind in Wirklichkeit doch theurer) und weniger Reparaturen bedürfen. Angaben über grössere Leistungsfähigkeit der *Bergström'schen* Maschinen kommen mir dagegen zum Thl nicht so unpartheiisch vor, als dass ihnen viele Aufmerksamkeit geschenkt werden könnte.

Mechanische
Verhältnisse

Nach pag. 159 giebt Hr. *Sjöyren* den Luftdruck, unter welchem *Schumann's* Maschine arbeitete, zu 1 bis $1\frac{1}{2}$ Atm. oder 15 bis 20 Pfd pr. Quadratzoll an. Da nun am *Persberg Bergström's* Maschine mit demselben Gebläse wie *Schumann's* arbeitete, und bei unverändertem Gang dieses Gebläses, so müssen wir der Berechnung der *Bergström'schen* Bohrmaschine auch denselben Luftdruck zu Grunde

legen, wiewohl nach anderen Angaben die zum Betrieb dieser Bohrmaschinen erforderliche Luftspannung mitunter nur $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ Atm. betrug.

Als Anzahl Schläge pr. Minute wird 200, 250, 300, 350, 450 angegeben; ich selbst habe in *Krangrufvan* cca 300 gezählt, welche Zahl auch das ungefähre Mittel der vorstehenden Ziffern ausdrückt.

Der Durchmesser der Treibekolbens ist 0,35 Fss, sein Hub cca 0,5 Fss; Durchmesser der Kolbenstange 0,16 Fss, der Steuerkolben 0,2 Fss; Hub der letzteren 0,15 Fss; Dicke des Kolbens 0,1 Fss; lichte Länge der Luftfüllung im Treibecylinder $0,67 - 0,1 = 0,57$ Fss. Aus diesen Ziffern folgt Luftvolumen erforderlich bei jedem Spiel:

für die Treibemaschine $(0,35^2 + (0,35^2 - 0,16^2)) \times 0,57 \times 0,785 = 0,098$ Kfss

„ „ Steuermaschine $0,2^2 \times 0,785 \times 0,15 \times 2 = 0,009$ „

in Summe 0,107 Kfss, welches Quantum hinsichtlich des Raumes der Kanäle etc. und hinsichtlich Undichtigkeiten doch wenigstens um $\frac{1}{3}$ zu vergrössern ist, so dass man 0,143 oder in runder Zahl 0,15 Kbfss Luft pr. Spiel rechnen darf.

Mithin Luftverbrauch pr. Sekunde $\frac{300 \times 0,15}{60} = 0,75$ Kbfss. (Obs.! dass die zwei-

cylindrige Gebläsemaschine bei 15 Zoll Durchmesser, 7 Fss Hub, 4 Spielen pr. Min. dies Luftquantum kaum noch zu liefern vermag). Setzen wir nun einen wirksamen Luftdruck von $1\frac{1}{4}$ Atm. voraus, so nimmt gesagtes Luftquantum unter atmosphärischer Spannung annähernd ein Volumen von 1,69 Kbfss ein, und konsumirt zu seiner Zusammenpressung die mech. Arbeit *)

$L = \frac{1,41}{0,41} \left(\left(\frac{2,25}{1} \right) \frac{0,41}{1} \right) \times 1,69 \times 2136,3 = 4844$ Fss pfd = 8,15 Pferdekräfte,

Ist der Effekt des Gebläses $\frac{2}{3}$, jener des überschlägigen Wasserrades $\frac{3}{4}$, so beansprucht mithin *Bergström's* Bohrmaschine unter den angegebenen Umständen $8,15 \times \frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = 16,3$ Naturpferdekräfte. Dieser Kraftbedarf ist jedoch als Maximum anzusehen; unter gewöhnlichen Verhältnissen ist wohl Spielzahl und Luftdruck niedriger als hier angenommen, und der Kraftaufwand entsprechend geringer.

Das Gewicht der armirten Kolbenstange kann im Mittel zu 15 Pfd angenommen werden; der Druck auf die hintere Kolbenfläche beträgt $0,35^2 \times 0,785 \times 2136,3 \times 1,25 = 257$ Pfd, oder nach Abzug von $\frac{15}{5} = 3$ Pfd für Reibungen: 254 Pfd.

Die Beschleunigung, mit welcher sich der Kolben vorwärts bewegt ist $p = \frac{254}{15} \times 33,04 = 559,5$ Fss; die Geschwindigkeit, mit welcher (bei vollem Ausschub)

der Bohrer das Gestein trifft: $v = \sqrt{2 \times 559,5 \times 0,5} = \sqrt{559,5} = 23,65$ Fss; die

Arbeit, welche der aufstossende Bohrmeisel verrichten kann: $L = \frac{23,65^2 \times 15}{66,08} =$

*) Anm. Siehe Weisbachs Ingenieur p. 428.

127 Fesspd; mithin besitzt die Maschine die *theoretische* Arbeitsfähigkeit von $\frac{300 \times 127}{30 \times 31,6^*)} = 40$ Häuern.

Rechnen wir das aus Malakolith und Granat etc. bestehende Gestein im Oskar-Fredriks-Stollen zur 1:ten bis 2:ten Festigkeitsgruppe (p. 16), mit dem Zerdrückungsmodul 30000, nehmen wir den Schneidenwinkel des Bohrmeisels zu 70° an, den Frictionscoefficienten zu 0,15; die mittlere Bohrlochweite zu 1 Decimalzoll, so beträgt die Eindringung des Bohrmeisels bei jedem Schlag:

$s = \sqrt{\frac{127 \times 10}{4 \times 30000 \times 1 \times 1,15}} = \sqrt{0,0092} = 0,096$ Zoll, und die vortheilhafteste Setzungszahl des Bohrers ist: $n = 3,14 \left(\frac{1 + (4 \times 0,096)}{4 \times 0,096} \right) = 11,3$. Die wirkliche ist 22, mithin der im bezeichneten Gestein, nach Abrechnung *aller* Aufenthalte möglicherweise erzielbare Bohrausschlag $\frac{0,096 \times 300}{22} = 1,3$ Zoll pr Minute.

Aufstellung
Pl. IX Fig.
15, 16.

Bergström hat *Schumann's* Schraubenspreitzen. gegen welche der hintere Theil der Bohrmaschinenstange geklemmt wird, beibehalten. Die Spreitzen (Fig. 16) bestehen aus 2 gegeneinander abgesteiften, durch Eisenringe zusammengehaltenen Planken d, an dem einen Ende mit spitzigem Eisenschuh, an dem anderen mit Pressschraube versehen. b stellt die Führungsstange der Bohrmaschine a vor, c die Pressschrauben. Fig. 15 zeigt eine Abänderung der Spreitze, welche soviel ich kenne, nicht zur Ausführung gekommen ist. Gegen die eigentliche Spreitze d sollte die Stange b, c verstemmt werden, gegen letztere die Führungsstange der Bohrmaschine a. Da *Bergström's* Bohrmaschinen *hängen*, so dürften mit diesen Spreitzenvorrichtungen Streiflöcher an der Firste nicht leicht herzustellen sein. Hr. *Bergström* theilte mir mit, dass er Bohrmaschinen in offenen weiten Strossenbauen an langen Stangen aufzustellen gedenke, welche letztere gleich Pendeln direkt im Hangenden, oder an vom Hangenden zum Liegenden geschlagenen Stempeln aufgehängt, und mit dem unteren Ende gegen das Gebirge geschraubt werden sollten. Diese Stangen müssten sich natürlich verlängern und verkürzen lassen.

Hr. *Bergström* glaubte sogar, dass man seine Maschinen ohne feste Aufstellung mit den Händen gegen das Gebirge richten und festhalten könne. Die Maschinen sollten dabei durch im Dach befestigte Drahtseile oder durch einfache 2-füssige Böcke getragen werden. Dieser Plan scheint jedoch wenig praktisch und kaum ausführbar.

Anwendung
der Berg-
ström'schen
Bohrmaschi-
ne; Resultate.

Bergström's Bohrmaschine wurde nach *Schumann's* beim Betrieb des *Oskar-Fredriks-stollens* am *Persberg* angewendet; nach Einstellung dieser Stollenarbeit beim Betrieb des s. g. Maschinenortes in *Krangruftan* am *Persberg*. Ferner zur Auffahrung des s. g. *Bottenortes* in *Långbaneisengrube*; vorübergehend in *Bersbo-grube* zu *Atvidaberg*. In neuester Zeit ist wenigstens eine *Bergström'sche* Maschine nach *Irland* requirirt worden.

*) *Anm.* Siehe pag. 15.

Eine Maschine kostete früher 450 Rdr, später 400, gegenwärtig 350 Rdr; selbst der letzterwähnte Preis erscheint jedoch zu hoch in Vergleich mit jenem der *Schumann'schen* (Tab. zu pag. 155). Mit aller Sorgfalt werden *Bergström's* Maschinen zu *Lesjöfors* angefertigt.

Zum Betrieb der *Bergström'schen* Bohrmaschine im *Oskars-Fredriks-Stollen* Am Persberg. wendete man dieselbe Gebläsemaschine an, welche schon p. 158 in Kürze skizzirt wurde. Die eiserne Röhrentour hatte 3,33 Zoll lichten Durchmesser und anfänglich cca 60 bis 70 famnar (à 6 Fss) Länge. Die einzelnen etwa 9 Fuss langen Röhren griffen innerhalb der Flantschen wenig in einander, und waren durch eingelegte ringförmige Lederscheiben abgedichtet. Auch hat man Dichtung durch Eisenkitt versucht.

Die Verbindung zwischen der eisernen Röhreleitung und der Bohrmaschine wurde durch eine etwa 30 Fss lange, 2,5 Zoll weite, 0,16 Zoll starke Kautschuk-schlange hergestellt. Man hat auch versucht, anstatt derselben (vom Baumeister *Bergström* inventirte) Schlangen aus getheertem Segeltuch mit innerer und äusserer spiralförmiger Stahldrahtbekleidung anzuwenden, aber ohne erwünschten Erfolg.

Die Gebläsemaschine kostete cca 1800 Rdr; die permanente Luftleitung pr. Fuss 2 Rdr ohne, cca 2,40 Rdr mit Fracht für die Röhren; die bewegliche Luftleitung 4 bis 5,5 Rdr pr. Fuss. Diese Preise einbegreifen *nicht* Aufstellungs- und Montirungskosten. Ueber letztere konnte ich nicht Aufschluss erhalten, weil sie in verschiedene allgemeine Bau- und Diverse-kosten-Conti eingeführt seien. Nach einer summarischen Schätzung des Baumeisters dürfte die Luftkompressionsanlage mit Röhrentour überhaupt cca 4000 bis 5000 Rdr gekostet haben.

Der Verbrauch an Bohrmaschinen betrug am *Persberg* überhaupt: 1 *Schumann'sche* von *Freiberg*, 3 dtto von *Christinehamn* (siehe pag. 160) samt 5 *Bergström'sche*, von welchen letzteren gegenwärtig mitunter noch 1 in *Krångrufvan* arbeitet. Die Anschaffung der Bohrmaschinen dürfte mithin cca $8 \times 400 = 3200$ Rdr gekostet haben, die gesamte Bohrmaschinenanlage 7000 bis 8000 Rdr.

Der *Oskar-Fredriks-stollen* wurde bereits 1856 wenige Fuss über dem Niveau des Sees *Yngen* begonnen, und in westöstlicher Richtung nach *Storgrufvan* hin getrieben; man scheint mit dem Stollen, welcher nur geringe Teufe einbringen kann, hauptsächlich querschlägige Untersuchung des Feldes bezweckt zu haben. Anfänglich hielt man in mit Chlorit impregnirter Hälleflinta; als aber ein sehr schwer gewinnbares, hauptsächlich aus einer dichten Mischung von Malakolith und Granat mit einzelnen Eisenerzparthieen bestehendes Ganggestein (s. g. "Grönskarn") angehauen wurde, stellte man 1863 den Stollenbetrieb ein (Siehe p. 161 u. The Miners association etc. p. 8). Hierbei ist anzumerken, dass am *Persberg* Ortsbetrieb so untergeordnet vorkommt, dass die Arbeiter nur ungeschickte Stollenhauer sein können.

1864 begann man *Schumann's* Maschinen anzuwenden. Zu welcher Zeit *Bergström's* Maschinen in ausschliesslichen Gebrauch kamen, kann ich nicht genau sagen. Herr *Le Neve Foster* (The Miners association etc. p. 8) giebt Bohrmaschinenresultate an vom *März* 1865 ab, aber *Bergström's* Patent datirt vom 4 Dec.

1865. Jedenfalls war aber im Sommer 1865 *Bergström's* Maschine in Anwendung, wenn vielleicht auch abwechselnd mit *Schumann's*. 1868 wurde der Betrieb des *Oskar-Fredriks-Stollens* eingestellt.

Dieser Stollen hatte nach verschiedenen Angaben des Hn. *Sjögren* 8 Fss Weite und 8 bis 10 Fss Höhe.

Die daselbst mit *Bergström's* Bohrmaschinen erzielten Resultate will ich nach verschiedenen vorliegenden Quellen mittheilen; mögliche Widersprüche in den verschiedenen Angaben fallen nicht mir zur Last.

Nach Hr. *Sjögren* (*Wermländska Bergsmannaföreningens Annaler*, 1866, 1 häftet, p. 6 f.) fuhr man mittelst "Bohrmaschinen" vom März 1865 bis dahin 1866 eine Länge von 113 Fuss auf (10 Fss Höhe, 8 Fss Weite); dies war mehr als durch Handarbeit hätte erzielt werden können, indem "eine alte Erfahrung sagt, dass bei gewöhnlicher Höhe und Weite und in gewöhnlichen Bergarten ein Arbeiter jährlich 30 bis 36 Fuss erlangen kann; nun waren die Dimensionen zweimal so gross, und das Gestein wenigstens zweimal so fest.

Die Resultate sind nicht so glänzende, als ich (Hr. *Sjögren*) während der letzten Zeit durch *Schumann's* Maschine zu erreichen gehofft hatte (die *Bergström'schen* Maschinen sind nur kurze Zeit im Gebrauch gewesen). Die im Jahr durch Maschine abgebohrte Lochtiefe beträgt 2043 Ellen, oder 525 pr. Mann, d. i. etwas mehr, als man in festem Gestein durch Handarbeit erreichen kann.

In der letzten Zeit wurde in Längengeding gearbeitet; die Arbeiter erhielten 35 Rdr pr. Fss, wobei sie alle Materialien u. s. w. bekosten mussten. Wahrscheinlich kann dies Gedinge bald auf 30 ja 25 Rdr herabgesetzt werden. "Die Dimensionen des Stollens sind zu 4 Ellen Höhe und Weite bestimmt, gewöhnlich aber grösser." Der anfängliche Widerwillen der Arbeiter gegen Maschinenbohren legte sich allmählig.

Nachdem durch Schichtlohnarbeit einige Uebung in der Behandlung der Bohrmaschinen gewonnen worden war, erhielten die Arbeiter Akkord, neml. 1 Rdr pr. Elle Bohrausschlag. In 24 Stunden konnten unter günstigen Verhältnissen 12 Ellen abgebohrt werden. Endlich wurde Längengeding, nemlich 30 Rdr pr. Fuss eingeführt, womit die Arbeiter bei Faüstelbohren nicht ausgekommen sein würden. "Hieraus wird deutlich, dass nicht nur mechanische Kraft und Maschinen erforderlich sind, wenn das Maschinenbohren mit ökonomischem Gewinn ausgeführt werden soll, sondern man muss auch einen willigen gut eingeübten Arbeiterstamm disponiren können. Hieraus ist die Ursache erklärlich, warum das Maschinenbohren in Deutschland ungünstige ökonomische Resultate gab; etc."

"Die Kosten für das Maschinenbohren, welche natürlicherweise den wichtigsten Faktor bilden, kann ich (Hr. *Sjögren*) noch nicht nach Buch angeben."

In *Wermländska bergsmannaföreningens annaler*, 1867, p. 5 sagt Herr *Sjögren*: "Mit 4 Bohrhäuern und einem Schmied zum Ausschmieden der Bohrer und Repariren der Maschinen wurde der Stollen unter dem Arbeitsjahr 1866: 131,53 Fuss erlangt. Da die Höhe und Weite des Stollens 8 Fss beträgt, so gewann täglich jeder Bohrhauer 7,01 Kfss oder, den Schmied eingerechnet, jeder Arbeiter 5,61 Kfss;

welches Resultat in dem ausserordentlich festen anstehenden Gestein als sehr befriedigend anzusehen ist.,

Herr *Le Neve Foster* theilte in The annual meeting of The Miners Association of Cornwallis and Devonshire held at Falmouth, 26 August 1867, mit (p. 8 f. des Berichtes): Der Stollen ist 9 Fss hoch, 8 Fss weit; der fathom kostet jetzt £ 10, alle kleinen Maschinenreparaturen und Kosten einbegriffen, mit Ausnahme der Zinsen für das Anlagekapital und der Ausgaben für grössere Reparaturen. Die Belegschaft besteht aus 5 Mann, zwei in der Tageschicht, 2 in der Nachtschicht, samt einem Schmied. Vom März 1865 bis zum März 1866 wurden täglich 4 Zoll, oder monatlich 9 Fss aufgefahren. Früher waren pr. Längenfuss des Stollens 44 Fss Löcher abzubohren, später und als die Arbeiter sich an den Maschinenbetrieb gewöhnt hatten, nur 30,5 Fss. Bergmeister *Sjögren* berechnet, dass man mit einer Maschine 1 Fss täglich auffahren kann, und im allgemeinen durch Maschinenarbeit zweimal so rasch als durch Handarbeit vorwärts kommt, mit einer Geldersparniss von 20 bis 25 p. Ct. Nitroglycerin war Sprengmittel, aber auch bei Anwendung von Pulver "würde" grosse Zeit- und Geldersparniss resultiren. Alle in der Schicht gebohrten Löcher wurden auf einmal weggethan, 8, 9 bis 10 Löcher von etwa 2 Fss Tiefe und $1\frac{1}{6}$ (Duodecimal) zoll Durchmesser. Zu einem 2-füssigen Loch wurden 10 bis 12 Bohrer verschlagen, beim Handbohren ungetähr 5 mal so viele. Zwei Maschinen sind erforderlich, die eine in Arbeit, die andre in Reserve.

Herr *Dufva* theilt in Jernkontorets Annaler 1866, 6 Heft. p. 348 f. mit, dass ein Längenfuss Stollen bei Fäustelbohren 50,4 Rdr, bei Maschinenbohren dagegen 39,4 Rdr kostete. Letztere Summe begreift aber nicht Verzinsung und Amortirung des Anlagekapitales, wahrscheinlich auch nicht grössere Reparaturkosten. Pr. Woche wurden durch 2 Arbeiter in der Schicht im Mittel 64,5 Fuss abgebohrt, durch die Maschine dagegen 130 Fuss, so dass letztere bei dieser Stollenarbeit so viel als 4 Arbeiter leistete. *)

Herr *Dufva* führt noch an: "Bei einem Probëbohren in gleichem Gestein bohrte *Schumann's* Maschine 1,75 Fuss in 85 Minuten, *Bergström's* 2 Fss in 35 Minuten. Im Mittel bohrte *Schumann's* Maschine pr. Arbeitstag 15 und *Bergström's* 22 Fuss." Die erstangeführten Ziffern sind nicht ausreichend, um die Leistungsfähigkeit beider Maschinen vergleichen zu können. Ich habe gesehen, dass *Bergström's* Maschine in *Krangrufvan* zu 2,8 Zoll Bohrausschlag in Hälleflinta 26 Minuten brauchte (Aufstellungszeit abgerechnet), es kann mir aber nicht einfallen, nach dieser Einzelobservation den Werth der Maschine beurtheilen zu wollen. Aber auch nach den angeführten Mittleistungen lässt sich nicht ohne weiteres der Werth beider Maschinen vergleichen, indem *Bergström's* mehr kom-

*) *Ann.* Hierzu ist aber anzumerken, dass bei der Maschinenarbeit täglich 5 Mann, bei der Handarbeit hingegen nur 4 beschäftigt waren, dass mithin 1 Mann durch Fäustelbohren 16,1 Fss, durch Maschinenbohren 26,0 Fss, oder nur 1,6 mal mehr leistete. Mit *Schumann's* Maschine erreichte man zu *Freiberg* ein besseres Resultat (Siehe pag. 153).

primirte Luft oder Kraft beansprucht als *Schumann's*, und desshalb unter sonst gleichen Verhältnissen mehr leisten *muss*. Man behauptete am *Persberg*, dass *Schumann's* Maschine nicht hinreichend kräftige Schläge führe, sondern den Bohrer nur rasch hin und her oscilliren lasse wobei er das Gestein oft kaum berühre. Dies deutet darauf hin, dass man die Maschine entweder zu rasch hat laufen lassen, oder auch, dass man sie nicht gehörig nachgeschraubt hat; in beiden Fällen musste der Effekt gering ausfallen. Der Vorzug der *Bergström's*chen Maschine scheint mir weniger in grösserer Leistungsfähigkeit, als in einfacherer und soliderer Konstruktion zu liegen, auch in dem Umstand, dass man bei eintreffenden Klemmungen durch Drehen des Schwungrades mit Leichtigkeit die Bewegungsrichtung der Maschine umwenden kann. Herr *Dufva* erwähnt noch, dass der Luftüberdruck im allgemeinen $\frac{2}{3}$ Atm. war, dass die Maschine aber auch 1 Atm. und mehr vertragen könne.

Die nun mitgetheilten Resultate lassen den praktischen Werth der *Bergström's*chen Maschinen nicht exakt beurtheilen, indem Angaben über Kosten der Luftkompressionsanlage, über Maschinenkosten und Reparaturkosten mangeln. Dass *nach Abzug dieser Posten* die Maschinenarbeit billiger wurde als die Handarbeit, scheint jedoch erwiesen, ist aber ein Faktum von sehr lokalem Werth, indem ausserordentliche Festigkeit des Gesteines und die den *Persberger* Arbeitern ungewohnte Ortsarbeit so hohe Gedingpreise zu Folge hatten (diese sollen bis zu 65 Rdr pr. Fuss gestiegen sein), dass auch eine mittelmässige Bohrmaschine deren Herabsetzung zu Folge haben musste — woraus aber keineswegs Verminderung der Gesamtkosten unmittelbar folgt.

Nachdem der Betrieb des *Oskar-Fredriks-Stollen* eingestellt worden war, wurde die Luftkompressionsanlage abgebrochen und in *Krangrufvan* wieder aufgestellt. Die Luftpumpe steht daselbst ungefähr 400 Fuss unter Tage, und wird von einer besonderen, von dem Kunstgestänge abgezweigten Stange gezogen. Sie ist mit der Kunst ununterbrochen in Gang, auch wenn die Bohrmaschinenarbeit ruht. Lokale Verhältnisse machten Aufstellung der Luftpumpe und Anbringen der cca 300 langen Röhrentour schwierig und theuer. Da aber die betreffl. Kosten mit jenen für andere gleichzeitige Bauten zusammengeschlagen worden sind, so konnte ich keine speciellen Angaben über dieselben erhalten.

Man wendete die Bohrmaschine in *Krangrufvan* zum Betrieb des in cca 500 Fuss Tiefe angesetzten s. g. *Maschinenortes* an, namentlich so lange man mit demselben in festen Gangarten (Malakolith, Granat, Hornblende) und Magneteisenerz hielt. Nachdem man aber splittrige, stark verklüftete Hälleflinta angefahren hat, ist daselbst die Maschinenarbeit nur noch ausnahmsweise in Gebrauch.

Das Ort von 8 Fuss Höhe, 8 Fuss Weite war mit täglich 4 Mann belegt (2 in der Nachtschicht, 2 in der Tageschicht), welchen zeitweilig Hülfe zum Auslaufen der Borge gegeben wird. Den Arbeitern sind 2 Bohrmaschinen zur Disposition gestellt (eine davon ist Reservemaschine), so dass sie nach eigenem Ermessen mit Fäustel oder Maschine bohren können. Die Grubenverwaltung trug nicht nur die ersten Kosten für Luftkompressions- und Bohrmaschinenanlage, sondern anfangs

auch Bohrmaschinenreparaturkosten. Da letztere aber sehr wuchsen, so bekam die Belegschaft mit besserem Gedinge die Verpflichtung, zur Hälfte an den täglichen kleineren Reparaturkosten theilzunehmen. Die Grubenverwaltung stellt ferner Gezäh, dessen Ausschmieden aber der Belegschaft obliegt. Deshalb kommt in der folgenden Kostenübersicht, welche ich der Güte des Hn. Disponenten *Lindberg* verdanke, kein Posten für Stahl und Gezähe vor, wohl aber ein solcher für Kohlen zum Gezäh ausschmieden. Während des Winters 1868—1869 hatte man in 5 Monaten das Ort 44,5 Fss erlangt, und angeblich 892 Ellen abgebohrt; letztere Ziffer beruht doch ausschliesslich auf nicht kontrollirter Angabe der Arbeiter. Ein wie grosser Theil dieses Bohrausschlages durch Maschinenarbeit erzielt worden, konnte nicht angegeben werden. Die Arbeiter sagten, dass sie an *manchen* Tagen 5 Löcher von höchstens 6 Ellen Tiefe mit der Maschine hergestellt hätten.

Das Gedinge für einen aufgefahrenen Fuss Stollen war 30 Rdr; ausserdem wurden für Weglaufen der Berge, gleichfalls pr. Streckfuss Stollenauffahrung 0,5 bis 0,6 Rdr bezahlt. Die Kosten für 44½ Fss Stollen vertheilten sich folgendermaassen:

Arbeitslöhne	Rdr 1056,14 = 79,1 %
Materialien, nemlich: Pulver und Dynamit Rdr 222,70	
Zündsehnur	" 22,81
Baumöl zum Schmieren.....	" 10,40
Kohle (0,75 Rdr pr. Tonne)	" 12,25
Öl etc. (von der Gruben- verwaltung)	" 10,70 Rdr 278,86 = 20,9 %
	<hr/> Summa Rdr 1335,00 = 100,00 %

Hiezu kommen noch Gezähkosten und 7,50 Rdr für kleinere Bohrmaschinenreparaturen, wovon die Hälfte von der Belegschaft, die andere Hälfte von der Grubenverwaltung getragen wurden.

Letztere ausserordentlich niedrige Ziffer scheint anzudeuten, dass in der fraglichen Periode Maschinenbohren nicht anhaltend zur Anwendung gekommen ist. Da nach p. 4 beim *Persberger* Bergbau im allgemeinen auf Arbeitslöhne 64,4 % der Gewinnungskosten entfallen, im vorliegenden Fall aber 79,1 % oder 14,7 *mehr*, so scheint der Nutzen der Bohrmaschinen *sehr zweifelhaft*, selbst wenn man berücksichtigt, dass die letztere Procentziffer bei Einrechnung der Gezähkosten etwas niedriger wird, sowie dass die Arbeitslöhne bei Ortsbetrieb einen grösseren Theil der Gesamtkosten ausmachen, als bei Strossenbau.

Im Maj 1869, als ich *Persberg* zuletzt besuchte, war das Maschinenbohren in *Krangrufoan* als regelmässige Arbeitsmethode nicht mehr im Gang. Man hielt in ziemlich leicht gebohrter Hällefinta, und das Gedinge sollte herabgesetzt werden. Man kam mit Fäustelbohren ebenso rasch vorwärts als mit Maschinenbohren, welches letztere durch zahlreiche Gesteinsklüfte sehr erschwert wurde. Der Bohrer klemmte sich fest, und mit der Maschine angefangene Löcher mussten dann oft vor Hand fertig gebohrt werden. Festklemmungen würde man hier ebensowohl wie am *Mt. Cenis* und zu *Moresnet* durch Kreuzmeisel oder Z-förmige Bohrer-schneiden haben überwinden können; die hauptsächlichste Veranlassung zur Ue-

bergebung der Maschinenarbeit dürfte daher am richtigsten in verminderter Gesteinsfestigkeit zu suchen sein. Die Arbeiter erzählten, dass sie dann und wann noch einzelne vor Hand schwerer abzuhohrende Löcher an weniger verklüfteten Punkten mit der Maschine herstellten. Ich wählte dem Versuche bei, in *Krangrufvans' Maschinenort* ein Loch durch die Maschine herzustellen. Der Ständer war bei unserer Ankunft schon in richtiger Lage befestigt; zum Aufstellen der Maschine brauchten 2 Arbeiter 7 Minuten, zum Abbohren von 2,8 Zoll 26 Minuten. Während dieser Zeit mussten 2 Bohrer eingewechselt werden; das Loch konnte wegen ständiger Klemmungen nicht fertig gebracht werden. Man gab an, dass bei günstiger Arbeit die Aufstellung $\frac{1}{3}$, das Abbohren $\frac{2}{3}$ der zur Herstellung eines Loches erforderlichen Zeit beanspruche. Ein Mann dirigierte die Maschine, der andere war mit Wassereinspritzung (mittelst Handspritze), Regulirung des Luftzuflusses und Handlangerdiensten beschäftigt. Mit der Luft trat so viel Wasser in die Maschine, dass letztere während des Ganges in einen Sprühregen eingehüllt war, welcher besondere Wassereinspritzung in das Bohrloch fast unnöthig erscheinen liess. Oilschmierung der Maschinentheile dürfte unter solchen Verhältnissen illusorisch werden. Ich zählte 300 Schläge pr Minute; die Maschine gieng aber offenbar mit sehr veränderlicher Geschwindigkeit.

Es schien mir auffällig, dass mitunter mehre Minuten lang die Hilfsmaschine in voller Wirksamkeit war und der Bohrer drehte, während letzterer ohne hin und hergehende Bewegung gegen das Gestein gedrückt blieb. Vielleicht entwich Luft durch die Stopfung des vorderen Cylinderdeckels. Der Luftüberdruck war angeblich $\frac{3}{4}$ bis 1 Atm.

Zu Långban. Auf diese Beobachtung eines einzelnen ungünstigen Versuches will ich keineswegs ein Urtheil über die Brauchbarkeit der *Bergström'schen* Maschine im allgemeinen gründen.

In der Eisengrube zu *Långban* wendete man vom 14 März bis Mitte December 1867 *Bergström's* Bohrmaschine beim Betrieb des s. g. *Bottenortes* an, welches in 508,75 Fss Teufe vom Tiefsten des *Collegii* schachtes unter *Storgrufvan* getrieben wird, um den in oberen Teufen abgebauten dann aber verlorenen *Cecilia*-erzfall auszurichten. Das Ort hatte 8 Fss Höhe und Weite; in neuerer Zeit sind diese Dimensionen jedoch reducirt worden. Anfangs war das Gestein krystallinischer Kalk, mit allerhand Gangmineralien (Silikaten) und Eisenerz vermischt. Hierauf folgte reiner grauweisser krystallinischer Kalk, in welchem als Seltenheit gediegen Blei vorgekommen ist; im Maj 1869 hielt man 362 Fss vom *Collegii*-schacht in dunkeltem mit allerlei Gangarten durchwachsenem Kalk.

Die Maschinenarbeit begann nahe dem Schacht in kalkigem Ganggestein, wurde aber in dem reinen Kalk übergeben, weil daselbst Fäustelbohren raschere und billigere Gewinnung zuließ. Als ich im Maj 1869 *Långbansgrufva* zuletzt besuchte, hatte man die gesammte Bohrmaschinenanlage wieder entfernt. Die folgenden Mittheilungen und Ziffern verdanke ich der Güte des Hn. Disponenten *Nyberg*, welcher letztere in meiner Gegenwart aus den Büchern und Journalen zusammenstellte.

Die Gebläsemaschine war neben dem Kunstzeug im Tiefsten des *Collegii*-schachtes aufgestellt, und unterschied sich von jener am *Persberg* nur durch

einen Condensator, in welchem die komprimirte Luft das mitgeführte Wasser absetzen konnte. Dieser Condensator war in völliger Uebereinstimmung mit den gleichartigen Einrichtungen an den *Mt. Ceniz* Luftpumpen konstruirt. Die 3,33 Zoll weiten eisernen Luftröhren waren wie jene am *Persberg* durch Leder- ringe abgedichtet; die Röhrentour der Ortswange entlang auf Eisenkrampen gelagert. Als Verbindungsstück zwischen der permanenten Röhrentour und der Bohrmaschine wendete man theils *Bergströms'* oben beschriebene Segeltuchschlangen an, theils eine Kautschukschlange. 2 Bohrmaschinen wurden angeschafft, von welchen die eine als Reserve diente. Die Bohrmaschinen wurden gegen Spreizen- ständer aufgestellt. Die Gebläsemaschine machte höchstens 6 Spiele pr. Minute. Den Luftdruck hatte man nicht gemessen.

Die Anlagekosten waren:

2 Bohrmaschinen und 23 Stahlbohrer (zusammen cca 5 Cntr?)	Rdr	858,76
Gebläsemaschine.....	"	1494,70
Fracht für selbige von <i>Arboga</i>	"	133,96
Eiserne Röhren und Kniee zu 219 Fss Luftleitung	"	531,11
Flantschen, Schrauben, Diverse zu der Röhrentour.....	"	160,29
Bleiweiss, Leder, Packungsmaterialien	"	61,89
2 Stücken <i>Bergström'sche</i> Schlangen	"	54,00
Eine Kautschukschlange	"	36,55
Ein messingener Schlangenumff	"	13,00
Materialien, als Holz, Eisen, Nägel u. s. w.....	"	139,48
Werkzeugabnutzung	"	8,08
Arbeitslöhne für Aufstellung der Luftpumpe und Auslegen der Röhren ..	"	504,65
Baumeisterhonorarium	"	296,50

Summa Rdr 4292,97

Diese Summe schliesst möglicherweise einige kleinere Posten aus, die nicht leicht specificirt und repartirt werden konnten, da in demselben Ort auch eine Eisenbahn eingebaut wurde, welche jedoch mit dem Bohrmaschinenbetrieb nicht in direktem Zusammenhang steht. Auch einen Posten für Einüben der Maschinenarbeiter habe ich nicht mit unter den Anlagekosten aufnehmen wollen.

Die Betriebskosten vom 14. März bis November 1867 waren:

Arbeitslöhne	Rdr	1334,20
Materialien, nemlich Pulver 3,3 Cntr à 40 Rdr =		132,00
Nitroglycerin 175 Pfd à 2,40	"	420,00
Kohle 27 Tonnen	"	22,94
Baumöl 3 Kannen à 3,50.....	"	10,50
Packung der Luftpumpe	"	6,20
Eisen 44 Pfd à 0,10	"	4,40
Nägel etc.	"	1,47
Patronen 1096 St. à 0,09	"	98,64

Zündschnur 2000 Fss à 0,01	"	20,00	
Schiessletten, 5 Tonnen à 1,25	"	6,25	Rdr 722,40 * (728,79)
			Summa dr 2056,60 *(2062,99)

Es wurden 98,5 Fss Ort aufgefahren, anfangs in Kalk, gemengt mit Gan arten und Eisenerz, später in reinem Kalk. Demgemäss waren die Gedingekosten (incl. Materialien) für die ersten 79,5 Fss 21 Rdr, für die letzten 19 Fss aber nur 17,5 Rdr, alles pr. Streckfuss. Kleinere Reparaturen an den Maschinen wurden von den Arbeitern bezahlt, sind also in den Arbeitslöhnen enthalten..

Vom Nov. 1867 bis dahin 1868 waren die Betriebskosten:

Arbeitslöhne	Rdr 2334,09
Reparaturen, nemlich an der Pistonstange des Gebläses	Rdr 51,19
Arbeitslöhne bei Reparaturen am Gebläse	16,02
Packung der Gebläsemaschine	3,06
Bohrmaschinenreparaturen	44,48 " 114,75
Materialien, nemlich 38 Pfd Eisen, 10 Cntr Pulver, 10 Tonnen Schiessletten, 72½ Pfd Öl, 580 (?) Patronen 6000 (?) Fss Zündschnur zusammen	712,46
Summa Rdr 3161,30	

Es wurden 168 Fss aufgefahren, davon aber *höchstens* cca 14 Fss mit Maschinen, indem im December 1867 aller Maschinenbetrieb aufhörte, da ein Probebohren erwiesen hatte, dass Handarbeit rascher und billiger förderte. Die in der letzten Zifferzusammenstellung vorkommenden Posten für Reparaturen dürften durch das Maschinenbohren mehr in der vorhergehenden als in der letzteren Periode erwachsen sein, obwohl sie erst in den Rechnungen der letzteren sichtbar werden.

Versuchen wir aus den mitgetheilten Ziffern einen Vergleich der Kosten beim Maschinenbetrieb und dem Handbetrieb herzuleiten, so kann dieser nur annähernd exakt werden. Wir legen zu der Kostensumme 2062,99 Rdr : 114,75 Rdr für Reparaturen, samt $(3161,30 - 114,75) \times \frac{14}{168} = 253,85$ Rdr für Arbeitslöhne und Materialien, welche sich auf 14 durch die Maschine aufgefahrene Fusse belaufen, und erhalten so 2431,59 Rdr Kosten für $8,5 + 14 = 112,5$ Fss aufgefahren durch Maschine, oder 21,61 Rdr pr. Fss. Die durch Handarbeit aufgefahrenen $168 - 14 = 154$ Fss kosteten dagegen $3161,30 - 114,75 - 253,85 = 2792,70$ Rdr, oder pr Fss 18,13 Rdr. Also war die Maschinenarbeit pr. Fss Ort $21,61 - 18,13 = 3,48$ Rdr, oder $\frac{3,48 \times 100}{18,13} = 19,2$ % theurer als die Handarbeit. Zinsen und Amortirung der Bohrmaschinenanlage sind hiebei nicht mit in Rechnung gezogen.

*) Anm. Nach Herr *Nyberg's* Auszug betragen die Materialienkosten zusammen 728,79, und die gesammten Kosten 2062,99 Rdr; mithin gegen obige Summen eine Differenz von 6,39 Rdr, deren Ursache ich nicht angeben kann. Vielleicht haben wir irgend einen Posten in der Materialienrechnung übersehen.

Noch ist darauf aufmerksam zu machen, dass die Maschinearbeit *anfänglich* in etwas schwerer gewinnbarem Gestein stattfand als im allgemeinen die Handarbeit, sowie auf der anderen Seite, dass durch gleichzeitige Anwendung von Nitroglycerin die Resultate der Maschinearbeit wesentlich begünstigt wurden. Im Mai 1869 war das Gedinge des, wieder in mit Gangarten vermischem Kalk stehenden, Ortes auf 14 à 15 Rdr herabgegangen, die Dimensionen des Ortes aber allerdings vermindert. *)

In *Bersbogrufva* zu *Åtvidaberg* hat man gleichfalls kurze Zeit und ohne Zu Åtvidaberg günstiges Resultat mit *Bergström's* Maschine experimentirt. Näheres über diese Versuche habe ich nicht erfahren.

Im Jahr 1865 konstruirte der Verfasser eine Bohrmaschine, welche in Jernkontorets Annaler 1866, 3 Heft. p. 185 f. beschrieben und abgebildet wurde. Die Fig. 4 bis 7 sind Jernkontorets Annaler entlehnt. A, A ist der Treibcylinder mit dem angegossenen Steuerkasten B, B. In diesem Cylinder bewegt sich der Kolben C hin und her, und mit ihm die hohle Kolbenstange D, D, welche beide Cylinderböden durchdringt. In der Kolbenstange D, D hat der Kolben E, E mit der Stange F, welche den Bohrer G trägt, seine hin- und hergehende Bewegung. Die Kolbenstange D, D trägt (vor dem Cylinder A, A) den Zapfen H, welcher in dem Steuerrahmen I, I gleitet. Dieser Steuerrahmen bildet den einen Arm eines Winkelhebels, welcher um den am Cylinderhals befestigten Zapfen K oscillirt. Der andere Arm L des Winkelhebels wirkt auf die Steuerstange M. Hat der Kolben C den grösseren Theil (nach der Zeichnung $\frac{3}{4}$) seines Hubes zurückgelegt, so stösst der Zapfen H gegen die schiefe Ebene L, L im Steuerrahmen, und hebt letzteren während des letzten Viertels seines Weges; hierdurch drückt der Arm L auf die Steuerstange M, der Steuerschieber geht rückwärts und öffnet den Kanal a, während er den Kanal b in Kommunikation mit der Ausflussöffnung c setzt, sobald der Kolben C seinen ganzen Hub vollendet hat. Nun strömt die komprimirte Luft (welche in den Steuerkasten durch den Röhrenhals N tritt) durch den Kanal a vor den Kolben C, und schiebt ihn zurück. Sobald $\frac{3}{4}$ des Rückweges vollendet ist, stösst der Zapfen H gegen die schiefe Ebene β, β im Steuerrahmen, letzterer wird niedergedrückt und zieht dabei durch den Arm L den Steuerschieber vorwärts, bis der Kolben seinen Rücklauf vollendet hat. Der Steuerschieber kommt dabei in die auf der Zeichnung angedeutete Stellung, so dass der Kanal a mit der Ausflussöffnung c kommunizirt, während der Kanal b komprimirte Luft hinter den Kolben C führt, so dass dieser einen neuen Hub beginnt.

Mit dem Kolben C und seiner Stange D, D erhält auch der innere Kolben F samt dem Bohrer G eine Bewegung hin und her. In demselben Maas als das Böhrlöcher tiefer wird, sollte entweder die ganze Maschine dem Gestein näher gerückt werden (wie gewöhnlich bei Bohrmaschinen der Fall ist) oder auch muss der Ausschub des Bohrers mit jedem Schlag länger werden, obwohl der Weg des Kolbens C wegen der Umsteuerung nicht verändert werden darf.

*) Apm. Der gesammte Bohrmaschinenapparat von *Långban* befindet sich in sehr gutem Stand und ist zum Verkauf.

Die hohle Kolbenstange] D, D ist von den Löchern d d und d' d' durchbrochen, in solchem Abstand vor und hinter dem Kolben C, dass sie durch die Cylinderhülse gedeckt sind, wenn der Kolben C mitten in Cylinder steht. Aber sobald der Kolben einen grösseren Theil seines Hubes vollendet hat, kommen die Löcher dd in solche Stellung, dass komprimirte Luft aus N durch B, b, A in die Kolbenstange D hinter den Kolben E strömen kann, so dass letzterer unbehindert vom Umsteuerungsmechanismus etc. mit dem Bohrer vorwärts geworfen wird. Sobald die Öffnungen dd innerhalb den Cylinder A treten, treten die Öffnungen d' d' aus dem Cylinderhals, so dass die vor dem Kolben E befindliche Luft entweichen kann. Beim Rückgang des Kolbens C kommen die Löcher d d mit der äusseren Luft in Verbindung, während d' d' in den Cylinderraum A treten, und komprimirte Luft vor den Kolben E einlassen, so dass letzterer samt Bohrer zurückgezogen wird. Die Zunahme des Bohrerausschubes oder die Vertiefung des Bohrloches kann bei dieser Anordnung (nach Zeichnung) zwischen 0 und 6,5 Zoll differiren, ohne dass die Stellung der Maschine verändert zu werden braucht. Da bei *Schumann's* und *Bergström's* Maschinen ein Arbeiter nur zum Vorwärtsschrauben der Maschine während Vertiefung des Bohrloches erforderlich ist, so muss die hier beschriebene Anordnung etwa 50 % des Arbeitslohnes für Wartung der Maschine ersparen lassen. Da man nur ausnahmsweise mit demselben Bohrer tiefer als höchstens 6 Zoll bohren kann, so wird man die Bohrmaschine nicht eher auf ihrem Rahmen zu verrücken brauchen, als bis ein neuer Bohrer einzuwechseln ist, bei welcher Verrichtung die Maschine *jedenfalls* angehalten werden muss. Legt man nun einen 6½ Zoll längeren Bohrer ein, so kann man das Loch 6½ Zoll tiefer bringen, ohne die Maschine auf ihrem Rahmen verschieben zu *müssen*. Man kann bei derselben Gelegenheit je nach Länge des einzulegenden Bohrers aber auch die Maschine weiter vorne auf dem Rahmen feststellen.

Der Rahmen R ist aus Schmiedeeisen, gebogen wie ein Hufeisen, auf dessen beiden Parallelstangen die Maschine sich verschieben und feststellen lässt. Die Spitzen Q und Q', von denen die eine durch Schraubenschuh verlängert oder verkürzt werden kann, sollen gegen das Gebirge, die Schraube S gegen eine Spreitze oder dergl. gestemmt werden. Der Rahmen hat die Öffnungen e, e, e, welche einander gegenüber in solchem Abstand zu einander liegen, dass die durchgesteckten Eisenpinnen f, f die Innenseite der Cylinderflanschen berühren. Dadurch wird die Maschine auf dem Rahmen festgestellt. Wünscht man die Maschine zurückzuziehen, so braucht man nur die vordere Pinne herauszunehmen, umgekehrt die hintere, sofern die Verschiebung nur höchstens 3,6 Zoll betragen soll. Bei grösseren Verschiebungen sind beide Steckkeile herauszunehmen.

Die Umsetzung des Bohrers erfolgt durch die Stange T, welche in die Kolbenstange F ragt. Sie ist prismatisch (nach der Zeichnung 4-kantig) oder elliptisch und so um ihre Achse gewunden, dass sie einer Schraube mit sehr langgezogenem Gang gleicht. Man könnte auch eine runde Stange anwenden mit schraubenförmiger Rinne, in welche ein Splint greift. Auf dem Kolben E ist

die Leitscheibe *g* angeschraubt, mit einer der Stangensektion entsprechenden Öffnung. Die Stange *T* endet mit dem Zapfen *h*, und schliesst sich luftdicht gegen den Boden *i*, *i*. Ausserhalb diesem Boden sitzt auf dem Zapfen das Sperrrad *k*, welches durch die Sperrhaken *l*, *l* an Drehung gegen die Steigung der Stange *T* gehindert wird. Gehen Kolben *E* und Kolbenstange vorwärts, so muss sich die Stange *T* samt dem Sperrrad *i* drehen, da die Reibung zwischen *E* und dem Cylinder *F* samt der Stopfbüchse grösseren Widerstand leistet als die Federung der Sperrhaken; da sich aber das Sperrrad nicht in umgekehrter Richtung drehen kann, so muss sich der Kolben *E* samt seiner Stange *F* während des Rücklaufes um die Stange *T* drehen. Bei jedem Kolbenspiel wird also der an der Kolbenstange *F* befestigte Bohrer so viel gesetzt, als die Windung der Stange innerhalb des von *E* an der Stange hin zurückgelegten Weges beträgt. Durch Einlegen von mehr oder weniger stark gewundenen Stangen, kann man, ohne anderweitige Veränderungen an der Maschine, verschiedene Setzungswinkel des Bohrers erzielen.

