



V

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305725

x  
1959



Ueber

# Gesteinsbohrmaschinen

im Allgemeinen;

und speziell über deren Anwendung, mit komprimirter Luft  
getrieben, beim Streckenbetrieb

auf der

*Galmey-Grube Altenberg*

bei Aachen.

Von

Carl Sachs,

Maschinen-Inspector der Gesellschaft *Vicille-Montagne*.

---

Nebst 6 lithographirten Tafeln.

---

*Invent: sub Litt. D. II. No. 120.*

---

Aachen,

Verlag von Benrath & Vogelgesang.

1865.

1959

Heber

# Ersteinbohrmaschinen

im Allgemeinen;

und speziell über deren Anwendung, mit komprimierter Luft  
getrieben, beim Streckarbeiten

**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW**

III 33128

bei Aachen

(1867)

Verlag des Verfassers in Aachen bei C. J. Neumann, Neudamm

Verlag des Verfassers in Aachen bei C. J. Neumann, Neudamm

Verlag des Verfassers in Aachen bei C. J. Neumann, Neudamm

Aachen

Verlag des Verfassers in Aachen bei C. J. Neumann, Neudamm

Akc. Nr. 9641149

Das grosse Interesse, welches man seit einigen Jahren im Berg- und Ingenieurwesen an der Gesteinsbohrmaschine nimmt, veranlasst mich eine Beschreibung der Methode zu geben, welche kürzlich auf der Grube Altenberg bei Aachen, der Gesellschaft *Vieille-Montagne* gehörig, beim Streckenbetrieb zur Anwendung gekommen ist, und mit deren Ausführung ich mich eingehend beschäftigt habe.

Obleich die Arbeit, nach Lage der Umstände, nicht auf die Dauer fortgesetzt, und zu keinem anhaltenden, regelmässigen Betriebe eingerichtet werden konnte, so war der Erfolg der Unternehmung immerhin ein solcher, dass er zu dem Schlusse berechtigt, die Gesteinsbohrarbeit mittelst Maschinenkraft könne, auf ihrem jetzigen Standpunkt schon, dem Bergbau in vielen Fällen zum grossen Vortheil gereichen.

Ehe ich zur näheren Beschreibung der Altenberger Einrichtungen und der damit erzielten Resultate übergehe, möchte ich einige allgemeine, einleitende Bemerkungen vorausschicken.

Der Zweck meiner Arbeit ist, dem grösseren bergmännischen Publikum hauptsächlich das Wesen der Gesteinsbohrmaschine und deren Nutzenanwendung in kurzen Umrissen zu erläutern und dadurch zu ihrer allgemeinen Verbreitung und weiteren Verbesserung etwas beizutragen.

Im wahren Interesse der Sache glaube ich von vornherein bemerken zu müssen, dass es auf der Grube Altenberg der bekannten opferwilligen Vorliebe der Gesellschaft *Vieille-Montagne* für Verbesserungen und Neuerungen im Gebiete des Berg- und Hüttenwesens, im Verein mit der grossen Einsicht und Ausdauer der Directoren der Grube Altenberg, des Herrn Oberingenieur M. Braun und des Herrn Directors O. Bilharz, bedurft hat, um mit der Anlage denjenigen Erfolg zu erringen, der wirklich erzielt worden ist.

---

Die Erfindung der gebräuchlichsten Gesteinsbohrmaschinen datirt aus den letzten beiden Jahrzehnten, und ging, wie die der meisten Arbeitsmaschinen, aus dem Bedürfniss hervor, die beschränkte und ungenügend fördernde Muskular-Kraft des Menschen, durch maschinelle Vorrichtungen zweckmässiger zu verwenden oder zu ersetzen. Die

Aufgabe der Gesteinsbohrmaschine ist, da sie ihre Arbeit meist in unterirdischen, sehr beengten, schlecht erleuchteten und gewöhnlich feuchten, unreinlichen Räumen verrichten muss, schwieriger Natur; zur Lösung des Problems sind denn auch die verschiedenartigsten Vorschläge und Versuche schon gemacht worden, von denen keine bis jetzt so weit gediehen sind, dass sie ganz allgemeiner Anwendung fähig genannt zu werden verdienen.