Dieser einfache Setzungsmechanismus hat die Unannehmlichkeit, dass die Grösse der Umsetzung sich mit der Länge des Wegstückes welches *E* bei jedem Schlag an *T* hin zurücklegt, verändert. Ich glaube doch, dass Grösse und Lage der Löcher *d*, *d'* so abgepasst werden könnten, dass der Kolben *E* während des Rücklaufes des Kolbens *C* immer nur ein gewisses Wegstück von wenig veränderlicher Länge passirt, obwohl dieses Wegstück mit der Vertiefung des Bohrloches mehr und mehr nach vorne verlegt wird. Die Stange *T* sollte innerhalb dieses *Wegstückes* so viel gewunden sein, als die gewünschte Setzung des Bohrers beträgt.

Die Theile an dieser Maschine, welche vorzugsweise Abnutzung ausgesetzt sind, sind der Winkelhebel *I L*, den man durch Lösen einer einzigen Schraube *m* wegnehmen, repariren, oder mit einem neuen ersetzen kann, und die Drehstange *T*, die Leitscheibe *g*, samt die Sperrhaken *l*, *l*, welche Theile ebenfalls jeder Grubenschmied ausnehmen und erneuern kann.

Bei Konstruktion dieser Maschine leitete mich der Wunsch einen möglichst einfachen und kompakten Apparat mit thunlichster Umgehung oscillirender oder rotirender Theile herzustellen. Deshalb wurde die Umsteuerung direkt von dem Treibkolben abgeleitet, wodurch Schwungrad, Excentrik etc. sich umgehen liess. Der gewählte Umsteuerungsmechanismus könnte jedoch durch einen besseren (gleichfalls direkt von der Kolbenstange *D* aus bewegten) ersetzt werden. Ich glaube aber gegenwärtig, dass Bohrmaschinen mit direkter Umsteuerung trotz grösserer Einfachheit und geringerem Luftverbrauch in ihrer Arbeit jenen mit Umsteuerung durch Hilfsmaschineu nachstehen. Ferner halte ich automatische Vorwärtsschiebung des Bohrers während Vertiefung des Loches für eine sehr wesentliche an Bohrmaschinen zu stellende Forderung, und glaube diese Aufgabe einfacher gelöst zu haben, als irgend welcher andere Bohrmaschinenkonstrukteur.

Die fragl. Maschine ist nicht zur Ausführung gekommen; Theile derselben aber finden wir an jüngeren Bohrmaschinen wieder. Die Umsetzung durch eine gewundene Stange z. B. an einer der 1868 in *Schweden* patentirten *Döring'schen*.

Die lediglich von der Vertiefung des Bohrloches, d. h. Bohrbarkeit des Gesteines abhängige Einrichtung für automatische Verlängerung des Bohrloches ist, so viel ich kenne, noch nicht adoptirt worden, scheint mir aber eines Versuches werth.

**Altenberger
Bohrmaschi-
nen. Pl. VII.
Pl. IX fig.
1 bis 3.**

Es wurde schon an einem anderen Ort (p. 135 u. 158) erwähnt, das man seit 1862 in der Grube *Altenberg* bei *Moresnet* mit *Schumann's* Bohrmaschinen unter gelegentlicher Mitwirkung des Hn. *Schumann* experimentirte. Das Resultat vieler Versuche sind die Bohrmaschinen, welche wir in dem Buch: Ueber Gesteinsbohrmaschinen im Allgemeinen, und speciell über deren Anwendung beim Streckenbetrieb auf der Galmeygrube *Altenberg* bei *Aachen*; von *Carl Sachs*, *Aachen* 1865, als *Sachs' Bohrmaschinen*, in anderen Schriften als *Tigler's* beschrieben finden, und welche hier als *Altenberger* eingeführt werden. Eine Bearbeitung von Hn. *Sachs' Buch* enthält *Revue universelle*; kürzere Mittheilungen aus demselben, u. a. der Bericht über die Zusammenkunft der *Miners' Association of Cornwall and Devonshire*, 26 Aug. 1867 (*Truro* 1867). *Tigler's* Maschine wurde von *Rittinger* beschrieben in: *Kurze Mittheilungen etc. von der allgemeinen Industrieausstellung zu Paris 1867*; *Leipzig* 1867 *Dennicke*, und hienach in *Berg- und Hüttenmännlicher Zeitung* 1868, No 42, samt in *Dinglers Pol. Journal* Bnd 190, 1868. Ausserdem haben wir ange eben gefunden, dass in *Pol. Centralblatt* 1867, 4 Lief. p. 24; *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* 1867 p. 703; *Engineering* 1866, 21. Dec. p. 476 Mittheilungen über diese Maschinen (und jene von *Döring*) vorkämen. Auf der *Pariser* Ausstellung sah ich eine *Altenberger* Bohrmaschine öfters in Gang; die folgenden Mittheilungen, ingleichen die Abbildungen auf Pl. VII und Pl. IX, aber sind hauptsächlich der citirten Abhandlung des Hn. *Sachs* entlehnt.

**Konstruktion
Fig. 1 bis 9.**

Fig. 1 zeigt die ältere der *Altenberger* Maschinen in Seitenansicht, Fig. 2 von hinten, Fig. 7 von oben; Fig. 3 giebt einen Längenschnitt derselben, Fig. 4 einen Querschnitt nach e f. Die Figuren 5, 6, 8, 9 endlich stellen einzelne Theile des Rahmens und der Auflagerung vor. Der Maschinenrahmen besteht aus den 2 Rundstangen a a, welche hinten durch den Querarm b (Fig. 5 hintere Ansicht), und ausserdem durch die Bügel b b (Fig. 6 Querschnitt) verbunden sind. Auf diesen Rundstangen ruht die Bohrmaschine c mittelst 4 Öhren; durch ein 5tes (oberes) Mutter-Ohr geht die in den Bügeln b lagerende Schraubenspindel z; durch Drehung derselben mittelst der Kurbel an ihrem hinten Ende kann die Bohrmaschine auf dem Rahmen vor oder rückwärts bewegt werden.

In dem gusseisernen Bohrmaschinen-Cylinder c bewegt sich der schmiedeeiserne Kolben d. Derselbe ist in den Cylinder eingeschliffen, besitzt keine besondere Packung oder Dichtung sondern ist nur mit eingedrehten Rinnen versehen. Bei dem raschen Gang der Maschine wird hiedurch hinreichende Dichtung erzielt, so lange es nicht an Schmiere mangelt. Ebenso sind auch die Kolbenstangen in die Stopfbüchsen der Cylinderdeckel eingeschliffen. Die hintere dünne Kolbenstange f vermittelt die Umsteuerung der Maschine, die vordere dicke d hingegen trägt den Bohrer e. Die Bohrer sind aus Eisen, mit Stahl vorgelegt. Man wandte zuerst Meißelbohrer an, welche aber seitlich zu rasch abgeführt wurden; besser

standen 4-schneidige Kolbenbohrer, arbeiteten aber zu langsam, weshalb man zuletzt zu Z förmigen Bohrschneiden, übereinstimmend mit jenen des *Mt. Ceniz*, übergieng. Ein vollständiger Satz Z bohrer bestand aus 16 Stücken von 0,47 bis 1,2^m Länge, 0,041 bis 0,025^m Schneidenbreite. In milden Gesteinen darf die Zunahme der Länge und Abnahme der Schneidenbreite der nacheinander einzuwechselnden Bohrer rasch wachsen; in festem Altenberger Gestein durften die Schneiden zweier auf einander folgender Bohrer oft nur $\frac{1}{2}$ ^{mm} differiren. Ein vollständiger Bohreratz wog 48,25 kgm, also ein Bohrer im Mittel 3 kgm. Der Bohrer muss genau in der Achse der Kolbenstange befestigt werden. Eine excentrische oder schiefe Stellung desselben ingleichen Biegung hat sofortiges Festklemmen des Bohrers im Bohrloch und Stillestehen der Maschine zu Folge. Man versuchte ohne erwünschten Erfolg den Bohrer in die Kolbenstange zu schrauben und die Befestigung durch eine Gegenmutter zu sichern; später versah man den Bohrer mit Anlauf, welcher auf der Kolbenstange anliegt und schlug einen Keil durch Kolbenstange und Bohrerzapfen (Fig. 3). Immerhin aber ist genaues Einrichten und cöntrisches Abdrehen der Bohrerzapfen nothwendig für den regelmässigen Gang der Maschine. Die hintere Kolbenstange endet mit dem Querstück g, welches in Furchen der Rahmenstangen a gleitet. Durch längliche Löcher in diesem Kreuzkopf greifen die 2 Arme p, p eines Winkelhebels, welchem mithin bei der hin und hergehenden Bewegung des Kolbens eine oscillirende Bewegung mitgetheilt wird; diese vermittelt die Umsteuerung der Maschine und das Setzen des Bohrers. Der kürzere Arm q des um die Achse o schwingenden Winkelhebels wirkt nemlich auf die Steuerschieberstange r, deren Ausschub durch die Muttern s, zwischen welchen der Arm q einen toden Gang hat etwas verändert werden kann, so dass bei demselben Hub des Treibekolbens die Umsteuerung auch bei sehr verschiedenen Stellungen der Bohrmaschine regelmässig erfolgt. An der Steuerstange r sitzt der Muschelschieber i, welcher durch eine Deckplatte nur leicht gegen die Gleitfläche auf dem Cylinder gedrückt wird. Dieser Schieber ist übrigens ein s. g. entlasteter, und sein inneres steht ununterbrochen in Kommunikation mit dem Luftzflussrohr, welches an dem Hals h festgebunden ist. In diesem Hals befindet sich eine Luftregulirungsklappe. Hat der Kolben seinen Rücklauf fast vollendet, so schlägt der Arm q an die Mutter s, der Steuerschieber wird zurückgezogen und die komprimirte Luft hinter den Kolben geführt; der Kolben bewegt sich vorwärts, und hat er seinen Hub fast vollendet, so wirkt der Winkelhebel wieder auf die Steuerstange, der Steuerschieber wird vorwärts getrieben und komprimirte Luft vor den Kolben geführt. Die vor oder hinter dem Kolben ausgeblasene Luft tritt neben dem Steuerkasten unmittelbar in's Freie. Der Kolben soll sich immer nur bis an die Innenkanten der Luftzflusskanäle bewegen, so dass zwischen ihm und den Cylinderdeckeln Luftpolster von der Höhe der Zflusskanäle verbleiben. Anstatt dieser Luftpolster Kautschukplatten anzubringen (wie bei *Schumann's* Maschinen) schien unzweckmässig, weil der durch die Schmiere aufgeweichte Kautschuk die Reibungen vergrössert. Ebenso unzweckmässig erscheint es, die Luftpolster viel höher als die Ausflusskanäle zu machen, weil dann durch die vergrösserten schädlichen

Räume der Luftkonsum unnöthig vermehrt wird, und der Rücklauf des Kolbens sogar verhindert werden kann.

Das Umsetzen des Bohrers wird durch das hinter dem Cylinder angebrachte Schaltrad *m* bewirkt, durch welches die Kolbenstange *f* luftdicht mittelst Keil und Nuht geht. Die Kolbenstange, und mit ihr Kolben und Bohrer, müssen an der Drehung des Schaltrades theilnehmen, ohne dass das Rad dem Hin- und Hergang des Kolbens folgen kann. Neben dem Schaltrad bewegt sich in Leitungen die Stange *u* auf und ab, indem dieselbe mit dem Arm *v* des Winkelhebels durch ein Gelenk verbunden ist, und zwar wird die Stange beim Rückgang des Kolbens aufwärts, beim Ausschub abwärts gezogen. An dieser Stange dreht sich die Klinke *m* (Fig. 2), welche eine Feder gegen die Zähne des Schaltrades spreizt, so dass letzteres beim Aufwärtsschieben der Stange *u* von links nach rechts gedreht wird. Beim Niedergehen dieser Stange gleitet die Klinke über die Zähne, und der Sperrhaken *v'*, welchen eine Feder gegen das Schaltrad presst, hindert den Rücklauf des letzteren. Das Schaltrad hat 36 Zähne und nach dem Text in Hr. *Sachs'* Buch ist die Umsetzungsahl bei einem vollen Umgang des Bohrers 36; da aber nach Hr. *Sachs'* Zeichnung die Klinke *m* bei jedem Ausschub über 3 Zähne des Schaltrades gleiten muss so folgt, dass die Setzung pr. Kolbenhub nur $\frac{1}{12}$ der Periferie beträgt. Dieser Umsetzungsmechanismus hat vor jenem an *Schumann's*, *Bergström's* u. a. Maschinen den Vorzug, dass eine Drehung des Kolbens nur während seines Rückganges stattfindet, sowie dass diese Drehung nicht kontinuierlich und langsam sondern ruckweise und fast momentan erfolgt.

In demselben Maase als das Bohrloch tiefer wird, muss die gesammte Bohrmaschine durch Drehung der Spindel *Z* vorwärts geschraubt werden.

Das Gewicht einer Maschine war 84 kgm; incl. dem hinteren Befestigungskopf 102 kgm.

Mechanische
Verhältnisse.

Die Spannung der komprimirten Luft betrug am *Altenberg* gewöhnlich 1 bis $\frac{1}{4}$ Atmosphären (konnte aber bis auf 3 Atm. gesteigert werden), die Spielzahl pr. Minute 300 bis 400, im Mittel 360 (*Sachs* p. 31). Der Cylinderdurchmesser 0,105 m, der Durchmesser der vorderen Kolbenstange 0,065 m, jener der hinteren 0,028 m, der Maximalhub 0,140 m, die Länge der Cylinderfüllung 0,134 m. Das Gewicht der mit einem Bohrer mittler Länge versehenen Kolbenstange etc. cca 14 kgm. Die Luftfüllung des Cylinders beträgt bei jedem Kolbenspiel 1,8 Liter, mithin pr. Minute $360 \times 1,8 = 643$ Liter, und unter Zurechnung von $\frac{1}{4}$ dieses Volumens für Verluste: $\frac{3}{4} \times 643 = 804$ Liter. *) Führen wir einen Luftüberdruck von 1 Atm. in Rechnung, so ist für jede Bohrmaschine zur Zusammensetzung von $2 \times 0,804$ m Luft pr Minute eine mechanische Arbeit: **) $1,1307 \times 1,6 \times 10308 = 18647$ kgmtr, oder pr. Sekunde 4,1 Pferdekraften erforderlich,

*) Anm. *Sachs* findet (p. 31), unter übrigens denselben Annahmen wie die hier in Rechnung gezogenen, einen Luftverbrauch von nur 525 Liter, und das entsprechende Kraftbedürfniss der Compressionsmaschine für jede Bohrmaschine = 4 Pferdekraften.

**) Anm. Siehe *Weisbachs* Ingenieur p. 428.

und nehmen wir mit *Sachs* den Wirkungsgrad des Gebläses zu 0,5 an, so muss die Kraftmaschine auf die Luftpumpe mit $2 \times 4,1 = 8,2$ Pferdekräften wirken. Zum Betrieb der Compressionsmaschine wendete man zu *Altenberg* ein ober-schlächtiges Wasserrad an. Arbeitete dieses mit einem Nutzeffekt von 0,75, so war für jede Bohrmaschine eine Naturkraft von $\frac{8,2}{0,75} = 11,0$ Pferdekräften erforderlich.

Die hintere Kolbenfläche der Bohrmaschine hat eine freie Area von $\frac{0,105^2 - 0,028^2}{4} \pi = 0,008$ qm. und nimmt einen Druck auf von $0,008 \times 10308 = 82,5$ kgm.

Die Reibungswiderstände sind so unbedeutend, dass der Kolben mit dem Finger hin- und hergeschoben werden kann, so dass wir als Reibungskoeffizient 0,15, als Reibungswiderstand $0,15 \times 14 = 2,1$ kgm annehmen dürfen.

Es folgt nun: Acceleration womit sich der Kolben vorwärts bewegt, $p = \frac{82,5 - 2,1}{14} \times 9,81 = 56,34^m$; Geschwindigkeit des aufstossenden Bohrers nach einem

Weg von $0,14^m$, $v = \sqrt{2 \times 56,34 \times 0,14} = \sqrt{15,78} = 3,97^m$; mechanische Arbeit, welche der Bohrer bei jedem Stoss gegen das Gestein entwickelt, $L = \frac{14 \times 3,97^2}{2 \times 9,81}$

$= 11,26$ kgtr. Ist die Arbeit, welche ein Handbohrer bei jedem Schlag ausübt 31,6 schwed. Pfd' (pag. 15) oder 4 kgmtr, und verrichtet ein Arbeiter pr. Minute 30 Schläge (Aufenthälte eingerechnet), so wäre das theoretische Leistungsvermögen einer Bohrmaschine dem von $\frac{11,26 \times 360}{4 \times 30} = 33$ bis 34 Bohrhäuern gleichzusetzen,

von Stillestandszeiten der Maschine abgesehen. Als *mittlere* Schneidenlänge der *Altenberger* Maschinenbohrer können wir $0,033^m$, mithin als entsprechende Weite der Löcher $\frac{1}{10} \times 0,033 = 0,036^m$ annehmen. Setzen wir ferner einen Schneiden-

winkel von 70° , einen Reibungskoeffizienten 0,45, und einen Zerdrückungskoeffizienten 7300000 kgr pro Quadratmeter voraus (letzterer entspricht der 2-ten Gruppe p. 16), so erhalten wir für die Eindringung des Bohrmeisels durch jeden Schlag:

$s = \sqrt{\frac{11,26}{4 \times 7300000 \times 0,036 \times 1,15}} = \sqrt{0,000009} = 0,003^m$, sofern wir von der Z form der Schneide absehen. Die vortheilhafteste Setzungszahl würde sein:

$n = 3,14 \left(\frac{0,036 + (4 \times 0,003)}{4 \times 0,003} \right) = 12\frac{1}{2}$, womit die wirkliche übereinstimmt.

Der theoretische Bohrausschlag pr. Min. wäre nach Abzug *aller* Stillestandszeiten: $\frac{0,003 \times 360}{12,56} = 0,086^m$; unsere Quelle enthält keine Angaben über den Ausschlag pr Minute *Bohrzeit*.

Hr. *Sachs* beschreibt in seiner Schrift unter dem Namen Hochdruckbohrma- pl. VII. Fig. schine eine zweite von ihm konstruirte Bohrmaschine, welche in Fig. 11 bis 24 1c bis 24.

abgebildet ist. Sie unterscheidet sich von der vorigen wesentlich nur durch kleinere Dimensionen, indem sie durch hoch gespannte Luft betrieben werden soll, sowie durch eine Einrichtung für automatisches Vorwärtsschieben während der Vertiefung des Bohrloches. Fig. 11 giebt eine Seitenansicht derselben, Fig. 13 einen Längenschnitt, Fig. 14 Ansicht von oben; Fig. 16 Ansicht von hinten; Fig. 12 Querschnitt nach ab. In halber natürlicher Skala zeigt Fig. 18 und 19 die für das Setzen des Bohrers und das Vorwärtsschieben der Maschine bestimmten Organe; Fig. 21 bis 23 versinnlicht dazu gehörige einzelne Theile, Fig. 20 den Steuerkasten in Längen- und Querschnitt, Fig. 24 die zum Vorwärtsschieben bestimmte Mutterschraube nebst Zahnrad in Längenschnitt. Die übrigen Figuren betreffen die Auflagerung und Befestigung der Maschine.

Behufs automatischer Vorwärtsschiebung der Bohrmaschine befindet sich vor dem zum Umsetzen des Bohrers bestimmten Schaltrad x ein zweites Schaltrad y , dessen Drehung, von jener des ersteren unabhängig, in entgegengesetzter Richtung erfolgt, weshalb seine Zähne auch entgegengesetzten Schnitt haben. Seine Bewegung erhält dieses Schaltrad durch eine besondere, federnde, an der Stange z' befestigte Klinke (Fig. 19 und 21; Fig. 22 und 23 zeigt die Führungsstücke der Schubstange). Die Schubstange z' wird durch den Arm q' des gemeinsamen, vom Kreuzkopf an der hinteren Kolbenstange bewegten, Winkelhebels beim Hub des Kolbens ausgeschoben so dass die Federklinke über die Sperrzähne streicht; aber nur bei vollem Kolbenhub, beträgt ihr Ausschub so viel, dass während des Rückganges des Kolbens das Schaltrad y um einen Zahn vorwärts geschoben wird; trifft hingegen der Bohrer das Gestein *ehe voller* Hub statthat, so bleibt das Schaltrad stehen. An demselben ist das Zahnrad z verschraubt. Dies greift in den äusserlich gezahnten Muttermuff z' (Fig. 24), welcher auf der einen mit Schraubenwindungen versehenen Leitstange des Maschinenrahmens sich bewegt. Diesen Muff umfasst eines der am Bohrmaschinencylinder angegossenen Öhre. Ist das Loch so weit vertieft, dass der Kolben seinen Maximalhub erreicht, so wird durch den Schraubemuff z' das am Schaltrad y sitzende Zahnrad z gedreht, und dadurch auf der Schraubenspindel vorwärts bewegt, und mit ihm die Bohrmaschine. Um die Maschine zurückschrauben zu können, ist der Muff entweder mit Handgriffen versehen, oder auch so gezahnt, dass er mittelst einer Knarre vor Hand gedreht werden kann. An der Maschine, welche auf der Exposition zu Paris (1867) arbeitete, war zu dem Ende ein Kegelrad am vorderen Ende des Muffes angebracht, in welches ein ebensolches, mit Kurbel versehenes, eingriff. Durch Drehen der Kurbel konnte man den Muff und mit ihm die Maschine vor Hand rückwärts oder vorwärts schrauben. Am Maschinenrahmen fällt die besondere Schraubenspindel, welche wir an der vorigen Maschine, sehen weg, da eine der Leitstangen gleichzeitig als Schraubenspindel fungirt.

Eine solche Maschine wiegt 47,5 kgm. Hr. Sachs empfiehlt, selbige nur aus Messing und Stahl zu fertigen. Ueberhaupt hat man am Altenberg gefunden, dass die verderbliche Wirkung der ununterbrochenen Stöße, welchen Bohrmaschinen ausgesetzt sind, nicht durch massive Konstruktion der oscillirenden Theile, basi-

tigt werden kann, sondern dass es zweckmässiger ist, die Steuerhebel Schalthaken u. s. w. dünn und aus zähem Stahl anzufertigen, so dass diese Theile durch ihre Elasticität den Stössen widerstehen können. Alle Schraubenmutter müssen durch Splinte in ihrer Lage gesichert werden.

Herr *Sachs* empfiehlt, diese Maschine mit höchstens 2 Atm. Ueberdruck arbeiten zu lassen; bei einem Ueberdruck von 1,42 bis 1,63 also im Mittel 1,5 Atm. war die Spielzahl, pr. Min. 500 bis 600, im Mittel also 550.

Das Gewicht der mit Bohrer versehenen Kolbenstange etc. ist cca $8\frac{1}{2}$ kgm. Der Durchmesser des Cylinders $0,065^m$, der vorderen Kolbenstange $0,046^m$, der hinteren $0,020^m$. Die wirksame hintere Kolbenfläche ist mithin $\frac{\pi \times (0,065^2 - 0,020^2)}{4}$

= $0,003$ qm, der Ueberdruck auf selbige $1,5 \times 10308 \times 0,003 = 46,39$ kgm. Die Reibungswiderstände beim *Ausschub* des Kolbens können hinsichtlich der sorgfältigen Ausführung der Maschine höchstens zu $0,15 \times 8,5 = 1,28$ kgm angenommen werden. Die lichte Cylinderlänge ist $0,210^m$, der Maximalausschub $0,125^m$.

Bei jedem Spiel ist die Luftfüllung des Cylinders $0,64$ Liter, also pr. Minute bei 550 Spielen und unter Zurechnung von $\frac{1}{4}$ Luftverlust: 440 Liter, entsprechend $2,5 \times 440 = 1100$ Liter unter atmosphärischem Druck.

Zur Zusammenpressung dieses Luftquantums auf $1\frac{1}{2}$ Atm. Ueberdruck ist die Arbeit $\frac{1,41}{0,41} (2,5^{0,41} - 1) \times 1,1 \times 10308 = 17943$ kgmtr, oder pr. Sekunde 4 Pferdekräfte erforderlich. Ist der Wirkungsgrad des Gebläses $\frac{1}{2}$, jener des Wasserrades $\frac{3}{4}$, so beansprucht also eine Hochdrucksbohrmaschine $2 \times 4 = 8$ Pferdekräfte an der Pistonstango der Luftpumpe, oder $8 \times \frac{2}{3} = 10,6$ Naturpferdekräfte.

Die Acceleration, mit welcher sich der Kolben vorwärts bewegt ist:

$$p = \frac{46,39 - 1,28}{8,5} \times 9,81 = 51,94^m; \text{ die Geschwindigkeit des aufstossenden Bohrers:}$$

$$v = \sqrt{2 \times 51,94 \times 0,125} = \sqrt{12,98} = 3,6^m; \text{ die mechanische Arbeit, welche der}$$

$$\text{das Gestein treffende Bohrer enthält: } L = \frac{8,5 \times 36,2}{2 \times 9,81} = 5,62 \text{ kgmtr. Mithin}$$

sollte diese Maschine die Leistung von $\frac{5,6 \times 550}{4 \times 30} = 26$ Häuern verrichten, von

allen Stillestandszeiten abgesehen. Da das Kraftbedürfniss dieser Maschine zu jenem der Niederdruckmaschine sich wie $4,0 : 4,1 = 1 : 1,03$ verhält, das *theoretische* Leistungsvermögen aber wie $(0,069 : 0,086 = 1 : 1,25)$, so folgt, dass mit *Hinsicht auf Kraftökonomie* die Niederdruckmaschinen à priori vorzuziehen sind.

Die Tiefe der Eindringung des Bohrmeißels in das Gestein ist bei jeden Schlag

$$s = \sqrt{\frac{5,6}{4 \times 7305333 \times 0,036 \times 1,15}} = \sqrt{0,000045} = 0,0021^m, \text{ sofern dieselben}$$

Bedingungen stattfinden, welche der Berechnung der Niederdruckmaschine zu Grunde lagen. Die vortheilhafteste Setzungszahl ist $3,14 \times \left(\frac{0,036 + (4 \times 0,0021)}{4 \times 0,0021} \right)$

= 16,6, und dieser entspricht ein theoretischer Bohrausschlag von $\frac{550 \times 0,0021}{16,6}$

= 0,069^m pr. Minute.

Nach *Sachs* erzielte man bei einem Versuchsbohren über Tage in "sehr hartem Dolomit" mit dieser Maschine einen Ausschlag von 1 Zoll pr. Minute (d. i. 0,026^m), "Bohrwechsel mit einbegriffen". Die Umsetzungszahl der Maschine scheint nach Hr. *Sachs*' *Zeichnung* 12 zu sein, obwohl das Schaltrad 36 Zähne hat.

Hr. *Sachs* sucht den Grund dass diese kleine Maschine ebenso viel leiste als die Niederdruckmaschine mit 3 mal grösserer Kolbenfläche und fast 2 mal grösserem Kolbendruck, in besserem Nutzeffekt der ersteren in Folge kleinerer Dimensionen und sorgfältigerer Ausführung, sowie in deren automatischer Vorwärtsschiebung, welche nutzlose Schläge aufhebt. Sind die Leistungen beider Maschinen beim Bohren unter *gleichen* Verhältnissen wirklich gleich, so scheint daraus aber auch zu folgen, dass man bisher bei Bohrmaschinen im allgemeinen unnötig starken Kolbendruck angewendet hat.

Hr. *Sachs*' Behauptung (p. 16): "Zudem hat die Erfahrung gezeigt, dass die Geschwindigkeit des Bohrens nicht im Verhältniss der Zunahme der Anzahl Stösse des Bohrers gefördert wird" scheint uns gerechtfertigt, *sofern* nemlich die Spielzahl *so* gesteigert würde, dass der Kolben keine vollen Hübe mehr verrichten könnte; gleichzeitig aber macht diese Behauptung schwieriger erklärlich, wie die schwächere Hochdruckmaschine ebenso viel als die stärkere Niederdruckmaschine leisten konnte.

Ausser den nun beschriebenen 2 Bohrmaschinen erwähnt Hr. *Sachs* in seiner Schrift noch andere zu *Altenberg* versuchte, z. B. solche mit Hahnsteuerung, welche aber nur Uebergangsformen gewesen zu sein scheinen. Im allgemeinen ist bezüglich der *Altenberger* Maschinen anzumerken, was auch schon von anderen, mit direkt von der Treibekolbenstange aus bewegter Steuerung gesagt wurde, nemlich dass sie bei geringstem Einklemmen des Bohrers stille stehen. Desshalb ist bei denselben sorgfältiges Centriren und Einpassen der Bohrer *sehr nothwendig*. Bohrmaschinen mit Hilfsmaschinen für die Umsteuerung und Setzung sind in dieser Beziehung weniger empfindlich. Jedenfalls aber muss auch der Gang letzterer so ununterbrochen bewacht werden, dass die Hilfsmaschinen keine wesentliche Ersparniss an Arbeitslöhnen zu Folge haben. Sie veranlassen aber grösseren Kraftaufwand, complicirtere Konstruktion, höheres Gewicht, theuereren Preis und zahlreichere Reparaturen der Bohrmaschinen, und desshalb hat man sie zu umgehen gesucht.

Zur Befestigung der Bohrmaschinen bediente man sich am *Altenberg* anfangs der *Schumann'schen* Schraubenspreitzen und machte dabei dieselbe Erfahrung wie in *Freiberg*, nemlich dass diese Befestigungsweise nicht hinreichend sicher sei und

dennoch so viel Zeit beanspruchte, dass der Totaleffekt der Bohrmaschinenarbeit dadurch wesentlich herabgezogen wurde. Deshalb gieng man zu einem wagenartigen Gerüst über, welches in *Freiberg* nicht zur Ausführung gekommen war, obwohl man daselbst alle betreffl. Details genau erörtert hatte. Dieser Bohrmaschinenwagen (Pl. IX. Fig. 1 bis 3) ist ein an den 2 Radachsen a'a' aufgehängter Käfig, bestehend aus den 2 hölzernen Streckbalken b'b', welche durch Streben aus Winkeleisen und durch die Anker c' abgesteifte, eiserne Ständer d' tragen. Der Vordertheil des Käfigs hängt über die Radachsen heraus und besteht aus 2 Paar gusseisernen Ständeren d'd' mit verzahnten Rändern. Die Zähne an den Rändern der Ständer sind im Winkel auswärts gekröpft. Das vordere Ständerpaar nimmt eine geschlitzte Querstange A (Pl. VII Fig. 8 und 9), das hintere eine runde Stange B (Pl. VII Fig. 7) auf; durch Schliesskeile, welche sich gegen die Zähne stützen, werden diese Stangen in ihrer Stellung gehalten. In dem Schlitz der vorderen Stange lässt sich der Gabelträger f'f', verschieben; derselbe ist ausserdem um einen vertikalen Bolzen drehbar, und kann durch die Mutter r'' an der Stange festgeklemmt werden. Dieser Träger dient dem Vordertheil des Bohrmaschinenrahmens a a als Stützpunkt. Die hintere (runde) Stange trägt den Verbindungskopf C (Pl. VII, Fig. 1, 3, 7), welcher durch den Zapfen B'' mit dem hintersten Querstück b des Maschinenrahmens verbunden ist. Der Kopf C ist drehbar um die Stange B, der Zapfen B'' um die Schraube B'', der Maschinenrahmen um den Zapfen B''; also lässt sich der Rahmen und mit ihm die Bohrmaschine in sehr verschiedene Richtungen stellen, und durch Anziehen der Schraubenmutter und Einschlagen der Schliesskeile in denselben befestigen. Diese Befestigung aber findet nur am hinteren Arm statt, der vordere dient lediglich als Support. Will man die Maschine heben oder senken, so müssen die Träger A und B entsprechend höher oder tiefer gelagert werden; seitliche Bewegungen lassen sich durch Verschieben des Kopfes C und des Gabelträgers f' auf den Stangen A und B, so wie durch Drehung des Rahmens um den Schraubenbolzen B'' bewirken. Da die Träger A und B seitlich aus dem Käfig hervorragen, so lassen sich auch zwischen diesem und den Ortsulmen Bohrmaschinen befestigen. Zwischen dem Käfig und den Ulmen ist cca 1 Fuss Zwischenraum; die Spurweite des Wagens betrug am *Altenberg* 1,2^m. Durch Keile wird der Wagen gegen die Firste und Sohle des Ortes verspreizt.

Der hintere Theil des Wagens dient als Lagerplatz für Bohrmaschinen und Geräthe; er trägt aber auch ein Wasserreservoir, aus welchem mittelst Luftdruck durch einen 15 bis 20^{mm} weiten Gummischlauch ein dünner Wasserstrahl in das Bohrloch gespritzt werden kann. Dies Wasserreservoir besteht aus einem oberen offenen Kasten und einem unteren geschlossenen. Beide Kästen sind durch ein Rohr mit Hahn verbunden. Mittelst einer Handpumpe schafft man Wasser aus der Wasserseige des Ortes in den oberen Kasten und füllt aus ihm je nach Bedürfniss den unteren. Nahe dem Deckel des letzteren mündet eine vom Luftrohr abgezweigte Schlange, nahe dem Boden eine andere mit Spritzmundstück versehene. Ist der untere Kasten fast mit Wasser gefüllt, und schliesst man den Verbindungs-

der Maschi-
nen auf selbi-
gem. Pl. VII
Pl. IX. Fig.
1 bis 3.

bahn zwischen beiden Kästen während man die Hähne der Luftschnge und des Spritzrohres öffnet, so treibt der Luftdruck das Wasser durch letzteres Rohr.

Für die Auflagerung der Hochdruckbohrmaschine hat Hr. *Sachs* die aus Pl. VII, Fig. 11, 13, 14, 15, 16, 17 ersichtliche Befestigungsweise angegeben. Der vordere Gabelstützpunkt ist nicht *direkt* am Arm A befestigt, sondern wird durch 2 Schraubenspindeln getragen, welche sich an diesem Arm verschieben und gleichzeitig höher und tiefer stellen lassen (Fig. 16, 17). Die hintere Auflagerung besteht aus dem Charnier D (Fig. 11, 13, 14, 15), welches an dem Träger B verschiebbar und um ihn drehbar, durch die Schraube d festgeklemmt werden kann. Die Schraubenspindel d aber dreht sich (vor dem Anziehen der Mutter) in dem Charnier D, und in ihrem Kopf ist noch der vom Querstück b des Maschinenrahmens ausgehende Schwanz z" drehbar, so lange die Mutter z" nicht angezogen wird. Mithin ist der hintere Theil des Rahmens in ebenso vielen Richtungen beweglich, als bei der vorher beschriebenen Auflagerungsweise.

In neuerer Zeit hat man am *Altenberg* ein von Hr. *Döring* konstruirtes Bohrmaschinengestell angewendet, welches in Zusammenhang mit den *Döring'schen* Bohrmaschinen beschrieben werden soll.

Wartung der
Bohrmaschi-
nen.

Zur Wartung einer *Altenberger* Bohrmaschine sind 2 Arbeiter erforderlich. Der die Maschinen und Utensilien tragende Bohrmaschinenwagen wird vor Ort gehörig verkeilt und verspreizt. Die Stelle wo das Bohrloch angesetzt werden soll, wird senkrecht zur Richtung des Loches geebnet, weil sonst der Bohrmeißel leicht abgleitet oder stecken bleibt. Die Maschine wird nun in gehöriger Stellung auf dem Wagen fixirt, und der breiteste Bohrer eingesetzt; als ersten Bohrer kann man einen Kolbenbohrer anwenden. Die Maschine wird auf dem Rahmen soweit vorwärts geschoben, dass der ausgezogene Bohrer das Gestein trifft; indessen ordnet man die Luft- und Wasserschläuche, und lässt sodann die Maschine langsam an, so dass das Loch wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll tief zugebrüstet wird, ehe man vollen Luftzutritt gestattet. Einer der Arbeiter besorgt die Wassereinspritzung, der andere regulirt den Lufthahn und schraubt die (nicht automatische) Maschine der Vertiefung des Loches entsprechend vorwärts. Ist ein neuer Bohrer einzuwechseln, so sperrt man die Luft ab, und schraubt die Maschine hinreichend weit auf dem Rahmen zurück. Längere als 0,9^m lange Bohrer kann man aber ohne Seitenverrückung der Bohrmaschine nicht einwechseln. Sind die bestimmten Löcher abgebohrt, so schliesst man den Hauptlufthahn, legt die Maschinen auf den Wagen, löst diesen und schiebt ihn zurück, bis die Löcher weggethan sind. Dann legt man die Wände zu Seiten der Bahn auf, so dass letztere frei wird, schiebt den Wagen wieder vor, und beginnt eine neue Reihe Löcher abzubohren. Das Haufwerk wird indessen durch besondere Arbeiter auf einer 0,6^m weiten, zwischen den Schienen für den Bohrmaschinenwagen ausgelegten, Bahn weggeführt.

Anwendung
Bohrma-
schinen beim
Strecken-
betrieb am
Altenberg.

Bereits im Jahre 1862 begann man am *Altenberg* Einrichtungen für Streckenbetrieb mit *Schumann'schen* Bohrmaschinen zu treffen, aber erst 1864 kam daselbst die Maschinenarbeit zu regelmässiger Ausführung. Aus Hr. *Sachs'* Schrift geht nicht deutlich hervor, ob die daselbst mitgetheilten, bis zum August 1864 gewon-

nenen Resultate *ausschliesslich* durch die *Altenberger* Bohrmaschinen erzielt worden sind, oder ob auch durch *Schumann'sche*. Jedenfalls wandte man *neben* der oben beschriebenen Niederdruckmaschine Bohrmaschinen anderer Konstruktion (z. B. solche mit Hahnsteuerung) an; die Hochdruckmaschine aber kam zu jener Zeit beim Grubenbetrieb nicht in Gebrauch. Die letzten 68^m des 127^m langen in 90^m Tiefe vom *Perrierschacht* nach der Galmeilagerstätte getriebenen, Querschlag wurden vom März bis August 1864 durch Maschinenarbeit aufgeföhren. Das Gestein war fester quarziger Grauwackenschiefer, sodann quarziger Dolomit; nicht nur schwergebohrt sondern zum Theil auch sehr wassernöthig. In der letzten Zeit aber durchfuhr man mittelst Maschinenarbeit in der Nähe der Erzlagerstätte mildere schwarze Schiefer. Der Querschnitt des Ortes war 2,25 × 2,25 Meter.

Als Motor diente ein ober-schlächtiges Wasserrad, welches 110 Liter Aufschlag pr. Sekunde mit 8,57^m Fall, mithin 16²/₃ (?) Naturpferdekräfte disponirte (*Sachs* p. 31 *). Hiermit "konnte man hoffen zwei Bohrmaschinen gleichzeitig vor Ort in Bewegung zu setzen". Da die Bohrmaschinen nicht beständig arbeiteten, so "war anzunehmen, dass nur etwa ³/₄ der vorhandenen Kraft für sie beansprucht werde" und der Rest sollte für den Betrieb eines Sägegatters und mehrer Drehbänke reservirt bleiben.

Die von Hr. *Kley* in *Bonn* konstruirte Luftpumpe war eine doppelwirkende, liegende von 0,25^m Durchmesser und 0,92^m Maximalhub. Bei 40 bis 45 Spielen pr. Minute saugte sie also fast 4 km Luft ein. Die Ventilkappen waren runde Lederscheiben, auf einem gitterförmigen Messingsitz in der Mitte festgehalten. Bei gutem Wasserstand und Stillestand der Drehbänke und des Sägegatters konnte man 3 Atmosphären Spannung erreichen, wobei aber der Cylinder sich stark erhitzte. Beim Bohren genühten 1 bis 1¹/₄ Atm. Ueberdruck.

Von der Luftpumpe wurde die komprimirte Luft in einen als Reservoir dienenden alten Kessel von 5 kbmtr Fassungsraum gepresst. Den Inhalt der Röhren eingerechnet, betrug der Luftvorrath im ganzen 12 kbmtr, und war für den regelmässigen Gang der Bohrmaschinen nicht überflüssig gross.

Die Röhrenleitung hatte eine Gesamtlänge von 266^m. Hievon lagen 54,3^m über Tage in einer gemauerten Rösche, und bestanden aus 0,38^m weiten gusseisernen Röhren. Die Leitung im Schacht war aus 0,12^m weiten gusseisernen Röhren zusammengesetzt, jene im Ort aus 0,075^m weiten schmiedeeisernen. Die Uebergänge von den weiteren in die engeren Röhrentouren waren durch konische Zwischenstücke vermittelt. Die einzelnen Röhren durch Flantschen mit einander verbunden und die Verbindungen durch Gummiringe gedichtet. Abschlussventile in der Röhrenleitung befanden sich vor dem Luftreservoir und über dem Schacht. Die Kautschukschlangen hatten 0,05^m lichte Weite bei 7^{mm} Wandstärke, und waren auf 10 Atm. garantirt.

*) *Anm.* Hier scheint ein Druckfehler in Hr. *Sachs'* Schrift vorzuliegen, indem 110 Liter Wasser bei 8,57^m Fall nur 12¹/₂ Naturpferdekräfte enthalten.

Man arbeitete mit 2 Bohrmaschinen. Nach den früher angestellten Berechnungen kann aber die disponible Kraft nicht ausgereicht haben, um *gleichzeitig* 2 Maschinen mit 300 bis 400 *Spiele*n in Gang zu halten; die Maschinen scheinen mithin alternierend oder mit geringerer Hubzahl gearbeitet zu haben. Auch ist nicht zu vergessen, dass man während der Anstellzeit u. a. Pausen einen Luftvorrath in dem Reservoir sammeln konnte. Zur Bedienung von 2 Bohrmaschinen waren vor Ort 4 Bergarbeiter erforderlich, welchen aber zur Beseitigung kleiner Schäden noch ein Maschinist beigegeben wurde. Man disponirte 12 Bohrmaschinen, wovon 3 mit Hahnsteuerung, 9 mit Schiebersteuerung. Vier der letzteren befanden sich gewöhnlich in der Grube (2 unter Arbeit, 2 in Reserve) 5 in der Reparaturwerkstätte. Einzelne Maschinen konnten 14 Tage lang in der Grube in Gebrauch sein, ohne Reparaturen zu bedürfen.

Die unteren Einbruchslöcher wurden vor Hand abgebohrt, weil die Maschinen nicht bequem genug in die für diese Löcher erforderliche Lage gebracht werden konnten. Desshalb fand Bohrmaschinenarbeit nur während der Tagesstunden statt; in den 12 Nachtstunden bohrten 4 Häuer die 4 unteren Einbruchslöcher von selten über 0,4^m Tiefe; mitunter aber brachten sie nur 2 derselben fertig, und mussten zu den übrigen noch einige Stunden des Tages verwenden. Mit der Maschine wurden häufig 6 bis 8 Löcher von 0,5 bis 0,9^m Tiefe in der sechsständigen Schicht abgebohrt. Das Wegschieben des Gestelles, Besetzen, Schiessen und Beräumen, Wegschaffen des Haufwerkes, Wiederherbeiholen und Befestigen des Gestelles beanspruchte die übrige Zeit des Tages.

Die Schichten waren anfangs 8-stündig, später wegen grosser Nässe im Ort 6-stündig.

Vom Januar 1863 bis Februar 1864 hatte man durch Handarbeit in 13½ Arbeitsmonaten 58,50^m, also pr. Monat im Mittel 4,33^m *) aufgefahren. Das Gestein war sehr harter und fester quarziger Granwackenschiefer mit einzelnen milderen Schichten; die Häuerlöhne betragen pr. laufenden Meter im Mittel 214 fr. **)

Die Maschinenarbeit war vom 4 März bis Ende August 1864, im ganzen 6 Monate, ununterbrochen in Gang. Im Mai, Juni und Juli war das Gestein sehr hart und wasserreich, im August milder. Man fuhr auf:

im März	4,25 ^m	mit 250 fr.	Häuerlohn	pr. Meter	126 2
„ April	9,00 ^m	„ 160	„	„	14 0
„ Mai	9,00 ^m	„ 150	„	„	13 5 0
„ Juni	12,50 ^m	„ 150	„	„	15 5 5
„ Juli	15,00 ^m	„ 143	„	„	
„ August	18,75 ^m	„ 95	„	„	

Summe 68,5^m mit 141 fr. Häuerlohn pr. Meter.

Die Auffahrung durch die Maschinen betrug also pr. Monat im Mittel 11,41^m, oder 2,63 mal so viel als die durch Handbohren erzielte, wobei nicht zu vergessen, dass der Sohleneinbruch durch Handarbeit hergestellt wurde, samt dass man

*) Anm. Nach Hr. *Sachs* Berechnung 4,25^m.

**) Anm. Dies ist das Mittel der in Hr. *Sachs*' Schrift p. 34 aufgestellten Ziffern; die daseibst angeführte Mittelzahl ist 206 fr.

während des Augustes in mildem Gestein arbeitete. Im Juli wurden 2 mal in je 6 Tagen 5^m aufgefahren.

Die Kosten für die *Altenberger* Anlage betragen:

	Kosten
Hölzernes ober-schlächtiges Wasserrad mit Blechschaufeln, eiserner Achse und 2 Radkränzen, 68 ^m lange Wasserleitung und Radstäbe inbegriffen, im ganzen	frncs 18494,51
Compressionspumpe incl. Montirungskosten	" 4650,00
Manometer	" 181,86
Herstellung der Luftleitung, theilweise aus gusseisernen theilweise aus schmiedeeisernen Röhren, im ganzen von 280 ^m Länge, Kautschuk-Röhren inbegriffen	" 9578,44
12 Bohrmaschinen, incl. aller Veränderungen und Verbesserungen, die daran vorgenommen worden sind *)	" 6509,76
Gestell	" 2461,63
Bohrer, 100 Stück	" 1447,50
Eisenbahn für das Befestigungsgestell, 200 lauf. Meter, 25 kilo pr laufenden Meter, inclusive Schwellen und Arbeitslohn	" 2076,00
	Summa frncs 45399,69

"In den ersten 5 Monaten, während welcher die Maschinen im *härtesten* Gestein arbeiteten, avancirte die Strecke um 50 Metres, entsprechend 253^{km} Gestein. Dafür wurden verausgabt:

Frncs 8287	für Arbeitslohn an die Bergleute
" 900	" Maschinen- und Bankarbeiter
" 250	" den Werkführer
" 494,88	" Pulver und Zündschnur
" 105,00	" Unterhaltungskosten der Luftpumpe.

zusammen Frncs 10036,88.

Der Kubikmeter Gestein kommt also zu stehen auf:

Frncs 32,75	Arbeitslohn für Bergleute,
" 3,55	" " Maschinisten und Bankarbeiter,
" 1,95	für Pulver und Zündschnur,
" 0,40	" Unterhaltung der Luftpumpe,

Frncs 38,65 im ganzen.

Nehmen wir erfahrungsgemäss an, dass mittelst Handarbeit in derselben Zeit

*) Anm. Sechs von Hr. *Tigler* in *Ruhrort* gelieferte Maschinen kosteten 4215,7 frs, incl. Veränderungen und Versuchen an den ersten Maschinen. Secus andere Bohrmaschinen wurden in der Maschinenreparaturwerkstätte zu *Moresnet* angefertigt, und kosteten blos für Material und Arbeitslohn 281,25 fs pr. Stück.

Der Umstand, dass die *Altenberger* Bohrmaschinen zum Theil aus *Tigler's* Werkstätte hervorgegangen sind, dürfte die Veranlassung sein, dass man dieselben in neuerer Zeit öfters als *Tigler's* Bohrmaschinen angeführt findet.

26,25^m getrieben worden wären, also etwas mehr wie halb so viel als mit Maschinen, so hätte es dazu bedurft:

16 Bergleute zu frncs 48,00 *) pr. Tag auf 5 Monate	frncs 7200,00
Pulver und Zündschnur, k ^o 1,25 pr. Met. ³	„ 291,67

zusammen frncs 7491,67

oder frcs 71,35 pr. Kubikmeter Material, wovon frcs. 68,57 für Arbeitslohn. Der Unterschied zwischen den Kosten pr. Kubikmeter Gestein, abgesehen vom Anlagekapital, ist also frcs. 32,70 zu Gunsten der Maschinenarbeit. Hätte die Arbeit am *Attenberg* ein Jahr gedauert, so hätte man nach dem Gesagten an dem Stollenbetrieb frcs. 7451,60 gespart, welche zur Deckung der Zinsen und Amortisation des Anlagekapitales dienen konnten.“

Hinsichtlich dieser Berechnungen des Hn. *Sachs* (l. c p. 86 u. 37) haben wir jedoch einiges zu erinnern. Gezäbeabgang und Schmiedekosten kommen in keiner der Komparativberechnungen vor, und ist in dieser Beziehung anzumerken, dass beim Bohren mit Maschinen die Bohrer-schneiden im allgemeinen besser stehen als beim Handbohren in gleich festem Gestein, dass aber auf der anderen Seite das Centriren und Abdrehen der Maschinenbohrer besondere Kosten veranlasst, ebenso das Ausschmieden der Z-förmigen Schneiden.

Sparte man pr. Kubikmeter Aushieb 32,7 fr., so war die Ersparniss für 253^{km} Gestein, welche binnen 5 Monaten gewonnen wurden, 8273,1 frns, und hätte die Arbeit ein Jahr gedauert, so würde man nach „dem gesagten“ $\frac{8273,1 \times 12}{5} =$ 19855 frcs gespart haben, und nicht 7451,6 frcs.

Die mittelst Handarbeit erfahrungsmässig binnen 5 Monaten aufzufahrenden 26,25^m Ort entsprechen einem Aushieb von $26,25 \times 2,25 \times 2,25 = 132,9$ ^{km}, für welche 7491,67 frcs berechnet sind, so dass 1^{km} 56,38 frns kostet, und nicht 71,35 frns.

In der Berechnung der Gewinnungskosten von 1^{km} Gestein durch Maschinenarbeit ist die Ablöhnung des Werkführers nicht mit aufgenommen. Diese betrug 250 frcs pr. 253^{km} Gestein, also 0,99 fr. pr. Kubikmeter, so dass die Gewinnung des Kubikmeters durch Maschinenarbeit $38,65 + 0,99 = 39,64$ frcs kostete.

Der Unterschied der Kosten pr. Kubikmeter war also nicht 32,70 frns, sondern $56,38 - 39,64 =$ frcs 16,74 zu Gunsten der Bohrmaschinen woraus sich ein Jahresgewinn von 10164 frcs berechnet.

Hievon sind aber wenigstens Zinsen und Tilgungen des Anlagekapitales abzurechnen. Da während 5 monatlicher Arbeit die Ausgaben für Maschinen- und Bankarbeiter, d. i. für Maschinenreparaturen, 900 frcs betragen, während die befindlichen 12 Bohrmaschinen 6509,75 frcs gekostet hatten, so müssen wir als jährlichen Verschleissprocent der Bohrmaschinen $\frac{900 \times 12 \times 100}{6509,75 \times 5} = 33$ % annehmen,

*) Anm. In unsrer Quelle steht 8,00; dies ist aber jedenfalls ein Druckfehler.

unter der Voraussetzung, dass die Amortirungszeit einer Maschine der Zeit gleichzusetzen ist, binnen welcher die Unterhaltungskosten den Anschaffungskosten der Maschine gleichkommen. Legen wir hiezu 5 % Kapitalzinsen, so kostete Amortirung

und Verzinsung der Bohrmaschinen binnen 5 Monaten $\frac{6509,75 \times 0,38 \times 5}{12} = 1030,71$

frs. Für die übrigen 38889,94 frcs Anlagekosten (nach Abzug des Postens für Bohrmaschinen) rechnen wir 10 % Amortirungs- und 5 % Kapitalzinsen, oder

$\frac{38889,94 \times 0,15 \times 5}{12} = 2430,62$ frs; zusammen also für Amortirung und Ver-

zinsung der Anlage binnen 5 Monaten $1030,71 + 2430,62 = 3461,33$ frcs, oder pr.

Kubikmeter gewonnenen Gesteines $\frac{3461,33}{253} = 13,68$ frcs.

Die gesammten Gewinnungskosten von 1 kbmtr durch Bohrmaschinenarbeit waren mithin $39,64 + 13,68 = 53,32$ frcs, und die Kostenersparniss pr. Kubikmeter $56,38 - 53,32 = 3,06$ frcs oder 5,43 %, welches Resultat ein *sehr günstiges* zu nennen ist, wenn man berücksichtigt, dass zugleich eine Zeitersparniss von wenigstens 50 % erzielt wurde.

Ueber die am *Altenberg* in den Monaten August und Oktober 1866 beim Maschinenbohren erzielten Resultate theilt Hr. *Le Neve Foster* in *The Miners Association etc.*, Truro 1867, p. 12 einen Rapport des Hn. *Billharz*, datirt *Moresnet* im Frühjahr 1867, mit, welcher hier in Uebersetzung folgt. Die vorkommenden englischen Maasse und Münzen habe ich wieder auf das französische System reducirt und dabei 1 £ = 24,79 francs angenommen, wodurch mögliche kleine Differenzen in den letzten Decimalen erklärt werden. Aus Hr. *Fosters* Anmerkungen scheint zu folgen, dass man mit den s. g. Hochdruckbohrmaschinen arbeitete, theilweise vielleicht mit solchen *Döring'scher* Konstruktion. Jedenfalls waren die Maschinen auf dem *Döring'schen* Ständer aufgestellt.

Neuere Erfahrungen.

“*Gestein.* Das Gestein, worinn man in beiden Fällen arbeitete, war ein verklüfteter aber sehr zäher quarziger Dolomit, theils kurzklüftig theils voller Drusenlöcher, welche in der letzten Zeit die Arbeit oft unterbrachen. Dieser Dolomit ist mithin als ein sehr ungünstiges Gestein anzusprechen. Er zeigt keine Spur von regelmässiger Schichtung.

Gedingspreise und Arbeitseintheilung. Durch Handarbeit wurden von 6 Häuern, welche zu zweien 8 stündige Schichten verfahren, pr. Monat cca 3^m aufgeföhren. Der Gedingspreis war 174,0 frcs pr. meter, so dass der Mann in 8 stündiger Schicht 2,79 frcs verdiente.

Bei der Maschinenarbeit genühten für die 10 stündige Schicht 2 Mann und ein Lehrhauer, welche alle die Maschine handhaben konnten; für 2 Schichten brauchte man also nur 4 Mann und 2 Lehrhauer, so dass ein Mann gespart wurde. Die Arbeit wird in der Weise verrichtet, dass die Arbeiter die Maschine aufstellen und das Loch zweckmässig ansetzen, worauf sie das eigentliche Bohren dem Lehrhauer überlassen, während sie indessen seichtere Löcher an solchen Stellen abbohren, welche für die Handarbeit günstig liegen.

Die Maschine ruht auf *Döring's* Ständer, und kann in alle gewünschte Stellungen gebracht werden, so dass mit gleicher Leichtigkeit söhliche Löcher an der Firste oder Sohle abgebohrt werden können. Während des Bohrens, und namentlich in den 2 Stunden zwischen jedem Schichtenwechsel wird gesäubert und das Haufwerk durch Jungen weggeführt; diese Arbeit ist nicht im Hauptgedinge eingeschlossen.

Im Monat August war das Gedinge so gestellt, dass von der Erlängung in 14 Tagen der erste Meter mit 80, der zweite mit 90, der dritte mit 100, der vierte mit 124 frncs bezahlt wurde. In beiden Hälften des Monats fuhr man $3\frac{1}{2}$ m auf, oder zusammen 7 m, für 659,4 frncs oder 94,2 frncs pr. Meter. Der Lohn eines Lehrhäuers ist $\frac{4}{5}$ von dem eines Vollhäuers. Die 4 Arbeiter verdienten 471 fcs; die 2 Lehrhäuer 188,4 frncs. In Folge dieses günstigen Resultates wurde der Gedingpreis auf 60, 80, 90 und 110 frncs herabgesetzt. Aber wegen eines Bruches am Wasserrad, welches die Luftpumpe treibt, musste man zum alten Gedingesatz zurückgehen. Die direkte Ersparniss an Arbeitslöhnen war also 79,42 frncs pr. Meter.

Da das Ort stets gut ventilirt ist, und da die Arbeiter alle tiefen und schwer zugänglichen Löcher der Maschine überlassen, während sie selbst in der günstigsten Stellung arbeiten, so wird ihre Kraft besser benutzt.

Bohrlöcher und Gezähe. Die Löcher nehmen mit zunehmender Tiefe an Weite ab, werden mit 0,042 m begonnen, und mit Z förmiger Schneide 0,3 bis 0,46 m abgebohrt. Die Tiefe kann aber auf 4 bis 5 Fuss zunehmen, in welchem Fall die Weite auf 0,026 m abnimmt. Man beginnt das Loch mit einem von der Maschine gestossenen gewöhnlichen Kronenbohrer. In der Regel kann man Löcher durch die Maschine tiefer als durch Handarbeit abbohren, was namentlich für regelmässig geschichtetes nicht drusiges Gestein, und bei Anwendung von Nitroglycerin von Bedeutung ist. In diesem Fall braucht man verhältnissmässig weniger Löcher als bei Handarbeit. In dem sehr verklüfteten Gestein dieser Grube war die Tiefe der Maschinenlöcher und der vor Hand gebohrten nicht sehr verschieden, die Anzal ersterer pr. Streckmeter war aber entschieden kleiner. Zu 3 m Auffahrung durch Handarbeit brauchte man 112 Löcher von im Mittel 0,40 m Tiefe; für jedes Loch von 0,40 m Tiefe wurden 16 bis 24 oder im Mittel 20 Bohrer mit Stahlvorlage verschlagen. Dies beträgt 2240 Bohrer für 3 m Auffahrung. Andererseits wurden zu 7 m Auffahrung 163 Löcher von 0,5 m Tiefe durch die Bohrmaschine und 11 Löcher von 0,28 m Tiefe vor Hand abgebohrt. Zu den 163 Maschinenlöchern brauchte man 619 Bohrer, zu den 11 Handlöchern 150, zusammen 769 oder 109 pr. Meter, d. i. cca $\frac{1}{4}$ der beim Handbohren erforderlichen Anzahl.

Hinsichtlich des Kostenunterschiedes ist anzumerken, dass am *Altenberg* das Vorlegen und Ausschmieden des Gezähes verdungen ist. Der Schmied bekommt 14 centimes für jede Häuerschicht samt Stahl zum Vorlegen, und hierfür hält er das Geböhr in Ordnung.

Da gleichviele Hände bei der Maschinen- und Handarbeit thätig sind, und da in beiden Fällen monatlich 31 Schichten verfahren werden, so sind die Schmiedekosten in beiden Fällen $0,14 \times 31 \times 6 = 26,40$ frncs; und da in dem einen Fall 7^m getrieben wurden gegen 3^m in dem anderen, so betragen die Schmiedekosten bei der Handarbeit pr. Meter 8,62 frncs, bei der Maschinenarbeit aber nur 3,78 francs.

Der Schmied hat durch die Maschinenarbeit einigen Vortheil, wiewohl das Centriren der Bohrer und Ausschmieden der Z förmigen Schneide jedenfalls mehr Arbeit verursachen, als das Schärfen der Meiselbohrer; andererseits stehen erstere besser, wie aus den schon angegebenen Ziffern folgt.

Pulver. Zu 3^m Auffahrung durch Handarbeit waren 112 Löcher von je 0,40^m Tiefe, erforderlich; die Patronen für dieselben kosten cca 0,31 frncs jede, oder ungefähr 33,47 frncs für 3^m, d. i. 11,16 frncs pr. Meter.

Bei der Maschinenarbeit wurden 163 Löcher von 0,5^m Tiefe durch die Maschine, 11 von 0,28^m Tiefe vor Hand abgebohrt. Die Kosten für Patronen berechnen sich hiebei folgendermaassen:

Grosse Patronen		Kleine Patronen	
Pulver 128 grammes	0,154 frncs	64 grammes	0,077 francs
Züandschnur 1,77 ^m	0,154 „	0,61 ^m	0,090 „
Papier	0,003 „	}	0,021 „
Harz	0,021 „		
Darm 0,343 ^m	0,034 „		0,026 „
Handarbeit	0,017 „		0,017 „
	<u>Summa 0,383 francs</u>		<u>Summa 0,231 francs</u>

Mithin würden die Kosten für Schiessmaterialien pr. 7^m Auffahrung ungefähr 64,46 frncs betragen, oder 9,21 frncs pr. Meter.

Reparaturen der Maschine. Die Reparaturkosten, welche nach Aufstellung der folgenden Schätzung wesentlich kleiner geworden sind, betragen im Monat Oktober: für Arbeitslöhne

	69,41 francs
„ Materialien	<u>19,06 „</u>

Summa 88,47 francs, oder 12,64 frncs pr. meter.

Mithin kostet die Auffahrung von 1 Meter in festem, klüftigem Gestein durch

	Handarbeit	Maschinenarbeit
Löhne	174,00 francs	94,20 francs
Schmiedekosten	8,62 „	3,78 „
Pulver und Zündmaterialien	11,16 „	9,21 „
Maschinenreparaturen	<u>0,00 „</u>	<u>12,64 „</u>

Summa 193,78 francs 119,83 francs,

und durch letztere Arbeitsweise würden 73,95 francs pr. meter gespart werden, sofern man nicht die Betriebskosten einer besonderen Dampfmaschine zur Luftkompression in Abzug bringen müsste.

Führen wir diesen Posten in die Rechnung ein, unter Annahme dass eine

6-pferdige Dampfmaschine zum Betrieb zweier Bohrmaschinen genüge, so würden die Dampfmaschinenkosten pr. laufenden Meter sein:

Kohle	26,58 francs
Oel etc.	0,42 "
Ein halber Maschinistenlohn	8,59 "
	Summa 35,59 francs.

Subtrahirt man diesen Betrag von 73,95 francs oben berechneter Ersparniss, so würde man immer noch 38,36 francs Gewinn durch Anwendung von Bohrmaschinen erzielen.

Ein kleiner Komparativversuch in gleichem Gestein ergab folgende Resultate:

1., Zwei Arbeiter erzielten bei zweimännischem Bohren in 3 Stunden 0,458^m Bohrausschlag, oder 0,153^m pr. Stunde.

2., In 2 Stunden bohrte die Maschine 0,916^m, oder 0,458^m pr. Stunde.

Schliesslich mögen im folgenden die Vortheile des Maschinenbohrens zusammengestellt werden:

- 1., Entschiedener Zeit- und Geldgewinn.
- 2., Verminderung der Anzahl geübter Häuer, welche in andren Theilen der Grube besser verwendet werden können.
- 3., Ersparung von Menschenkraft, welche nur beim Abbohren von sehr günstig belegenen Löchern anzuwenden ist.
- 4., Vollständigere Ausnützung der Intelligenz der Häuer.
- 5., Ausgezeichnete Ventilation des Ortes, und in dieser Beziehung bewillkommene die Idee, komprimirte Luft zum Betrieb unterirdischer Maschinen anzuwenden.
- 6., Die Möglichkeit, das Ort mit regelmässigeren Grenzflächen zu treiben, da fast horizontale Löcher oben und unten ohne Schwierigkeit abgebohrt werden können. Dies ist ein Vortheil.

Ich glaube, dass hinsichtlich der ersten 2 Punkte durch fortgesetzte Versuche noch günstigere Resultate erzielt werden dürften."

Zu der vorstehenden gründlichen und interessanten Erörterung des Hn. *Billharz* haben wir nur anzumerken, dass eine 6-pferdige Dampfmaschine zur Luftkompression für 2 *gleichzeitig arbeitende* Bohrmaschinen schwerlich genügen kann, sofern die Dimensionen und Spielzahl der letzteren nicht wesentlich reduziert worden sind.

Ferner wollen wir versuchen, die durch Verzinsung und Amortirung des Anlagekapitales erwachsenden Ünkosten wenigstens annäherend zu berechnen, um diesen *schr wesentlich* Posten in den Kalkül mit einführen zu können. Es wurde weiter oben ermittelt, dass Amortirung und Verzinsung der Bohrmaschinen in 5 Monaten 1030,71 francs kostete; bei den, von Hn. *Billharz* diskutirten Versuchen arbeitete nur eine Bohrmaschine, mithin rechnen wir pr. Monat

$$\frac{1030,71}{2 \times 5} = 103,07 \text{ francs für Amortirung und Verzinsung derselben. Für die übrige Anlage fanden wir Zinsen und Amortirung innerhalb 5 Monaten} = 2430,62$$

frncs, entsprechend 486,12 frncs pr. Monat. Zusammen haben wir also $103,07 + 486,12 = 589,19$ frncs als monatliche Kapitaltilgungs- und Rentenbetrag einzuführen, oder $\frac{589,19}{7} = 84,17$ frncs für jeden aufgefahrenen Meter (da in einem Monat 7 Meter erlangt wurden).

Beim Betrieb der Bohrmaschine durch Wasserkraft folgt also ein Geldverlust von $84,17 - 73,95 = 10,22$ frncs für jeden durch Maschinenarbeit aufgefahrenen Meter, und beim Betrieb durch Dampfkraft würde dieser Verlust auf $84,17 - 38,36 = 45,81$ frncs steigen.

Aus den *Altenberger* Bohrmaschinen sind unter Hand des Hn. *Döring* mehre neue Konstruktionen hervorgegangen, welche in *England* den 9. Nov. 1866, 7. Jan. 1867, 10 Juni 1867; in *Schweden* den 5. März 1868 patentirt wurden. Beschreibung soll sich in *Engineering*, 21. Dec. 1866, vol. II p. 476 finden; kurze Notizen (ohne Zeichnungen) enthält *The Miners Association etc. Truro* 1867, p. 10 und 74. Die officiële schwedische Patentbeschreibung wurde in *Post- och Inrikes Tidningar* N:o 69 (A), den 23 März 1868 veröffentlicht. Auf der *Pariser* Ausstellung war *Döring's* Bohrmaschinengestell in der Zollvereinsabtheilung. Cl. 47 N:o 7 ausgestellt, und diente daselbst als Support für eine *Altenberger* Hochdruckbohrmaschine. Ein Holzschnitt dieses *Gestelles* ist in *Miners Association etc.* p. 12, sowie in *The Practical Mechanics Journal*, April 1867 p. 7 zu finden. Auf der *Pariser* Ausstellung sah ich auf dem erwähnten Gestell ein einziges mal, und da nur ganz kurze Zeit, eine der *Döring'schen* Bohrmaschinen in Arbeit; dieselbe gehörte jedoch nicht zu den Expositionsartikeln, findet sich auch nicht im Ausstellungskatalog aufgenommen. Nach den Beobachtungen, welche sich binnen weniger Minuten an der arbeitenden Maschine anstellen liessen, entwarf ich die Skizzen auf Pl. VI. Fig. 8 bis 11, welche aber' nur das *Princip* einer der *Döring'schen nahe verwandten* Bohrmaschine versinnlichen. Später und nachdem Pl. VI schon gedruckt war, erhielt ich Hr. *Le Neve Fosters* Abhandlung über einige Bohrmaschinen in *The Miners Association etc.*, und entwarf nach der kurzen Charakteristik (ohne Zeichnungen) l. c. p. 74 über *Döring's* Maschine die Fig. 14. auf Pl. VIII. Nachdem Hr. *Döring* hier im Lande Patent erhalten hatte, wurden seine Specifikationszeichnungen für hiesige Bergschule beim Commerce-Collegium gelöst; in verjüngtem Maasstab sind dieselben auf Pl. VIII wiedergegeben. Die Patentbeschreibung in *Post- och Inrikes Tidningar* ist stellenweise leider sehr unklar, so dass auch die hier folgenden Mittheilungen zu wünschen übrig lassen.

Ich will zunächst die Skizzen 8 bis 11 auf Pl. VI erläutern, denn obwohl selbige nach dem vorgehenden kein völlig korrektes Bild *Döring'scher* Maschinen geben, so können sie doch zum Verständniss der Specifikationszeichnungen über letztere beitragen. Die verschiedenen in den Figuren sichtbaren Röhren sind in Wirklichkeit theilweise um den Hauptcylinder herum geschlungen, wurden aber der Deutlichkeit wegen so viel möglich als auf einer Ebene abgewickelt dargestellt. Die Bohrmaschine gleitet auf den 2 längeren Stangen eines Rahmens. Die eine dieser Stangen (32) ist mit Schraubenwindung versehen, so dass die ganze Maschine durch Drehung des auf ihr reitenden Schraubenmuttersteigrades (31) vorwärts oder

Döring. Pl.
VIII. Pl. VI.
Fig. 8 bis 11.

Konstruktion.
Pl. VI. Fig. 8
bis 11.

rückwärts bewegt werden kann. Fig. 8 giebt einen horizontalen Mittelschnitt, Fig. 9 einen Querschnitt nach AB durch das erwähnte und durch ein anderes, zum Setzen des Bohrers dienendes, Steigrad; Fig. 10 und 11 zeigt die Steuerkolben in verschiedener Stellung. Die Kolbenstange (2), welche vorne den Bohrer (1) trägt, stösst, sobald der Kolben fast seinen Lauf vollendet hat, mittelst der Nase (4) gegen die Muttern (6) oder (7) an der Steuerstange (5), bewirkt dadurch eine kurze Vorwärts- oder Rückwärtsschiebung der Steuerstange, und somit die Umsteuerung. An der Steuerstange sitzen die 4 Kolben (9, 10, 11, 12), in dem Steuerzylinder (8). Der Raum zwischen den beiden inneren Kolben (10 und 11) wird durch das Rohr (13) stets mit komprimirter Luft gefüllt gehalten. Die Räume zwischen den äusseren Kolben (9 und 10, samt 11 und 12) communiciren dagegen durch (14) stets mit der äusseren Luft. Die Öffnungen (15, 18, 28) im Steuerzylinder, welche durch Röhren mit dem Hauptzylinder und mit 2 Hülfsmaschinenzylindern communiciren, treten je nach der Stellung der Steuerkolben bald mit der Kammer für komprimirte Luft in Verbindung, bald mit den Ausblaskammern. Vollendet der Treibekolben (3) seinen mittleren Ausschub bis β , so schiebt die an die Mutter (6) stossende Nase (4) die Steuerkolben in die durch Fig. 10 angedeutete Stellung, in welcher komprimirte Luft durch die Röhre zwischen den Öffnungen (15) und (16) vor den Treibekolben (3) tritt, während die hinter demselben befindliche Luft durch die Röhre zwischen den Öffnungen (20 und 18) und durch (14) entweicht; der Kolben geht also rückwärts. Hat er auf dem Rückweg den Punkt α erreicht, so beginnt die Nase (4) auf die Mutter (7) zu wirken, wodurch die Steuerkolben schliesslich in die auf Fig. 8 angedeutete Stellung kommen, welche gestattet dass komprimirte Luft durch (18 und 20) hinter den Treibekolben tritt, während die vor dem Kolben befindliche Luft durch (16, 15, 14) entweicht; der Treibekolben wird also vorwärts geschoben.

Die Setzung des Bohrers erfolgt mittelst des Schaltrades (24), welches auf der hinteren vierkantigen Kolbenstange (26) so sitzt, dass diese Stange (und mit ihr der Kolben und Bohrer) an der Drehung des Schaltrades Theil nehmen muss, während letzteres der hin und hergehenden Bewegung der Kolbenstange nicht folgt. Auf das Schaltrad wirkt die Klinke (23), welche durch eine kleine Separatkolbenmaschine (22) hin und her gezogen wird; der Sperrhaken (25) hindert die dabei rückgängige Bewegung des Schaltrades. Der Cylinder der Hülfsmaschine (22) communicirt vor dem Kolben durch die Röhre (21, 18) hinter dem Kolben durch die Röhre (17, 15) mit den Steuerkammern. Hat der Hauptkolben (3) seinen Rücklauf vollendet, und bewegt er sich vorwärts (Fig. 8), so tritt komprimirte Luft durch (18, 21) vor den Kolben der Hülfsmaschine, und gleichzeitig entweicht die hinter diesem Kolben befindliche Luft durch (17, 15, 14), so dass der Kolben und mit ihm die Stossklinke (23) zurückgezogen wird; hat hingegen der Hauptkolben auf seinem Ausschub umgesteuert (Fig. 10 oder 11), so tritt komprimirte Luft durch (15, 17), hinter den Kolben der Hülfsmaschine, und die vor demselben befindliche Luft entweicht durch (21, 18, 14); der Kolben schiebt die Stossklinke

(23) vorwärts, und dreht das Schaltrad (24) um einen Zahn. Die Drehung des Bohrers erfolgt mithin, nachdem der Hauptkolben (3) seinen Ausschub vollendet hat.

Für das Vorwärtsschieben der Bohrmaschine ist gleichfalls eine besondere Hilfsmaschine (29) angebracht, deren Kolbenstange die Stossklinke (30) gegen das auf der Schraubenspindel (32) sitzende Schaltrad (31) drückt, sobald die Vertiefung des Loches, das Vorwärtsschrauben der Maschine nöthig macht. Der Vordertheil der Hilfsmaschine (29) communicirt nemlich mit den Steuerkammern durch das Rohr (27, 19, 18, 13), der Hintertheil durch (28, 28). So lange der Treibkolben (3) nicht seinen äussersten Hubpunkt δ erreicht, steht der Hintertheil des Cylinders der Hilfsmaschine *bei allen Stellungen der Steuerkolben* in Kommunikation mit der äusseren Luft, so dass die Stossklinke (30) zurückgezogen ist. Sobald aber das Loch so tief wird, dass der Treibkolben (3) bis δ ausschieben kann, kommen die Steuerkolben in die auf Fig. 11 angedeutete Stellung, komprimirte Luft geht durch (28, 28) *hinter* den Kolben der Hilfsmaschine (29), die *vor* diesem Kolben befindliche Luft entweicht durch (27, 19, 18, 14), der Kolben schiebt also die Stossklinke (30) gegen die Zähne des Schaltrades, dieses dreht sich, und schraubt (durch mehre Stösse) die Maschine so lange vorwärts, bis der Treibkolben nicht mehr den Punkt δ erreichen kann.

Mit Hülfe des angeführten dürfte die durch Fig. 1 bis 7 dargestellte *Döring-* Pl. VIII Fig. 1 bis 7.
sche Maschine leichter zu verstehen sein. Fig. 1 giebt eine Plansektion, Fig. 2 eine Vertikalsektion, beide durch die Mittellinie; Fig. 3 eine Vertikalsektion durch die Mittellinie des Vertheilungscylinders; Fig. 4 eine äussere Ansicht von unten, Fig. 6 eine solche von oben, Fig. 5 Vorderansicht, Fig. 7 Hinteransicht.

Die Maschine lässt sich an 4 Ohren E'E' auf den Stangen B und C hin und herschieben. Die Stange B ist zu einer Schraubenspindel geschnitten, auf welcher zwischen den 2 Ohren E' eine Mutter E sitzt. Diese besteht aus 2 Hälften, und lässt sich durch Anziehen oder Lösen des Halsringes x nach Erforderniss in oder ausser Eingriff mit der Schraubenspindel setzen. Die Mutter durchdringt das hintere Ohr, und trägt hinter demselben das 12-zählige Steigrad D, auf welches eine von der kleinen Hilfsmaschine P bewegte Stossklinke wirkt. Ist die Mutter gegen die Schraubenspindel geklemmt, so bewegt sich durch Drehung des Schaltrades die Bohrmaschine auf dem Rahmen vorwärts. Wird die Mutter gelöst, so lässt sich die Maschine leicht zurückziehen; ausserdem lässt sich diese Bewegung bewirken rückwärts ohne Lösung der Mutter leicht durch ein paar konische Räder mit Kurbel

Die Setzung des Bohrers erfolgt durch die 4-kantige, in den Kolben F und die Kolbenstange G greifende Stange H, auf welcher hinter dem Cylinder das 16-zählige Schaltrad I verkeilt ist. Seine Drehung erhält letzteres durch eine von der kleinen Hilfsmaschine O bewegte Stossklinke. Die komprimirte Luft (oder Dampf) tritt durch L direkt in den Steuerkasten N, und durch die Öffnung Q in den Vertheilungscylinder M. Der entlastete Kolbenschieber im Steuerkasten N wird durch die kleine Maschine N (links) hin und her gezogen; letztere Maschine (der s. g. Ventilcylinder) aber wird vom Vertheilungscylinder M aus durch die Bewegung der Hauptkolbenstange G umgesteuert. Es liegt dieser Einrichtung

also die bei Wassersäulenmaschinen oft angewendete Umsteuerungscombination zu Grunde. Die Hauptkolbenstange G zieht mittelst des Halsringes T (in welchem sie sich dreht) die Steuerstange S in dem Vertheilungscylinder M hin und her. Letztere trägt die beiden Kolben R, R, welche die Öffnung Q für komprimirte Luft zwischen sich haben, in welcher Stellung die Steuerkolben sich auch befinden mögen. Durch die Öffnungen f und g an den Enden des Vertheilungscylinders kann die Luft vor oder hinter dem Kolben R, R entweichen. Die Öffnung a des Vertheilungscylinders communicirt durch eine Röhre mit der rechten Seite des Ventilcylinders N. (Obs.! Dieser Cylinder muss augenscheinlich beiderseitig geschlossen sein, und nicht offen auf der einen Seite, wie die Zeichnungen angeben). Die Öffnung U des Vertheilungscylinders communicirt durch eine andere Röhre mit der linken Seite des Ventilcylinders N. Hat der Hauptkolben F seinen Hub vollendet, so befinden sich die Kolben des Vertheilungscylinders in der auf Fig. 3 angedeuteten Stellung, welche gestattet, dass komprimirte Luft durch a auf die rechte Seite des Kolbens im Ventilcylinder tritt, während die links von diesem Kolben befindliche Luft durch U und g in's Freie entweichen kann.

Hierdurch wird der Kolben des Ventilcylinders und mit ihm der entlastete Kolbenschieber im Steuerkasten in die auf Fig. 2 angedeutete Stellung gezogen, komprimirte Luft tritt aus L durch K *vor* den Treibekolben F, die *hinter* demselben befindliche Luft entweicht durch K und den Steuerkasten (rechts vom Schieber) und der Treibekolben geht rückwärts. Hat er seinen Rücklauf vollendet, so stehen die Öffnungen Q, U mit dem Raum zwischen den Kolben R, R des Vertheilungscylinders in Kommunikation, die Öffnungen a, c hingegen gestatten der Luft durch f auszuströmen. Die Folge ist, dass komprimirte Luft durch U links vom Kolben in den Ventilcylinder N tritt, während die rechts von diesem Kolben befindliche Luft durch a und f entweicht; dass der Ventilkolben und mit ihm die Steuerkolben nach rechts gehen; dass komprimirte Luft *hinter* den Treibekolben F tritt, während die *vor* demselben befindliche links aus dem Steuerkasten entweicht; dass der Treibekolben F mit Zubehör vorwärts getrieben wird.

Während der Hauptkolben sich rückwärts bewegt, tritt komprimirte Luft durch die auf Fig. 6 und 7 angedeuteten Röhren auch hinter den Kolben der Hilfsmaschine O, gleichzeitig entweicht die vor diesem Kolben befindliche Luft, die Klinke wird gegen das Schaltrad I gestossen, dieses um 1 Zahn gedreht und also der Bohrer um $\frac{1}{16}$ der Periferie gesetzt. Während des Ausschubes des Hauptkolbens F tritt komprimirte Luft *vor* den Kolben der Hilfsmaschine, die *hinter* ihrem Kolben gesammelte Luft entweicht, und der Schalthaken wird zurückgezogen.

So lange der Ausschub des Treibekolbens F unverändert bleibt, werden die Vertheilungskolben R, R nicht weiter ausgezogen, als dass die Öffnung c ausserhalb der Kammer zwischen diesen Kolben zu liegen kommt. Wenn aber, durch Vertiefung des Bohrloches, der Kolbenausschub endlich so zunimmt, dass die Öffnung c zwischen den Vertheilungskolben R, R liegt, so tritt komprimirte Luft durch diese Öffnung und das oberste auf Fig. 6 angedeutete Rohr vor den Kolben

der Hilfsmaschine P, und gleichzeitig entweicht die hinter diesem Kolben gesammelte Luft durch u und g. Der Kolben der Hilfsmaschine, und mit ihm der auf das Schaltrad D wirkende Haken, wird also zurückgezogen. Während des Rücklaufes des Treibekolbens F und durch die damit verknüpfte Umsteuerung der Vertheilungskolben, tritt sodann komprimirte Luft durch U hinter den Kolben der Hilfsmaschine P, die vor ihrem Kolben befindliche Luft entweicht durch c und f, der Schalthaken wird gegen das Rad D gestossen, dieses um einen Zahn gedreht, und die Maschine ein entsprechendes Stück vorwärts geschraubt. Während mehrerer auf einander folgender Spiele der Maschine bewegt sich selbige endlich so weit vorwärts, dass der Ausschub des Treibekolbens und Vertheilungsschiebers nicht mehr hinreicht um der komprimirten Luft Eingang durch die Öffnung c zu gestatten. Dann steht die Hilfsmaschine P stille und die Bohrmaschine verändert ihre Lage auf dem Rahmen nicht, bis das Bohrloch so weit vertieft ist, dass die Öffnung b wieder in den Bereich der komprimirten Luft kommt.

Nach Fig. 8 scheint der Bohrer in die Kolbenstange verschraubt zu sein, nach Fig. 10 durch Bajonettverschluss befestigt; die Bohrer sind nach den Zeichnungen z. Thl. Kreuzmeisel, an welchen die konkav einwärts gebogenen Schneiden (Fig. 4 und 6) auffallen.

Die Fig. 14 ist nach *Le Neve Foster's* Beschreibung entworfen; Erläuterung derselben wird hier mitgetheilt, weil dadurch auch die in Fig. 8 bis 12 abgebildeten Konstruktionen zum Theil erklärt werden. Der Treibecylinder A gleitet mittelst 4 Ohren auf einem Rahmen, dessen eine Stange B mit Schraubengewindungen versehen ist. Auf dieser Schraubenspindel sitzt die äusserlich mit Schaltzähnen versehene Mutter B', durch deren Drehung die Maschine auf dem Rahmen vor- oder rückwärts bewegt werden kann. Die Hilfsmaschine P bewirkt durch eine Schubstange die mit Vorwärtsschrauben der Bohrmaschine verknüpfte Drehung des Schaltrades B'. Die Setzung des Bohrers erfolgt durch die in den Kolben ragende gewundene 4-kantige Stange k auf dieselbe Weise wie bei der vom Verfasser konstruirten, pag. 174 beschriebenen Maschine. Das hinter dem Cylinder sitzende Sperrrad I hindert Rückwärtsdrehung der Stange. Die Luft tritt durch das Rohr q und die Öffnung n vor den Differenzialkolben C, welcher mittelst der Stange F mit dem Steuerschieber E, E verbunden ist. So lange auf die hintere, (grössere) Fläche dieses Kolbens kein Luftdruck ausgeübt wird, hat der Kolben und Steuerschieber die auf der Zeichnung angedeutete Stellung, welche zulässt dass komprimirte Luft durch die Öffnung o in die hintere Kammer des Steuerschiebers fliesst, während die Luft aus der vorderen Kammer durch p entweichen kann. Nun kommuniziert die hintere Steuerkammer durch die Röhre g' g mit dem Hintertheil des Treibecylinders A, die vordere durch h' h mit seinem Vordertheil; bei der angedeuteten Stellung des Steuerschiebers hat sich also der Kolben vorwärts bewegt. Der Treibekolben trägt 2, durch die ringsumgehenden Scheidewände a a, b b, c c getrennte Kammern, von denen die hintere durch das Rohr m m mit komprimirter Luft gefüllt gehalten wird, in welcher Stellung der Kolben sich auch befindet. Ist er aber soweit ausgeschoben, als die Zeichnung andeutet, so

Pl. VIII
Fig. 14.

tritt aus dieser Kammer durch i komprimierte Luft hinter den Differenzialkolben C, dieser Kolben wird vorwärts gezogen und mit ihm der Steuerkasten, so dass die hintere Steuerkammer durch o und r mit der äusseren Luft in Verbindung tritt, während die vordere durch m und p mit komprimierter Luft gefüllt wird. Dadurch wird der Raum hinter dem Treibekolben von komprimierter Luft entleert, während jener vor dem Treibekolben sich füllt so dass Rückschub eintritt. Gegen Ende desselben tritt die vordere Kammer des Treibekolbens gleichzeitig vor die Öffnungen i und e, welche die Verbindung des Raumes hinter dem Differenzialkolben C mit der äusseren Luft herstellen. Dieser Kolben bewegt sich also nach rechts, und bewirkt eine neue Umsteuerung.

Der vordere Theil der Hilfsmaschine P steht durch das Rohr i' mit dem vorderen Steuerkasten in Kommunikation, füllt sich und entleert sich, ohne dass dabei der Kolben in P vorwärts geschoben wird. Wird aber das Bohrloch tiefer, so kommt endlich die hintere Luftkammer des Treibekolbens vor die Öffnung des Rohres n, welches komprimierte Luft hinter den Kolben der Hilfsmaschine P führt, während der vordere Raum der letzteren durch i h h' p mit der äusseren Luft kommuniziert. Der Kolben der Maschine P wird also ausgeschoben, die Schubstange gegen das Schaltrad B' gedrückt, dieses gedreht und die Maschine vorwärts geschraubt. Bei jedem Hub des Treibekolbens tritt eine solche Drehung des Schaltrades und Vorwärtsschiebung der Bohrmaschine ein, bis endlich die hintere Luftkammer im Treibekolben die Öffnung n nicht mehr erreicht. Dann steht die Maschine auf ihrem Rahmen fest bis das Bohrloch abermals so weit vertieft ist, dass die Hülfsmaschine P in Bewegung geräth. Die Setzung des Bohrers durch Drehung des Kolbens erfolgt bei jedem Rückgang des letzteren.

Pl. VIII. Fig. 8 u. 9. Bei der Maschine nach Fig. 8 und 9 besitzt der Treibekolben 3 durch die Wände a, b, c, d getrennte Kammern, von welchen die hintere und vordere durch das Rohr f mit einander, und durch die Bohrung e in der Kolbenstange mit der äusseren Luft kommunizieren. Der Cylinder k, k enthält den Umsteuerungskolben, welcher die im hinteren Cylinder befindlichen Steuerkolben bewegt. Der Raum zwischen letzteren ist stets mit komprimierter Luft gefüllt, welche durch h vor den Treibekolben tritt, während die hinter demselben befindliche Luft durch g entweicht; der Kolben bewegt sich also zurück. Die mittlere Kammer desselben wird durch l stets mit komprimierter Luft gefüllt gehalten. Diese tritt bei der auf der Zeichnung angegebenen Kolbenstellung durch ein an m anschliessendes (auf der Zeichnung punkirtes) Rohr hinter den Kolben der Hilfsmaschine, während der Raum vor diesem Kolben durch ein an i anschliessendes Rohr indirekt mit der freien Luft kommuniziert. Bewegt sich aber der Treibekolben rückwärts, so kommt die Öffnung i vor die mittlere mit komprimierter Luft gefüllte Kammer, während die Öffnung m vor die vordere, mit der äusseren Luft kommunizierende Kammer tritt; der Kolben der Hilfsmaschine und mit ihm die Steuerkolben werden also nach links geschoben, und die Maschine umgesteuert.

Die Umsetzung des Bohrers erfolgt durch eine hinter dem Cylinder mit dem Schaltrad I versehene Drehstange; das Schaltrad wird mittelst der Kolbenstange

der Hilfsmaschine, des Winkelhebels $o p$, und einer Schubstange (Fig. 9 Ansicht von hinten) in Bewegung gesetzt, und zwar beim Ausschub des Kolbens der Hilfsmaschine, d. i. während des Rücklaufes des Treibekolbens.

Die Vorwärtsschiebung der Bohrmaschine bewirkt die auf der Schraubenspindel B sitzende, aussen mit Steigzähnen versehene Mutter, auf welche eine von der Hilfsmaschine P bewegte Schubstange wirkt. Der Raum vor dem Kolben dieser Hilfsmaschine steht durch die Öffnung i mit dem Treibecylinder in Verbindung, und wird von diesem aus abwechselnd gefüllt und entleert; der Raum hinter dem Hilfsmaschinenkolben kommuniziert dagegen durch die Öffnung n mit dem Treibecylinder, wird durch diese im allgemeinen entleert, bis das Loch so tief geworden ist, dass die mittlere Luftkammer über n tritt. Dann strömt komprimierte Luft hinter den Kolben der Hilfsmaschine, dieser Kolben wird vorwärts geschoben, die Schubstange dreht das Steigrad, und die Bohrmaschine wird bei jedem Spiel der Maschine ein wenig vorwärts geschraubt, bis endlich die mittlere Luftkammer die Öffnung n nicht mehr erreicht. Dann bleibt die Maschine auf ihrem Rahmen stehen, bis das Loch abermals so weit vertieft ist, dass durch n komprimierte Luft in die Hilfsmaschine treten kann.

Bei der Maschine, welche durch Fig. 10 in Längenschnitt, Fig. 12 in Hinteransicht, Fig. 11 in Querschnitt dargestellt ist, wird die Umsetzung des Bobrers durch die gewundene Drehstange k genau so bewirkt, wie bei der in Fig. 14 abgebildeten. Die Vorwärtsschiebung der Bohrmaschine geschieht durch die Hilfsmaschine P , Schubstange, Steigrad und Schraubenspindel wie bei den Maschinen nach Fig. 14 und 1 bis 7. Die Steuerkolben und die Steuermaschine bilden ein einziges zusammenhängendes System von 4 Kolben. Der Raum zwischen den beiden mittleren wird durch L stets mit komprimierter Luft gefüllt gehalten. Am Treibekolben befinden sich 2 Luftkammern, von denen die vordere durch die Bohrung e stets mit aussen kommuniziert, während die hintere stets mit komprimierter Luft gefüllt ist. Durch ein Rohr zwischen der Öffnung rechts im Treibecylinder und der Öffnung d hinter dem grösseren Kolben der Steuermaschine kann der Raum hinter diesem Kolben abwechselnd mit komprimierter Luft gefüllt und entleert werden. Der Raum vor dem kleineren Kolben der Steuermaschine wird hingegen durch ein bei f mündendes Rohr stets mit komprimierter Luft gefüllt gehalten. Durch i entweicht die Luft von der Maschine.

Bei der durch Fig. 10 angedeuteten Kolbenstellung strömt komprimierte Luft vor den Treibekolben, während die hinter demselben befindliche Luft durch g entweicht. Ist der Kolben so weit zurückgedrängt, dass die vordere Luftkammer vor die vordere Öffnung im Treibecylinder tritt, so entweicht durch d und e die links von den Steuerkolben befindliche Luft, und die durch f eintretende komprimierte Luft schiebt die Steuerkolben von rechts nach links, wodurch die Maschine umgesteuert wird. Die komprimierte Luft tritt nun durch g hinter den Treibekolben, die vor demselben befindliche Luft entweicht, der Kolben schiebt aus, und wenn die mittlere Luftkammer über die vordere Öffnung im Treibecylinder getreten ist, werden die Steuerkolben von links nach rechts geworfen, indem auf den äussersten rechten und linken Kolben gleich stark komprimierte Luft wirkt, der wirksame

Pl. VIII, Fig.
10 bis 12.