Die sehr verschiedenen Umstände, unter denen Gesteinsbohrmaschinen Verwendung finden können, lassen auch schwer eine ganz allgemeine Constructionsweise zu; ihre Einrichtung wird vielmehr stets lokalen Verhältnissen mehr oder weniger unterworfen bleiben. Was bisher darin ersonnen worden ist, lässt sich der Hauptsache nach in 2 Gruppen theilen, nämlich:

1. in solche Maschinen, welche, ohne Zuziehung anderer Motore, die menschliche Körperkraft vortheilhafter auszunutzen suchen als dies bei gewöhnlicher Handarbeit, mit Bohrer und Hammer, möglich ist;
2. in solche, welche der menschlichen Kraft einen unorganischen Motor wie Dampf, Wasser, komprimirte Luft u. dgl. substituiren, und den Arbeiter hauptsächlich nur zur Wartung der Maschine d. h. auf seine Intelligenz beanspruchen.

Die Maschinen der ersten Gruppe (Handbohrmaschinen) erfordern, im Verhältniss zu denen der zweiten nur einfache und wenig kostspielige Einrichtungen, und würden deshalb den Vorzug verdienen, wenn ihre Leistungsfähigkeit nicht eine sehr beschränkte, und in den meisten Fällen eine unzulängliche wäre.

Man begreift leicht, dass es, praktisch, so zu sagen, unmöglich ist, für Menschenkraft eine Gesteinsbohrmaschine zu erfinden, an welcher nicht durch Reibung, Stoss u. s. w. an Kraft-Gewinn ebenso viel eingeblüsst wird, als der grössere Nutzeffect abgibt, den der Arbeiter möglicherweise an der Maschine zu leisten im Stande ist.

Bei fast allen Versuchen mit Handbohrmaschinen hat sich denn auch die physische Kraft des Menschen als unzureichend erwiesen, und die Arbeiter, welche mit diesen Maschinen bohren mussten, waren einer grösseren Ermüdung als bei der gewöhnlichen Handarbeit ausgesetzt. Nur bei weniger festen Gebirgsarten und Mineralien wie Kohlenschiefer, Steinkohlen, mässig harten Sandstein u. dgl. sind Vortheile erzielt worden, die, wie es scheint, dennoch nicht wichtig genug waren, um die betreffenden Maschinen in allgemeinen Gebrauche zu bringen.

Es würde mich über meine Absicht hinausführen, hier eine Beschreibung aller schon bekannten und versuchten Handbohrmaschinen zu geben. Doch will ich vorübergehend einige derselben erwähnen. Die zweckmässigste und am meisten angewendete Maschine dieser

Art ist wohl die Lisbet'sche, welche anfangs 1861 im nördlichen Frankreich und in Belgien eingeführt wurde.

Diese Maschine ist der Hauptsache nach nichts anderes als ein gewöhnlicher Metallbohrer, und unterscheidet sich davon nur in einigen Details, die seinen ganzen Werth bilden. Der Bohrer besteht nämlich aus einer schraubenartig verwundenen Stahl-Lamelle, ähnlich einem Korkzieher, in dessen Schraubengängen die abgebohrte Masse (das Bohrmehl) sich ablagert und durch die Drehung des Bohrers aus dem Bohrloch entfernt wird. Anstatt dass nun das Eindringen des gewöhnlichen Metallbohrers bei jeder Umdrehung unter einem konstanten Druck sich nach der Härte des Metalls richtet, wirkt der Lisbet'sche Gesteinsbohrer wie eine Schraube, die sich in einer festen Mutter dreht, und dringt bei jeder Umdrehung gleichviel in's Gestein vor, gleichgültig wie gross die Härte desselben ist. Bei zu hartem Gestein bleibt also der Bohrer entweder stecken oder er bricht ab.

Der Bohrer wird mittelst einer Kurbel, entweder direct oder durch Uebersetzung vom Arbeiter gedreht, und ruht in einem zweckmässig konstruirten Rahmen, der leicht zu versetzen, auf verschiedene Längen zu reguliren und zu befestigen ist\*). Die Bohrlöcher können in allen Richtungen, obgleich nicht gleich bequem, angesetzt werden.

Gewöhnlich wird die Maschine von 2 Arbeitern bedient; ihr Gewicht ist nicht bedeutend, so dass sie von denselben leicht gehandhabt werden kann.

Der Bohrer ist aus flachem Stahl, 7 Millim. dick und 35 Millim. breit gewunden; die Schneide ist die eines Meiselbohrers mit flachem Winkel.