Druck auf den grösseren linken Kolben also grösser ist, als jener auf den kleineren rechten.

Die Hilfsmaschine P kommt in Bewegung und bewirkt Vorwärtschrauben der Bohrmaschine, sobald das Bohrloch so weit vertieft ist, dass der ausschließende Treibkolben die Öffnung im Treibcylinder (links von a) nicht mehr deckt. Die Bewegung der Hilfsmaschine erfolgt dann wie bei den bisher beschriebenen *Döring'schen* Maschinen.

Fig. 13 ist aus Versehen auf Pl. VIII. gekommen.

Döring's Konstruktionen machen möglich, dass die Umsteuerung erst nach erfolgtem Hub eintritt; sie gewähren also denselben Vortheil wie *Bergetrom's*, nemlich dass der Bohrer unter vollem Luftdruck auf das Gestein stösst. Der Umsteuerungsmechanismus derselben ist jenem an Wassersäulenmaschinen zum Theil so ähnlich, dass man einige der *Döring'schen* Maschinen vielleicht *direkt* durch Wasser betreiben könnte, sofern man nemlich für hinreichend weite Durchgangsöffnungen sorgte. Immerhin dürfte aber dann die Anzahl Spiele klein ausfallen. Der Hauptvorzug dieser Bohrmaschinenkonstruktionen scheint darin zu liegen, dass man bei denselben oscillirende und rotirende Theile mit Zapfen und Lagern möglichst vermieden, und die Bewegungen durch elastisches Fluidum, welches auf geradlinig hin und hergehende Kolben wirkt, fortzupflanzen gesucht hat. Die Anzahl der Separatmaschinen ist bei einzelnen der beschriebenen Konstruktionen wohl gross. Am einfachsten und ansprechendsten scheint die Anordnung nach Fig. 10 bis 12. Wie an allen Bohrmaschinen, welche *direkt* durch die Bewegung des Treibkolbens umgesteuert werden, ist an *Döring's* auszusetzen, dass ein Festklemmen des Bohrers sofortiges Aufhören der Umsteuerung, d. i. Stillstand der Bohrmaschine veranlassen muss.

Bohrmaschi-
nengestelle.
Pl. VIII. Fig.
15 bis 23.

Döring's in Fig. 15 abgebildetes Bohrmaschinengestelle für Ortsbetrieb besteht aus einem Wagengerippe, welches sich durch die Schrauben c gegen die Firste verspreitzen lässt. Im Vordertheil des Wagens steht die mit umgehender Zahnung versehene Säule A', an welcher sich der Muff H durch die auf der Zeichnung theilweise sichtbaren Zahnrad- und Schneckenvorgelege auf und nieder bewegen, auch an beliebigem Punkt feststellen lässt. Ausserdem lässt sich der Muff um die Säule herum drehen, und sodann durch Anziehen von Klemmschrauben gegen weitere Horizontaldrehungen versichern. Der Muff H trägt den horizontal liegenden Muff I, P, in welchem sich die gleichfalls ringsum gezahnte Barre T, T drehen, vor und rückwärts schieben, und feststellen lässt. Das Vordertheil dieser Barre nimmt in X den Zapfen des Bohrmaschienträgers U auf. Dieser Träger lässt sich um seinen Zapfen drehen, und durch Anziehen einer Klemmschraube an X in beliebiger Richtung befestigen. Eine auf U liegende Bohrmaschine kann durch Drehen und Auf- oder Abschieben des Muffes H, durch Drehen und Aus- oder Einschieben der Barre T, durch Drehen des Trägers U um den in X liegenden Zapfen, in die rechte Lage für alle nahe vor dem Wagen, an beliebigen Punkten, in beliebiger Richtung abzubohrende Löcher gebracht werden.

Der Bohrmaschinenwagen nach Fig. 16 bis 21 trägt das Galgenartige Gerüste E, F aus Winkeleisen, welches in Fig. 18 in oberer Ansicht, in Fig. 19 von hinten dargestellt ist. Auch hier bewegt sich an der Säule C der Muff H auf und ab; an demselben ist aber der Muff P für die Barre T nicht festgegossen, sondern dieser Muff lässt sich im Vertikalplan drehen, um den in Lagerenden Horizontalzapfen PR (Fig. 21). Das Vorwärts- oder Rückwärtsschieben der Barre T im Muff P geschieht durch das in letzterem verborgene in Fig. 16 im Längenschnitt dargestellte, Zahnrad W mittelst Drehrad. Der Maschinenträger U ist wie bei dem vorigen Gestell in X verlagert. Wegen der Drehbarkeit des Muffes P im Vertikalplan lässt sich die Maschine hier noch leichter beliebig richten, als bei der vorher beschriebenen Einrichtung. Der Maschinenträger U (Fig. 17) nimmt den Vordertheil des Maschinenrahmens in 2 Gabellagern (links) auf; der Hintertheil des Rahmens wird in dem aufstehenden Bock des Trägers (rechts) verschraubt.

Noch ist des Wassereinspritzungsapparates zu gedenken, welcher sich auf dem Hintertheil des Bohrmaschinenwagens befindet. Derselbe (Fig. 20) gleicht dem p. 187 beschriebenen, und besteht aus den 2 luftdicht geschlossenen Eisenkisten Y und Y', samt dem offenen Wasserreservoir Z. Öffnet man die Hähne a und d, so füllen sich die Behälter Y und Y' (die Füllung so wie die darauf folgende Entleerung der Behälter pflegt abwechselnd erst mit dem einen dann mit dem anderen stattzufinden). Schliesst man sodann die Hähne a und d, während man die zum Ausspritzrohr b und die zum Luftzuleitungsrohr c gehörigen Hähne öffnet, so drückt die nahe dem Deckel der Behälter einströmende Luft das Wasser durch die nahe am Boden der Behälter befindliche Ausflussöffnung in die Schlange b, und durch das Mundstück derselben das Bohrloch. Der Wassereinspritzungsapparat nach Fig. 15 unterscheidet sich von dem beschriebenen nur dadurch, dass die Behälter p und p' einen einzigen, durch luftdicht eingesetzte Wand halbirt, Kasten bilden.

Auf der *Pariser* Ausstellung war in Zollvereinsabtheilung, Cl. 47 N:o 7 ein *Döringscher* Bohrmaschinenwagen ausgestellt, welcher mit dem in Fig. 20 etc. skizzirten hauptsächlich übereinstimmte. Der Muff P für die Barre T war aber am Muff H festgegossen, konnte also im Vertikalplan nicht gedreht werden.

In Fig. 22 und 23 ist in Plan und Profil ein von *Döring* projektirtes Gestell für Bohrmaschinen zum Abteufen engerer Schächte dargestellt. Es besteht aus einer an Schurketten und Drahtseil eingehängten Bühne B, B, welche zum Auftreten der Arbeiter theils mit Bohlen abgedeckt, theils an den kurzen Seiten mit Trittbänken versehen ist. Dieselbe wird mittelst der Klemmschrauben C und der Anpfähle D in gehöriger Höhe über dem Schachtiefsten festgespreizt. Die Bühne trägt 2 horizontale Barren E, E, welchen entlang die Muffe F sich verschieben, drehen, und feststellen lassen. Jeder dieser Muffe trägt einen quer überligenden Muff L, in welchem sich die Barre O drehen, samt auf und nieder schieben lässt. In einem Lager dieser Barre dreht sich der Stehzapfen des Bohrmaschinenträgers. Die Bewegungsmechanismen der Muffe etc. stimmen mit jenen an den Wagengestellen überein.

Anwendung
der Döring-
schen Appa-
rate.

Döring's Bohrmaschinen der einen oder anderen Konstruktion sind wenigstens versuchsweise am *Altenberg* in Gebrauch gewesen, und *vielleicht* haben die Mittheilungen des Hn. *Billharz* (p. 193) zum Theil auf sie Bezug. Ausserdem soll eine dieser Bohrmaschinen zu *Tincroft* in *Cornwallis* angewendet worden sein, daselbst erzielte Resultate sind aber nicht bekannt geworden. Mr. *I. W. Grosse*, C. E. 30 Duke Street, Westminster, vertritt Hr. *Döring* in *London*.

Döring's Wagengestelle als Support für *Sachs'* Bohrmaschinen ist am *Altenberg* in ständiger Benutzung gewesen, und wie es scheint, mit gutem Erfolg. Wegen der Leichtigkeit, womit dies Gestelle Aufstellung der Bohrmaschine in sehr verschiedenen Richtungen gestattet, wegen seiner eleganten Konstruktion und Zugänglichkeit von allen Seiten ist es sehr ansprechend. Es mag aber ziemlich theuer sein; und à priori will es scheinen, als ob die ständigen Stösse, welche zum Theil an sehr langen Hebelarmen angreifen, die Muffe und andere durch Klemmschrauben Zahnräder und Schnecken festgestellte Theile des Gestelles bald losrütteln müssten, wodurch Festklemmungen des Bohrers unvermeidlich würden.

Low. Pl. IX.
Fig. 5 bis 12.

Die für Abteufen bestimmten Gestelle scheinen noch nicht versucht zu sein. Schon auf p. 119 wurden in Kürze *Low's* Bohrmaschinen erwähnt, und auf die betreffl. Litteratur hingewiesen. Wir wollen hier wenigstens eine der Konstruktion *Low's* nach *Engineering* 1868, 3. April abbilden und beschreiben. Die fragl. Maschine ist von *Turner* in *Ipswich* ausgeführt. Fig. 5 zeigt dieselbe von oben, Fig. 6 in Längenschnitt, Fig. 7 Querschnitt durch den Muschelschieber, Fig. 8 Querschnitte durch die Sperräder des Umsetzungsmechanismus, Fig. 9 Querschnitt durch den inneren Kolben (hinten), Fig. 10 Querschnitt durch die Büchse vorne an der Kolbenstange.

Der Cylinder A ist äusserlich zu einer Kugel erweitert, welche in entsprechendem Kugellager des Maschinengestelles liegend, vielseitige Drehung und Richtung der Bohrmaschine zulässt. Durch das Ansatzrohr tritt die komprimirte Luft in die Kugel, und von da in die Maschine. In dem Cylinder bewegt sich der Treibkolben G, ein Differenzialkolben; der ringförmige Raum vor demselben ist stets mit komprimirter Luft gefüllt, ebenso der Raum hinter dem Kolben. Der ringförmige Raum zwischen dem Kolben und dem Cylinderhals G wird dagegen durch den Steuerschieber C abwechselnd gefüllt und entleert. Ist er gefüllt, so bewegt sich der Kolben vorwärts, ist er entleert, rückwärts.

Der Steuerschieber erhält seine hin- und hergehende Bewegung durch die Winkelhebel DD, EE am vorderen und hinteren Ende des Cylinders. Die Kolbenstange ist vorne und hinten konisch zulaufend geformt. Gegen Ende des Kolbenhubes stösst der vordere konische Bund gegen den mit Friktionsrolle E versehenen kürzeren Arm des vorderen Winkelhebels, der Steuerschieber wird von links nach rechts gezogen, der Treibkolben bewegt sich rückwärts, bis der hintere konische Bund der Kolbenstange auf den hinteren Winkelhebel E D wirkt, dieser den Steuerschieber zurückzieht, und also umsteuert.

Die Setzung des Bohrers erfolgt durch Drehung der Kolbenstange. Dieselbe ist äusserlich mit der spiralförmigen Rinne V versehen, in welche ein Splint an der

Innenseite des Sperrades X greift. Die Sperrhaken Y hindern dessen Zurückdrehung während Rückganges des Treibekolbens, so dass dieser zu einer der Steigung von V entsprechenden Drehung genöthigt wird. Das Sperrad W soll die geradlinige Ausschubung (ohne Drehung) des Treibekolbens etc. versichern. Die Umsetzung pr. Spiel beträgt $\frac{1}{16}$. Dieser Mechanismus] scheint *Haupt's Maschinen* entlehnt, der Differenzialkolben *Someiller's*.

Die Verlängerung des Bohrers während Vertiefung des Bohrloches geschieht dadurch, dass den Schraubenwindungen in der hohlen Kolbenstange entlang der Kolben H I, an welchem die Bohrstange fest sitzt, vorwärts gepresst wird, indem dieser Kolben dem ständigen Druck der komprimirten Luft ausgesetzt ist. Damit die Vorwärtspressung des Kolbens H, I und (mit ihm) der Bohrerstange nur in gewissen Zwischenräumen erfolgen könne, ist vor der hohlen Kolbenstange der Mechanismus M, N, O angebracht, welcher gestattet dass der Bohrer $\frac{3}{4}$ Zoll weiter aus der Kolbenstange hervortritt, so bald das Bohrloch $\frac{3}{4}$ Zoll tiefer geworden ist.

Die Bohrerstange ist nemlich 8-kantig, und vorne von dem 4-kantigen Steigrad N, N umschlossen. In dieses greifen die von den Federn P niedergedrückten Hebelklinken O, welche Drehung des Steigrades und mithin Ausschubung der Bohrstange hindern. Vor dem Bohrmaschinen-Cylinder ist aber der Ring Q befestigt, in welchen die Kolbenstange bei jedem Hub mehr und mehr eindringt, bis das Bohrloch $\frac{3}{4}$ Zoll tiefer geworden ist. Dann streichen die Hebel O an den Ring Q, sie werden aus den Zähnen von N ausgehoben, die Bohrstange dreht sich $\frac{1}{4}$ Kreis und wird entsprechend, oder $\frac{3}{4}$ Zoll weit, ausgeschoben, worauf der Mechanismus stille steht, bis das Bohrloch abermals $\frac{3}{4}$ Zoll tiefer geworden ist.

Die Bohrstange kann man behufs Einwechslung entweder von hinten oder von vorne aus der Kolbenstange ziehen. Im ersteren Fall schraubt man den Deckel U der Kolbenstange ab, bringt in die Öffnung S der Kolbenstange das Luftrohr Fig. 11, presst den Kolben H durch eingeführte komprimirte Luft zurück, und nimmt ihn mittelst der Handhabe K heraus. Im letzteren Fall hebt man mit dem Handgriff T die Sperrhebel O aus dem Steigrad, lässt den Kolben H durch die Kolbenstange gleiten, und nimmt ihn nach Entfernung der Mechanismen M, N, O heraus.

In fig. 12 habe ich eines der Bohrmaschinengestelle *Low's* roh skizzirt, nach den dann und wann in Engineering erschienenen Annonceholz-schnitten. Dies Gestelle zeigt grosse principielle Ähnlichkeit mit jenen *Döring's*. Auf dem Wagen e steht der Ständer d, in welchem sich die hohle Barre e um ihre Achse drehen, und horizontal aus- und einschieben lässt. Das Vorderende dieser Barre trägt 2 Gleitstangen, welchen entlang der Muff b auf und ab geschoben werden kann. Dieser Muff endlich enthält das Kugellager für die Bohrmaschine a.

Die hier beschriebene Maschine *Low's* mit ihren vielen losen und complicirten Theilen scheint uns vor anderen automatischen Bohrmaschinen keine eigentlichen Vorzüge zu besitzen. Sie soll, ebenso wie eine ältere desselben Konstruktors von der *Tarangower Tunneling and Goldmining Cy*, Victoria, Australien,

Gestelle Pl.
IX Fig. 12.

Anwendung.

angewendet worden sein; bei 39 Zoll ganzer Länge 2 Fuss tiefe Löcher abbohren, und pr. Minute 2 Zoll Bohrausschlag erzielen können. Eine der Maschinen *Low's* wurde, wie schon früher erwähnt, von der *Dublin Corporation for the supply of water*, zum Betrieb des 6 Fss \times 5 Fss weiten *Roundwoodtunnels* verwendet. Während einjährigen Betriebes waren nach Hr. *Low* die Reparaturkosten "trifling"; in festem Trappgestein fuhr man wöchentlich 7 Fss auf; durch Handarbeit dagegen, mit 3 Mann in der Schicht, nur den dritten Theil. Bei dieser Tunnelarbeit aber wurden *Low's* Maschinen wieder übergeben. Auch *Connoree Mining Cy* soll mit denselben experimentirt haben.

Uebrigens sind wenigstens einige der Maschinen *Low's* nicht nur für den Betrieb durch komprimirte Luft, sondern auch für Wasser- und Dampfkraft abgesehen. Nach einer der Spezifikationen soll bei Dampfbetrieb das Condensationswasser zum Ausspülen der Bohrlöcher verwendet werden.

Die Namen verschiedener anderer englischer Bohrmaschinenkonstrukteure wurden schon p. 119 mitgetheilt. Ich hoffte Gelegenheit zu finden, einige ihrer Maschinen hier abbilden und ausführlich beschreiben zu können, bin aber leider nicht in den Besitz von dazu ausreichenden Unterlagen gekommen.

Crease soll sich in England am frühesten mit Konstruktion von Bohrmaschinen und ihrer Einführung beim Bergbau bemüht haben.

Jordan und
Darlington.

Aus *The Miners Association etc. Truro 1867*, p. 76 will ich hier nach Hr. *Le Neve Foster* die Beschreibung dreier den Hn. *Jordan* and *Darlington* am 26 Dec. 1866 patentirten Bohrmaschinen mittheilen, hauptsächlich weil dieselben für den Betrieb direkt durch Wasserkraft abgesehen sind.

N:o 1. "Wasserdruck sucht ständig einen Kolben gegen den Cylinderdeckel zu treiben. Zur Erzeugung der hin- und hergehenden Bewegung wirkt auf die Kolbenstange ein Däumling sitzend auf einer Turbinenachse. Die Kolbenstange trägt den Bohrer. Die Drehung des letzteren wird durch den Däumling hervorgerufen, welcher auf den Scheibenhebel der Kolbenstange wirkt. Das Vorwärtsschieben der Maschine während Vertiefung des Bohrloches geschieht vor Hand auf 2 parallelen Schraubenspindeln."

N:o 2. "Wasserdruck wirkt wechselnd auf die Vorder- und Hinterseite des Kolbens; der Steuerschieber wird vor Hand bewegt, oder durch einen zweiten Cylinder, oder durch eine Turbine. Die Umsetzung des Bohrers erfolgt durch Steigrad und Schubstange. Vorwärtsschiebung der Maschine vor Hand oder durch eine kleine Turbine, entlang 2 Schraubenspindeln."

N:o 3. "Kombination von Wasser- und Luftdruck. Die Maschine besitzt einen äusseren und einen inneren Cylinder. Wasser drückt auf den Kolben im inneren Cylinder; durch Kreuzkopf und Seitenstangen hebt die Kolbenstange gleichzeitig den ringförmigen Kolben zwischen dem inneren und äusseren Cylinder, so dass unter diesem Kolben ein Vacuum entsteht. Hört der Wasserdruck auf den inneren Kolben auf, so drückt die äussere Luft den ringförmigen Kolben zurück, mit ihm den inneren, und den an demselben befestigten Bohrer, welcher dadurch seine Stossgeschwindigkeit erlangt. Die Umsteuerung erfolgt von einer

Hilfsmaschine aus, welche durch Schlauch mit der Bohrmaschine verbunden ist. Behufs Drehung des Bohrers ist die Kolbenstange an dem einen Ende mit Spiralgang versehen, und vollendet ihren Rückschub theilweise durch ein Steigrad, dessen Bohrung gleichfalls mit Spiralgang ausgerüstet ist. Eine Sperrklinke hält während des Rücklaufes des Kolbens das Steigrad zurück; während des Kolbenhubes aber dreht sich das Steigrad. Der Bohrer ist an der Kolbenstange befestigt, und dreht sich also mit letzterer bei jedem Rücklauf des Kolbens. Die Vorwärtsschiebung der Maschine ist automatisch. Eine Nase an einer der Seitenstangen drückt auf einen Hebel, welcher durch Schubstange und Sperrad zwei Schraubnräder in Bewegung setzt. Letztere treiben 2 Muttern auf den beiden parallelen Schraubenspindeln, welche die Maschine tragen und durch ihre Drehung vorwärts schieben. Die Vorwärtsschiebung adjustirt sich selbst je nach der verschiedenen Festigkeit des Gesteines.“

Zu *Altenhead* sollen *Wassersäulenbohrmaschinen* angewendet worden sein.

Betriebskraft. Die im vorgehenden beschriebenen Kolbenbohrmaschinen sind für den Betrieb durch *Dampf*, *komprimirte Luft*, oder *Wasser* eingerichtet.

Rest m6.

Die Anwendung direkten Wasserdruckes zum Betrieb dieser Maschinen würde namentlich beim *Bergbau* mancherlei Vortheile gewähren können; Fall und Aufschlagewasser wären in vielen Fällen verhältnissmässig leicht zu bereiten; die Anlagen zur Uebertragung der Kraft auf die Arbeitsmaschinen wären einfach und billig; von der gegebenen Naturkraft könnte ein hoher Nutzeffekt erzielt werden. Existiren nicht Stollen, durch welche das benutzte Wasser von den Maschinen *direkt* weggeführt werden kann, so stellen wir uns doch weniger vor dass es zu Tage oder auf die Sohle von Wasserstollen *gepumpt* werde, als vielmehr dass es durch eine zweite Röhrentour von den Bohrmaschinen zum Niveau der nächsten Abzugsrösche *aufsteige*; so dass die Wassersäule vom Obergraben bis zum Abzugsgraben die wirksame ist, wie viel tiefer die Bohrmaschine auch arbeiten mögen. Gestatten lokale Verhältnisse nicht die Anwendung einer hinreichend hohen natürlichen Druckwassersäule, so könnte in manchen Fällen vielleicht der nöthige Druck durch mit Wasserkraft betriebene Accumulatoren mit Vortheil erzeugt werden.

Ueber die Zweckmässigkeit, Bohrmaschinen direkt durch Wasser zu betreiben, liegen aber Erfahrungen nicht vor. Maschinen nach *Döring's* Konstruktion scheinen zwar den Betrieb durch Wasser zu gestatten, und *Jordan's* und *Darlington's* Maschinen sind speciell für solchen Betrieb konstruirt. Wir dürfen uns aber nicht verhehlen, dass eine Perkussionsbohrmaschine bei Wasserbetrieb unmöglich so viele Spiele machen kann als bei Betrieb mit elastischem Fluidum, auch nicht dass der aufstossende Bohrer bei Wassersäulenbohrmaschinen wahrscheinlich unzureichende Geschwindigkeit erhält. Versuche in dieser Richtung wären jedoch **sehr erwünscht.**

Sind die Preise für Brennmaterial nicht ungewöhnlich hoch, so ist Dampf als direktes Betriebsmittel von Bohrmaschinen zu empfehlen, sofern lokale Verhältnisse dessen Anwendung nicht ausschliessen. Solche ausschliessende lokale Verhältnisse aber herrschen leider an den meisten unterirdischen Arbeitspunkten. Die Schwierigkeiten, welche sich dem Betrieb von Bohrmaschinen durch Dampf bei Tunnelbau oder unterirdischem Bergbau im allgemeinen entgegensetzen, scheinen uns durch die von *Haupt* vorgeschlagenen Einrichtungen nicht gelöst. Die Vortheile, Bohrmaschinen direkt durch Dampf zu betreiben liegen in der Möglichkeit, dieses elastische Fluidum ohne bedeutende *Anlagekosten* überall erzeugen zu können, sowie in dem höheren Nutzeffekt welchen Dampf, verglichen mit Luft gleicher Spannung, beim Betrieb von Kolbenmaschinen gewährt.

Komprimierte Luft ist zum Betrieb von Bohrmaschinen bisher am meisten angewendet worden. In der That ist auch dieses Medium für den fraglichen Zweck überall darstellbar und anwendbar, leider aber ist sein Gebrauch mit grosser Verschwendung von Naturkraft und mit hohen Kosten für Luftkompressions-Anlagen etc. verknüpft. Der oft hervorgehobene Vortheil, dass die den Bohrmaschinen entweichende Luft gleichzeitig die Arbeitsräume ventilire, scheint uns weniger wesentlich, indem es zur Bereitung gehöriger Wetterlosung einfachere und billigere Auswege giebt als das Einführen *hoch* gespannter Luft.

Um an Naturkraft zu sparen ist es erforderlich, Luft von nicht zu hoher Spannung anzuwenden und demgemäss die Bohrmaschinen zu konstruiren. Hochdruckbohrmaschinen sind freilich leichter und handtlicher als gleichstarke Niederdruckmaschinen; es scheint aber, als ob man bisher im allgemeinen überflüssig starken Druck auf den Kolben der Maschine habe wirken lassen, denn sobald das Gewicht einer Maschine so weit reduziert ist, dass sie sich von 1 bis 2 Mann bequem handhaben lässt, wird ihre Brauchbarkeit durch einige Pfund mehr oder weniger nicht beeinträchtigt. Ausserdem können auch Gebläse und Leitungen für Luft geringerer Spannung in mehrfacher Beziehung einfacher und billiger hergestellt werden als solche für Hochdruck. Immerhin sind zur Erzielung von Kraftökonomie langsam gehende Gebläse (möglichenfalls mit Reservoiren) rasch gehenden vorzuziehen. In konstruktiver Beziehung empfehlen sich vor allen bisher angewendeten Luftkompressoren die Kolbengebläse des *Mt. Ceniz*. Die dasigen Wassersäulengebläse haben sich nicht so bewährt, als man von ihrer ansprechenden Konstruktion hoffen durfte. *)

*) *Anm.* Genügt man sich mit geringerem wirksamen Druck als 1 Atm., so dürften Bohrmaschinen in vielen Fällen vortheilhafter durch verdünnte Luft als durch komprimierte betrieben werden können. Die Luftverdünnungsapparate können natürlicherweise sehr verschieden konstruirt sein. Ich will in dieser Beziehung nur auf die Anwendung des Toricellivacuums (in Wasserbarometern) aufmerksam machen, welches sich leicht in Behältern beliebiger Grösse erzeugen lässt, sofern *wenigstens* 10,3^m Wasserfall disponirt werden können. Schon 1861 schlug ich für projektirte Hüttenanlagen zu Falun die Benutzung solcher *Vacua* vor zur Translocirung von Vitiollösungen, und entwarf die betrefl. Konstruktionen.

Ob die Luftkompression zweckmässiger durch Dampf- oder Wasserkraft zu bewirken sei, hängt zwar lediglich von lokalen Verhältnissen ab; ich glaube aber nicht dass es *viele* Stellen giebt, an welchen unter *gewöhnlichen* Verhältnissen Bohrmaschinen mit Handarbeit *ökonomisch* konkurriren können, sofern die Luftkompression nicht durch *billig* zu beschaffende Wasserkraft geschehen kann.

Konstruktion. Den Konstruktionsdetails der Bohrmaschinen hat man bisher die grösste Aufmerksamkeit geschenkt, wesshalb auch die Bohrmaschinenfrage in dieser Beziehung verhältnissmässig am besten gelöst ist. Wir bezweifeln natürlicherweise keineswegs dass noch viele neue und glückliche Konstruktionsveränderungen auftauchen können, glauben aber dass durch geschickte Combination von bisher vorgeschlagenen und versuchten Einzelkonstruktionen Bohrmaschinen entstehen müssen, welche allen billigen Ansprüchen Genüge leisten, die man an derartige Maschinen hinsichtlich ihrer *Bauart* stellen kann.

Hammerkolbenbohrmaschinen (*Schwartzkopf*) scheinen nicht empfehlenswerth.

Automatische Vorwärtsschiebung der Bohrmaschine oder Bohrstange während Vertiefung des Bohrloches scheint uns eine sehr wesentliche, an gute Bohrmaschinen zu stellende Forderung, indem von *gleichförmigem* Nachrücken der Maschine deren Bestand und Arbeitsleistung wesentlich abhängen.

Unter den Umsetzungsmechanismen geben wir jenen, bei welchen der rücklaufende Kolben durch Gleiten an einem langgezogenen Schraubengang gedreht wird, als den einfachsten und haltbarsten den Vorzug. Wünschenswerth wäre eine Einrichtung zum Setzen der Bohrstange ohne Drehung des Kolbens.

Die Umsteuerung geschieht entweder vor Hand oder durch eine Hilfsmaschine oder wird direkt durch die Bewegung des Hauptkolbens vermittelt. So lange jede Bohrmaschine während des Ganges ununterbrochen von wenigstens einem Arbeiter bewacht werden muss, scheint uns Handsteuerung (aber gleichzeitig mit Einrichtung für automatische Vorwärtsschiebung) nicht unbedingt verwerflich, indem sie die Maschine einfach, leicht, billig und dauerhaft macht, ohne ihren Effekt zu vermindern. Umsteuerung durch Hilfsmaschine macht den Apparat komplizirt, schwer, theuer, weniger haltbar, und veranlasst ausserdem grösseren Kraftaufwand. Sie gewährt aber fast ebenso sichere und durch Festklemmen des Bohrers ebenso wenig gestörte Arbeitsverrichtung der Maschine als Handsteuerung. Umsteuerung direkt von der Bewegung des Treibkolbens abgeleitet giebt zu Kraftersparniss, einfacherer Konstruktion, geringerem Gewicht Veranlassung, gleichzeitig aber auch zu Störungen im Gang der Maschine bei Klemmungen des Bohrers.

Alle Bohrmaschinen müssen sorgfältigst aus dem besten Material angefertigt werden: die Cylinder aus Gelbguss- oder Gusseisen, bewegliche und oscillirende Theile aus gutem zähem Stahl, so dünn und elastisch als die Verhältnisse gestatten. Rotirende und oscillirende Theile mit Zapfen und Lagern sollten übrigens so viel wie immer möglich vermieden werden. Alle Schraubenmutter sind durch Splinte, Federn oder dergl. vor Losrütteln zu schützen. Besondere Kolbenpackungen etc. sind unnöthig, sofern Kolben und Stangen gut eingeschliffen sind, und die Maschine wohl geölt wird.

Unter den bisher *wirklich angewendeten* Kolbenbohrmaschinen verdienen *Schumann's* zunächst Erwähnung, als die ältesten Bohrmaschinen und zugleich Prototype der *Altenberger* und *Bergström'schen*. Letzgenannte Konstruktionsformen scheinen für bergmännische Zwecke gegenwärtig die angemessensten.

Wollten wir in dieser Generalübersicht auch Bohrmaschinen berücksichtigen, über welche praktische Erfahrungen noch nicht vorliegen, so würden wir *Döring's* nach Pl. VIII Fig. 10, als eine sehr versprechende Konstruktion anführen. Den hohen Platz, welchen die *Mt. Cenis* maschinen in der Entwicklungsgeschichte des Maschinenbohrens einnehmen, wollen wir denselben keineswegs streitig machen. Diese Bohrmaschinen sind aber jetzt schon überflügelt worden, und sie dürften nach Vollendung des Alpentunnels nie mehr zu ernstlicher Anwendung kommen, am wenigsten beim Bergbau.

Mechanische Verhältnisse. Die Mechanik der Bohrmaschinen ist bisher sehr wenig studirt worden, so dass in dieser Beziehung noch viel Dunkel herrscht, dessen Beseitigung zur Entwicklung des Maschinenbohrens jedenfalls kräftiger beitragen würde, als Grubeleien über neue Bohrmaschinenkonstruktionen. Die wichtigsten mechanischen Fragen, betreffend vortheilhafteste Luftspannung, Druck auf den Kolben, Gewicht und Geschwindigkeit der aufstossenden Masse, Umsetzungszahl etc. und daraus folgende Dimensions- u. a. Verhältnisse haben bisher weder empirische noch theoretische Lösung gefunden; die betreffl. disponiblen Erfahrungsziffern reichen nicht einmal hin zur Bildung von Korrektionskoeffizienten für die theoretischen Formeln, nach welchen die Hauptdimensionen u. s. w. von Bohrmaschinen berechnet werden könnten. In der folgenden Tabelle habe ich einige der wesentlicheren, in vorliegender Schrift vorkommenden, Erfahrungszahlen betreffend die Mechanik der Bohrmaschinen zusammengestellt.

Empirische Antwort auf eine der wichtigsten Fragen, welche bei der Konstruktion von Bohrmaschinen sich geltend macht, nemlich nach dem Arbeitsquantum, welches auf jede Durchmesserseinheit (1^m) des Bohrloches bei jedem Stoss der Maschine zu verrichten ist, giebt die XVI Kolumne. A priori sollte man meinen, dass dies Arbeitsquantum hauptsächlich von der Bohrbarkeit des Gesteines abhängig sein müsste. Für *Bergström's* Maschine, welche im festesten Gestein arbeitete, finden wir die betreffl. Ziffer allerdings am grössten; die übrigen Zahlen aber stehen theilweise im grössten Widerspruch zu einander und zu den Zifferwerthen nach der III:ten Kolumne, und zeigen dass die Wahl der wesentlichsten Bohrmaschinendimensionen u. s. w. bisher hauptsächlich dem Zufall überlassen gewesen ist. Die *Somerv'er's* Maschinen betreffenden 2 letzten Ziffern der fragl. Kolumne zeigen im geraden Widerspruch zu der *Bergström's* Maschine angehenden Zahl, dass erfahrungsmässig das fragl. Arbeitsquantum desto kleiner zu nehmen ist, je grösser die Gesteinsfestigkeit. Der Mittelwerth der Kolumne, 3,25 kgmtr, zeigt dass man bisher bei Bohrmaschinen in *allgemeinen* durch jede Längeneinheit des Meisels etwa 3 mal so viel Arbeit hat verrichten lassen, als beim Handbohren. Es ist aber keineswegs gesagt, dass dies Verhältniss das praktisch oder mechanisch richtigste sei. Theoretisch genommen *scheint grösstmöglichstes* Arbeitsquantum pr Längeneinheit des Bohrmeisels am *ünschenswer-*

theuten; eine praktische Grenze setzt aber in dieser Hinsicht schon die beschränkte Festigkeit des Meiselstahles.

Das durch die Bohrerschneide ausgeübte Arbeitsquantum (Kolumne XIII), hängt ausser von dem pr. Längeneinheit Meiselschneide zu verrichtenden Arbeitsquantum, von der Weite des Bohrloches ab, d. i. von Ursachen, deren Erörterung nicht hieher gehört. Diese Arbeit, und die Festigkeit des Gesteines (sowie ausserdem Durchmesser und Schneidenwinkel des Bohrers und Reibungskoeffizient des Stahles gegen das Gestein) bedingen aber die Eindringungstiefe bei jedem Schlag (XV), aus welcher unmittelbar die vortheilhafteste Setzungszahl (XVIII) folgt. Diese ist ein für den schliesslichen Nutzeffekt der Maschine sehr wesentlicher Rechnungsfaktor. Wir haben in der XIX:ten Kolumne die wirklich angewendeten Umsetzungs zahlen neben die berechneten (in der XVIII:ten) gesetzt, und ersehen aus den Mittelzahlen, dass man die bisherigen Bohrmaschinen im allgemeinen mit zu kleinem Setzungswinkel konstruirt hat. Es scheint richtiger bis auf weiteres die Setzungszahl der Bohrmaschinen direkt nach der gegebenen Formel zu berechnen, anstatt sie nach Gutdünken zu wählen, oder nach der Formel berechnet, durch einen Coefficienten (nach den Ziffern der XVIII:ten und XIX:ten Kolumne etwa durch den Faktor $\frac{16,75}{12,9} = 1,3$) zu korrigiren.

Die Leistungsfähigkeit einer Bohrmaschine hängt (richtige Umsetzungs zahl vorausgesetzt) theoretisch ab von dem Arbeitsquantum, welches der Bohrmeisel durch jeden Schlag gegen das Gestein ausübt (XIII:te Kolumne) und von der Spielzahl z pr. Zeiteinheit (VIII:te Kolumne). Das Arbeitsquantum L aber ist = dem Produkt aus dem wirksamen Kolbendruck P (VI:te Kolumne) und der Hubhöhe h (VII:te Kolumne); mithin lässt sich die Leistungsfähigkeit einer Bohrmaschine in Kürze durch z. P. h ausdrücken. Hubhöhe und Spielzahl lassen sich schon aus konstruktiven Gründen nicht beliebig vergrössern; sie stehen aber ausserdem in bestimmter Abhängigkeit zu einander, indem (unter sonst gleichen Verhältnissen) eine gewisse volle Hubhöhe immer nur eine gewisse Spielzahl zulässt. Dass grössere Spielzahl unter sonst gleichen Verhältnissen nicht grösseren Effekt zur Folge habe (*Sachs*), scheint uns unrichtig, sofern trotz der grösseren Spielzahl noch volle Hübe stattfinden. Äussere Ursachen, z. B. die Schwierigkeit das Bohrmehl ebenso rasch zu entfernen, als eine *geschwind* gehende Bohrmaschine daselbe erzeugt u. s. w., können aber wohl veranlassen, dass der Nutzeffekt der Maschine nicht in *geradem* Verhältniss mit der Anzahl voller Hübe wächst. Da die Erfahrungen am *Mt. Ceniz* gezeigt haben, dass gegen festes Gestein schwächere Stösse, gegen mildes stärkere am vortheilhaftesten wirken, und da bei Anwendung gleicher Maschinen unter gleichem Druch erstere durch kürzere, letztere durch längere Hübe erzeugt werden, so folgt, dass Maschinen von gleichen Dimensionen unter gleichem Luftdruck arbeitend, beim Bohren in festem Gestein kurzen Hub und viele Spiele, beim Bohren in mildem Gestein dagegen langen Hub und wenige Spiele verrichten sollten (VII, VIII). Die meisten Ziffern der genannten Kolumnen führen jedoch in dieser Hinsicht zu sehr widersprechenden Resultaten, hauptsächlich wohl weil

doch ein ernstliches Studium der Mechanik der Bohrmaschinen zu sehr wesentlichen und nothwendigen Ersparnissen führen können. Die XX:te und XXI:te Kolumne giebt die theoretisch berechneten Bohrausschläge neben den wirklichen (Aufenthälte abgerechnet), und zeigt, dass letztere im Mittel fast halb so gross sind als erstere, wonach betreffl. Vorausberechnungen korrigirt werden können. Des Vergleiches wegen sind in der XXII:ten Kolumne noch einige beim Fäustelbohren in gleichem Gestein erzielte Bohrausschläge zusammengestellt. Die Ziffern der XVII:ten Kolumne werden bei Betrachtung der rotirenden Bohrmaschinen Anwendung finden.

Dürfte man annehmen, dass die Mittelwerthe der letzten Zeile der Tabelle gleichzeitig auch die anzustrebenden vortheilhaftesten Konstruktionselemente ausdrücken, so würde unter den zusammengestellten Bohrmaschinen die *Alteneberger* Niederdruckmaschine als die mechanisch richtigste erscheinen, indem sich ihre Dimensionen etc. am meisten den durch diese Mittelwerthe ausgedrückten nähern.

Durch das vorstehende haben wir die Bohrmaschinenmechanik weder erschöpfend erörtern wollen noch können. Wir wollten nur auf einige der vielen Fragen aufmerksam machen, welche in dieser Beziehung noch zu lösen sind, und von deren glücklicher Lösung die Zukunft des Maschinenbohrens wesentlich mit abhängt.

Aufstellung der Bohrmaschinen. Selbst die beste Bohrmaschine kann nur dann mit Handarbeit konkurriren, wenn sie binnen sehr kurzer Zeit, mit geringem Kraftaufwand, in beliebiger Richtung, sicher aufgestellt werden kann. Deshalb haben wir im vorhergehenden den verschiedenen angewendeten oder vorgeschlagenen Aufstellungsweisen gehörige Aufmerksamkeit gewidmet. Können alle Bohrlöcher in wenig divergirender Richtung in den Ortsstoss hinein gebohrt werden, so scheinen die Bohrmaschinenwägen des *Mt. Cenis* zweckmässig, obwohl sie sehr viel Platz versperren. Weniger angemessen, aber immerhin Spreitzen vorzuziehen, sind dergl. kleinere und einfachere Wägen für den gewöhnlichen bergmännischen Ortsbetrieb, bei welchem man die einzelnen Bohrlöcher mit mehr Berechnung und in sehr verschiedenen Richtungen anzusetzen pflegt. Das *Döring'sche* Wagengestelle wäre diesenfalls am empfehlenswerthesten, namentlich auch weil es den Ortsstoss und die arbeitende Maschine von allen Seiten leicht zugänglich lässt. Es ist aber theuer, und wir fürchten, dass seine einzelnen zusammengeklemmten Theile rasch losgerüttelt werden mögen. *Schumann's* Spreitzen mit Schraubenschuhen sind ein sehr einfacher aber keineswegs genügender Nothbehelf. Stets sollte man anzuwenden sein, an demselben Arbeitspunkt mehrere Maschinen gleichzeitig arbeiten zu lassen, und die Aufstellungsvorrichtung demgemäss wählen. Hierdurch lässt sich Ersparniss an Wärterlöhnen erzielen.

Beim Schachtbetrieb sind, soviel ich kenne, bisher nur *Schumann's* Maschinen angewendet worden (Siehe Zusatz p. 218). Sie wurden (im 3:ten Lichtloch des *Rothschönberger* Stollens) gegen Spreitzen aufgestellt. Das von *Döring* für Schachtabsinken vorgeschlagene Gestelle scheint für engere Schächte zweckmässig, sofern die Verbindungen der einzelnen Theile halten, und nicht zu viel Raum versperrt wird.

Für weite Schächte, offene Verhau, Steinbrüche, fehlt es noch an praktischen Aufstellungsverrichtungen. Betreffl. Vorschläge von *Schumann* und *Bergström* sind nicht völlig befriedigend.

Mehr als durch Erfindung eines halben Dutzends neuer Bohrmaschinenkonstruktionen kann die Verbreitung der Maschinenarbeit durch Einführung praktischer, zeitbesparender Aufstellungsverrichtungen befördert werden. In dieser Hinsicht ist also noch sehr viel zu thun.

Anwendung und Resultate. Aus den vorliegenden Beschreibungen über angewendete Bohrmaschinen geht hervor, dass Maschinenarbeit bisher mit Vortheil angewendet wurde: 1., in Fällen da ausserordentlicher Zeitgewinn die mit der fragl. Arbeitsmethode verknüpften grösseren Kosten indirekt bezahlen kann (*Mt. Cenis*). 2., da die Handarbeit durch ungewöhnlich festes Gestein, durch geringe Uebung der Häuer, oder durch sehr ungünstige lokale Verhältnisse ausserordentlich vertheuert wird (*Oskar-Fredriks-Stollen*; Regulirungen des *Rheinbettes*); wir könnten zu diesen Bedingungen noch sehr hohe Arbeitspreise legen. 3., da *billige* und *ausreichende* Naturkraft zum Betrieb der Bohrmaschinen disponibel ist. Im *allgemeinen* fanden Bohrmaschinen beim Bergbau bisher nur Verwendung zum Betrieb einzelner, einfacher, regelmässiger in unveränderter Richtung fortschreitender Baue (Tunnel, Stöllen, Querschläge, Lichtlöcher); aber nicht in Verhauen.

Wenn zu Arbeiten ersterer Art unter den angedeuteten Bedingungen schon die jetzigen Kolbenbohrmaschinen in vielen Fällen empfohlen werden können, so ist man doch noch weit entfernt vom Endziel: das Fäustelbohren in Gruben im allgemeinen vortheilhaft durch Bohrmaschinen erzetzen zu können. Ungenügende Aufstellungsverrichtungen machen dies in vielen Verhauen gerade zu noch unmöglich, in anderen unökonomisch. Amortirungs- und Kapitalzinsen der Anlage sowie Reparaturkosten machen die Maschinenarbeit noch so theuer, dass sie in nicht allzuschwer gewinnbarem Gestein unmöglich mit der Handarbeit *geschickter* Häuer konkurriren kann. Endlich lässt sich die gegenwärtig zum Betrieb von Bohrmaschinen erforderliche *billige* Kraft bei den meisten grösseren Gruben praktisch nicht beschaffen, sofern man nemlich durch die Maschinenarbeit alle Fäustelbohrarbeit zu verdrängen gedenkt. Eine Grube mit 100 Bohrhäuern brauchte zur Arbeitsverrichtung letzterer ungefähr 50 Bohrmaschinen, welche cca 50 Naturpferdekräfte beanspruchen würden; oder vorausgesetzt dass hinreichende Luftreservoirs existirten, und dass immer nur die halbe Anzahl Maschinen arbeitete, während die andere Hälfte aufgestellt würde, wenigstens halb so viel, d. i. 250 Naturpferdekräfte. Fände sich aber auch ein genügendes Quantum billiger Wasserkraft, oder wären Steinkohlen für hinreichend niedrigen Preis zu haben, so bliebe immerhin noch die Beschaffung des sehr *beträchtlichen* Kapitals für Motoren, Kompressionsmaschinen, Luftleitungen, Bohrmaschinen ein nicht immer leicht gelöstes Problem.

Wir müssen also zugeben, dass die Aufgabe, beim Bergbau das bisherige

Fäustelbohren *im allgemeinen* durch Maschinenarbeit zu ersetzen, durch die Kolbenbohrmaschinen noch *nicht* gelöst ist, und vielleicht niemals *völlig befriedigend* gelöst werden kann; dass eine andere Aufgabe, *gewisse bergmännische Arbeiten* durch Bohrmaschinen auszuführen, *theilweise* Lösung gefunden hat, und jedenfalls *völlig* gelöst werden wird, sofern man nicht nur den Bohrmaschinenkonstruktionen gehörige Aufmerksamkeit schenken wollte, sondern auch ihrer Mechanik, namentlich um Kraftersparniss zu erzielen; und ihrer Aufstellung, um Ersparnisse an Zeit und Maschinistenlöhnen herbeizuführen.

Zusatzwäh-
rend des
Druckes.

Während der Korrektur dieses Bogens kam mir Zeitschrift für das Berg-
Hütten- und Salinenwesen in dem Preuss. Staat, XVII Bnd. 1 Lief. zu Hande,
interessante Mittheilungen von *Hasslacher* über die Anwendung *Altenberger* Hoch-
druckbohrmaschinen zu *Sulzboch-Altenwald* bei *Saarbrücken* enthaltend. Auf
die Quelle verweisend, will ich hier nur mittheilen, dass die Bohrmaschinen an ge-
nanntem Ort beträchtlichen Zeitgewinn herbei führten; dass sie beim Schachtab-
sinken in Schiefer theurer, in Conglomerat aber etwas billiger arbeiteten als
Bohrhauer. *Döring's* Gestelle (für Abteufen) war zu sperrig; von *Sievers* zu
Kalk gelieferte Stativgestelle bewährten sich nicht; dagegen sollen sich die klei-
nen und leichten Maschinen durch Aufheben des Körpers hinreichend sicher gegen
das Gestein stemmen lassen, nemlich bei Abteufarbeiten.

II. Kapitel.

Die drehend arbeitenden Bohrmaschinen.

Rotationmaschinen.

Die Vorzüge der rotirenden Bohrwerkzeuge vor den stossenden sind darin begründet, dass bei ersteren die Kraft kontinuierlich in gleicher Richtung fortwirken kann, wodurch jener ganze Kraftaufwand erspart wird, welcher beim Handbohren auf das Rückziehen des Fäustels oder des Stossbohrers, beim Bohren mit Kolbenmaschinen auf den Rückschub des armirten Kolbens zu verwenden ist. Dieser Kraftaufwand ist beim Fäustelbohren *im Mittel* der Hälfte der gesammten für die Bohrarbeit bezahlten Muskelkraft gleichzusetzen. Ferner fällt bei drehenden Bohrwerkzeugen jener Kraftverlust weg, welcher beim Fäustelbohren durch die Trägheit und die unvollkommene Elasticität der Gezähstücke erwächst. Dieser Kraftverlust wird indessen auch durch die Anwendung von Stossbohrern, von Stempelbohrmaschinen und von fast allen Kolbenbohrmaschinen vermieden. Weiter dürfte ein unter gleichbleibendem Druck wirkender Bohrmeisel weniger rascher Abnutzung unterworfen sein als ein anderer, welcher durch einzelne Stösse gegen das Gestein dieselbe mechanische Arbeit ausübt als ersterer. Endlich gestatten drehend arbeitende Bohrer Applikation des Kernbohrprincipes auch auf die engen Sprenglöcher, welche durch, nach diesem Princip aber stossend arbeitende, Bohrmeisel praktisch nicht herstellbar sein würden. Das Kernbohren lässt eine Kraftersparniss erwarten, welche theoretisch *annähernd* durch das Verhältniss der Area des Kernes zu der Area des fertigen Bohrloches ausgedrückt werden kann.

Principielle
Vorzüge.

Mit Hinsicht auf diese Vortheile erscheint es auffällig, dass rotirende Bohrwerkzeuge beim Bergbau nur ausnahmsweise im Gebrauch sind und nur wenig studirt wurden, desto mehr, als sie in Steinschleifereien u. ähnl. Werkstätten in täglichem Gebrauch stehen, und unseren Vorvätern schon vor Jahrtausenden bekannt waren.

Die Augen in den uralten Äxten aus Diabas, Diorit u. a. gewöhnlich harten und zähen Bergarten wurden durchweg mittelst rotirender Bohrwerkzeuge hergestellt, nach den Drehspuren in diesen glatten Löchern zu schliessen. Man mag sie durch hölzerne Brust- oder Drillbohrer mit Feuerstein- oder Quarzköpfen ausgearbeitet haben, sofern man nicht geradezu mit hölzernen Bohrköpfen *unter gleichzeitiger Anwendung harter scharfkantiger Sandkörner* operirte. Es

Bohren der
Augen in
Steingerä-
then.

finden sich Steinäxte, welche offenbar nicht von einer Seite aus, sondern mittelst zweier, sich in der Mitte treffender Löcher durchbohrt worden sind. Diese Augen der Steingeräthe haben oft den Durchmesser unserer gewöhnlichen Sprenglöcher, und ihre Herstellung mag viel Zeit und Mühe gekostet haben. Instinkt oder Ueberlegung veranlassten aber die alten Steinkünstler bald genug, ihre Arbeit zu erleichtern: durch Anwendung des *Kernbohrprincipes*.

Pl. X. Fig. 3 Auf der *Pariser Exposition* befanden sich in der Abtheilung für l'histoire du travail sowohl aus *Norwegen* als aus *Frankreich* theilweise durchbohrte Steinäxte mit im Loch stehen gebliebenen Kernen. In Fig. 3 habe ich eine solche zu *St. Aubin* gefundene, durch Dr. *Clement* ausgestellte Axt aus Diorit in oberer Ansicht und Querschnitt skizzirt. Dass die Kernbohrmethode aber nicht *vereinzelt* bei der Herstellung von Steingeräthen angewendet wurde, geht daraus hervor, dass man an sehr *verschiedenen* Orten Gegenstände gefunden hat, welche Spuren derselben an sich tragen; nicht nur Äxte mit *theilweise* durchbohrtem Auge, in welchem der Kern noch völlig steht, sondern auch solche, aus deren Auge der Kern ausgebrochen ist; endlich isolirte Kerne.

Ich erinnere mich dergl. nicht nur auf der *Pariser Exposition*, sondern auch im Antiquitätsmuseum zu *Stockholm*, im Museum für nordiske fornsager zu *Kopenhagen*, in der Sammlung des grossen Gartens zu *Dresden* u. a. O. gesehen zu haben. Als Bohrkopf diente den Alten beim Kernbohren vermuthlich ein Holzstab, an dessen Ende 2 Quarzscherben einander diametral gegenüber festgebunden waren, möglicherweise auch eine Beinröhre unter gleichzeitiger Anwendung von hartem scharfkantigem Schleifsand.

Bohrmethoden bei Steinschleife- u. a. Werken. Da mehre für den Bergbau bestimmte rotirende Bohrwerkzeuge nach dem Vorbild ähnlicher Geräte zum Durchbohren von Achat u. dgl., zum Bohren steinerner Röhren u. s. w. konstruirt sind, und da sich der Bergmann in dieser Hinsicht die Erfahrung der Steinarbeiter vielleicht noch nicht genug für seine speciellen Zwecke zu gute gemacht hat, so wollen wir in Zusammenhang mit den für Herstellung von Sprenglöchern bestimmten rotirenden Bohrmaschinen auch einige in Steinschleifereien und verwandten Werkstätten angewendete Bohrmethoden im folgenden beschreiben.

Drehbohrer beim Bergbau. Der Gebrauch von Drehbohrern beim Bergbau ist bisher ein sehr eingeschränkter gewesen.

Pl. XI. Fig. 27, 28, 35. Lankowitz Fig. 27. Zu *Lankowitz* in *Steiermark* benutzte man namentlich in Braunkohlen Hohlbohrer, s. g. Lanzenbohrer, und war mit selbigen sehr zufrieden (*Tunner*, Lehrbuch der montanist. Lehranstalt zu Vordernberg. 1841, p. 83; 1842 p. 128). Nach *Glitzschmann's* Gewinnungsarbeiten ist ein solcher Bohrer auf Pl. XI. Fig. 27 abgebildet. Er gleicht dem s. g. Leierbohrer der Zimmerleute, und besteht aus der Bohrstange b, dem Bügel c mit dem Heft d und der Platte f, womit er während der Arbeit gegen die Brust gestützt wird. Die Brustplatte liegt während der Drehung stille, indem sich der Bügel um die an der Platte f festsitzende Spindel

e dreht. Die Schneide a besteht aus einem breiten, flach ausgehöhlten, vorne gewundenen Blatt, dessen Form im übrigen aus der Figur erhellt. *)

Leierböher mit Meisselköpfen soll man in *Russland* auf Sandstein anwenden (*Gätzschmann* p. 354.)

In den Gipsbrüchen bei *Paris* gebraucht man den in Fig. 28 ebenfalls nach *Pariser Gipsbrüche*. Fig. 28. *Gätzschmann* abgebildeten Schneckenbohrer. Der Kopf a besteht aus einem langen und breiten, nach unten schmaler zulaufenden, spiralförmig um seine Achse gewundenen Blatt, welches mit einer halbmondförmigen Schneide endet. Die Bohrstange b wird durch den Knebel c gedreht, so dass ein Druck auf den Bohrer nur durch die Hände ausgeübt werden kann.

Beim Bohren in Steinsalz hat man öfters und an verschiedenen Orten Drehbohrer versucht und dabei die Erfahrung gemacht, dass deren Schneiden trotz der milden Beschaffenheit des Gesteines bald stumpf wurden. Dies gilt übrigens von allen scharfen Gezähen, mit welchen man in Steinsalz arbeitet.

In den Schiefergruben zu *Rimogne* steht der in Fig. 35 nach *Rimogne. Pl. XI Fig. 85.* *Revue universelle* abgebildete Leierbohrer in Anwendung, auf welchen wir weiten unter zurückkommen werden, indem er durch die Pressschraube *principielle Ähnlichkeit mit Lisbet's* Bohrmaschine besitzt.

Die angeführten Beispiele zeigen genügend, dass die Drehbohrmethode beim Bergbau bisher auf milde und gebräuche Gesteine eingeschränkt war. Hierbei ist aber nicht zu vergessen: 1:o Dass die beschriebenen Drehbohrer unter verhältnissmässig *kleinem* Druck arbeiten; 2:o dass zu ihren Köpfen kein anderes Material als Stahl verwendet wird. Gleitet ein Stahlmeissel unter unbedeutendem Druck auf einem Gestein, welches *härter* ist als der Stahl, so wird der Meissel abgeschliffen und das Gestein nur wenig angegriffen; wirkt hingegen ein zäher Stahlmeissel unter *sehr starkem* Druck gegen ein Gestein, welches spröder wenn auch härter als der Meisselstahl ist, so wird man finden, dass das Gestein angegriffen wird während der Meissel recht gut steht. Wäre dies nicht wirklich der Fall, so würde alles Abbohren von Sprenglöchern in festem Gestein und auf gewöhnliche Weise unmöglich sein. Will man andererseits zu Köpfen für Drehbohrer ein Material anwenden, welches härter, wenn auch spröder, als das zu bohrnde Gestein ist, so wird der Bohrkopf stehen das Gestein aber angegriffen werden, sofern man auf den Bohrkopf keinen so heftigen Druck ausübt, dass er zerspringt. Der leisere Druck aber hat zu Folge, dass in diesem Fall das Gestein durch das Bohrwerkzeug nicht in zusammenhängenden Stückchen abgesprengt, sondern als feines Pulver abgeschliffen wird.

Diese Betrachtung führt uns zu einigen Schlussätzen, nemlich:

1:o dass die bisherigen bergmännischen Drehbohrer mit Stahlschneiden dess-

*) *Ann. Rziha* erwähnt in "Tunnelbaukunst" p. 155 einen dem *Lankowitzer* ähnlichen Leierbohrer von *Kranner* in *Prag*, bei welchem die Drehung durch Kurbel, Bläuel und Trittbrett; der Druck durch den gegen den Bohrer gebeugten Körper bewirkt wurde.

halb nicht auf festem Gestein angewendet werden können, weil sie nicht für Arbeit unter sehr starkem Druck eingerichtet sind;

2:o dass die bisherigen mit diesen Drehbohrern gewonnenen Erfahrungen keineswegs unwiderlegbar beweisen, dass Sprenglöcher in festem Gestein durch Rotationsbohrer überhaupt nicht praktisch herstellbar sind;

3:o dass Bohrköpfe, mit welchen man in festem Gestein mit Erfolg drehend bohren will, entweder Meisel aus hartem und möglichst zähem Stahl sein müssen, welche unter möglichst starkem Druck gegen das Gestein wirkend, durch kontinuierliches Loskeilen kleiner zusammenhängender Gesteinstückchen ihre Arbeit verrichten; oder zweckmässig geformte Schneiden von grösserer Härte als der des zu durchbohrenden Gesteines, welche aber unter mässigem Druck durch Nagen, Schaben oder Schleifen auf das Gestein wirken.

Der 3:te Satz enthält den Grund für die wichtigste im folgenden angenommene Eintheilung der Rotationsbohrmaschinen in keilend wirkende und schleifend wirkende. *) Bei den bisherigen für Bergbauzwecke bestimmten Rotationsmaschinen betrifft diese Unterscheidung doch hauptsächlich die Bohrköpfe, durch deren Austausch Bohrmaschinen gehörend zu der einen Klasse, ohne grössere Veränderungen im übrigen, in die andere Klasse treten können.

Eine fernere Eintheilung nach Applikation des Vollbohr- oder Kernbohrprincipes lässt sich nicht sehr streng durchführen. Sowohl keilend-als schleifendwirkende Bohrköpfe können zum Kernbohren geschickt geformt werden. Im allgemeinen aber passt bei Löchern geringer Weite das Kernbohrprincip besser für die letztere als für die erstere Wirkungsweise von Bohrwerkzeugen.

Beim drehenden Bohren in Metall, Glas und Gestein üben gewisse Schmiermittel eine günstige aber schwierig zu erklärende Einwirkung. Man kann Glas leicht mit der zugeschliffenen Spitze einer harten dreikantigen Feile durchbohren, wenn man als Schmiermittel konzentrierte Schwefelsäure oder Terpentinöl anwendet, und ähnlich (doch weniger pregnant) wirken diese Flüssigkeiten, wenn man versucht, mit dreikantigen Stahlspitzen in Feldspathgesteinen zu bohren. Beim Bohren in Metall ist Baumöl ganz allgemein im Gebrauch; und neuerdings hat man gefunden dass harter Weissguss, welcher mit Baumöl kaum noch zu bearbeiten war, bei Anwendung von Petroleum als Schmiere leicht durchbohrt werden konnte. Achat wird gewöhnlich mit Baumöl als Schmiere gebohrt.

Andererseits wurde oben angeführt, dass Steinsalz schneidende Gezähe rasch abstumpft; und da [durch] die Härte des Steinsalzes diese Erscheinung nicht erklärt werden kann, so rechnen wir sie gleichfalls mit zu den Äusserungen verschiedener Schmiermittel.

*) *Ann.* Ich weiss sehr wohl, dass genau genommen auch das Abschleifen von Gestein eine Folge der Arbeit mikroskopischer Keile ist. Hier wollen wir aber nur nach der ohne weiteres in die Augen fallenden Wirkungsart unterscheiden, welche als Produkt des schleifenden Bohrens ein fein zerriebenes Mehl, als Produkt des keilenden, losgesprengten Sand und Grant ergibt.

Bei Versuchen mit Drehbohrmaschinen sollte man sich also nicht nur auf Bohrwasser einschränken sondern auch der Wahl der Schmiermittel einige Aufmerksamkeit schenken. Desshalb wurden hier einige Worte in dieser Beziehung gesagt.

1., Die schleifend wirkenden Drehbohrmaschinen.

Im Sommer 1864 besuchte ich das später abgebrannte Porfyrwerk zu *Elfdalen* in *Dalekarlien*. Beim Bohren von $\frac{1}{10}$ bis 4 Zoll weiten (ausnahmsweise auch noch weiteren) Löchern durch Porfyr u. a. sehr feste Silikatgesteine verfolgte man daselbst das Kernbohrprincip. Als Bohrer diente ein Cylinder aus weichem Eisenblech, welcher an den Seiten durch mehre in steilen Schraubenlinien aufsteigende bandförmige Öffnungen aufgeschlitzt war. Dieser Cylinder sass an einer vertikalen Axe, welche durch Riemen vorgelege oder Friktionsscheiben ihre Bewegung von einem Wasserrad erhielt. Das offene, vertikal abwärts gerichtete, Ende des Cylinders arbeitete gegen den zu durchbohrenden Stein unter sehr gelindem Druck und bei langsamer Drehung in der Richtung der Steigung der erwähnten Schraubenschlitze. Als Schleifmittel diente Schmirgel in Wasser eingerührt, und die hauptsächlichste Beschäftigung eines einzigen in dem Schleifwerk befindlichen Arbeiters bestand darin, von dem einen Bohrstuhl und Schleifstuhl zum anderen zu gehen und neuen Schmirgelschlamm aufzugeben. Durch Waschen des Schleifschlammes suchte man einen Theil des Schmirgelpulvers wieder zu gewinnen.

Diese Bohrmethode wendete man nicht nur an um Kugeln zu Armbändern etc. zu durchlöchern, sondern auch um die Aussen- und Innenwände runder Dosen herzustellen, wobei der aus einer grösseren Dose gebrochene Kern zu einer 2:ten kleineren Dose verarbeitet wurde u. s. f.

Auch zu *Hellefors* und *Långban* hat man in früheren Zeiten Hälleflinta und andere Gesteine auf diese Weise bearbeitet. Ueberbleibsel dieser Industrie habe ich zu *Långban* gesehen.

Die Arbeit avancirte sehr langsam, erforderte aber auch sehr unbedeutenden Kraft- und Arbeitsaufwand.

Ein ganz ähnliches Verfahren wendet man auch anderwärts zum Bohren grosser Löcher in Glas, Achat u. s. w. an, ferner (zu *Idar*) beim s. g. Graviren in geschliffenen Steinen. Die Bohrcylinder bestehen dabei aus weichem Eisen, Messing- oder Kupferblech, und sind gewöhnlich nicht geschlitzt; als Schleifmittel wendet man für harte Steine Diamantbort und Öl, für weichere Schmirgel und Öl, mitunter auch das Pulver von Topasen und Granaten an. Gewöhnlich aber arbeitet man mit einer sehr grossen Drehgeschwindigkeit, durch Anwendung einer Drehspindel, in welche entweder der zu durchbohrende Stein oder das Bohrwerkzeug gespannt wird. Bei allen diesen Bohrungen dienen die weichen Metallcylinder nur als Träger des Schleifpulvers, welches härter sein muss als das zu durchbohrende Gestein, und welches sich in die Metallhülsen einpresst. Hartes Metall (Stahl oder Gusseisen) wäre undienlich, weil in demselben die Körner des Schleifpulvers nicht haften könnten.

Eine nach dem behandelten Princip konstruirte Steinröhren-Schneidemaschine liess sich *Murdoch* 1801 in *England* patentiren. (Prechtl Technol. Encyclopädie,

Porfyrwerk zu Elfdalen in Dalekarlien. Pl. X. Fig. 2.

Bohren von Glas etc. durch Itöhrenbohrer.

Murdoch.

Bed. 16. p. 279) In der Mitte des auszubohrenden, vertikal aufgerichteten, Steines wird eine Stahlplatte angebracht, in welcher sich eine vertikale oben mit Seilscheibe versehene Achse dreht. Diese Achse ist mit dem umgebenden arbeitenden Blechcylinder so verbunden, dass er an der Drehung der Achse theilnehmen muss, gleichzeitig aber bei Vertiefung des Loches in den Stein sinken kann. Die Röhre aus Eisenblech ist unten zu einem breiteren Kranz ausgeschmiedet, so dass sie ohne Klemmung in dem ausgebohrten Schlitz von der Breite dieses Kranzes niedersinken kann. In die Mitte der Röhre führt man als Schleifmittel aufgeschlämmten Sand; ausserhalb der Röhre läuft über den Stein der Bohrschmand ab. Die Röhre erhält durch ein über die schon erwähnte Seilscheibe gelegtes, abwechselnd an dem einen oder anderen Ende gezogenes, Seil eine Drehung abwechselnd nach links und rechts. Ihre Peripheriegeschwindigkeit dürfte wenigstens 1 bis 2 Fuss pr. Sek. betragen.

Zu *Manchester* hat man diesen Apparat zum Bohren von Wasserleitungsrohren angewendet, und aus den bezügl. von *Prechtl* mitgetheilten Ziffern folgt, dass dabei der Druck pr. Wiener Quadratzoll Reibungsfläche $5\frac{3}{4}$ W. Pfd betrug. Anstatt Röhren mit glatten Enden wendet *Munloch* auch ausgebrochene an, so dass das Schleifpulver besser gefasst werden kann; hierdurch näherten sich diese Röhrenbohrer den oben erwähnten von *Elfdalen*. Beim Bohren in losem Gestein kann man die Röhre geradezu zahnend, in welchem Fall aber die Wirkungsweise nicht nur eine schleifende, sondern wesentlich auch eine brechende wird, so dass die Maschine ebensowohl in die 2te Abtheilung geführt werden könnte.

Kranner und Böck. Hieher gehört auch eine Steinrohrbohrmaschine von *Kranner* in *Prag* und *Böck* in *Regensburg* (*Prechtl* l. c. p. 277). Bei dieser ist die Röhre so gezahnt, dass die auf einander folgenden Zähne der Reihe nach etwas ansteigen, so dass ihre Spitzen in einer Schraubenlinie von etwa $\frac{1}{8}$ Zoll Ganghöhe liegen. Die Röhre steht vertikal, mit der Krone nach oben, und erhält durch konisches Zahnradvorgelege ihre Drehung. Der zu durchbohrende Stein hängt über ihr in einem Käfig mit vertikaler Gradführung an einer Schraubenspindel, und wird automatisch gegen den Bohrer niedergeschraubt. Das Bohren erfolgt trocken; das Mehl fällt theils in, theils neben das Rohr des Bohrers. Nach *Prechtl's* Annahmen erfolgen beim Bohren einer 6-zölligen Röhre aus Sandstein 2 Umgänge pr. Minute, und der Stein wird bei jedem Umgang $\frac{1}{8}$ Zoll tief gesenkt, so dass zum Ausbohren von 4 Fuss Röhre $3\frac{1}{4}$ Stunden erforderlich wären, sofern die Zähne nicht rasch abgestumpft würden.

Schleifend wirkende Röhrenbohrer oder eigentliche Röhrensägen von sehr grossem Durchmesser und aus mehreren Stücken zusammengesetzt, werden mitunter angewendet, um die einzelnen Glieder von Säulen aus Marmor u. s. w. herzustellen.

Anwendung des Systemes beim Bergbau. Die erste Idee schleifend wirkende Röhrensägen oder Röhrenbohrer aus Metall, beim Bergbau anzuwenden, sowohl zum Ausbohren des ganzen Ortsprofils als zur Herstellung von Sprenglöchern, scheint *Coquilhat* anzugehören. (*Dinglers Pol. Journal* Bd. 127, 1853 p. 90 nach *Annales des travaux publics en Belgique*, Tome X. p. 199). Wir haben hier nur mit der Möglichkeit zu thun, diese Idee

mit Vortheil beim Abbohren von Sprenglöchern zu benutzen. Ein ganzer oder geschlitzter Cylinder von Eisenblech an einer Eisenspindel ist ein einfacher und wohlfeiler Apparat, dessen Drehung, bei dem anzuwendenden gelinden Druck, so wenig Kraft konsumirt, dass ein Arbeiter durch Kurbel und zweckmässige Seilscheibenvorgelege eine nicht kleine Anzahl solcher Böhler gleichzeitig in Gang würde halten können, während ein zweiter ihre Arbeit bewachen, Schleifschlamm geben sollte, u. s. w. Als Schleifpulver würde man in vielen Fällen Quarzsand, in anderen pulverisirte härtere und wohlfeile Mineralien, z. B. Granat etc. anwenden können, und nur selten zu Schmirgel zu greifen brauchen. Aber die Löcher können nur saigere oder fast saigere sein, und müssen, wenn die Transmissionen nicht zu weitläufig werden sollen, ungefähr in gleicher Höhe angesetzt werden. Das Abbohren würde jedenfalls sehr *langsam* erfolgen, so dass nur durch *gleichzeitiges* Abbohren *vieler* Löcher mit *geringen* Arbeitskosten ein schliesslicher Geldgewinn auf Kosten des Zeitaufwandes erwachsen *könnte*. Die eigenthümlichen Verhältnisse beim Bergbau und Steinbruchbetrieb würden jedenfalls Versuchen in dieser Richtung grosse praktische Schwierigkeiten entgegensetzen, und ohne dergl. umfassende Versuche lässt sich ein endgültiges Urtheil über die Anwendbarkeit des Systemes beim Bergbau nicht fällen. Das praktische Gefühl aber lehnt sich gegen dies System.

Zum Bohren feiner Löcher in Edelsteinen, Glas und glashartem Stahl wenden Steingraveure, Uhrmacher u. a. Industrielle Diamantsplitter an, welche an dem Ende einer rasch rotirenden Eisenspindel befestigt werden. Behufs Befestigung des Diamanten an der Spindel ist diese gewöhnlich gespalten; zwischen den beiden federenden Zinken wird der Diamant so eingeklemmt, dass scharfe Ecken desselben sowohl aus dem Ende als den Seiten der Spindel hervorragen. Durch vorsichtiges Zusammenklopfen der federenden Zinken, durch deren Umwickeln mit dünnem Draht, oder durch Einschmelzen einer leichtflüssigen Bleizinnlegirung in den Spalt sichert man die feste Stellung des Diamanten. Als Schmiere wird Baumöl angewendet.

Bohren mit
Diamanten.

Ausser in Graveur- u. a. Werkstätten habe ich diese Bohrmethode 1867 zu *Idar* bei *Oberstein* (nahe *Creutznach*) angewendet gesehen, namentlich zum Durchbohren von Kugeln und Cylindern aus Achat u. dgl., welche zu Armbändern aneinandergereiht, oder zu anderen Bijouteriearbeiten verwendet werden sollen. Das Arbeitsstück (1) wird zwischen den Holzbacken (2, 2) eines Schraubstockes eingespannt. Die mit Diamant garnirte Eisenspindel (3) ist an einer Holzbobine (4) befestigt, welche oben mit Laufeisen versehen, mit dem am Arbeitstisch angebrachten Holzhebel (6) gegen das Arbeitsstück gedrückt werden kann. In den Hebel ist das kalottenförmige Lager (8) eingelassen, in welchem das Laufeisen der Bobine sich dreht. Mittelst des Bogens (5), dessen Schnur einmal um die Bobine geschlungen ist, ertheilt man letzterer eine hin und hergehende Drehbewegung mit der rechten Hand, während mit dem linken Arm der Hebel (6) angedrückt wird. Dies An-drücken erfolgt jedoch nicht ununterbrochen gleichmässig, sondern nach jedem Bogenzug wird der Hebel ein wenig gelüftet und sodann mit gelindem Stoss nie-

Idar. Pl. X.
Fig. 1.

dergepresst; hierdurch erleichtert man den Zufluss nach der Bohrschneide des tropfenweise auf das Arbeitsstück gegebenen Öles. Zum Bohren ganz feiner Löcher wendet man eine Bohrspindel mit einem einzigen dünnen in ihrer Achse befestigten Diamantsplitter an; zum Bohren von etwa 4^{mm} weiten Löchern Bohrspindeln mit 2 einander diametral gegenüber eingeklemmten, hervorstehenden Diamantsplitttern (siehe Fig. 1); immerhin aber wird mit der einspitzigen Spindel vorgebohrt, ehe man mit der zweispitzigen das Loch ausbohrt. Ein Dutzend Achatcylinder von etwa je 1 Zoll Länge mit 1 bis 3^{mm} weiten Löchern zu durchbohren, kostet 54 bis 60 Kreuzer; ein geschickter Arbeiter kann in 14 Arbeitsstunden 48 bis 50 solcher Cylinder durchbohren, erzielt also pr. Stunde etwa 3½ Zoll Lochtiefe.

(Zum Bohren gröberer als 4^{mm} weiter Löcher wendet man zu *Idar* messingene Röhrenbohrer, Diamantbort und Öl an; die Röhrenbohrer werden wie die hier beschriebenen Diamantbohrer mit dem Bogen unter dem Drückhebel in Drehung versetzt).

Diamantbohrer für Sprenglöcher.

Nachdem Diamanten seit Jahrhunderten zum Durchbohren der festesten Steinarten von Graveuren, Steinschleifern u. s. w. angewendet worden waren, nachdem man das principiell Unvollkommene der *gewöhnlichen* Abbohrmethode von Sprenglöchern erkannt hatte gleichzeitig aber auch die praktische Unmöglichkeit, selbige in festem Gestein durch schleifend wirkende rotirende Bohrer mit Stahlköpfen herzustellen, lag es nahe zu Köpfen für schleifende Rotationsbohrmaschinen Materialien zu versuchen von grösserer Härte als der des zu durchbohrenden Gesteines.

Der hohe Preis des härtesten aller bekannten Mineralien hinderte die Anwendung desselben zu Bohrköpfen, bis der *schwarze* Diamant aus *Brasilien* in grösserer Menge und für mässigen Preis in den Handel kam. Derselbe ist ausserdem durch sein amorfes Gefüge fast mehr für den fragl. Zweck geeignet, als der gewöhnliche leicht nach Oktaëderflächen spaltende Diamant, von welchem letzteren überhaupt gegenwärtig nur 15 bis 18 Pfd jährlich in den Verkehr kommen sollen.

Hermann in *Paris* hat den 3 Juni 1854 ein Patent für Anwendung schwarzen Diamantes zum Drehen, Hobeln etc. von Granit u. a. festen Gesteinen erhalten, nach welchem der Dreh- oder Hobelstahl der Maschinenfabriken durch einen in Messinghülse gefassten Diamant ersetzt werden soll.

Versuche, Bohrköpfe für Sprenglöcher anstatt mit Diamanten mit anderen sehr harten Steinen zu garniren, scheinen bisher nicht angestellt worden zu sein.

Windsor-Machine Cy. U. S.

Nach The Practical Mechanis Journal, Sept. 1868 p. 190 soll die *Windsor-Machine* Cy. U. S. rotirende Gesteinsbohrmaschinen liefern, deren Köpfe mit einer Diamantkrone so garnirt sind, dass bei der Arbeit *nicht* das Kernbohrprincip sondern das Vallbohrprincip in Anwendung kommt. Eine oscillirende Dampfmaschine dreht den Bohrer, welcher in Granit, Marmor, Quarz 500 Fuss ohne Schaden für die Diamanten abbohren kann. Jedenfalls richtiger ist es jedoch, Diamantbohrer nur für Arbeit nach dem Kernbohrprincip zu konstruiren, und wir glauben überhaupt dass dieses Princip beim Abbohren von Sprenglöchern in festeren Gesteinen besser durch schleifend wirkende, mit harten Mineralien arbeitende Rotationsmaschinen

nützlich gemacht werden kann, als durch keilend und unter starkem Druck wirkende.

Nach The Pract. Mech. Journal 1865, May p. 33 soll *Gay* zuerst versucht Leschot; Gay haben, Sprenglöcher durch eine Röhre abzubohren, deren vorderes Ende mit Pl. X. Fig. 4 Diamanten garnirt war. Gewöhnlich aber wird diese Idee dem *Genfer* Uhrmacher bis 8. *Leschot* zugeschrieben. Der ursprüngliche Apparat des letzteren wurde durch *Pihet* tragbarer und für den Gebrauch beim Bergbau zweckdienlicher konstruirt.

Die wichtigste Abhandlung über *Leschot's* Maschine enthalten Annales du Conservatoire des arts et métiers, 1864, t. IV, p. 663; der Uebersetzung derselben in Dingl. Pol. Journal, 1864, Bnd. 173, p. 248 f, haben wir die Figuren 4 bis 8 und einen Theil der folgenden Mittheilungen entnommen. Ausserdem brachten Bnd 167, p. 395; Bnd 169 p. 472; Bnd 171 p. 230 von Dingers Journal kürzere hieher gehörige Notizen, wie solche (theilweise mit Abbildungen) in sehr vielen anderen technischen Zeit- und Einzelschriften anzutreffen sind, z. B. in Revue universelle t. XIII p. 582; t. XV p. 566; Annales des mines 6 serie, tome II, 6 livr, 1862 u. a. Nn; Berg- und Hüttenmännischer Zeitung 1863, p. 394; 1864 in mehren Nummern; The Practical Mechanics Journal 1863, VII p. 304; 1864 p. 81; 1865 p. 33 u. a. Nn; The Engineer Sept. 1867; Les grandes industries etc. par Léon Rueff p. 22, 23; u. v. a.

Leschot's Bohrkopf ist durch Fig. 8 in Ansicht von hinten, von vorne, und Konstruktion. in Längenschnitt wiedergegeben. Er besteht in einer eisernen cylindrischen Hülse, an deren vorderem Ende 8 schwarze Diamanten in der aus der Figur ersichtlichen Stellung eingesetzt sind, nemlich 4 an der Innenseite, 4 an der Aussenseite, so dass die Schneiden der Ecken und Kanten der Diamanten über die inneren und äusseren Kanten der Hülse etwas hervortreten. Durch Bajonettschluss a', a' kann dieser Bohrkopf an der röhrenförmigen Bohrstange befestigt werden. Damit die äusseren und inneren Flächen der Bohrstange und des Bohrkopfes möglichst zusammenfallen, sind beide mit in einanderpassenden Anläufen versehen, wie aus der Figur erhellt.

Der Maschinenständer besteht aus 2 oben und unten durch Querstücke verbundenen, platten, abgehobelten Winkelleisensäulen B, B, welche mittelst der Schraube c im oberen Querstück und den Zähnen b'' am unteren, gegen Firste und Sohle des Ortes gespreizt werden können. Beide Säulen sind der Länge nach mit den Schlitzten b' versehen, an deren einer Seite je die Zahnstangen b, b angenietet sind. (Fig. 4 und 7). Zwischen den Säulen kann der Schlitten E, E gehoben und gesenkt werden durch Drehung des Bolzens e, welcher den Schlitten tragend, aus den Schlitzten b' hervorragt. Auf diesen Bolzen sind nemlich Zahnradchen gesteckt, welche in die Zahnstangen b, b eingreifen; die Drehung der Welle e erfolgt durch die Kurbel e'. Durch Einfällen des Sperrkegels e' (Fig 7) in die Zahnstange, kann der Schlitten E in beliebiger Höhe festgehalten werden. Er trägt die eigentliche Bohrmaschine, welche auf dem Bolzen e so aufgelagert ist, dass sie beliebig gegen den Horizont geneigt werden kann. Die Bohrmaschine besteht aus dem Rahmen F, F (Fig. 4, 6), in welchem die Bohrstange G, und un-

ter dieser die Achse I aufgelagert sind. Durch das konische Vorgelege h' h'' wird die Achse I mittelst einer am Schwungrad I befestigten Kurbel gedreht. Das Zahnrad g'' überträgt die Drehung durch das Zahnrad g' auf die Bohrstange G. Damit durch die geradlinige Bewegung der Bohrstange die Zahnräder nicht ausser Eingriff kommen, sitzt g' fest auf der Bohrstange, g'' dagegen lose auf seiner Welle, so dass es sich dieser entlang verschieben kann, während es durch Nut und Keil gezwungen ist, an der Drehung der Welle theilzunehmen. Ein vorspringender Rand am Zahnrad g'' hindert die Zahnräder während ihrer vorwärtsschreitenden Bewegung ausser Eingriff zu kommen. Behufs Vorwärtsschiebung ist der hintere Theil der Bohrstange zu einer Schraube geschnitten, welche im Muttermuff H liegt. Letzterer wird von der Welle I aus durch die Zahnräder h h' gedreht. Da die Bohrstange durch das Vorgelege g'' g' eine Rotation in gleichem Sinn erhält als die Mutter H, so könnte ein Ausschleiben der Bohrstange nicht stattfinden, sofern nicht ein geringer Unterschied in dem Umsetzungsverhältniss der Vorgelege h' h und g'' g existirte, durch welchen die Schraube eine Differenzschraube wird. Bestimmte direkte Angaben über die Grösse der Vorwärtsschiebung der Bohrstange habe ich nicht gefunden, aus einigen Notizen über die Leistung der Maschine aber folgt eine Vorwärtsschiebung von 0,14^{mm} bis 0,36^{mm} pr. Umgang des Bohrkopfes, sofern nemlich das Zahnrad h ununterbrochen in Eingriff gewesen ist. Wird dieses ausgerückt, während die Drehung der Bohrstange in unveränderter Richtung fortgeht, so nimmt die Bohrstange eine rückgängige Bewegung an. Der Bajonnettschluss, wodurch der Bohrkopf mit der Bohrstange verbunden ist, macht es nöthig dass letztere selbst beim Herausziehen in unverändertem Sinn gedreht wird, da ausserdem der Kopf leicht im Loch stecken bleiben könnte. Um verkehrten Drehungen zuvorzukommen, ist an der Achse I das Sperrädchen i angebracht, welches nach Einfallen des Sperrkegels Drehung der Achse nur in einer Richtung gestattet.

Der hintere Theil der Bohrstange steht mit einem Wasserschlauch in Verbindung, aus welchem ein Hahn den Wasserzufluss durch die Bohrstange nach dem arbeitenden Kopf regulirt. Der Schlauch ist so an der Röhre G befestigt, dass er sich mit ihr vorwärts bewegen kann, ohne an ihrer Drehung theilzunehmen.

Die gesammte Maschine ist möglichst leicht, aus Schmiedeeisen und adoucirtem Gusseisen hergestellt. Das Querstück f, f im Rahmen F enthält das Lager, in welchem sich die Maschine um den Bolzen e dreht. Mittelst der Klemmschrauben K, K kann die Maschine zwar in beliebiger Richtung gegen den Ortsstoss gespreizt werden, für Streiflöcher an der Firste und Sohle dürfte sie sich aber nur schwierig zweckmässig aufstellen lassen.

Nach Abbohren der Löcher wird das Schwungrad I weggenommen, und die Maschine zwischen die Ständersäulen geklappt. Behufs leichteren Transportes sind unten am Ständer ein paar (leicht entfernbare) Räder, oben eine Griffstange c' angebracht.

Mechanische Verhältnisse. Am 15. Apr. 1863 wurden im Conservatoire des arts et métiers zu Paris dynamometrische Versuche mit *Leschots* Bohrmaschine angestellt. Zwei Mann

drehen die Kurbel; der Durchmesser des Bohrloches war 43^{mm} , jener des Kernes 31^{mm} ; in Granit wurde pr. Stunde $0,25^m$ Lochtiefe erzielt. Nach 5 Versuchen war im Mittel: Umdrehungszahl des Bohrkopfes pr. Min. 30; Kraftaufwand $15,345$ Kgm; Leistung pr. Sek. $17,067$ kgmtr; mit zunehmender Tiefe des Bohrloches nahm der Kraftaufwand etwas zu. Das pr. Stunde pulverisirte Gesteinsvolumen betrug also $0,000175^m$, oder ungefähr $0,436$ kilo, wonach das Pulverisiren von 1 kilo Granit einen Arbeitsaufwand von 140000 kgmtr beansprucht. Die Arbeit erfolgte gleichmässig, ohne Störung und merkbare Abnutzung der Diamanten; zwei Mann aber wurden durch dieselbe übermässig angestrengt.

Schon im Jahr 1863 sollen 10 dieser Maschinen gebaut und bei verschiedenen Bergbauen in *Frankreich* (z. B. zu *St. Chamont*) und im Ausland in Thätigkeit gewesen sein. Ueber erzielte Resultate ist jedoch nichts bekannt geworden, mit Ausnahme vereinzelter Angaben erreichter Bohrlochthiefen. In dieser Beziehung haben wir folgende Ziffern gefunden:

Anwendung;
Resultate;
Kosten der
Diamanten.

Pr. Stunde	3 bis 4'	tiefes Loch von 2"	Weite in Granit.	(The Pract. Mech Journal 1863, VII, p. 304)
" "	3,7 " 4'	" "	" $\frac{3}{16}$ (?) "	" " ; (Dtto 1864. p. 81)
" "	6 " 7'	" "	" $1\frac{1}{2}$ "	, wozu 2 Arbeiter beim Fäustelbohren 2 Tage gebraucht haben würden. (Dingler Bnd 169 p. 472.)
" Minute	$0,010^m$ " $0,012^m$	" "	" 46^{mm} "	, 30^{mm} Kern in Granit; ein Mann. (Bergeist 1863 N:o 96.)
" Stunde	$0,6^m$ " "	" "	" 50^{mm} "	in Granit, Protogingranit, Jaspis; ein Mann an der Kurbel (Bergeist l. c; Dingler Bnd 171. p. 230.)
" "	$1,5^m$ " "	" "	" 50^{mm} "	Dtto; ein Mann an der Kurbel mit Riemen vorgelege (Ibid.)
" "	$0,25^m$ " "	" "	" 43^{mm} "	31^{mm} Kern; Granit; 2 Mann. Versuche im Conservatoire des arts et des métiers (Dingl. Bnd 173. p. 248.)

Die letzte dieser Angaben ist jedenfalls die zuverlässigste. Nach derselben ist die Leistung von 2 Mann an der Maschine (Aufenthälte *ungerechnet*) nicht viel grösser als jene, welche ein *geschickter* Häuer durch Fäustelbohren in gewöhnlichem Granit oder Gneiss erzielen kann. Demnach kann *Lescho's* Bohrmaschine nur dann wirkliche Vortheile hoffen lassen, wenn sie für den Betrieb durch eine billigere Kraft als die menschliche Muskelkraft eingerichtet, oder so umgeändert wird, dass die Zahnrad- und Schraubenvorgelege nicht zu viel Kraft töden. Die Unterhaltungskosten der Maschine können, die Diamanten abgerechnet, nicht bedeutend sein. Hinsichtlich der Diamanten *) aber ist anzuführen, dass der

*) *Anm.* Die meisten Notizen betreffend Diamantkosten etc. gelten zunächst *Lescho's* Bohrköpfen an *Roche-Tolay's* Maschine, und wurden bei Nachforschungen über letztere auf der *Pariser* Ausstellung gesammelt,

frühere Preis von 6 frs pr. Karat in neuerer Zeit durch die mehrfache Anwendung der schwarzen Diamanten auf 12 frs und mehr gestiegen ist. Ein mit 8 Diamanten garnirter Bohrkopf kostet nach verschiedenen Angaben 135 bis 170 frs (sogar 200 frncs werden angegeben); ist die Garnitur bis zur Hülse abgenutzt, so hat sie noch einen Werth von 80 bis 100 frs. Im festesten Gestein sollen mit einem und demselben Bohrkopf 150 bis 200^m Bohrlochtiefe erzielt werden können. Hieraus folgt ein Aufwand für Diamanten von im Mittel 0,36 frs pr. meter Bohrlochtiefe. Man darf hiebei aber nicht vergessen, dass wohl einzelne Diamanten verloren gehen oder durch zu starken Druck und Stöße zersplittern können, wodurch sie zu Bohrkopfgarnituren untauglich werden und gleichzeitig einen Theil ihres Handelswerthes einbüßen. Mithin dürfen wir annehmen, dass die Diamanten pr. Meter Bohrloch in festem Gestein summarisch jedenfalls *mehr* als 0,36 frs kosten.

Versuche mit anderen harten Steinen anstatt der Diamanten scheinen noch nicht angestellt worden zu sein. Man könnte in dieser Beziehung namentlich an den trüben Korund, an Spinell und Granat denken; Topas scheint wegen seiner leichten und vollkommenen basischen Spaltbarkeit weniger geeignet. Für nicht zu harte aber pelzige Gesteine, welche auf gewöhnliche Weise oft nicht leicht zu bohren sind, liessen sich möglicherweise sogar Scherben von Bergkrystallen anstatt der Diamanten zu Bohrkopfgarnituren verwenden. Dass letztere rascher als alle die anderen genannten Mineralien bohren müssen, kann doch nicht bezweifelt werden.

De la Roche-Tolay und Perret Pl. X Fig. 9 bis 11.

De la Roche-Tolay hat eine Rotationsmaschine konstruirt, welche sowohl mit *Leschot's* als mit anders geformten Bohrköpfen armirt werden kann. Als Motor derselben dient *Perret's* Wassersäulenmaschine, welche nach *Annales du Conservatoire des arts et métiers* im Civilingenieur, und nach letzterer Quelle in *Jernkontorets Annaler* 1868, 6 Heft u. a. a. O. beschrieben ist; *Roche-Tolay & Perret's* Bohrmaschine war 1867 zu *Paris* unter N:o 49 Cl. 47 (Frankreich) ausgestellt. Die folgenden Mittheilungen stützen sich hauptsächlich auf Beobachtungen, die ich während ein paar Wochen fast täglich an dieser auf der Exposition arbeitenden Maschine anstellen konnte; demnächst auf eine Brochüre: *Perforateur à rotation et à pression directe de Mr De la Roche-Tolay, Ing. d. P. et Ch. avec application du moteur à pression d'eau de Mr. F. Perret, Ing. civil. Notice descriptive, Bordeaux, Mars 1867.* Dieser Brochüre sind die Figuren 9 und 10 entnommen; Fig. 11 habe ich nach eigenen Observationen kombinirt. Der citirten Brochüre entnommen sind Mittheilungen über die fragl. Bohrmaschine in: *The Miners Association etc. Truro* 1867; *The Practical Mechanics Journal*, Oktober 1867, p. 200; *Engineering*, 21. Juni 1867. Compendiösere Beschreibungen und Skizzen finden sich in *Rittinger's*: *Kurze Mittheilungen etc. von der Pariser Ausstellung, Dennicke, Leipzig*; danach in *Berg- und Hüttenmännischer Zeitung* 1868 N:o 34; 1869 N:o 2; *Österreichischer Zeitschrift* 1867 p. 401, 418; samt in anderen technischen Journalen.

Konstruktion. In dem Broncecyylinder C von 0,100^m lichtigem Durchmesser bewegt sich der Broncekolben B unter dem Druck des durch den Hahn h und die Röhre e hinter.

oder durch die Röhre e g vor den Kolben tretenden Wassers. Am Kolben dreht sich die 1,450^m lange, 6-kantige, mit einer 0,016^m weiten achsiellen Bohrung versehene gusstählerne Kolbenstange A, A, welche vorne den Bohrkopf a trägt. In dem Cylinderhals und vor dem Cylinder ist die Bohrstange von einer eisernen Hülse D umgeben, welche auf den Lagern I, I ruhend, den Cylinder wasserdicht schliesst, und durch das aufgekeilte Kegelrad Q in Drehung versetzt wird. Öffnet man den Hahn h, so dass das Presswasser hinter den Kolben tritt, während der vordere Cylinderraum sich entleeren kann, so wird der Bohrkopf gegen das Gestein gedrückt, während er durch die Drehung der Hülse D, an welcher die sechskantige Bohrstange Theil nehmen muss, in Rotation versetzt wird. Eine kleine Öffnung b im Deckel der Bohrstange lässt indessen einen ununterbrochenen Wasserstrahl durch letztere zu dem arbeitenden Bohrkopf strömen.