Bei Versuchen in gewöhnlichem Schiefer brauchte man mit der Lisbet'schen Maschine 6 Minuten zu einem Loch von 0,60<sup>m</sup> Tiefe; in härterem Schiefer 8½ Minute zu einem Loch von 0<sup>m</sup>,95 Tiefe. Der Bohrer erhitzte sich hierbei nicht merkbar. Im Sandstein von gewöhnlicher Härte bohrte man ein Loch von 0<sup>m</sup>,565 in 15 Minuten, einen Bohrerwechsel inbegriffen. Bei all diesen Versuchen war nur ein Mann an der Kurbel, und die Löcher waren nahezu horizontal. Im Ganzen war die Commission, welche die Versuche auf Einladung des Hrn. Lisbet anstellte, sehr befriedigt, und glaubte, dass die Bohrzeit, unter sonst gleichen Umständen, mittelst der Lisbet'schen Maschine um  $\frac{9}{10}$ , der Handarbeit gegenüber, abgekürzt werden könne. Offenbar beziehen sich diese Resultate aber nur auf weichere Gesteine; wo die Lisbet'sche Maschine in festem Gestein versucht worden ist, gab sie keine so befriedigenden Resultate mehr.

---

\*) Die Lisbet'sche Maschine ist ausführlich in dem Werk von A. Devillez, Des travaux de percement du tunnel sous les alpes et de l'emploi des machines dans l'intérieur des mines. Liège 1863. beschrieben.

Ich selbst habe die Maschine in einigemassen hartem glimmerigem Grauwackenschiefer aus den weicheren Devon'schen Schichten arbeiten sehen, in welchen der Arbeiter in 10 Minuten ein Loch von 10—12 Centimeter Tiefe bohrte; dabei erschöpfte er sich aber derart, dass man deutlich sehen konnte, wie hier die Grenze, wo die Lisbet'sche Maschine mit Vortheil noch als Handbohrmaschine gebraucht werden kann, schon überschritten war. Der Bohrer bog sich seitlich aus, erhitze sich stark und stumpfte rasch ab.

Dem Lisbet'schen Perforator kann seine Bewegung auch durch Maschinenkraft mitgetheilt werden und der Erfinder gibt ein bewegliches Gestell an, auf dem verschiedene Maschinen gleichzeitig befestigt und bewegt werden könnten. Doch wird diese Anordnung nicht mehr einfach, und die Mittheilung der Bewegung namentlich ziemlich schwierig. Bei der Untauglichkeit des Systems für *harte* Gesteine ist eine derartige Combination daher nicht empfehlenswerth.

Die Lisbet'sche Maschine kann indessen zweckmässige Anwendung finden, um Steinkohlen zu bohren, oder mildere Gesteinsarten, die kurzbrüchig sind, und in denen deshalb viele Schüsse angesetzt werden müssen.

Eine andere, ebenfalls sehr sinnreich kombinirte Handbohrmaschine ist bei dem Maschinenfabrikanten C. Marcellis in Lüttich vor einigen Jahren ausgeführt und versucht worden. Dieselbe bestand aus einem Cylinder, in welchem sich ein Kolben luftdicht bewegte; der hintere Deckel des Cylinders war geschlossen, während der vordere Oeffnungen hatte, durch welche die Luft frei aus- und einströmen konnte. Die Kolbenstange ging durch den vorderen Deckel und trug an ihrem Ende den Bohrer. Vor dem Cylinder lag eine Welle, welche von Arbeitern gedreht wurde, und auf welcher 2 sog. Kammern sassen. Diese drückten bei jeder Umdrehung auf eine Traverse an der Kolbenstange, schoben dadurch den Kolben in den Cylinder hinein, indem die eingeschlossene Luft hinter dem ersteren comprimirt wurde, und sodann den Kolben nebst Bohrer wieder vorschleuderte. Durch Aus- oder Einziehen des hinteren Cylinderdeckels konnte man die Compression der Luft schwächen oder verstärken. Besondere Vorrichtungen bewirkten das Drehen des Bohrers nach jedem Schlag, und das selbstthätige Vorrücken der Maschine beim Eindringen des Bohrers in das Gestein. Auch konnten die Bohrlöcher in beliebigen Richtungen angesetzt werden, und eine Wasserpumpe lieferte einen feinen Strahl zum Auswaschen des Bohrmehls.

Die ganze Maschine stand auf einer grossen Drehscheibe, die auf einer Eisenbahn verschiebbar war.

Die Maschine entsprach theoretisch allen Anforderungen und erzeugte einen kräftigen Schlag, mittelst dessen man im Stande war, in Sandstein Löcher zu bohren. Zu ihrem ordentlichen Betriebe

waren 4 Mann nöthig, und dabei war die Maschine so voluminös und schwer, dass sie nur in Strecken von einem Querschnitt, wie er selten im Bergbau vorkommt, anzuwenden war. So viel ich erfahren habe, ist sie auch nur kurze Zeit in einigen Steinbrüchen und Gruben Belgiens zur praktischen Anwendung gekommen.