Ihre Drehung erhält die Bohrstange durch das Kegelrad Q von der auf dem Cylinder C befestigten *Perret's* Wassersäulenmaschine. Die *principielle* Einrichtung der letzteren habe ich in Fig. 11 zu skizziren gesucht, so wie ich selbige nach dem Gang, Äusseren, u. einz. Theilen der Maschine mir vorstellen musste. Die schon citirte Beschreibung im Civilingenieur von dieser Wassersäulenmaschine stellt sie jedoch etwas abweichend dar. Der Broncecyliner E, E ist durch die innen angegossenen ringförmigen Verstärkungen t, t in 3 Kammern T, U, V getheilt, von denen die mittlere U durch das Wasserzflussrohr D mit der Presswassersäule communicirt, während die äusseren T und V mit den Ausflussröhren F in Verbindung stehen. In dem Cylinder E, E bewegt sich der Steuercylinder M M hin und her. Durch die Dichtungsringe u, u schliesst er die Kammern wasserdicht von einander ab; hinten ist er durch den am Deckel des Cylinders E angeschraubten Metallkern n geschlossen, vorne durch eine Stopfbüchse, welche die Stange G des im Steuercylinder arbeitenden mit Leder gedichteten Treibekolbens k durchlässt. An dem Halsring o des Steuercylinders ist die Excentrikstange L angeschlossen, an dem Kreuzkopf r der Kolbenstange die Bläuelstange H. Letztere wirkt auf die Kurbelwelle I, I der Schwungräder S, S; das Excentrik k, welches auf die Excentrikstange L wirkt, sitzt neben der Kurbel I, I so, dass die Excentricitätsradien der Kurbel und des Excentriks rechtwinkelig zu einander stehen. Der Kreuzkopf r der Kolbenstange erhält durch die Gleitbacken q, q, seine Geradföhrung, der Halsring o des Steuercylinders durch die Coulisse p. Der Steuercylinder M, M ist von den Öffnungen m, m durchbrochen, welche in 2 Ringen gruppirt sind. Der Abstand dieser Ringe ist gleich dem der ringförmigen Ansätze t, t im Cylinder E, E. Während der hin- und hergehenden Bewegung des Steuercylinders treten alternirend die hinteren und vorderen dieser Öffnungen in die Wasserzflusskammer U, während die vorderen oder hinteren gleichzeitig in die Ausflusskammern T oder V geschoben werden. Hierdurch wird dem Presswasser ein Weg abwechselend hinter und vor den Treibekolben k bereitet. Befinden sich die wirksamen Theile der Maschine in der skizzirten Lage, so tritt z. B. das Presswasser aus U durch die hinteren Öffnungen m des Steuercylinders in diesen und hinter den Kolben k; gleichzeitig das vor dem Kolben befindliche

Wasser durch die vorderen Öffnungen m, m in die Ausflusskammer V. Der Kolben k wird also vorwärts geschoben und gleichzeitig der Steuerzylinder M. Aber sobald die Kurbel I den höchsten Punkt ihres Weges erlangt hat, beginnt der Steuerschieber seinen Rückweg, während der Kolben noch vorwärts läuft, bis die Kurbel I ihren todten Punkt rechts erreicht hat. Dann sind die Öffnungen des Steuerschiebers wieder in die auf der Zeichnung angedeutete Lage gekommen, der Schieber aber bewegt sich fortwährend rückwärts, und im nächsten Augenblick kann das Presswasser durch die vorderen Öffnungen vor den Treibkolben treten, während das Hinterwasser durch die hinteren Öffnungen in die Abflusskammer T rinnt; der Kolben k wird also zurückgezogen. Diese Anordnung lässt eine bei Wassersäulenmaschinen bisher ungekannte Spielzahl zu, vorausgesetzt, dass (wie hier) alle Einfluss- und Ausflussöffnungen *möglichst weit* sind, dass der Hub *klein* ist, und die Öffnungen m beim Passiren der Liderringe u, u *nicht völlig gedeckt* werden. Allenfalls erheischt ein regelmässiger Gang dieser Wassersäulenmaschine schwere Schwungräder.

Die rotirende Bewegung der Schwungradwelle wird ohne wesentliche Veränderung der Drehgeschwindigkeit durch die konischen Zahnradvorgelege N, O P, Q der Bohrstange, A mitgetheilt.

Aus dem gemeinsamen Zuflussrohr D wird der Wasserzufluss nach dem oberen Cylinder durch den Hahn X regulirt, jener nach dem Presscylinder durch den Hahn x . Der Hahn h regulirt die Wasservertheilung vor oder hinter den Presskolben B; der Hahn y endlich den Abfluss aus dem Presscylinder. Die Ansatzröhren F, welche unter der Maschine sich vereinigen, führen das Aufschlagwasser der Wassersäulenmaschine weg. Die Verbindungen zwischen der Hauptwasserröhre D und der Bohrmaschine sind durch die Kautschukschlangen e und D vermittelt.

Die Wirkungsweise der Maschine ist nun leicht abzusehen. Die Rotationsgeschwindigkeit des Bohrkopfes wird *unabhängig* von dem Druck auf denselben durch den Hahn X geregelt; der Druck auf den Presskolben (B also auch den Bohrkopf) kann dadurch verändert werden, dass man das Wasser nur auf die eine oder gleichzeitig auf beide Seiten dieses Kolbens wirken lässt. Ist das Loch fertig gebohrt, oder will man einen neuen Bohrkopf einwechseln, so lässt man das Wasser nur auf die Vorderseite des Kolbens wirken, sorgt aber gleichzeitig für Abfluss des Hinterwassers. Damit der Bajonettverschluss des Bohrkopfes bei der rückgängigen Bewegung der Bohrstange nicht los lässt, unterhält man jedoch gleichzeitig eine langsame Drehung der Bohrstange in unveränderter Richtung. Der umbohrte Kern zerbricht gewöhnlich in Stücke, welche die Höhlung der Bohrstange aufnimmt. Um sie zu entfernen, schraubt man den Deckel des Presscylinders und Deckel b der Bohrstange ab, und schiebt durch letztere von hinten einen Eisenstab.

Mechanische Verhältnisse. Der Wasserdruck, unter welchem *Roche-Tolay's* Bohrmaschine arbeiten soll, beträgt bis zu 12 Atmosphären, und kann entweder direkt durch eine Wassersäule von entsprechender Höhe, oder wenn nur niedriger Wasserfall zur Disposition steht, durch einen Accumulator gewöhnlicher Construction beschafft werden. Kann man

Accumulatoren vermeiden, so spart man doch wesentlich an Kraft. Wäre man genöthigt in Accumulatoren durch Dampfpumpen Kraft zu magaziniren, so würden mögliche ökonomische Vortheile, welche Bohrmaschinen nach *Roche-Tolay's* Konstruktion unter günstigeren Verhältnissen erbiethen können, durch die Dampfmaschinenkosten wahrscheinlich in den meisten Fällen aufgezehrt werden. Arbeiten Wassersäulenbohrmaschinen in der Grube, und kann man das von denselben abfließende Wasser nicht ohne weiteres durch Stollen weggleiten, so dürfte es in den meisten Fällen weniger gerathen sein, das Wasser Kunstschächten zuzuführen und daselbst mit den Grubenwässern zu Tage zu pumpen, als dasselbe in dichten Röhren von den Bohrmaschinen weg nach einem möglichst tief gelegenen Abflusspunkt aufsteigen zu lassen (siehe p. 209). In diesem Fall ist die Höhe der *wirk-samen* Wassersäule gleich dem Niveauunterschied zwischen den Wasserspiegeln des Aufschlagegrabens und der Abzugsrösche, gleichgültig wie tief unter letzterer die Maschinen arbeiten. Genügt diese natürliche Presshöhe nicht für den Betrieb, so können Accumulatoren zu Hülfe genommen werden, namentlich wenn es nicht an Wasserkraft zu ihrer Speisung mangelt. Uebrigens kann durch Vergrößerung der Kolbenflächen auch mittelst niedrigerer Wassersäulen genügender Druck in den Bohrmaschinen erzeugt werden. Das Gewicht der Maschinen wächst dann aber gleichzeitig fast in demselben Verhältniss als ihre Kolbendurchmesser. Die zu *Paris* ausgestellte Maschine arbeitete mittelst Accumulator unter 8 Atmosphären Wasserdruck.

Der Maximaldruck auf den Bohrkopf ist in der citirten Broschüre zu 1124 kilo. *) berechnet, und zugleich angegeben, dass beim Bohren in den härtesten Gesteinen 700 kilo. genügen. Mithin hat jeder der Diamanten des Bohrkopfes $\frac{700}{8} = 87,5$ kilo. Druck zu widerstehen.

Der Treibekolben der (oberen) Wassersäulenmaschine hat 0,055^m Durchmesser und 0,120^m Hub; der Ausschub des Steuercylinders beträgt cca 0,030^m, sein äusserer Durchmesser cca 0,104^m. Durchmesser der Kolbenstange cca 0,025^m. Da der Wasserverbrauch für 100 Spiele 75 Liter beträgt, und da unter 8 Atmosphären oder 82,46^m Wassersäule die Maschine pr. Minute höchstens 250 Spiele machen kann, so konsumirt sie $\frac{82,464 \times 0,75 \times 250}{60 \times 75} = 3,4$ Naturpferdekräfte, vorausgesetzt, dass kein Accumulator zur Erzeugung dieses Druckes erforderlich ist.

Leschot's Bohrkopf an dieser Maschine hatte zu *Paris* 38^{mm} äusseren, 16^{mm} inneren Durchmesser; die citirte Brochüre giebt 0,035^m bis 0,060^m Lochdurchmesser an; für mildere Gesteine will *De la Roche-Tolay* stählerne Bohrköpfe anwenden.

Roche-Tolay's Bohrmaschine dürfte in ihrer jetzigen Form wenigstens 6 Cntr wiegen. Um die Aufstellung und gleichzeitige Anwendung mehrerer solcher Maschinen zu erleichtern, hat der Erfinder einen Bohrmaschinenwagen konstruirt,

Gestelle.

*) *Ann.* Druckverlust durch Reibungen unberechnet, entsprechen 12 Atm. einem Kolbendruck von 1175 kilo.

welcher auf der *Pariser-Exposition* durch Zeichnung unter N:o 73, Cl. 47 vertreten war. Da derselbe den Bohrmaschinenwägen des *Mt. Genis tunnels* sehr ähnelt, so schien eine Abbildung desselben hier überflüssig; wir wollen aber *Rohe-Tolaj's* Beschreibung in Uebersetzung mittheilen.

"Der Wagen ist aus 2 Lafettwänden von Flach- und Winkelisen zusammengesetzt, welche oben und unten durch Querbalken verstrebt sind. Dieses Gestelle ruht auf 2 Paar Rädern, die auf Schienen laufen. Jede Wand trägt vorne 2 vertikale Schrauben, welchen entlang 4 Muttern sich bewegen. Je 2 derselben tragen Eisentraversen, die sich mit Beibehaltung eines genauen Parallelismus an den Schraubenspindeln heben und senken lassen. Diese Bewegung wird durch eine Gusseisenhülse vermittelt, welche in 2 Hälften die Traversen umschliesst. Die Hülse trägt an jedem Ende ein Kegelrad, welches in ein gleichgrosses, die Schrauben umfassendes, greift. Giebt man der Hülse mittelst Schnarre eine drehende Bewegung, so kann die Traverse zu gewünschter Höhe aufgeschraubt werden. Zwei Gusseisenrahmen ruhen je auf einer der Traversen. Diese Rahmen tragen hinten 2 Stangen, welche an den vertikalen Säulen des Wagens durch Hülse und Splint, an den Rahmen durch Hülse und 2 Schrauben befestigt sind. Die 2 Traversen sind unabhängig von einander; mithin kann man jeden der Rahmen für sich heben und senken. Auch kann der Rahmen gegen die Traversen 0 bis 40° Neigung annehmen. Jeder Rahmen kann 4 Bohrmaschinen aufnehmen, welche durch je 4 Schraubenkrampen befestigt werden. In der Ebene eines jeden Rahmens können die Bohrmaschinen in die zweckdienlichste Richtung verschoben werden. Kautschukschlangen führen das Wasser zum Motor. Andere Röhren dienen zur Fortführung desselben aus dem Treibecylinder. 8 mit Flügeln versehene Hähne sind an einem der Arme des Gestelles befestigt, und dienen zur Regulirung des Wassereinflusses in den Treibecylinder. Ein auf dem Hintertheil des Gestelles mitten in einem eisernen Querrohr angebrachtes Luftreservoir dient zur Milderung der Stösse, welche in den Leitungen durch verschiedene Geschwindigkeit des Treibewassers entstehen könnten. Dieses Querrohr kommuniziert mit dem Hauptrohr, von welchem das Druckwasser durch eine Kautschukschlange nach dem Gestelle geführt wird. Das Kautschukrohr gestattet dem Wagen eine Bewegung rückwärts oder vorwärts von ein Paar Metern ohne dass man das Hauptrohr zu verlängern braucht. Endlich ist der Wagen mit 4 Bremsschrauben versehen, welche ihn festhalten sollen, trotz des Druckes auf jede Bohrmaschine. Die beiden Endschrauben machen gleichzeitig die "porte à faux" des Wagens verschwinden."

Anwendung;
Resultate;
Kosten.

Die auf der Pariser-Ausstellung arbeitende Maschine lag fest auf einem Fundament; in einem Rahmen, welcher sich vor der Maschine verschieben, heben und senken liess, waren eine Menge verschiedener Bergarten eingekittet, worinn die Bohrungen stattfanden. Die festeste dieser Bergarten war ein äusserst zäher schwärzlicher Melafyr, oder vielleicht richtiger Diabasporfyr, in welchem ich verschiedene Male die Bohrresultate genau beobachten konnte. Bei cca 250 Spielen in der Minute erzielte die Maschine in diesem Gestein pr. Minute 16,4^{mm} Loch von 38^{mm} Weite mit 16^{mm} dickem Kern; bei ugenügendem Aufschlag und einem

Wasserdruck von cca 6 Atm. aber nur 7,5^m Loch mit genannten Querschnitten. In Feuerstein war die Leistung 1½ bis 2 mal grösser. Die Anordnungen der Bohrmaschine auf der Exposition gestatteten nicht, Löcher von mehr als 1 bis 2 Decimeter Tiefe abzubohren.

In der citirten Broschüre wird angegeben, dass *De la Roche-Tolay's* Bohrmaschine pr. Minute bei 100 Umgängen und 75 Litres Aufschlagewasser von 8 Atm. Druck folgende Bohrausschläge erziele:

In Glimmerschiefer mit wenig Quarz von Porte Vendres	0,030 ^m
" " vielen Quarzadern " "	0,010 ^m à 0,015 ^m
Quarz vom Mt. Cenis tunnel	0,014 ^m
Dolomit von Cantegal, Eisenbahnlinie Rodez—Montpellier	0,020 ^m
bei 250 Umgängen und 8 Atm. Druck hingegen:	
In Glimmerschiefer mit wenig Quarz v. Porte Vendres	0,075 ^m
" " vielen Quarzadern	0,025 ^m à 0,037 ^m
Quarz vom Mt. Cenis tunnel	0,035 ^m
Dolomit von Cantegal	0,050 ^m

Als Preis einer Maschine wurden zu *Paris* 1200 frs. angegeben.

Nach der mehrerwähnten Broschüre führten Experimente der Ingenieure des Chemin de fer du Midi zu dem Resultat, dass *Leschof's* Bohrkopf beim Arbeiten in *festen* Gesteinen am geeignetsten sei; dass 1^m Bohrloch, welches bei Handarbeit 6 frs*) koste, bei der Maschinenarbeit (ohne Berechnung der Anlagekosten) auf 1,5 frs zu stehen komme. Während man durch Handarbeit monatlich 10^m Tunnel-Richtort auffährt, hofft man durch Anwendung mehrerer auf einem Wagen placirter Bohrmaschinen monatlich 40^m aufzufahren, ist jedoch in dieser Beziehung nicht völlig sicher. Jedenfalls hat die erwartete Geld- und Zeitersparnis eine Verminderung der allgemeinen Kosten zu Folge, und die bisherigen Experimente lassen eine Ersparnis von 15 % der Kosten für das Richtort hoffen, wenn der erforderliche Wasserdruck künstlich erzeugt werden muss, hingegen eine Ersparnis von 40 %, wenn man natürlichen Wasserfall von hinreichender Höhe verwenden kann. Was ich auf der *Pariser* Ausstellung über die Kosten der Diamanten zu *Leschof's* Bohrkopf in Erfahrung bringen konnte, wurde schon bei Beschreibung von *Leschof's* Bohrmaschine mitgetheilt. Hinsichtlich desselben Gegenstandes theilt Mr. C. Fox in The Miners Association etc. p. 20, nach einem Brief der Herren *Huet* und *Geyler*, 95 Rue Blanche Paris, mit, dass ein Diamantbohrkopf zu *De la Roche-Tolay's* Maschine 170 frs koste, und in kompaktem Quarz 246 Löcher à 0,61^m Tiefe, oder zusammen 150^m Bohrloch herstellen könne, wonach die Diamanten noch 80 bis 100 frs werth sind. Bohren 2 Mann in hartem Granit pr. Schicht 6 Löcher von 0,6^m Tiefe, so würde der Aufwand für Diamanten weniger als 0,32 frs pr. Loch, oder 16,67 frs pr. Schicht betragen. Die "ersten Kosten" aber würden sich auf fast 5 frs pr. Schicht oder 0,83 frs pr. Loch belaufen, wobei das Ort 2½ bis 3 mal rascher als auf gewöhnliche Weise aufgeföhren wird.

*) *Anm.* Dies scheint ziemlich theuer. ,

Wären die Diamantenkosten "von 4 Mann" monatlich 87,5 frs, die Löhne 350 frs, so würden incl. Pulver, Zündschnur, Förderung etc. 4 fathoms (d. i. 7,3^m) 500 frs kosten, während für dieselbe Summe (Schmiedekosten ungerechnet) durch Handarbeit in derselben Zeit nur 2 fathoms (d. i. 3,65^m) aufgefahen würden.

Resumé.

De la Roche-Tolay's Bohrmaschine hat wegen der direkten Benutzung von Wasser als Betriebskraft für den Bergbau besonderes Interesse, ist aber in ihrer gegenwärtigen Form für die tägliche Anwendung in der Grube zu schwer und theuer. Auf die Benutzung von Diamantenbohrköpfen dürfte der Bergmann wohl in den meisten Fällen aus ökonomischen Gründen verzichten müssen; aber die fragl. Maschine lässt sich mit Bohrköpfen verschiedener Form bestecken, und scheint sehr geeignet zu *Versuchen* über die praktische Anwendbarkeit des Drehbohrprincipes im allgemeinen.

Jedenfalls ist es erfreulich, dass durch diesen Apparat die Möglichkeit, auch in den härtesten und festesten Gesteinen Sprenglöcher durch Drehbohren herzustellen, bewiesen worden ist. Die oben mitgetheilten Berechnungen über zu erwartende Kosten- und Zeitersparniss scheinen uns aber theilweise zu sanguinisch.

2., *Die keilend (schneidend und brechend) wirkenden Drehbohrmaschinen.*

Die Hauptbedingung für erfolgreiche Anwendung keilend wirkender Drehbohrmaschinen ist hinreichend starker Druck auf die zweckmässig getormte Bohrer-schneide. Bisher wurde dieser Druck gewöhnlich mittelst Schraubenmechanismen durch Menschenhand erzeugt, und *konnte* zu Folge der bedeutenden Arbeitsverluste durch Reibungswiderstände bei Anwendung von höchstens 2 Arbeitern nicht ausreichen, um in anderen als milden und gebrächen Gesteinen Löcher durch keilende Drehbohrmaschinen herzustellen. Es ist anzunehmen, dass der Wirkungskreis dieser Maschinen wesentlich erweitert werden könnte durch Anwendung hydraulischen Druckes anstatt der durch Menschenhand bewegten Press-schrauben. Durch Gewichte einen hinreichenden Druck zu erzeugen, dürfte bei Anwendung derartiger Drehbohrer zu Sprenglöchern in den meisten Fällen inpraktikabel sein.

Champonnois
Pl. XI. Fig.
29 und 30.

Champonnois hat aber zum Bohren steinerner Röhren einen Apparat konstruirt, bei welchem das Gewicht des Werkstückes den erforderlichen Druck bewirkt. Derselbe ist durch Fig. 29 im Aufriss, durch Fig. 30 im Grundriss, nach Dingl. Pol. Journal, 1856, Bnd 142, p. 90 (aus Annales des mines 5:me serie, Vol. VIII, p. 97) dargestellt. Der Bohrer U wird in den Hülsen V, X durch Steckkeile und Press-schrauben in genau vertikal aufrechter Stellung auf der Bank CD befestigt. Seine Schneide, gegen welche leicht eine neue eingewechselt werden kann, hat den Durchmesser der beabsichtigten Röhre und die Form gewöhnlicher Metallbohrer (z. B. Fig. 20). Der auszubohrende Stein E wird äusserlich parallelipedisch zugehauen, und in dem oben und unten offenen Kasten G, G befestigt. Letzterer verschiebt sich mit Leichtigkeit wie ein Perspektivrohr im Kasten N, N. Dieser endlich ist durch den Bügel Y, Y am Halszapfen W aufgehängt, und erhält durch das aufgesattelte konische Zahnrad Q, in welches das auf der Treibachse AD sitzende Kegellrad Z greift, seine Drehung. Man stellt den Bohrer U

genau vertikal und in der Achsenlinie des auszubohrenden Steines E auf, und setzt die durch irgend einen Motor betriebene Maschine in Gang. In demselben Maass als der Bohrer den Stein angreift, sinkt dieser samt dem Kasten G durch sein Gewicht nieder und gegen den Bohrmeisel. Man pflegt die Bohrung von beiden Enden des Steines zu beginnen und bis zu seiner Mitte fortzusetzen. Durch besonders geformte Meisel werden die Enden der Röhre geebnet und mit Schnautzen versehen. Aus den Figuren erhellt übrigens, wie dieselbe Achse AD gleichzeitig 5 nebeneinanderstehende, durch Zahnräder mit einander in Eingriffstehende, Bohrmaschinen in Betrieb setzt. *Champonnois'* Maschine wurde zur Fabrikation von Röhren aus Sandstein, Kalkstein, Marmor u. s. w. verwendet.

Es wurde schon in der Einleitung zu diesem Kapitel unter den zur Herstellung von Sprenglöchern angewendeten Handdrehbohrern jener der Schiefergruben zu *Rimogne* erwähnt. Wir kommen hier auf denselben zurück, weil er nach der aus *Revue universelle*, 6^{me} année, 1^{re} livraison entnommenen Zeichnung auf Pl. XI Fig. 35, zu den unter Schraubendruck wirkenden Drehbohrern zu gehören scheint. Die zugehörige Beschreibung (l. c. p. 69) ist leider sehr kurz und sagt nur, dass dieses Werkzeug zum Bohren aufwärts gerichteter Löcher angewendet werde und zweimal raschere Arbeit erzielen lasse als das Fäustelbohren.

*Rimogne. Pl.
XI Fig. 35.*

Gewöhnlich wird *Lisbet* als Erfinder der unter dem Druck von Pressschrauben wirkenden Drehbohrer angegeben. Dies mag gelten, sofern es sich um deren Anwendung zu Sprenglöchern handelt. Zu anderen Bohrungen in Stein aber waren dergleichen Werkzeuge schon früher im Gebrauch. Wir erwähnten p. 224 einer Röhrenbohrmaschine *Kranmer's*, welche nach dem fraglichen Princip konstruirt ist; eine von *Hunter* erfundene Maschine zur Herstellung von Verankerungslöchern in Werksteinen steht aber *Lisbet's* Apparat noch näher, sowohl durch die Dimensionen der herzustellenden Löcher, als durch die Form des Bohrers.

Nach *Precht's* Encyclopädie etc. Band 16 p. 322 besteht *Hunter's* Bohrer aus einer um ihre Längachse gewundenen, unten quer abgeschnittenen flachen Stahlschiene, ähnelt also den amerikanischen Holzbohrern. Dieser Bohrer wird an einer starken Schraubenspindel befestigt, durch deren Drehung mittelst Spillrad oder Vorgelege er bei jedem Umgang so tief in den unterliegenden Stein eindringen muss, als die Ganghöhe der Schraube beträgt. Unmittelbar über dem Stein ist der Bohrer durch eine Büchse umgeben, welche ihn führen und gegen Biegungen schützen soll. Letzteren wirkt übrigens schon die Windung der Stahlschiene entgegen. Das Querstück, welches die Mutter für die Schraubenspindel enthält, ist durch Eisenstangen fest mit der Führungsbüchse verbunden. Auf dem Werkstein kann letztere ein Paar dicke Leitsangen entlang verschoben werden, so dass mehre in einer Linie liegende Löcher an verschiedenen Punkten des Steines nacheinander abgebohrt werden können. Diese Leitstangen endlich sind durch starke Klammern am Werkstück befestigt und halten so die gesammte Maschine an letzterem fest. Die Ganghöhe der Schraubenspindel betrug 1 Linie, die Anzahl Drehungen war 12 pr. Minute, mithin Vertiefung des Bohrloches während dieser Zeit 1 Zoll.

Hunter.

Leslie wandte diesen Apparat bei Hafengebäuden zu *Arbroath* an, zur Herstellung von 30000 Streckfuß $1\frac{3}{4}$ Zoll weit n, 9 bis 24 Zoll tiefen Löchern. Leider enthält unsere Quelle keine Angaben über Art des Gesteines, Kosten, Kraft und Zeitaufwand bei diesen Bohrungen.

Broomhill.

In der Kohlengrube *Broomhill* (Northumberland) bohrte man nach Berg- und Hüttenmännischer Zeitung 1861 No 41 Löcher von $0,127^m$ Weite (also nicht Sprenglöcher) und $0,9^m$ Tiefe durch einen Röhrenbohrer aus Gusseisen mit in Coquillen gegossenen Zähnen. Die Röhre wurde durch eine Schraube gegen das Gestein gepresst, machte 58 Umgänge pr. Minute, und drang durch selbige (vermuthlich in Steinkohle) $0,15^m$ ein; die Höhe eines Schraubenganges war also $2,6^m$.

**Lisbet Pl. XI;
Fig. 1 bis 17.**

Die angeführten unter Schraubendruck arbeitenden Bohraparate giengen jenem des Ingenieurs *Lisbet* zu *Bully-Grenay* voraus, welcher nach Bulletin de la Societe de l'Industrie minerale in Revue universelle 6 année 3 livr. p. 516, und von *Devillez* in: Des travaux de percement etc. p. 228 beschrieben und abgebildet ist. *Devillez'* Buch sind die Abbildungen Fig. 1 bis 15, ingleichen die meisten der folgenden Mittheilungen entnommen. Den in Fig. 16 und 17 abgebildeten *Lisbet'schen* Apparat sah ich auf der Pariser Ausstellung; die betreffl. Figuren sind aber entlehnt aus The Practical Mechanics Journal, Dec. 1867, p. 266.

**Pl. XI. Fig.
1 bis 12.**

Der Träger der *Lisbet'schen* Bohrmaschine besteht aus den 2 in einander verschiebbaren gabelförmigen eisernen Rahmen A und B, deren unterer A durch den Klauenfuß G, der obere B durch die Spitzen E gegen das Gebirge gespreizt wird. Wie beide Gabeln ineinander befestigt werden, erläutern die Figuren 4, 5, 6. Die Gabel B ist an ihrer Innenseite mit abwärts gerichteten Zähnen versehen, in welche die Riegel F greifen; durch die Schraubenspindel H werden diese Riegel in angemessener Entfernung von der Traverse D der unteren Gabel A gehalten. Eine Spiralfeder sucht die Riegel stets nach aussen zu pressen; durch die am Schlüssel I befindlichen Klauen K lassen sie sich aber bei Drehung des Schlüssels zurückschieben. Hebt man die Gabel B, so schnappen die Riegel F beim Passiren jeden Zahnpaars zurück, gestatten also Ausschubung der Gabel, während sie deren Zurückfallen bindern. Durch die Schraubenspindel H, gegen welche sich die Riegelplatte F stützt, während sich das diese Spindel umfassende Zahnrad L gegen die Traverse D der unteren Gabel A stemmt, kann man die Gabel B vollends gegen die Firste pressen, nachdem sie soweit gehoben worden ist, als die Zahnung zulässt. Zu dem Ende befindet sich an der Traverse D das in das Zahnrad L eingreifende, mit Kurbel versehene Kegelrad N (Fig. 1), durch dessen Drehung die Riegelplatte F und mit ihr die Gabel B gehoben (oder gesenkt) werden kann.

Die untere Gabel A ist an ihrer Vorderseite mit Einschnitten versehen, in welchen die Achseln O des Bohrmaschinenbehälters M aufgelegt, und durch die Klemmschrauben t festgeklemmt werden können. Man kann also die Bohrmaschine höher oder tiefer befestigen, und derselben durch Drehung des Ständers A, B sowie durch Drehung des Behälters M um die Achsen O sehr verschiedene Richtungen geben.

Der Behälter M (Fig. 7, 8, 9, 11) besteht aus 2 starken Eisenblechen, welche durch die Traversen R, Q, P gegen einander abgesteift sind. Diese Traversen tragen die mit Schraubenwindung versehene Bohrerstange Z, so wie die Zahnräder f, g, deren Drehung der Bohrerstange mitgetheilt wird. Die vordere Traverse R ist zu einer Schraubenmutter geschnitten, in welche die Bohrerstange passt. Diese Mutter besteht aber aus einer unteren festen und einer oberen beweglichen Hälfte, welche letztere durch eine Pressschraube angedrückt oder ausser Zusammenhang mit der Bohrerstange gebracht werden kann; ist letzteres der Fall, so kann man die Bohrerstange ohne weiteres zurückschieben. Die Bohrerstange ist mit 2 Nuthen versehen, in welche entsprechende Splinte auf der Innenseite des Zahnradhalses g passen, so dass die Bohrerstange an der Drehung dieses Rades theilnehmen muss, während sie sich doch gleichzeitig auch vorwärts verschieben kann. In das Zahnrad g greift f, auf dessen Achse das konische Getriebe d sitzt; letzterem theilt ein auf der Achse b festgekeiltes konisches Treiberädchen die Drehbewegung mit, welche die Achse b durch eine angesteckte Kurbel erhält.

Um nöthigenfalls auf den Bohrer grössere Kraft ausüben zu können, enthält der Kasten M noch eine 2te Achse a, welche gleichfalls mit Kurbel besteckt werden kann, und welche durch die Zahnrädchen a, b mit der Achse b und dem übrigen Mechanismus in Eingriff steht. Die Kurbel (Fig. 12) gleicht einer gewöhnlichen Bohrerschnarre, so dass sie auch in sehr beschränktem Raum bewegt werden kann. Man darf nicht übersehen, dass fast die halbe Arbeitszeit verloren geht, wenn die Beschränktheit des Raumes dazu nöthigt, die Kurbel nicht kontinuierlich in derselben Richtung sondern oscillirend zu drehen.

Es ist leicht zu ermesen, wie durch Drehung der Achse a oder b der Bohrerstange Z eine rotirende, und gleichzeitig durch die Schraubenmutter in R eine vorwärtsschreitende Bewegung ertheilt wird. Bei jeder vollen Drehung bewegt sich die Bohrerstange $2,5^{mm}$ vorwärts und die Umsetzungen der verschiedenen Zahnräder sind so, dass zu einer Umdrehung der Bohrerstange cca $2\frac{3}{4}$ Umgänge der Achse a oder 2 der Achse b erforderlich sind. Beim Bohren in mildem Gestein wird die Kurbel *direkt* an das Hinterende V der Bohrerstange gesteckt, so dass dann die Zahnradvorgelege leer laufen. Für das Bohren in sehr festem Gestein ist die Höhe der Schraubengänge an der Bohrerstange zu gross, wesshalb man diesenfalls die in Fig. 10 abgebildete Bohrerstange einlegt, bestehend aus dem cylindrischen Kern i, welchen eine äusserlich mit Schraubengängen versehene Hülse umgiebt. Ein Arbeiter dreht die innere Stange durch die bei v angesteckte Kurbel; ein anderer dreht eine der Achsen a oder b und ertheilt dadurch der Schraubenhülse (welche in der Mutter R liegt) eine drehende und vorwärtsschreitende Bewegung, an welcher letzterer die Stange i theilnehmen muss. Je nachdem nun die beiden Arbeiter die Kurbeldrehungen gegen einander abpassen, kann man durch jede Drehung des Bohrers grössere oder geringere Eindringung desselben erzielen. Werden beide Kurbeln gleichrasch gedreht, so entspricht jedem Umgang des Bohrers eine Eindringung von resp. $\frac{2,5}{2\frac{3}{4}} = 0,9^{mm}$ oder $\frac{2,5}{2} = 1,25^{mm}$.

Will man diese zusammengesetzte Bohrerstange ohne Zahnradvorgelege anwenden, so wird der vierkantig durchbrochene Kuppelring h auf den 4-kantigen Zapfen der Bohrerstange i geschoben, so dass die Zunge l in die äussere Hülse greift und letztere mit dem Kern der Bohrerstange kuppelt. Die mit Vorwärts-schraubung verbundene Drehung erfolgt sodann direkt durch die auf V gesteckte Kurbel.

Die Form des in der Hülse y der Bohrerstange befestigten eigentlichen Bohrers erhellt aus Fig. 1. Eine 0,035^m breite 0,007^m dicke Stahlschiene ist durch Drehung um ihre Achse zu einer Spirale von 0,035^m Ganghöhe gewunden, und vorne mit 2 Schneiden versehen, welche in der Achse des Bohrers eine stumpfe Spitze bilden. Durch die Windungen, welche die Stärke des Bohrers sehr vermehren, wird das Bohrmehl kontinuierlich aus dem Bohrloch entfernt.

Ist beim Abbohren tieferer Löcher ein Auswechseln des Bohrers erforderlich, so klappt man die obere Hälfte der Schraubenmutter R, schiebt die Bohrerstange zurück, setzt einen längeren Bohrer ein, schiebt die Bohrstange vorwärts bis der Bohrmeisel auf den Boden des Loches aufstösst, und zieht die Schraubenmutter R wieder an, worauf das Loch abermals um so viel vertieft werden kann, als die Länge der Schraubenspindel beträgt. Das Bohren schien trocken am besten zu gelingen.

Der gesammte Apparat wiegt 60 kil. und kostet 3,50 fr. das Kilogr.

Resultate,
Anwendung.

Bei Versuchen, welche vor einer Commission den 11. Maj 1861 zu *Annezin* (société de Vendin-les-Béthunes) stattfanden, erzielte *Lisbet's* Bohrmaschine folgende Resultate:

1:0 In harten Schiefen; die Kurbel war direkt auf die Bohrerstange gesteckt; horizontales Loch; ein Arbeiter machte 1 $\frac{1}{3}$ Drehungen pr. Sek.

Zeitaufwand zur Aufstellung des Apparates 3,00 Min.

" " Abbohrung von 0,3^m mit dem ersten

Bohrer 1,25 "

" " Einwechslung des 2:ten Bohrers 0,50 "

" " Abbohrung von 0,3^m mit dem zweiten

Bohrer 1,25 "

" " " " 0,6^m, Summa 6,00 Min; pr. Min. 0,1^m

Das Bohrmehl wurde vollständig aus dem Loch geschraubt.

2:0 In härterem Schiefer mit einer 0,05^m dicken Eisenspathniere; ausserdem wie bei N:o 1.

Zeitaufwand zur Aufstellung des Apparates 2,50 Min.

" " Abbohrung von 0,3^m 1,50 "

" " Einwechslung eines neuen Bohrers..... 0,50 "

" " Abbohrung von 0,3^m 1,25 "

" " Einwechslung eines neuen Bohrers..... 0,50 "

" " Abbohrung von 0,35^m 2,25 "

" " " " 0,95^m, Summa 8,50 Min; pr. Min. 0,112^m

Bei diesen Versuchen erwärmten sich die Bohrer nur wenig; der letzte erhielt, wahrscheinlich beim Durchbohren des Spatheisensteines, eine leichte Scharte.

3:0 In grobkörnigem Sandstein gewöhnlicher Festigkeit; die Bohrerstange wurde mit einer Bohrschnarre besteckt; ein Mann.

Zeitaufwand zum Abbohren von 0,22 ^m	4,50 Min.
" " Einwechseln eines neuen Bohrers.....	0,50 "
" " Abbohren von 0,345 ^m	10,00 "
" " " " 0,565 ^m ,.....	15,00 Min. pr. Min. 0,038 ^m

4:0 In demselben Sandstein erzielte ein Arbeiter mit der Kurbel 0,515^m Bohrausschlag in 5,5 Min. (pr. Min. 0,094^m). Es entstanden Aufenthälte durch Feuchtigkeit im Bohrloch, wodurch das Bohrmehl teigig wurde und in der Spirale des Bohrers festklebte.

5:0 In hartem Sandstein ("gressian de querelle") bohrte ein Arbeiter mit der Bohrschnarre ein fast saiger abwärts gerichtetes Loch 0,3^m tief in 11 Minuten. Es fanden dabei jedoch Aufenthälte durch Gleitung des Ständers statt.

Zu allen diesen Versuchen verwendete man *dieselben* Böhrer, welche kaum abgeführt oder schartig wurden. Die Commission glaubt, dass gegen gewöhnliches Bohren die Maschine $\frac{9}{10}$ an Zeit ersparen könne, unter sonst gleichen Verhältnissen.

In einer der Gruben der Societé de Montigny-sur-Sambre erzielte man mit *Lisbet's* Apparat folgende Resultate:

In *kompaktem Schiefer* wurden incl. Zeit zur Aufstellung mit der Kurbel in 7 Minuten 0,65^m, in 7½ Minuten 0,61^m abgebohrt; excl. Aufstellungszeit in 7¼ Min. 1,0^m. Dies entspricht resp. 0,093^m, 0,081^m, 0,133^m pr. Min.

In *Sandstein mittlerer Härte* erzielte man mit der Bohrschnarre 0,31^m Bohrausschlag in 10½ Min, oder 0,029^m pr. Minute, incl. Aufstellungszeit.

In *weniger festem Sandstein* wurden incl. Aufstellungszeit binnen 10 Minuten 0,67^m abgebohrt, also pr. Minute 0,067^m.

Bei diesen Versuchen arbeitete immer nur ein Mann aber mit ungewöhnlicher Anstrengung, und wurde beim Ermüden durch einen anderen abgelöst. Zur Versetzung des Apparates brauchte man 1 bis 3 Minuten; diese Zeit aber könnte durch grössere Uebung auf etwa ½ Min. abgekürzt werden.

In Kohlengruben des Levant du Flénu erhielt man gute Resultate im *Schiefer*, weniger befriedigende im *Sandstein*. In kompaktem *Kohlenschiefer* bohrte ein starker Arbeiter, welcher die an die Bohrerstange gesteckte Kurbel direkt drehte, bei übermässiger Anstrengung 0,18^m pr. Minute, ohne merkbare Abführung des Bohrmeisels.

In sehr *festem Kalkstein* von Soignies war der Bohrausschlag pr. Minute nur 0,013^m, und der Bohrer wurde rasch abgeführt.

In den *festesten Kohlensandsteinen* missglückten die Versuche vollständig. Als ein Mann den Bohrer direkt drehte, während ein zweiter denselben (durch Drehung der Achse a oder b) vorwärts schraubte, fand bei zu geringer Vorwärtschiebung ein rasches Abschleifen des Bohrers ohne merkbaren Nutzeffekt statt;

bei beschleunigter Ausschlebung des Bohrers *stand derselbe gut*, liess sich aber von einem Mann nur ruckweise drehen, so dass er nur kleine Gesteinssplitter abbrach und keine regelmässige Arbeit gab. Dieser Versuch ist sehr lehrreich, indem er darauf hinweist, dass es zur Anwendung des Drehbohrers in Quarzit nur an *genügender* Kraft (und entsprechend starken Dimensionen der Maschinentheile) mangelte, dass aber der Bohrmeisel dem sehr starken Druck gut widerstand.

Auch in der Rotheisenstein-grube *Vezein* (Namur) fielen die Versuche ungünstig aus. In *milden Schiefeln* hatte man von der Bohrmaschine keinen Vortheil; in *Sandstein* und in *Rotheisenstein* wurden aber die Arbeiter übermässig angestrengt, ohne an Zeit zu gewinnen (Revue universelle 6:me année 3:me livr. p. 517).

Gestelle für
den Tunnel-
betrieb. Fig.
13 bis 15.

In Fig. 13 bis 15 ist nach *Devillez* ein Gestelle skizzirt, welches *Lisbet* zur Aufstellung von 72 gleichzeitig vor demselben Tunnelort arbeitenden Bohrmaschinen ersonnen hatte. Dies Gestelle scheint uns zwar keineswegs seinem Zweck entsprechen zu können; wir wollten es aber nicht unerwähnt lassen, weil überhaupt die praktische Anwendbarkeit von Bohrmaschinen in so hohem Grad von zweckdienlichen Aufstellungsverrichtungen abhängt.

Ein den ganzen Tunnelquerschnitt füllender Schirm aus Gusseisen soll auf Rädern vor Ort geschoben, und durch Schrauben gegen die Wandungen, durch die Bremse K aber gegen die Schienen verspreizt werden. Dieser Rahmen trägt in 8 über einander liegenden Reihen die Bohrmaschinen, welche ihre Bewegung durch (auf der Zeichnung nicht angedeutete) konische Zahnräder von den unter ihnen liegenden Stirnrädern E, F aus erhalten. Die zwischen den eigentlichen Treiberädern E liegenden Zahnräder F sollen nur die Bewegung so übertragen, dass sich alle Treiberäder (und mithin alle Bohrer) in gleichem Sinn drehen. Von den 8 an der vertikalen Achse B verkeilten Zahnrädern C erhalten die 8 Reihen der Treiberäder (E, F) ihre Bewegung, und durch ein konisches Vorgelege treibt die liegende Achse A die stehende B. Als Triebkraft zur Bewegung der Hauptwelle A soll komprimirte Luft angewendet werden.

Welche praktische Schwierigkeiten der Ausführung dieser Idee im Wege stehen, ist leicht zu ermesen.

Pl. XI. Fig.
16 und 17.

Der beschriebene *Lisbet'sche* Apparat ist nachmals sehr vereinfacht worden. Auf der Pariser-Ausstellung sah ich unter Cl. 47, No 43 der französischen Abtheilung eine solche vereinfachte, in Fig. 16 und 17 skizzirte Bohrmaschine von *Lisbet* und *Jacquet*, Arras, deren zusammengeschobener Ständer nur 1^m lang und $0,1 \times 0,05^m$ breit war, so dass die gesammte Maschinerie höchstens 30 kgr. wog.

Der Ständer besteht aus 2 gabelförmigen Rahmen aus starkem Eisenblech, von denen der obere B den unteren A umfasst, und an letzterem auf und ab geschoben werden kann. Beide Rahmen sind vielfach durchbohrt, und können mittelst durch die Löcher getriebener Stecknägeln aneinander befestigt werden. Der untere Rahmen trägt eine Spitze, der obere die Pressschraube E, durch deren Anziehung der Rahmen gegen Firste und Sohle verspreizt werden kann.

In dem unteren Rahmen lässt sich der Maschinenträger M in Führung auf- und ab schieben und durch 2 Stecknägeln in gewünschter Höhe feststellen. Auf den hakenförmigen Lagern des Trägers ruhen die Zapfen eines Bügels, welcher die Führungsmutter der Bohrmaschine enthält. Durch Schraubenmuttern lassen sich die Zapfen an ihren Lagern festklemmen.

Die Führungsmutter der Bohrmaschine besteht aus 2 Hälften, deren obere durch die Klemmschraube R gelüftet oder niedergedrückt werden kann. Diese Schraubenmutter nimmt die Bohrerstange auf. Letztere besteht aus einer äusserlich mit Schraubengängen versehenen Hülse, in welcher die eigentliche massive cylindrische Bohrerstange liegt; diese beiden Theile sind so miteinander verbunden, dass die innere Stange an der Vorwärtsbewegung der Schraubenhülse theilnehmen *muss*, während erstere gedreht werden *kann*, ohne dass letztere nothwendig an der Drehung theilzunehmen braucht. Die innere Stange wird nemlich mittelst der auf ihr hinteres Ende V gesteckten Bohrschnarre Z gedreht; die Hülse aber nimmt an der Drehung erst dann Theil, wenn die Bohrschnarre auch mit den seitlichen Zähnen des auf die Hülse geklemmten Muffes X in Eingriff kommt, und dann wird der Bohrer gleichzeitig mit seiner Drehung gegen das Gestein geschraubt. Diese Einrichtung, welche es möglich macht, den Bohrer auch ohne starken und konstanten Druck auf dem Gestein zu drehen, schützt den Apparat allerdings vor Zerschlagen (oder Stillestehen); verlässt aber gleichzeitig auch das Princip, welches allein die Anwendung von Stahl zu Bohrköpfen der Drehbohrmaschinen ermöglicht.

Die Bohrer sind ebenso konstruirt, wie schon weiter oben beschrieben wurde, und haben 0,025 bis 0,038^m Breite.