Ich selbst habe den Versuch gemacht eine kleine, leichte Handbohrmaschine nach dem Prinzip der vorher beschriebenen Maschine zu konstruiren; die Arbeit mit derselben war aber ausserordentlich erschöpfend und der Versuch ist ebenfalls nur als ein misslungener aufzuführen.

Es sind mir mehrere ausgezeichnete Ingenieure bekannt, die nach eigenen, höchst sinnreichen Ideen Handbohrmaschinen gebaut und probirt haben, aber alle mit demselben Erfolg: Die Menschenkraft erwies sich als unzulänglich für den Betrieb derselben. Nach dem vorher Gesagten ist auch kaum anzunehmen, dass jemals auf diesem Gebiete für sehr *harte* Gesteine ein Vortheil erreicht werden wird.

Für diesen letzteren, weitaus am häufigsten vorkommenden Fall, nämlich für derbes, festes Gestein, bleibt also nichts übrig als seine Zuflucht zu Maschinenkraft zu nehmen.

Es liegt am nächsten sich hierzu des Dampfes zu bedienen, und die Amerikaner, welche zuerst Gesteinsbohrmaschinen bauten, trieben dieselben in der That mit Dampf. Ihre Maschinen gründeten sich im Allgemeinen auf folgende Prinzipien, welche auch jetzt noch in andern Ländern Gegenstand der Erfindung und Verbesserung sind: Die Einen erzeugten Bohrlöcher durch den Stoss, der einem Meissel mitgetheilt wurde (Percussions-Maschine), und sprengten nachher mit Pulver; andere arbeiteten in der Art grosser Hobelmaschinen, und räumten den ganzen Querschnitt des zu beseitigenden Gesteins auf einmal hinweg; wieder andere isolirten nur grössere oder kleinere Partien des wegzuschaffenden Gesteins, indem sie tiefe Furchen erzeugten, zwischen denen alsdann, mittelst Hebel oder Keile, der stehbleibende Kern abgedrückt oder durch Pulver weggesprengt wurde. Die Idee, das Gestein durch ein Instrument, ähnlich wie ein Holz- oder Metallbohrer zu bohren, findet sich bei den amerikanischen und englischen Bohrmaschinen nicht vor.

Welches von diesen Systemen das praktisch beste und wirksamste ist, lässt sich im Allgemeinen nicht entscheiden; ebenso wenig sind die Erfahrungen hierüber schon ausreichend. Doch scheint das Prinzip der Stossmaschinen, für einzelne Bohrlöcher im festen, harten Gestein, am meisten verfolgt und am vortheilhaftesten sich zu erweisen.

In Europa lenkte vor etwa 10 Jahren der italienische Ingenieur Sommeiller zuerst die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Gesteinsbohrmaschine dadurch, dass er mit Hülfe einer von ihm konstruirten Percussions-Maschine die Durchbohrung des Mont-Cenis durch einen

12,000 Metres langen Tunnel unternahm. Sommeiller bediente sich als Motor komprimirter Luft, welche für den unterirdischen Betrieb ausserordentliche Vorzüge vor dem Dampf, Wasser u. dgl. hat. Ich übergehe hier ganz die Beschreibung der Sommeiller'schen Maschinen und sonstigen Einrichtungen, welche aus verschiedenen Publikationen\*) genügend bekannt sind. Ich bemerke nur, dass die Sommeiller'sche Maschine speziell für den grossen Alpentunnelbau konstruirt wurde, und dass erst später Schwarzkopf und Schumann Maschinen nach dem Percussions-System, für Dampf- oder Luftbetrieb, und für allgemeinere Anwendung im Bergbau, einzuführen suchten. Die Schwarzkopf'sche Maschine ist zur Zeit bei den Sprengarbeiten im Rhein am Binger Loch gebraucht worden, und dabei durch Dampf betrieben. Auch im Bergbau ist dieselbe schon zur Anwendung gekommen (im Saarbrück'schen). Doch ist mir nicht bekannt geworden, in wie weit sie sich dabei als vortheilhaft und zweckmässig bewährt hat. Der Anwendung, welche die Schumann'sche Maschine während einiger Zeit

\*) Man findet Mittheilungen über den Alpentunnel am Mont-Cenis unter Anderen in folgenden