Nach The Pract. Mech. Journal, Dec. 1. 1867 p. 267 erzielte man mit dieser Bohrmaschine 1864 folgende Resultate:

Zu *Anzin* (Villars) bohrten 2 Arbeiter in hartem kiesigem Gestein binnen 2 Tagen (18 Stunden 25 Minuten Arbeitszeit) 19,64^m Bohrlöcher, und bedurften 2 St. 21½ Min. zur Aufstellung, 4 St. 52½ Min. zum Abbohren. Mithin war der erzielte Bohrausschlag incl. Aufstellungszeit 0,045^m pr. Min., excl. Aufstellungszeit 0,067^m. Das Ort hatte 1,9^m Höhe und 1,6^m Weite, und wurde während der 2 Tage 2,1^m erlangt.

Zu *Seraing* (la Société de l'Espérance) bohrten 2 Mann in Sandstein mittlerer Härte ein 0,04^m weites, 0,565^m tiefes, 8° geneigtes Loch binnen 33 Min. incl. Aufstellung und Aufenthalte beim Bohrerwechseln etc., also 0,017^m pr. Min.

In *französischen* (und *belgischen*) Steinkohlengruben hat diese Maschine ziemliche Verbreitung gefunden. Nach mündlichen Mittheilungen erzielt man mit derselben in den Gruben des nördlichen Frankreich's eine summarische Besparung von 15 bis 25 % gegen das Fäustelbohren. Im *Saarbrücker* Revier experimentirte man 1867 gleichfalls mit *Lisbet's* Bohrmaschine, war aber mit deren Leistung nicht befriedigt. Auch in *schlesischen* Kohlengruben sind diese Apparate angewendet.

— Als einfachste Form der *Lisbet'schen* Drehbohrmaschine hat *Rziha* (Lehrbuch der gesammten Tunnelbankunst, 2 Lief. 1 Hälfte, p. 164) den in Fig. 18 und 19

Rziha Pl. XI
Fig. 18, 19.

skizzirten Apparat vorgeschlagen. Derselbe besteht aus dem eisernen oder hölzernen Ständer A, von solcher Höhe dass er sich im Verhau mittelst der Fusspitzen und der Pressschraube E leicht und fest einspreitzen lässt. In verschiedener Höhe lässt sich sowohl der eiserne Bogen M, als die den Bohrer führende Mutter durch Stecknägeln an dem Ständer fixiren; die Neigung des Bohrers gegen den Horizont bestimmt man durch Bolzen, welche über und unter der Führungsmutter durch entsprechende Öffnungen des Eisenbogens M gesteckt werden.

Die Bohrerlinge hat die schon oft erwähnte Spiralförmigkeit, und wird an die als Bohrstange dienende Schraubenspindel gesteckt; letztere durch die Kurbel Z gedreht. Die Bohrstange muss lang genug sein, um bequeme Drehung der Kurbel zu gestatten; für Gebirgsarten ungleicher Festigkeit hält man Bohrstangen (und dazu gehörige Muttern) in Bereitschaft, deren Schraubenwindungen verschiedene Ganghöhen besitzen. *Rziha* hält ständige Wassereinspritzung für nothwendig. Versuche mit diesem Apparat "haben sehr günstige Resultate erwiesen. Man muss die Versuche mit niederen Schraubenwindungen beginnen und zu steileren, so weit als zulässig, übergehen (l. c. p. 166)".

Abegg und
Richards Pl.
XI. Fig. 26
31 bis 34.

Nach Berg- und Hüttenmännischer Zeitung 1864, Taf. IV, Fig. 14 haben wir Fig. 26, nach Dingl. Pol. Journal, Bnd 183 Taf. VIII, die Figuren 31 bis 34 mitgetheilt, alle betreffend *Abegg's* und *Richard's* Drehbohrmaschine. Dingl. Pol. Journal Bnd 183 p. 364 entlehnen wir folgende, den Annales du Genie civile, Nov. 1866 p. 763 entnommene Beschreibung:

"Anstatt des gewöhnlichen Meiselbohrers wenden die Erfinder einen Drehbohrer (Drillbohrer) mit Gesperre, gewissermaassen eine Verbindung der Schraube einer Wagenwinde mit einem gewöhnlichen Sperrhebel an. Die vier Griffe A, A Fig. 31 (d, d Fig. 26), dienen dazu, den Bohrer gegen das Gestein zu halten, während ihm der in Fig. 32 für sich abgebildete Sperrhebel durch Vermittelung eines Mechanismus (welcher zu bekannt ist, als dass eine weitere Beschreibung desselben hier erforderlich wäre) eine drehende Bewegung mittheilt.

Nachdem der Apparat in die gehörige Stellung gebracht ist, wird der eigentliche Bohrer oder Bohrkopf, Fig. 34, gegen das zugebrüstete Gestein aufgesetzt, indem der Bundring C, Fig. 31, die Drehung der Schraubenmutter verhindert. Wird der Druck zu stark, so giebt der Bundring nach und die Schraube dreht sich, ohne vorzurücken.

Der Bundring besteht aus einem einfachen ringförmigen Kragen oder Halsstücke, welcher, der grösseren oder geringeren Festigkeit und Härte des Gesteines entsprechend, mehr oder weniger fest angezogen werden kann.

Der Apparat kann sich um 28 Centimeter verlängern, so dass, wenn der Bohrer um diese Länge vorgerückt ist, ein anderer längerer Bohrer eingesetzt werden kann. Die Bohrschneiden werden, wie aus Fig. 34 ersichtlich ist, mit einer etwas excentrisch gestellten Spitze ausgeschmiedet, um das abzubohrende Loch weiter abbohren zu können, als der Durchmesser der Schneide beträgt und um der Neigung des Bohrers, sich festzuklemmen, Fische zu machen und sich zu verbiegen, wirksam entgegen zu treten.

Die Länge der verschiedenen Bohrer beträgt 46 Centim., 72 Centim., 100 Centim., 125 Centim., und 152 Centim.

Auf mildem Gestein sind zwei Bohrer nöthig und ein Mann kann in der Stunde 60 bis 90 Centim. abbohren. Die Bohrstange besteht aus Eisen, der $12\frac{1}{2}$ (?) Centim. im Durchmesser haltende Kopf aus Gussstahl.

Zum Bohren auf festem Quarze muss der auf den Bohrkopf auszuübende Druck 210 bis 280 Kilogr. pr. Quadratcentim. betragen; folglich muss der Durchmesser der Bohrstange mindestens $2\frac{1}{2}$ Centim. betragen, wenn sie aus Gussstahl, und 3 Centim. wenn sie aus Eisen besteht. Da nun auch zum Ausschmiden des Bohrloches gehörig Raum vorhanden sein muss, so darf der Durchmesser der Bohrschneide nicht kleiner als 4,75 bis 5,07 Centim. sein.

Auf Quarz und festem Granit kann ein Mann in 2 Stunden ein Loch von 305^{mm} Tiefe und 5 Centim. Durchmesser abbohren, wobei er 10 bis 15 Stück Bohrer vorschlägt.

Demnach kann der Apparat auf festem Gestein mit Vortheil da angewendet werden, wo genug Raum vorhanden ist, so dass der Häuer seine ganze Kraft anwenden kann. Auf kleinen Stollen und Strecken von 1,8^m Höhe und 1,2^m Weite lässt sich der Apparat nur dann benutzen, wenn die Quarztrümmer über 5 Centim. mächtig sind (?); auf weniger festem Gestein dagegen, wie auf hartem Kalkstein, frischem Thonschiefer, Gips, hartem Sandstein etc. kann er selbst auf Strecken von den kleinsten Dimensionen gebraucht werden."

Schliesslich müssen wir noch des Drehbohrers *Schwestka's* gedenken, welcher nach Oesterreichischer Zeitschrift 1864 N:o 26 in Berg- und Hüttenmännischer Zeitung 1864 N:o 49 samt in Revue universelle 9:me année (1865) 4:me livraison p. 177 in Kürze skizzirt ist. Zeichnungen befinden sich in Österr. Zeitschrift. Der Apparat ist dem Drillbohrer der Schlosser nachgeahmt. "Er wird in angemessener Stellung an einer hölzernen oder eisernen Spreitze, woran er verschiebbar ist, befestigt, mit der einen Hand durch Drehen eines Bügels in Bewegung gesetzt, und mit der anderen vermittelt einer Schraube vor Ort gedrückt. Auf diese Weise soll die Bohrung in den meisten Fällen um die Hälfte der Zeit schneller von Statten gehen, als mittelst des Fäustels und sollen bedeutend geringere Reparaturen nöthig werden, als bei der gewöhnlichen Bohrmethode. In einem kompakten harten Quarzsandstein mit graupenförmigen Körnern bohrte man ein einzölliges Loch in 15 Minuten $4\frac{1}{8}$ Zoll tief mit dem Fäustel, $8\frac{3}{4}$ Zoll tief mit dem Handrotationsbohrer. In einem Kieselschiefergestein der silurischen Grauwacke hatte man zum Abbohren eines einzölligen 8 Zoll tiefen Bohrloches auf gewöhnliche Weise 68 Min. verwendet und 32 Stück Gussstahlbohrer verschlagen. Ein gleiches Loch von derselben Tiefe wurde mittelst des Rotationsbohrers in 35 Min. fertig gebracht und dabei 5 Bohrmeisel stark, 12 dergleichen schwach abgenutzt. — Das Schärfen des Rotationsmeisels besteht meistens nur in einem wiederholten Nachschleifen der Schneide. Beim Bohren in hartem Gestein darf man die Druckschraube nicht plötzlich zu fest anziehen.

Schwestka.

Schwestka ist der Meinung, dass sich auch im Grossen der Rotationsmeisel-

bohrer zur Arbeit auf Gestein weit einfacher und wirksamer verwenden lasse, als die stossenden Bohrer, und schlägt zum Umtrieb desselben eine Reactionsturbine mit Benutzung von Wasserkraft vor, weil letztere sich in den meisten Gruben ohne Schwierigkeit herbeischaffen lässt. Vier bis fünf solcher Turbinen lassen sich verrückbar auf einem Wagengestelle anbringen und in verschiedenen Neigungen gegen den Horizont stellen."

Allgemeine
Betrachtungen
hinsichtlich
der keilend
wirkenden
Drehbohrmaschinen.

Nehmen wir an, dass ein Mann mit 8 Kilogr. Druck auf die 0,44^m lange Kurbel der 0,032^m starken Schraubenspindel wirke, dass die Schraubenganghöhe 0,0025^m (mithin der Steigungswinkel 1° 26'), die Neigung der Erzeugungsfäche der scharfkantigen Schraube 45°, der Reibungskoeffizient der Schraubenspindel in der Mutter 0,17 beträgt, so übt der Bohrer auf den Boden des Loches einen Druck aus von $\frac{8 \times 2 \times 0,44 (\cos 45^\circ - 0,17 \times \tan 1^\circ 26')}{0,032 \times (\tan 1^\circ 26' \times \cos 45^\circ \times 0,17)} = 823$ Kilogr., sofern die

Reibung des Bohrkopfes auf dem Gestein nicht berücksichtigt wird. Wirkte der Arbeiter nicht direkt auf die Bohrspindel sondern auf die Achse a (Fig. 7), so würde mit Berücksichtigung von etwa 25 % Reibungsverlusten in den Vorgelegen, der Druck des Bohrers $823 \times 2\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = 1695$ Kilogr. betragen; und fände der Angriff an der Achse b statt, so wäre unter gleicher Annahme hinsichtlich des Kraftverlustes durch Reibung, der Druck des Bohrers $823 \times 2 \times \frac{3}{4} = 1234$ Kilogr.

Bei einer Meiselbreite von 0,035^m ist mithin der Druck, welchen je 1 Centimeter des Meisels gegen das Gestein ausübt, resp. 235, 484, 353 Kilogr.

Nach p. 15 ist die mech. Arbeit, welche beim Fäustelbohren der Bohrmeise durch jeden Schlag gegen das Gestein ausübt 31,6 schwed. Pfdssa, und die 4:te Kolumne der Tabelle auf p. 17 giebt die Eindringungstiefen (pr. Schlag) eines 1,25 Zoll breiten Bohrers in Gesteinen verschiedener Festigkeit. Aus diesen Daten lässt sich berechnen:

Beim Bohren in } Gestein der Gruppe	I	der Druck des ein- dringenden Meisels	3838 Kgr.	Druck pr Cen- timeter	1040 Kgr.
"	II	"	2240 "	"	606 "
"	III	"	1430 "	"	387 "
"	IV	"	914 "	"	247 "
"	I—IV	"	2356 "	"	637 "
"	II—IV	"	1618 "	"	437 "

Vergleicht man die Ziffern der letzten Kolumne mit jenen, welche den Druck der Meiseleinheit des Drehbohrers gegen das Gestein ausdrücken, so findet man sofort, dass ein unter Schraubeneller-pressung arbeitender Rotationsbohrer, dessen Spindel direkt gedreht wird, gerade noch genug Druck ausübt, um in Gestein IV:ter Festigkeitsklasse wirken zu können, und dass ein Lisbet'scher Drehbohrer selbst mit dem kräftigsten Vorgelege höchstens in Gestein III:ter Classe nützlich sein kann, für Gesteine I:ter und II:ter Classe aber unanwendbar ist. Die XVII:te Kolumne der Tabelle zu p. 212 giebt für die Drücke, welche Bohrmaschinenmeisel gegen das Gestein bei jedem Schlag ausüben, 2700 bis 5700 Kilogr., im Mittel 3826 Kgr. Und da (XIV:te Kolumne) die mittlere Bohrlochweite 0,038^m,

so folgt, dass jeder Centimeter Bohrmeisel bei jedem Stoß der Bohrmaschine einen Druck von im Mittel 1000 Kgr. (in runder Zahl) gegen das Gestein ausübt, oder $2\frac{1}{2}$ bis 4 mal mehr als die Schneide des Drehbohrers.

Diese Thatsachen führen zu folgenden Schluss-sätzen:

1., Dass, da ein stossend wirkender Bohrmeisel gegen Gestein pr. Centimeter 5000 bis 6000 Kilogram Druck ohne allzurasse Abführung ausüben kann, ein unter gleichem Winkel zugeschärfter Drehbohrermeisel desto sicherer einen gleichen Druck muss übertragen können, als er nicht stossend wirkt; dass mithin die beschränkte Festigkeit des Bohrmeiselmateriales der allgemeineren Anwendung keilend wirkender Drehbohrer kein ernstliches Hinderniss in den Weg legt.

2., Dass der Druck, unter welchem die bisherigen Drehbohrer wirkten, für Bohrungen in festem Gestein nicht ausreichte, dass mithin ungünstige betreffende Resultate die Unanwendbarkeit des Drehbohrprincipes zum Bohren fester Gesteine durchaus nicht beweisen.

Beabsichtigt man mit keilenden Schneiden auch auf festem Gesteine drehend zu bohren, so sind jedoch einige Umstände zu berücksichtigen. Die Bohrstange wird nicht nur hinsichtlich ihrer absoluten Festigkeit in Anspruch genommen (wie beim gewöhnlichen Fäustelbohren), sondern gleichzeitig auch hinsichtlich ihrer Torsionsfestigkeit, muss mithin entsprechend stärker gemacht werden. In Maschinenwerkstätten giebt man den Schäften der Drillbohrer eine Stärke, welche der 12 fachen durch den Meisel auszuübenden Arbeit entspricht. Es ist möglich dass die Dicke, welche die Klinge einer Drehbohrers haben muss, zu relativ weiten Bohrlöchern nöthigt, vielleicht sogar zur Anwendung cylindrischer Stangen anstatt der gewundenen. Hierdurch würde die Entfernung des Bohrmehles erschwert werden. Wir stellen uns aber vor, dass alles Drehbohren unter ständigem Zufluss von so *vielen* Wasser stattfinden sollte, dass das Bohrmehl nicht in einen Teig sondern in eine flüssige Trübe verwandelt wird. Behufs kontinuierlicher Wassereinspritzung könnte man vielleicht die Bohrklinge geradezu mit einer engen Längenbohrung oder-rinne versehen.

Den *nothwendig erforderlichen* starken Druck, welchen keilende Drehbohrer gegen festes Gestein ausüben müssen, durch Schraubenmechanismen zu erzeugen, scheint uns unstatthaft, weil solche so bedeutende Arbeitsverluste veranlassen, dass letztere den principiellen Vorzug des Drehbohrens vor dem Fäustelbohren annulliren müssen, sofern beiderseitig Menschenkraft die Treibekraft ist. Ausserdem wären den Schraubenspindeln etc. so grobe Dimensionen zu geben, dass die Bohrmaschine sehr schwer und unhandtlerlich ausfallen müsste. Wir stellen uns vor, dass der achsielle Druck der Bohrklinge am besten durch eine Wassersäule erzeugt werden sollte, und dass nur die Drehung des Bohrers durch Menschenhand erfolgte. Wir wollen hier auf Details nicht eingehen, und nur anmerken, dass sich in Gruben fast immer mit Leichtigkeit ein entsprechender Wasserdruck beschaffen lässt; dass die Röhrlösungen sehr eng (z. B. Gasröhren von Blei oder Eisen) genommen werden dürfen, wegen des geringen erforderlichen Wasserzuffusses, dass nicht mehr Kraftwasser nöthig ist, als höchstens eine Cylinderfüllung

für jede Bohreereinwechslung (samt Einspritzungswasser), dass man mithin das Kraftwasser ohne Bedenken aus der Maschine dem nächsten Kunstgezeug zuführen darf. Als Maschine stellen wir uns einen Cylinder mit Differenzialkolben vor, dessen hintere Fläche den Wasserdruck während des Bohrens aufnimmt, während die vordere ringförmige Fläche die zum Zurückschieben des Kolbens (beim Einwechseln der Bohrer) nöthige Wasserpressung empfängt. Der Kolben sollte an der Drehung nicht Theil nehmen, sondern die Bohrklinge müsste in ein entsprechendes Lager der aus dem Cylinder hervorragenden Kolbenstange so eingelegt werden, dass sie sich drehen liesse, ohne Kolbenstange und Kolben mitzunehmen. Die Drehung könnte je nach Umständen mit auf die Bohrklinge geschobenem Spillrad oder Bohrschnarre oder Kurbelvorlege erfolgen. Das Bohrwasser sollte aus dem Cylinderraum vor dem Kolben durch das Lager in der Bohrstangenhülse und durch die Bohrklinge oder an ihr hin kontinuierlich dem Bohrmeisel zufließen.

Es ist leicht zu ermessen, dass der Durchmesser der Treibecylinders je nach der Festigkeit des zu bohrenden Gesteines und dem disponiblen Wasserdruck verschieden gross zu wählen wäre. Nehmen wir als mittleren erforderlichen Druck 600 kgr pr. Centimeter an, mithin 2400 kgr auf eine Bohrschneide von 4 cent. Durchmesser, und disponirten wir z. B. die Presshöhe zwischen dem Kronodike und dem Tiefsten der Falugrube oder cca 343^m, welcher ein Druck von 34,3 kgr pr. Quadratcentimeter entspricht, so wären $\frac{2400}{34,3} = 70$ Quadratcentimeter wirksamer Kolbenfläche erforderlich, und die Kolbenstange müsste einen Durchmesser von 9 $\frac{1}{2}$ cent. erhalten.

Eine nach diesem System konstruirte Bohrmaschine dürfte sehr einfach, dauerhaft und billig ausfallen. *Roche-Tolay* und *Perret* haben diese Idee durch ihre früher beschriebene Diamantbohrmaschine in gewisser Beziehung nicht nur realisirt, sondern sogar vervollständigt, indem sie auch die Drehung des Bohrers durch die Maschine bewirken lassen. Es scheint uns aber dass die Vortheile, welche letztere Anordnung bietet, durch die complicirte Beschaffenheit der Maschine aufgehoben werden, und desshalb würden wir keilend wirkende Drehbohrer aus Stahl unter hinreichend starkem Wasserdruck *vor Hand* drehen lassen, so wie eben angedeutet wurde.

Pl. XI; Fig 20
bis 25.

Fig. 20 bis 25 auf Pl. XI zeigen verschiedene *Bohrköpfe*, welche man an keilend wirkenden Drehbohrmaschinen versucht hat. Dieselben sind theils für das Vollbohren, theils für das Kernbohren konstruirt. Trotz der theoretischen Vortheile, welche letzteres anbietet, scheint es bei Anwendung keilend wirkender Drehbohrer weniger angemessen, weil die schneidenden Theile des Bohrers zu wenig Masse erhalten, um dem starken Druck, unter welchem sie arbeiten müssen, auf die Länge widerstehen zu können. Desshalb ist das Kernbohrprincip bei keilenden Drehbohrmaschinen wenigstens auf mildere Gesteine einzuschränken.

Die Meisel der Vollbohrer (Fig. 20 bis 23) sind stets aus 2 in der Bohrermitte unter stumpfem Winkel zusammenstossenden Schneiden zusammengesetzt

der Zuschärfungswinkel dieser Schneiden kann nach *Sparre's* Formel (p. 30) berechnet, und im Mittel zu 70° angenommen werden. Die Stellung der vorderen Schneidenfläche gegen die Vertikale ist jedoch nicht gleichgültig. Steht diese Fläche vertikal oder einwärts geneigt (Fig. 20), so kann die Schneide nicht mehr keilend auf das Gestein wirken, sondern nur zermalmend, der Effekt fällt mithin gering aus. Deshalb schlägt *Rziha* vor, die vordere Schneidenfläche konkav zu wölben (Fig. 21, 22), so dass sie wenigstens unmittelbar über der Schneidenlinie rückwärts geneigt ist, und bei Drehung des Bohrers das vorliegende Gesteinsströsschen untergreifen kann. Um auf den Boden des Bohrloches gleichsam Einbruch zu reissen, ehe der Meisel seine keilende Wirkung ausübt, hat *Rziha* auch versucht, die Schneide mit hervorstehenden pyramidalen Spitzen zu versehen (Fig. 23). Obwohl diese Meiselform nach Tunnelbaukunst etc. p. 163 sehr gute Resultate gegeben hat, nemlich im Mittel beim Bohren in Buntsandstein, festerem und milderem Muschelkalk, Lettenkohle, sehr festem Jurakalk, Hilssandstein, Cementstein, sehr festem Juradolomit mit (im Mittel) 289 Drehungen pr. Min. 5,68 braunschw. Zoll, während der entsprechende mittlere Bohrausschlag beim Fäustelbohren 0,39 Zoll betrug, so scheint sie uns doch nicht *allgemein* anwendbar, theils wegen schwieriger Herstellung, theils wegen voraussichtlich rascher Zerstörung in festem Gestein.

Beispiele für Kernbohrer, welche unter starkem Druck gedreht keilend wirken, bieten schon die oben erwähnte Bohrmaschine *Kranner's* und jene von *Broomhill*. Als hierher gehörig ist in Fig. 24 *P. von Rittinger's* Cylinderbohrer abgebildet. Derselbe besteht aus einem an jedem Ende durch 2 Schlitze so aufgespaltenen Cylinder, dass an jeder Cylinderkante 2 hervorstehende Zähne gebildet werden, welche als Bohrmeisel fungiren. Ist das eine Zahnpaar abgenutzt, so wird der Cylinder in umgekehrter Stellung an der Bohrstange befestigt. Die Schlitze nehmen das Bohrmehl auf und dienen zur Befestigung des Cylinders an der Bohrstange. Nach *Rittinger* soll ein Drehbohrer höchstens $\frac{1}{3}$ Zoll Geschwindigkeit pr. Sekunde erhalten, da er sich ausserdem erhitzt. In *weichem* Gestein drang dieser Bohrer bei 28 Umdrehungen pr. Minute 0,3 österr. (?) Zoll tief ein.

Als einfachsten Kopf eines drehend wirkenden Kernbohrers giebt *Rziha* in Fig. 24 eine flach ausgeschmiedete, mit 2 Zähnen versehene Stahlklinge an. Dieselbe dürfte sich nur für sehr mildes Gestein eignen.

G. Heym hat in Dingl. Pol. Journal Band. 189, p. 55 Versuche mitgetheilt über die zweckmässigste Form der Bohrmeisel und den Kraftaufwand beim Bohren in *Gusseisen*; und enthalten *Heym's* Erfahrungen und Betrachtungen werthvolle Winke und Aufschlüsse auch für jene, welche mit rotirenden Gesteinsbohrmaschinen experimentiren wollen.

Die *Aufstellung* von unter starkem Druck wirkenden Drehbohrmaschinen bietet fast noch grössere praktische Schwierigkeiten, als jene der Kolbenbohrmaschinen; und wie in weiten offenen Verhauen, wo die rasche Herstellung solider

verlorener Verspreitzungen unausführbar ist, solche Drehbohrmaschinen rasch und sicher aufgestellt werden sollten, ist kaum abzusehen.

Resumé.

Obwohl die Rotationsbohrmaschinen für Sprenglöcher noch vor kurzem ziemlich allgemein als unpraktische Phantasiegebilde betrachtet wurden, so hat doch die Erfahrung der letzten Jahre erwiesen, das sie dazu nicht nur anwendbar sind, sondern in vielen Fällen sogar sehr nützlich. Die festesten Gesteine durchbohrt man mit Diamantbohrmaschinen; für Bohrungen in milderen Gesteinen haben Bohrmaschinen mit unter Schraubendruck wirkenden Stahlmeiseln binnen wenigen Jahre grosse Verbreitung gefunden. Wir sind der Ansicht, dass die Rotationsbohrmaschinen eine grössere und sicherere Zukunft haben, als die Perkussionsbohrmaschinen; weil sie theoretisch richtigere Principien realisiren, weil sie weniger Triebkraft beanspruchen, weil sie einfacher, billiger, leichter und dauerhafter sind. Wir gehen doch nicht so weit anzunehmen, dass Rotationsbohrmaschinen jemals alles Handbohren werden verdrängen können.

Obwohl schleifend wirkende Drehbohrmaschinen auch die festesten Gesteine durchbohren können mit verhältnissmässig geringem Kraftaufwand, so erscheinen sie doch allgemeiner Einführung nicht fähig. Diamantbohrköpfe sind zu kostbar (andere harte Steine zu Garnituren noch nicht versucht) und Hülsen aus weichem Metall bohren zu langsam (allerdings mit sehr geringem Kraftaufwand).

Die unter starkem Druck keilend wirkenden Drehbohrmaschinen mit Stahlköpfen scheinen die grösste Zukunft zu haben. Dass sie auf *allen* Gesteinen mit Vortheil anwendbar seien, wagen wir nicht in Aussicht zu stellen; aber ihr gegenwärtiger Wirkungskreis kann jedenfalls sehr erweitert werden, durch Erfüllung der mit ihrer Anwendung verknüpften mechanischen Bedingungen.

Rasche und sichere Aufstellung von unter starkem Druck arbeitenden Drehbohrmaschinen ist nicht immer leicht, in manchen Fällen fast unmöglich. Dadurch wird der allgemeinere Gebrauch dieser Apparate gleichfalls eingeschränkt.

Da die Rotationsbohrmaschinen bisher noch weniger studirt worden sind als die Perkussionsbohrmaschinen, so lassen sich hinsichtlich der ersteren wesentliche Fortschritte und Entdeckungen erwarten.

Im vorliegenden haben wir versucht, einige Ausgangs- und Anknüpfungspunkte für das Studium der Drehbohrmaschinen zu bereiten, auch durch Hervorziehen solcher Erfahrungen, welche nicht unmittelbar bei der Herstellung von Sprenglöchern gewonnen worden sind, sondern bei Ausübung anderer verwandter Künste.



Legende zu den Abbildungen.

(Um das Verständniss zu erleichtern, wollen wir hier Uebersetzung des schwed. Textes auf den Planchen mittheilen, und gleichzeitig auf die betreffl. Seiten der Beschreibung hinweisen).

Pl. I. Apparate zur Erweiterung von Bohrlöchern, samt diverse Bohrmaschinen.

Fig. 1 A und B. Von Humboldt p. 33; Fig. 2 A und B. Kind p. 33; Fig. 3 A und B. Kraut p. 34; Fig. 4 A bis E. Tollhausen p. 34; Fig. 5. Vergus p. 36; Fig. 6 A bis D. Von Liebhaber p. 38; Fig. 7. Wurfbohrer p. 21; Fig. 8 bis 16. De la Haye p. 49; Fig. 17 und 18. Govans p. 47; Fig. 19 bis 21. Newton p. 46; Fig. 22 und 23. Bartelsson ($\frac{1}{8}$ nat. Grösse) p. 43; Fig. 24. Nasmyth p. 53; Fig. 25 bis 29. Cavé p. 53; Fig. 30 bis 38. Schwartzkopff p. 54; Fig. 39 bis 42. Fontenay p. 118.

Pl. II. Bohrmaschinen des Mt. Cenis.

Fig. 1 bis 7. Bartlett (Fig. 1 bis 3 cca $\frac{1}{10}$ nat. Grösse) p. 84; Fig. 8 bis 12. Someiller, Grandis, Grattoni p. 87. Fig. 8. Principzeichnung. Fig. 9 und 10 neuere Konstruktion ($\frac{1}{3}$ nat. Grösse) p. 90. Fig. 11 und 12 ($\frac{1}{10}$ nat. Grösse) Konstruktion nach Someiller's erstem Patent p. 88. Fig. 13 und 14. Bohrmeisel p. 92.

Pl. III. Bohrmaschinenwägen des Mt. Cenis tunnels.

Fig. 1 bis 3. Bohrmaschinenwagen älterer Konstruktion, $\frac{1}{40}$ Skala; Fig. 4 bis 7 dazu gehörige Details, Fig. 4 $\frac{1}{20}$ Skala; Fig. 5 bis 7. $\frac{1}{8}$ Skala. p. 104. Fig. 8 bis 10 neuere Konstruktion. $\frac{1}{4}$ Skala. Fig. 8 Seitenansicht; Fig. 9 Vorderansicht; Fig. 10. Sektion nach E. F. p. 105.

Pl. IV. Haupt's Bohrmaschinen.

Fig. 1 bis 3, cca $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse. Fig. 1. Vertikalsektion nach C D; Fig. 2. Plansektion nach A B; Fig. 3 Sektion nach a b und c d, p. 122. (Ausgestellt zu Paris 1867; Cl. 47 N:o 5, Amerik. Abtheilung); Fig. 4. Neueres Modell, nicht auf der Exposition, cca $\frac{1}{8}$ Skala. Fig. 5 bis 10. Details in verschiedenen Skalen. Fig. 11. Projektirter Steuerschieber. p. 125; Fig. 12 bis 14. Älteres Modell; in England den 6. April 1865 für J. H. Johnson patentirt; cca $\frac{1}{8}$ Skala. p. 120; Fig. 15 und 17 dazugehöriger Stuhl, p. 121; Fig. 16. Bohrer-schneide p. 121; Fig. 18 und 19. Neuerer Stuhl; cca $\frac{3}{20}$ Skala. p. 126; Fig. 20 bis 25. Zugehörige Details, ohne bestimmte Skala; etwas kleiner als die halbe natürliche Grösse p. 126; Fig. 26 bis 30. Anordnung der Bohrmaschinen, Dampfkessel, Krahn beim Tunnelbetrieb p. 129.

Pl. V. Schumann's Bohrmaschinen.

Fig. 1, A bis D. Handhahnsteuerung p. 136; Fig. 2, A bis E. Handschiebersteuerung. p. 140; Fig. 3 A, B. Automatische Steuerung p. 142.

Pl. VI. Bergström; Stapff.

Fig. 1 bis 3. Bergström p. 163; Fig. 4 bis 7 Stapff; Fig. 4 Längenprofil; Fig. 5 Ansicht von oben; Fig. 6 Hinteransicht; Fig. 7. Vorderansicht p. 177; Fig. 8 bis 11 Principzeichnung einer Bohrmaschine nach einer ähnlichen Maschine auf der Pariser Exposition. Zollverein Cl. 47 N:o 7; Fig. 8. Sektion nach C D. Der Kolben geht bei unveränderter Stellung des Steuerschiebers von α bis β . Die punktirten Röhren liegen über dem Sektionsplan; Fig. 10. Stellung des Steuerschiebers da der Kolben γ erreicht hat, und eben umgesteuert worden ist; Fig. 11. Stellung des Steuerschiebers, wenn der Kolben δ erreichen sollte; Fig. 9. Sektion nach A B. pag. 197.

Pl. VII. Altenberger Bohrmaschinen.

Fig. 1 bis 17: $\frac{1}{6}$ Skala; Fig. 18 bis 24: $\frac{1}{2}$ Skala; Fig. 1 bis 9: Bohrmaschine für 1 Atmosfäre Ueberdruck; Fig. 1. Seitenansicht; Fig. 2. Sektion nach c d; Fig. 3. Längenschnitt nach ab; Fig. 4 Sektion nach e f; Fig. 6. Sektion nach g h; pag. 180; Fig. 10 bis 17. Bohrmaschine für Hochdruck; Fig. 18 bis 24 dazu gehörige Details; Fig. 10. Vorderansicht; Fig. 11. Seitenansicht; Fig. 12. Sektion nach a b; Fig. 13. Längenschnitt; Fig. 14. Plan; Fig. 16. Hintere Auflagerung (von vorne gesehen); Fig. 17. Seitenansicht der hinteren Auflagerung; Fig. 19. Mechanismus für die Umsteuerung, Setzung und Vorwärtsschiebung. Fig. 20. Steuerschieber; Fig. 21. Schalthaken; Fig. 22. Führung der Schubstangen; Fig. 24. Schnitt durch das Zahnrad und das Cylinderrohr, p. 183.

Pl. VIII. Döring's Bohrmaschinen.

Fig. 1. bis 7. Pariser-Exposition, Zollverein. p. 199; Fig. 14. Principzeichnung einer Döring'schen Bohrmaschine nach kurzer Beschreibung (ohne Zeichnung) Le Neve Foster's. p. 201; Fig. 15 bis 23. Döring's Bohrmaschinengestelle. Fig. 15 bis 21 zu Bohrungen in Örtern; Fig. 22 und 23 zu Schachtbohrungen. Fig. 20. Pariser-Exposition, Zollverein, Cl. 47 N:o 7; pag. 204, 194, 218.

Pl. IX. Diverse.

Fig. 1 bis 3. Altenberger Bohrmaschinenwagen in $\frac{1}{18}$ Skala; Fig. 1. Seitenansicht; Fig. 2. Horizontalschnitt; Fig. 3. Vorderansicht. p. 186. Fig 4^a und 4^b. Schumann's Modell zu einem Bohrmaschinenwagen. Nach in Freiberg angefertigten Photographieen; p. 146. Fig. 5 bis 11. Low's Bohrmaschine, von Turner konstruirt p. 206; Fig. 12. Low's Bohrmaschinenwagen; p. 207; Fig. 13 und 14. Norwegischer Erweiterungsbohrer. Stockholmer Ausstellung 1866; p. 37; Fig. 15 und 16. Bergström's Bohrmaschinenstühle; p. 168; Fig. 17. Schumann's Verfahren Bohrmaschinen in Steinbrüchen aufzustellen; p. 147.

Pl. X. Rotationsbohrmaschinen.

Fig. 1. Bohrung von Achat etc. mittelst Diamanten zu Idar bei Creutznach; p. 225; Fig. 2. Elfdalen in Dalekarlien. Bohrung von Porphyr etc.; p. 223; Fig. 3. Dioritaxt mit theilweise ausgebohrtem Auge. p. 220; Fig. 4 bis 8. Leschot's Maschine zum Bohren festen Gesteines durch Diamanten; Skala zu Fig. 4 und 5: $\frac{1}{13}$; zu 6 und 7: $\frac{1}{5}$; zu Fig. 8: $\frac{1}{2}$; p. 227; Fig. 9 bis 11. Rotationsbohrmaschine für direkten Wasserdruck von de la Roche-Tolay. Die Wassersäulenmaschine von Perret. Pariser-Exposition 1867. Frankreich Cl. 47. N:o 49. Fig. 9 und 10 in $\frac{1}{4}$ nat. Grösse. Fig. 9. Seitenansicht; Fig. 10 Plan; Fig. 11. Principzeichnung; p. 232.

Pl. XI. Rotationsbohrmaschinen.

Fig. 1 bis 17. Lisbet p. 238; Fig. 13 bis 15. Support für 72 Lisbet'sche Maschinen; p. 242; Fig. 16 und 17. Von der Pariser-Exposition 1867. Frankreich Cl. 47. N:o 43; p. 242; Fig. 18 und 19. Rziha; p. 243; Fig. 20. Gewöhnlicher Metallbohrer; p. 248; Fig. 21 bis 25. Rziha's Bohrköpfe; p. 249; Fig. 24. von Rittinger's Bohrkopf; p. 249; Fig. 26 samt Fig. 31 bis 34; Abegg und Richards'; p. 244; Fig. 15. Brannkohlenruben zu Lankowitz; p. 220; Fig. 28; Gipsbrüche bei Paris. p. 221; Fig. 29 und 30. Champonnois' Röhrenbohrmaschine; p. 236; Fig. 35 Dachschieferbrüche zu Rimogne; p. 237, 221.

Register.

Vorwort. I bis VII.

Einleitung. 1 bis 41.

Bedürfniss einer Reform in den bergmännischen Gewinnungsarbeiten 1. Bestrebungen, die Bohr- und Schiessarbeit zu verdrängen 1. Jetziger Standpunkt der Bohr- und Schiessarbeit 3. Zündschnüre 6. Zündung durch Elektrizität 6. Nitroglycerin 6. Verminderung der Kosten für Abbohren 7. Herabsetzung der Arbeitslöhne 7. Zur Mechanik des Bohrens 8. Mech. Arbeit, welche dem Bohrer mitgetheilt wird, 12. Mech. Arbeit, welche in Wirklichkeit auf das Abbohren verwendet werden muss 16. Beim Bohren erzielter Nutzeffekt 18. Kraftverlust durch Pulverisiren des Bohrmehles 19. Kraftverlust durch Verschleiss des Gezähes 19. Kraftverlust durch Ungeschicklichkeit der Häuer 20. Rekapitulation 20. Verminderung des durch Rückziehen des Fäustels erwachsenden Arbeitsverlustes 20. Verminderung des durch unvollkommene Elasticität des Gezähes erwachsenden Arbeitsverlustes. Stossbohrer 21. Gewicht und Material des Bohrers und Fäustels 22. Verminderung des durch Zerschlagen des Gezähes entstehenden Kraftverlustes. Material des Gezähes 25. Verminderung des Arbeitsverlustes durch excentrische Schläge u. s. w. 27. Mehrmännisches Bohren 28. Verminderung des durch unnützes Pulverisiren des Bohrmehles entstehenden Kraftverlustes 28. Bohrwasser 28. Form des Bohrkopfes 29. Dimensionen der Bohrlöcher 31. Erweiterung der Bohrlöcher 33. *A. von Humboldt* 33. *Kind* 33. *Kraut* 34. *Tollhausen* 34. *Trouillet* und *Chaillon* 35. *Vergus* 36. *Norwegischer Erweiterungsbohrer* 37. *Courberaise* 37. *Von Liebhaber* 38. Ausbrennen von Bohrlöchern 39. *Prideaux* 39. *Daubrée* 39. *Stricklay* 40. Bedürfniss des Maschinenbohrens 40. Eintheilung der Bohrmaschinen 40.

I. Kapitel. (Perkussionsbohrmaschinen) 42 bis 218.

1., *Hammermaschinen.* 42 bis 45.

Gainschnigg 42. *Brunton* 42. *Barthelson* 43. *Resumé* 45.

2. *Stempelmaschinen.* 45 bis 52.

Newton 46. *Gowans* 47. *Castellain* 48. *Marcellis* 48. *De la Haye* 49. *Resumé* 52.

3., *Kolbenmaschinen.* 52 bis 218.

Nasmyth 53. *Cavé* 53. *Schwartzkopff* 54. Mechanische Verhältnisse 57.

Resultate 60. *Hipp* 61. *Mt. Ceniz tunnel* 62. Litteratur 62. Geschichtliches 63. Tracirung 65. Tunnelprofil 68. Geologische Verhältnisse 69. Ventilation 71. Hilfsbauten und Luftkompression 74. Luftleitungen 82. Vertheilung der Baukosten 83. *Bartlett* 84. Konstruktion 85. Leistung 87. Bohrmaschinenwagen 87. *Someiller* 87. Neuere Konstruktion 90. Mechanische Verhältnisse 95. Bohrausschlag 99. Baumethode 101. Bohrmaschinenwagen 104. Gebrauchswise der Bohrmaschinen 106. Besetzen und Schiessen 109. Wegfördern der Berge 109. Erzielte Auffahrung 110. Oekonomisches 112. Vergleich mit Handarbeit 114. *Fontenay*. 118. *Low, Simpson, Sturgeon, Harrison, Crease, Green*. 119 und 206. *Haupt*. 120. Ältere Konstruktion 120. Älterer Maschinenstuhl 121. Neuere Konstruktionen 122. Neuere Maschinenstühle 126. Mechanische Verhältnisse 127. Anwendung zum Tunnelbetrieb 129. Kosten 131. Einige Bemerkungen 132. *Schumann* 132. Quellen 132. Historik 133. Konstruktion Schumann'scher Bohrmaschinen 135. 140. 142. Mechanische Verhältnisse 137. 141. 143. Neueste Bohrmaschine Schumann's 145. Maschinengestelle. Spreitzen 145. Wagengestelle 146. Gestelle für Steinbruchbetrieb 147. Anwendung der Schumann'schen Bohrmaschinen beim 3ten Lichtloch des Rothschönberger Stollens 147. Kosten 155. Warum die Bohrmaschinenarbeit beim 3ten Lichtloch eingestellt wurde 157. Schumann's Bohrmaschine zu Moresnet (Altenberg) 157. Schumann's Bohrmaschine zu Persberg (Schweden) 158. *Bergström* 163. Konstruktion 164. Mechanische Verhältnisse 166. Aufstellung 168. Anwendung der Bergström'schen Bohrmaschine; Resultate 168. Am Persberg 169. Zu Långban 174. Zu Åtvidaberg 177. *Stapff*. 177. *Altenberger Bohrmaschinen*. 180. Konstruktion 180. Mechanische Verhältnisse 182. Hochdruckmaschine 183. Mechanische Verhältnisse 185. Bohrmaschinenwagen und Befestigung der Maschinen auf selbigem 186. Anwendung der Bohrmaschinen beim Streckenbetrieb am Altenberg 188. Kosten 191. Neuere Resultate 193. Resultate zu Sulzbach-Altenwalde 218. *Döring* 197 bis 204. Anwendung der Döring'schen Apparate 206. *Low* 206 u. 119. Gestelle 207. Anwendung 207. *Jordan und Darlington* 208. *Resumé* (betreffend Kolbenmaschinen) 209. Betriebskraft 209. Konstruktion 211. Mechanische Verhältnisse 212. Aufstellung 216. Anwendung und Resultate 217. Zusatz betreffl. die *Altenberger* Maschine 218.^s

II. Kapitel (Rotationsbohrmaschinen). 219 bis 250.

Principielle Vorzüge 219. Bohren der Augen in Steingeräthen 219. Bohrmethode in Steinschleifereien etc. 220. Drehbohrer beim Bergbau 220. *Lankowitz* 220. *Pariser Gipsbrüche* 221. Bohren in Steinsalz 221. *Rimogne* 221. Warum beim Bergbau Drehbohrer nicht auf festen Gesteinen angewendet werden 221. Eintheilung der Rotationsbohrmaschinen 222. Schmiermittel 222.

1., Die schleifend wirkenden Drehbohrmaschinen. 223 bis 236.

Elfdalen 223. Bohren von Glas etc. durch Röhrenbohrer 223. *Murdoch* 223. *Kranner und Böck* 224. Anwendung des Systems beim Bergbau 224. Bohren mit Diamanten 225. *Idar* 225. Diamantbohrer für Sprenglöcher 226. *Windsor*

ren Angabe bohrte der 2 zöllige Anfangsbohren bei 40 sechszölligen Hüben pr. Minute $\frac{1}{8}$ Zoll; jeder folgende Erweiterungsbohrer (mit je 2 Zoll grösserem Durchmesser) $\frac{1}{16}$ Zoll.

Seite	Zeile				
46	15	von unten	steht	zieh	lies zieht
47	13	"	oben	" gebogene	" gebogener
47	19	"	unten	" erschein	" erscheint
52	16	"	oben	" nachmals	" nochmals
53	2te	Marginale,	streich	ebeusowohl	"
54	8	von oben	steht	entgegengesetzten	" entgegengesetzten
54	16	"	unten	" beabsichte	" beabsichtigte
54	1	"	"	" Berg- och und Hüttenm.	" Berg- und Hüttenm.
55	22	"	oben	" offende	" offene
55	23	"	"	" und bestehendes	" und b bestehendes
55	8	"	unten	" Erziehung	" Erzielung
55	1 u. 2.	"	"	}	lies: {
56	1 u. 2.	"	oben		
f; gegen die auf der Achse f" sitzende Knagge schlägt beim Rücklauf des Kolbens die echiefe Ebene etc.					
56	3	von oben	steht	k nicht	lies k sucht
56	8	"	"	" k	" K
56	12	"	"	" f ¹	" f ²
56	16	"	"	" 31	" 32
57	27	"	"	" Spielzahl	" Spielzahl
57 7 u. f., unten. Das Verhältniss der Kolbengeschwindigkeit beim Ausschub und Rückschub des Kolbens ist wie $\sqrt{4} : \sqrt{3}$ oder wie 4: 3,46 anstatt 4: 3. Demgemäss sind auch die nächst folgenden Ziffern zu verändern.					
58 8 von oben. Der Steinkohlenverbrauch ist zu hoch berechnet. Nimmt man 13 Pfd pr. Stunde und Pferdekraft an, so reduzirt er sich auf 1,11 Cntr pr. Stunde; — — — —					
59 21 von oben. das Brennmaterial pr. 10 Stunden kostet also nur $1,11 \times \frac{10}{2} \times \frac{1}{3} = 1,85$					
Thr, und die Maschinenkosten dürften binnen dieser Zeit $15 \times \frac{1}{3} - 1,85 = 8,15$ Thr betragen, damit die Maschinenarbeit konkurriren könne.					
59	9	von unten	steht	l	lies 4
60	6	"	oben	fehlt Komma nach Saarbrücken	
61	13	"	"	streich das Komma nach Bohrer	
61	14	"	"	" lästtride	" lässt viele
62	14	"	unten	fehlt "Traforo delle Alpi tra Bardonnèche e Modane" vor Relazione della etc.	
62	11	"	"	" die	lies dei
63	14	"	oben	" gesammuten	" gesammten
63	15	"	"	" Minig	" Mining
63	16	"	"	" l'industrie	" l'industrie
63	9	"	unten	" einzelnen	" einzelnen
64	5	"	oben	" Tunnelachse	" Tunnels
64	20	"	"	" eiseitige	" einseitige
64	9	"	unten	fehlt und vor als	
65	4	"	"	steht Porelli	" Borelli
67	4	"	oben	" 1338,54	" 1338,45
68	12	"	unten	" anstehenden	" anstehenden
69 17 " oben, "die Ingenieure zu Fourneau aber rechneten wenigstens das Territorium nördlich von der erwähnten Verwerfung zur Kreideformation" — diese Behauptung ist irrthümlich und dadurch entstanden, dass mein Gehör grès mit craie verwechselt hat, und mein Notizbuch also formation de craie enthält, anstatt formation de grès, welch' letztere Bezeichnung die Ingenieure zu Fourneau anwendeten.					
73	8	von oben	steht	Tunnelort	lies Tunnelort
76	12	"	"	" ihre	" ihrer
79	11	"	unten	" Alpenaches	" Alpenbaches
82	5	"	oben	" sein	" fein
82	18	"	unten	" aus	" auf
83	2	"	"	" den konischen	" der konischen
88	9	"	oben	" d d	" a a
90	12	"	unten	" a	" a
91	1	"	oben	" verstezt	" versetzt

Seite	Zeile				
92	12	von unten steht	0,8 bis 0,9		lies 0,08 bis 0,09
93	9	" " "	eingespeitzt		" eingespreitzt
95	1	" " "	76		" 75
96	9	" " "	pag.		" pag 16
97	7	" oben "	0,025 =		" 0,025 ^m =
97	23	" " "	$\frac{1,41}{0,41} \left(1 - \left(\frac{1}{5,6} \right)^{\frac{0,41}{1,41}} \right)$		" $\frac{1,41}{0,41} \left(1 - 5,6^{\frac{0,41}{1,41}} \right)$
97	24	" " "	309 kgmtr = 4,1 Pferdekräfte		" 378 kgmtr = 5,04 Pferdekräfte
98	2	" " "	5,55		" 5,5

Zu dieser Ziffer ist anzumerken, dass sie eine Luftspannung von 5,85 Atm. welche in den Reservoirren stattfindet, voraussetzt. Die Luftspannung bei den Bohrmaschinen ist dagegen in den vorhergehenden Rechnungen zu nur 5,6 Atm. angenommen worden; hieraus erklärt sich der Widerspruch, dass eine Bohrmaschine theoretisch 5,5 Pfkr. entwickeln könnte, (p. 98 Zeile 2) während sie nur 5,04 Pfkr. (p. 97 Zeile 24) aufnimmt.

Seite	Zeile				
98	6	von oben steht	16,83		lies 14,83
98	15	" " "	10,84		" $\sqrt{10,84}$
98	19	" " "	fehlt Parenthese nach }		"
99	8	" " "	steht $\frac{1,41}{0,41} \left(1 - \left(\frac{1}{5,5} \right)^{\frac{0,41}{1,41}} \right) \times 0,00432$		lies $\frac{1,41}{0,41} \left(1 - 5,6^{\frac{0,41}{1,41}} \right) \times 0,00432$
99	9	" " "	4,7 Pferdekräfte		lies 5,79 Pfkr.
99	12	" " "	$\frac{3}{2}$		" $\frac{3}{2}$
100	18	" unten "	200		" 240
102	17	" " "	Breschenlöchern		" Breschenlöcher
103	16	" " "	0,7		" 0,17
107	11	" " "	breite, 3 ^m hohem		" breiten, 3 ^m hohen
110	19	" " "	Dagen		" Dagegen
111	12	" " "	724 ^c		" 724 ^{c, a}
112	8	" oben "	$7\frac{1}{2}$		" 6 $\frac{1}{2}$
114	17	" unten "	5391		" 5319
117	3	" oben "	dem Ernst August Stollen betreffenden den den		" dem den E. A. St. betreffenden den den

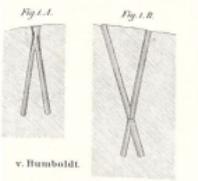
119	11	" " "	g		" q
119	14	" unten "	supply		" supply
121	6	" oben "	ausschlägt		" anschlägt
121	13	" " "	S		" s'
121	14	" " "	S'		" s
127	2	" unten "	Können		" können
128	14	" " "	wie Quadratwurzeln		" wie die Quadratwurzeln
130	8	" " "	and		" an
135	4	" oben "	kam		" kamen
139	9	" unten "	$\sqrt{0,137}$		" $\sqrt{0,0137}$
139	1	" " "	Koens		" Kolbens
140	5	" " "	gewöhnlicher.		" gewöhnlicher
143	9	" " "	075 ²		" 0,75 ²
144	8	" oben "	18564		" 185640
144	18	" unten "	10,57		" 0,57
145	8	" oben "	0,113		" 0,13
146	14	" unten "	a		" a'
147	8	" oben "	d		" a
147	19	" " "	3		" 2
151	20	" unten "	1517 $\frac{1}{2}$		" 1567 $\frac{1}{2}$
153	4	" oben "	Woche Sa		" Woche S

156 Zu Zeile 18 f. v. o. Die Kostensumme von 25452 Thr 17.2 Sgr einbegreift die Ausgaben für Förderung, Wasserhaltung, Administration etc., während der nächstfolgende Bericht des Obersteigers Jobst ausschliesslich Gewinnungskosten betrifft. Nach diesem Bericht sind die summarischen Bohrmaschinenkosten für Abteufen und Ortsbetrieb inclusive Hr. Schumann's Auslösung 9821 Thr 18.7 Sgr, während sie ohne Hr. Schumann's Entschädigung 9495 Thr 8.7 Sgr betragen.

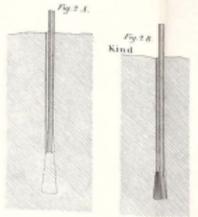
15	6	von unten steht	29,7 Sgr		lies 27,7 Sgr
157	8	" oben "	Die nächstvorgehenden Ziffern des Tableaus		" Die Ziffern des nächstvorgehenden Tableaus

Seite	Zeile			lies pag. 135
157	4	von unten	steht pag.	
158	17	" "	fehlt nach Schrift: (p. 190 des vorliegenden)	
160	5	" oben	" 3:te	lies 5:te
160	1	" unten	" 3 ^{5,25}	" 37,25
161	3	" oben	" das	" dass
163	8	" "	" entgegentreten muss	" entgegenzutreten
168	8 u. 9	" unten	" Vergleiche mit Zusatz auf p. 218	
171	1	" "	" ein	" kein
172	20	" oben	" sollen bis	" sollen mitunter bis
174	Die Marginalüberschrift ist 3 Zeilen tiefer zu rücken			
176	17	von oben	fehlt Kohle etc.	
176	11	" unten	" 8,6	" 98,5
177	21	" "	" 1, L	" a. a
185	8	" "	" 3 ^{5,2}	" 3 6 ²
192	12	" oben	" 86	" 36
197	9	" "	" unter Hand	" unter der Hand
199	10 u. 11	" unten	lies: Bewegung rückwärts ohne Lösung der Mutter leicht durch ein paar konische Räder mit Kurbel bewirken.	
206	5	von oben	steht Grosse	lies Grover
Zusatz: Nach Times vom 24 Dec. 1866 hatte Hr Döring eine arbeitende "patentirte" Bohrmaschine zu York-Road, Lambeth. ausgestellt. wahrscheinlich eine Altenberger. denn Times gibt an dass diese Maschine zu Moresnet in ständigem Gebrauch sei, 2 ¹ / ₂ mal raschere Auffahrung als Handbohren erzielen lasse, und die Gewinnungskosten pr. laufenden Meter von 191,88 fracs auf 120,45 fracs herabsetze. Von letzterem Betrag sollen 1 ² / ₂₅ fracs auf Unterhaltung und Reparaturen der Maschinen entfallen. In Granit bohrte die Maschine (zu York-Road) 6 engl. Zoll binnen 5 Minuten. Nach einem gedruckten Avis des Hn. Döring welches ich auf der Pariser Exposition erhielt, erzielte man mit Döring's "verbesserte" Bohrmaschine einen Ausschlag von 7 Zoll in 3 ¹ / ₂ Min.				
Auch Hr. M. C. Kapesser zu Ruhrort erteilt nach diesem Avis nähere Aufschlüsse über Döring's Maschine.				
Hinsichtlich der Anwendung Döring'scher Gestelle zum Schachtabteufen siehe p. 218.				
215	23	von oben	steht das die	lies dass die
220	Zusatz zu Pl. X. F. g. 3. S. Nilsson hält für wahrscheinlich dass die Alten zum Kernbohren stählerne Cylinderbohrer anwendeten (Skand. Nord. Urinvärare: Bronsäldern 2. Uppl. p. 57).			
224	7	von oben	steht ausgebohrteren	lies ausgebohrten
225	7	" unten	" Arbeitsstück	" Arbeitsstück
226	6	" "	" Vollbohrprincip	" Vollbohrprincip
228	1	" oben	" h" h"	" h" h"
230	3?	" unten	" Rotationsmaschine	" Rotationsbohrmaschine
230	2	" "	" 0,100	" 0,110
237	6	" "	" Leitstangen	" Leitstangen
246	13	" oben	" $(\tan 10^{\circ} 26' \times \cos 45^{\circ} \times 0,17)$	" $(\tan 10^{\circ} 26' \times \cos 45^{\circ}) + 0,17$
246	8	" unten	" Schrauben eller pressung	" Schraubenpressung

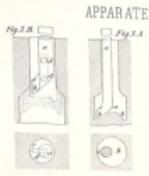
APPARATER TILL UIVDING AF BORRERÅL, SAMT DIVERSE BORRMASKINER



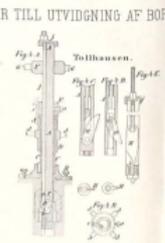
v. Humboldt



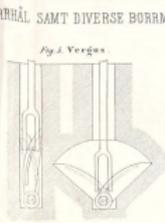
Kind



Kraut



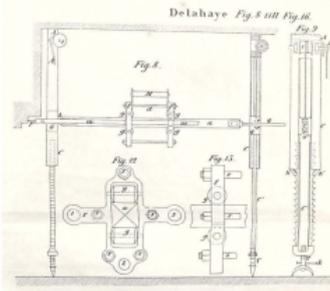
Tullhausen.



Verges



Xasmith



Delahaye Fig. 5 till Fig. 16.



Govan Fig. 7 till Fig. 11.

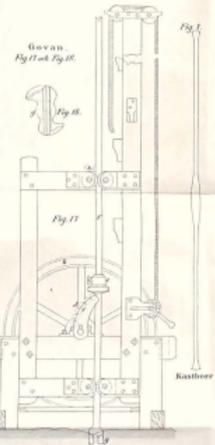


Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

Fig. 15

Fig. 16

Fig. 17

Fig. 18

Fig. 19

Fig. 20

Fig. 21

Fig. 22

Fig. 23

Fig. 24

Fig. 25

Fig. 26

Fig. 27

Fig. 28

Fig. 29

Fig. 30

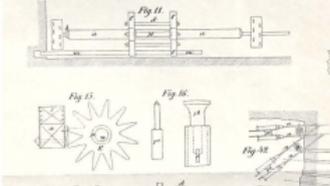


Fig. 15

Fig. 16

Fig. 17

Fig. 18

Fig. 19

Fig. 20

Fig. 21

Kastner

Fig. 22

Fig. 23

Fig. 24

Fig. 25

Fig. 26

Fig. 27

Fig. 28

Fig. 29

Fig. 30

Fig. 31

Fig. 32

Fig. 33

Fig. 34

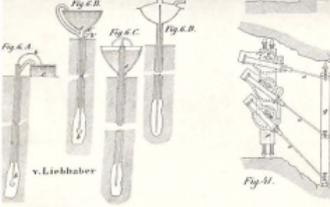


Fig. 22

Fig. 23

Fig. 24

Fig. 25

Fig. 26

Fig. 27

Fig. 28

Fig. 29

Fig. 30

Fig. 31

v. Liebhafner

Fontenay. Fig. 32 till Fig. 35.

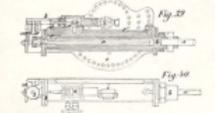


Fig. 32

Fig. 33

Fig. 34

Fig. 35

Schwartzkopf. Fig. 36 till Fig. 39.

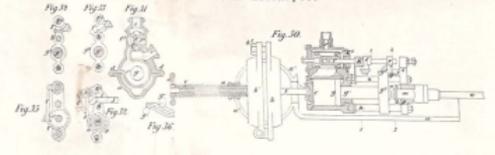


Fig. 36

Fig. 37

Fig. 38

Fig. 39

Fig. 30

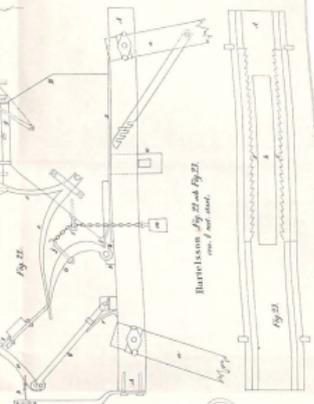


Fig. 22 till Fig. 31 om. Fortsatt.

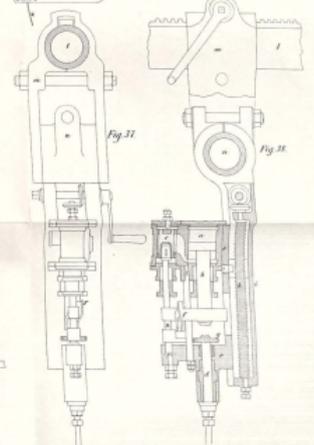


Fig. 32

Fig. 33

Max. Cank Drehmaschine

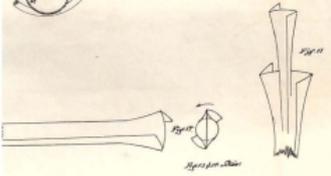
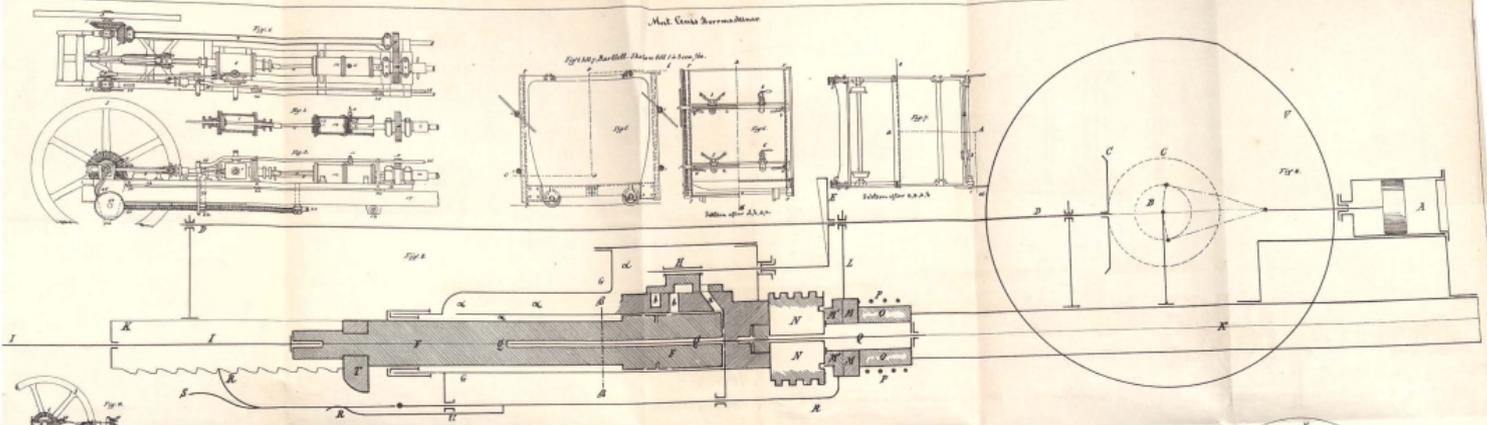
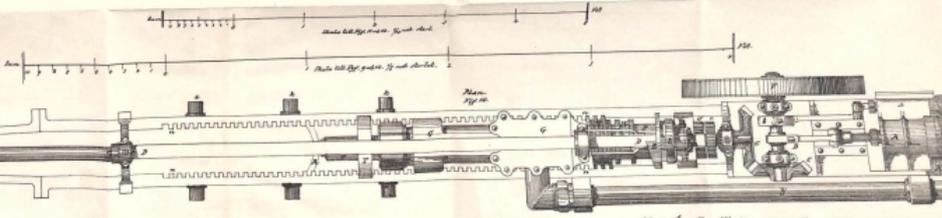
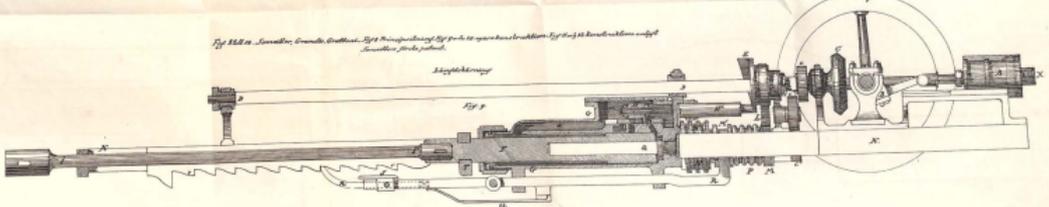
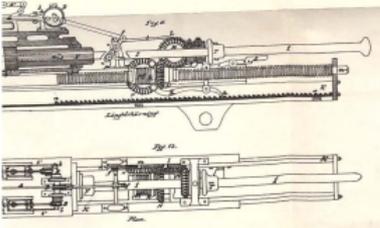
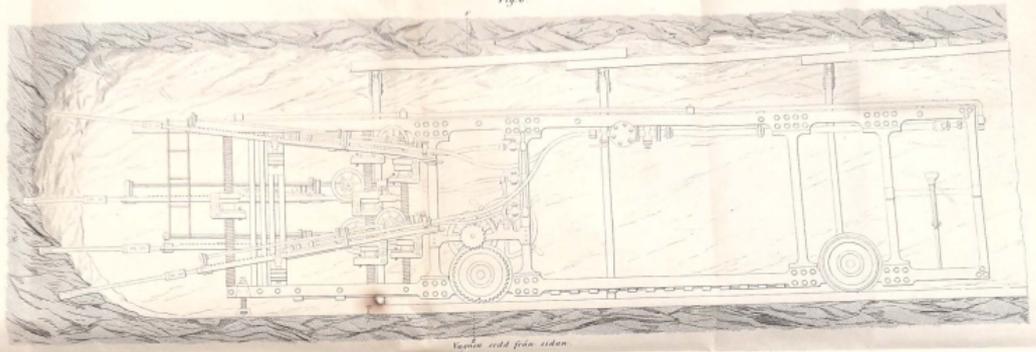
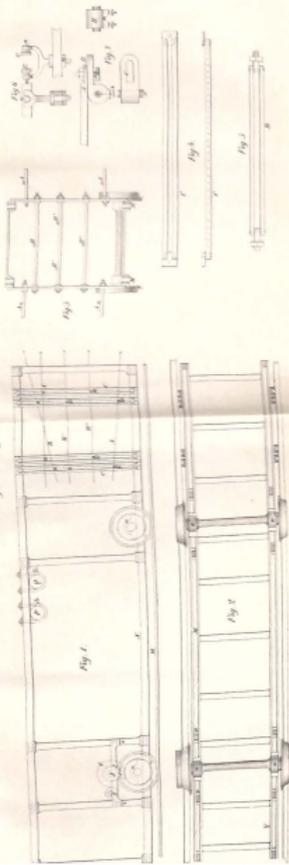


Fig. 11 bis 12: Spezialität, Grundausschnitt, zeigt Messingbohrer, zeigt auch die Spindelbohrer, zeigt die Bohrerbohrer, zeigt die Bohrerbohrer, zeigt die Bohrerbohrer, zeigt die Bohrerbohrer.

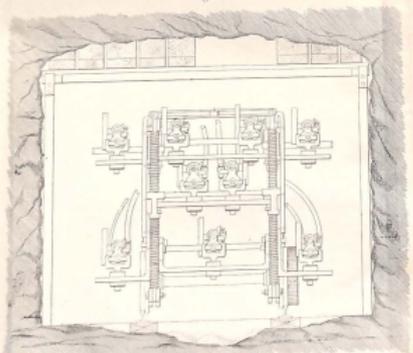


BOHRMASKINVAGNAR I MONT CENIS TUNNELN.

Fig. 1 till 3. Borrmaskeingarna af alla konstruktionerna för de till Fig. 1 till 3. Borrmaskeingarna af alla konstruktionerna för de till Fig. 1 till 3. Borrmaskeingarna af alla konstruktionerna för de till Fig. 1 till 3.



Se sidan till höger



Se sidan till vänster

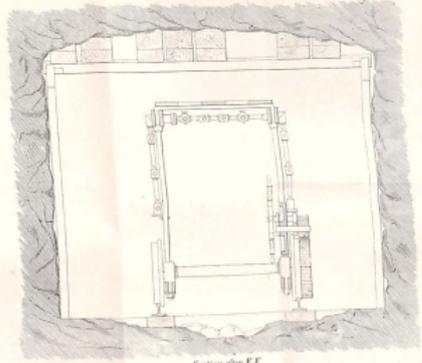


Fig. 1 till 10. Se sidan till höger

HAUPTGERÄTEMASCHINEN

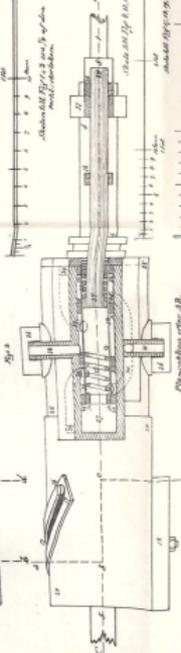
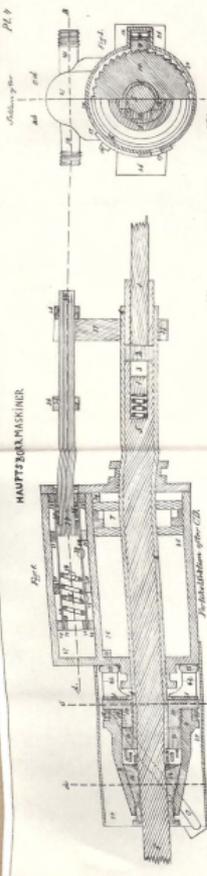


Fig. 2. 2
Abbildung des Zylinders
für die Dampfmaschine (Ausschnitt)

Fig. 3. 3
Abbildung der Pleuelstange
für die Dampfmaschine

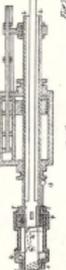


Fig. 6. 6
Abbildung der Pleuelstange
für die Dampfmaschine



Fig. 9. 9
Abbildung der Pleuelstange
für die Dampfmaschine



Fig. 12. 12
Abbildung der Pleuelstange
für die Dampfmaschine

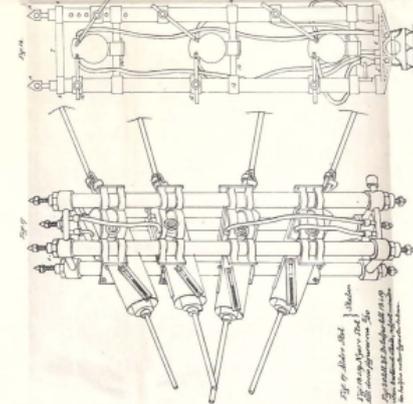
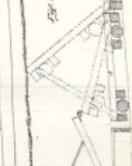
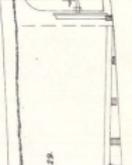
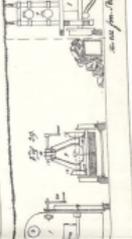
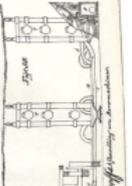
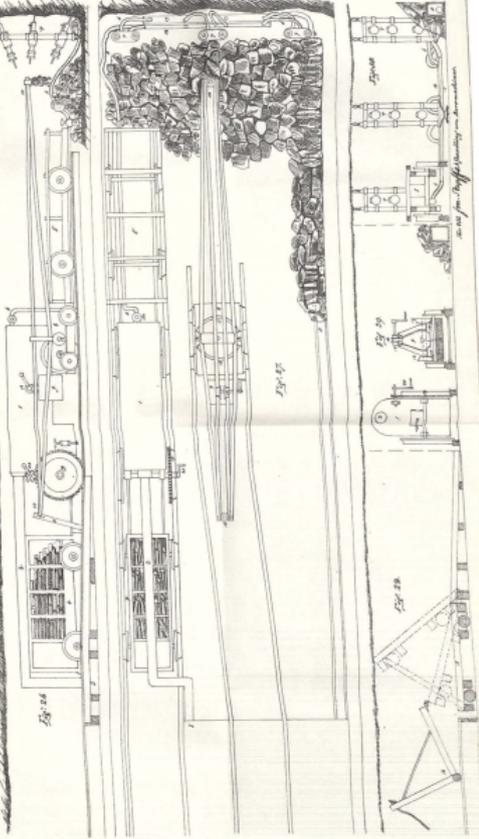
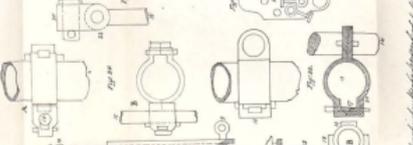
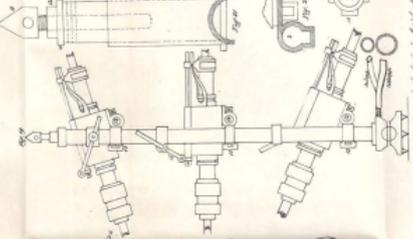
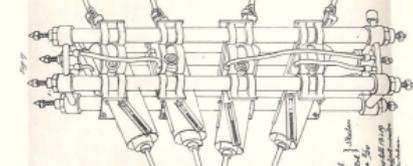
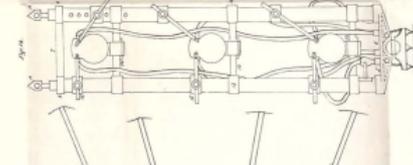


Fig. 15. 15
Abbildung der Pleuelstange
für die Dampfmaschine



SCHUMANN'S BERG-BORNINGSMASKINER

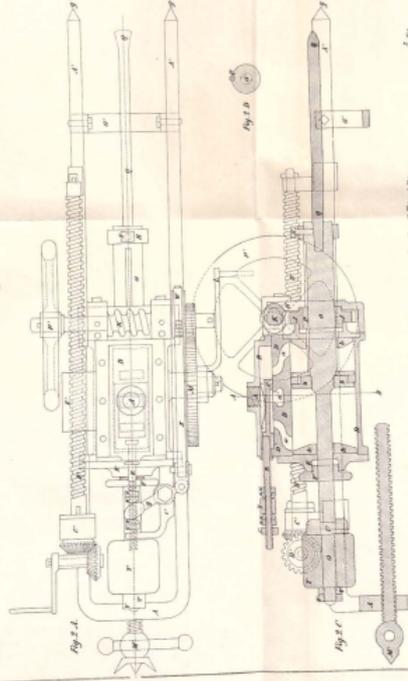
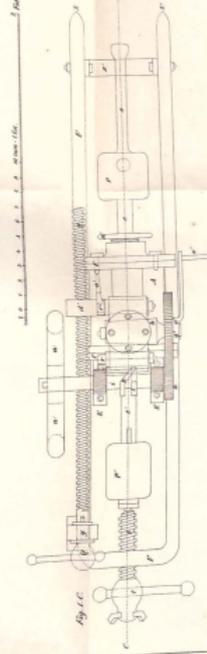
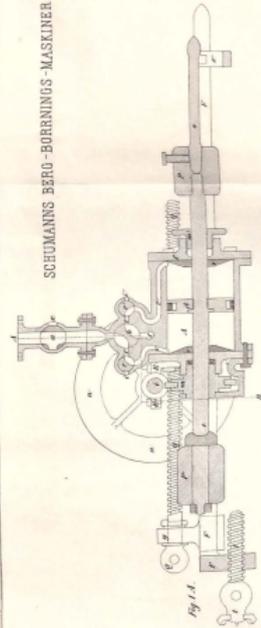
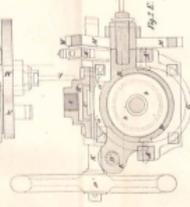
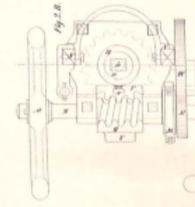
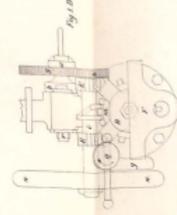
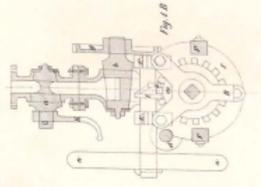
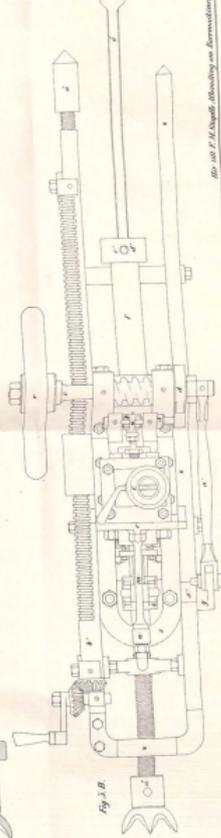
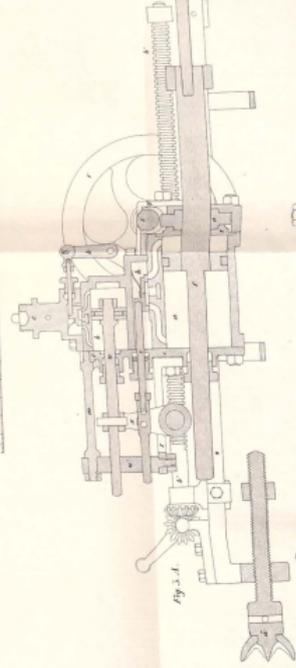
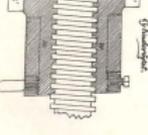
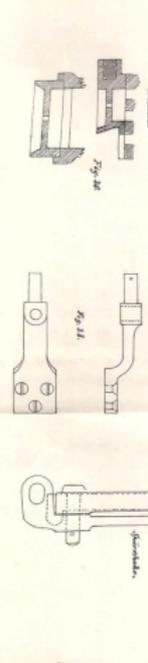
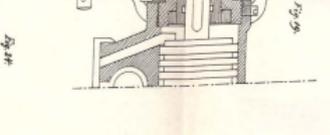
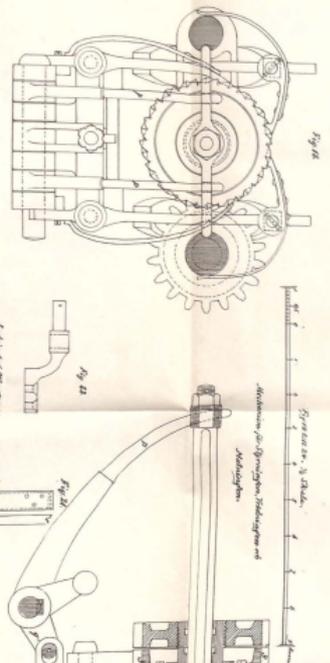
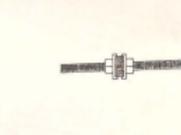
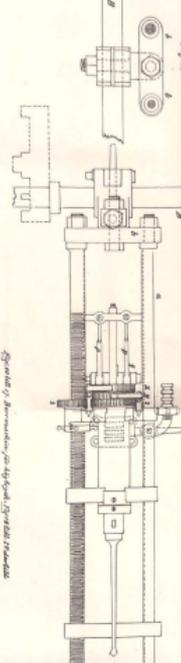
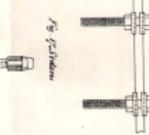
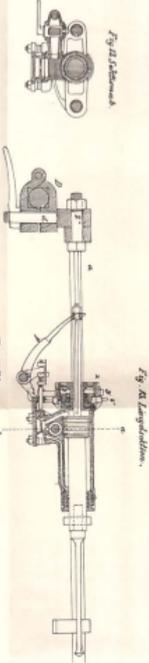
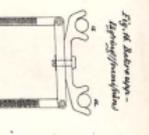
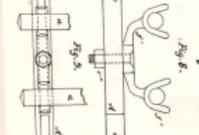
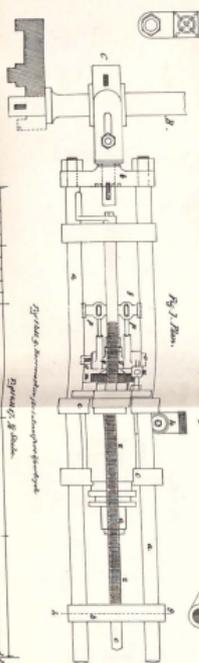
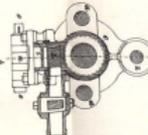
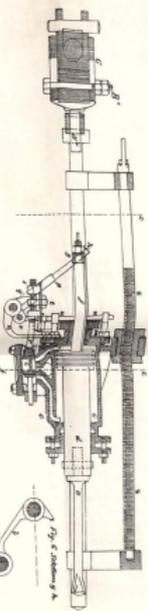
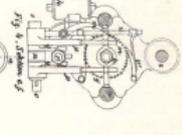
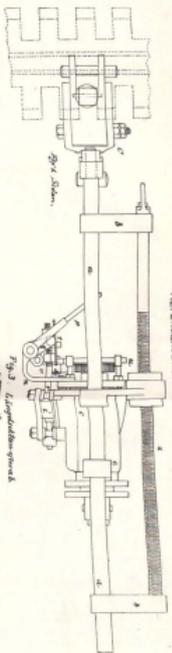


Fig. 1.B





Die für den Straßentrassenbau bestimmten Maschinen.

Dr. Iringl, Hermannshausen

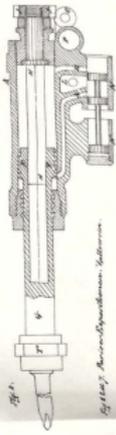
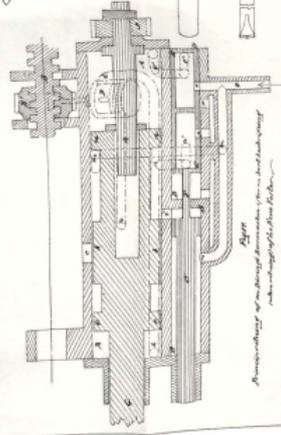
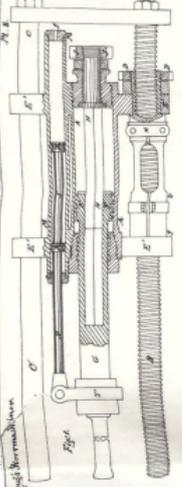
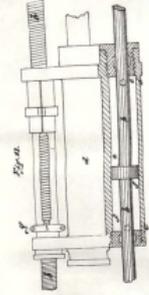


Fig. 13: Ausweichvorrichtung, Seitenansicht.

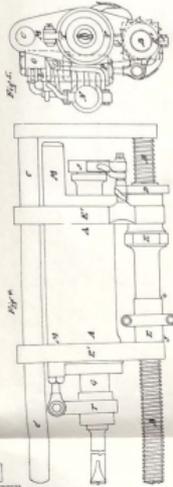


Fig. 15: Ausweichvorrichtung, Draufsicht.

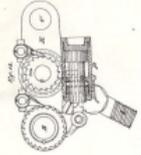
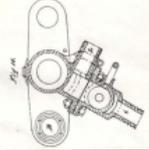
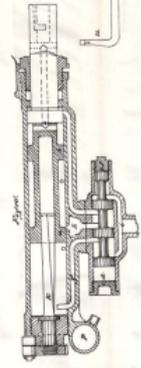
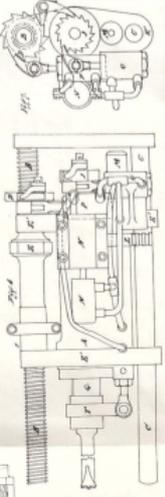
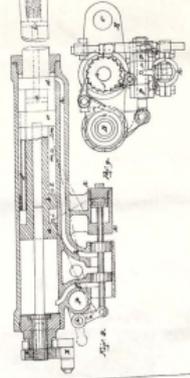


Fig. 20: Detail of a mechanical component, possibly a valve or piston part.

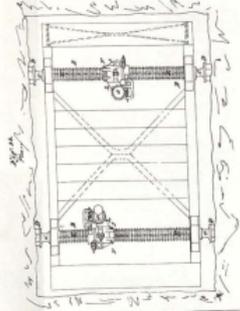


Fig. 22: Detail of a mechanical component, possibly a valve or piston part.

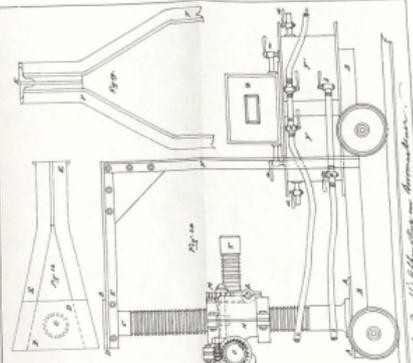
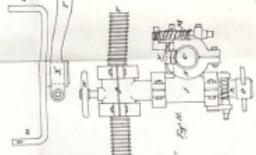
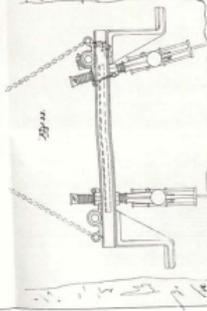


Fig. 26: Detail of a mechanical component, possibly a valve or piston part.

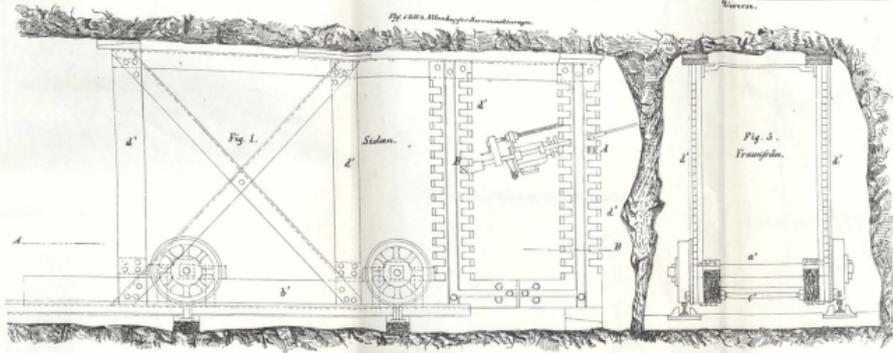


Fig. 1. Sider. Anordnung

Transplan.

Fig. 2

Fig. 3. Anordnung

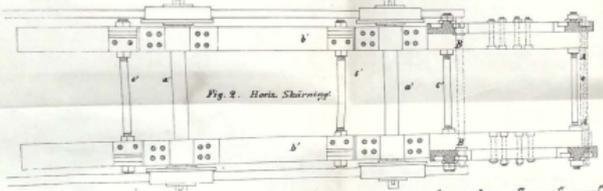


Fig. 2. Horiz. Schirmlapp



Fig. 4. Ein. Anordnung

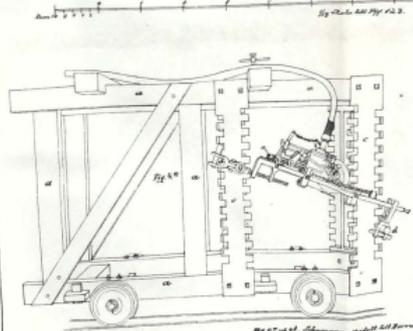


Fig. 5. Schirmlapp. Anordnung

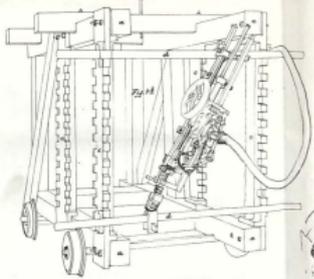


Fig. 6



Fig. 7

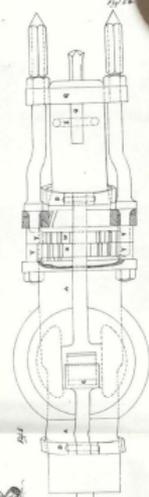


Fig. 8

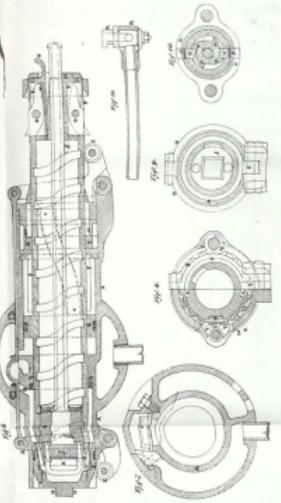


Fig. 9

Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13



Fig. 14

Fig. 14. Anordnung

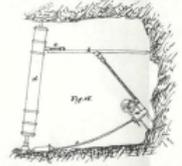


Fig. 15

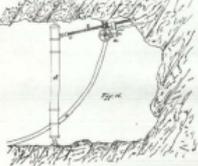


Fig. 16

Fig. 16. Anordnung

ERR
MAY 2007

Katzenbach'sche Hochdruck-
Maschine

Pl. 10

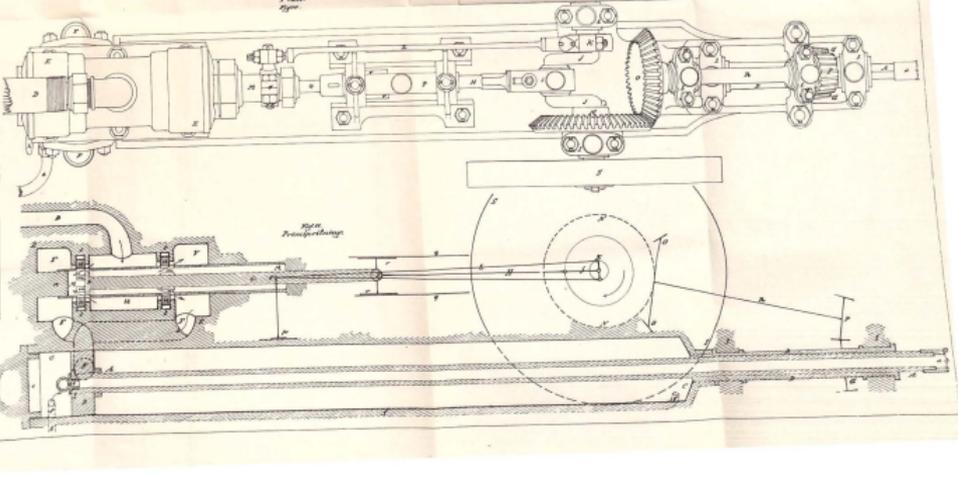
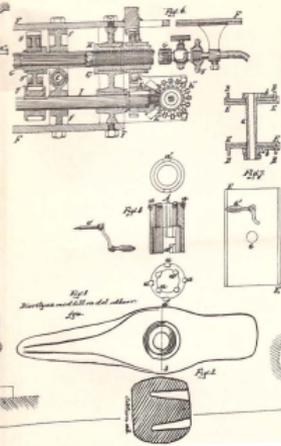
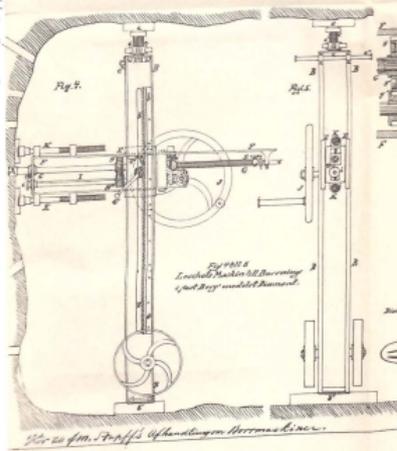
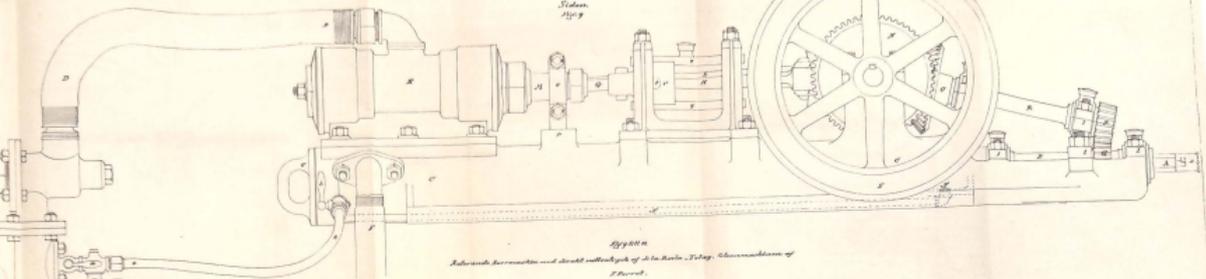
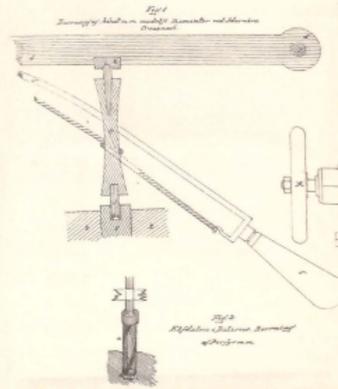


Fig. 6
Lochschloß-Maschine mit Hochdruck-
Zylinder

Von dem Prof. Dr. J. A. C. ...

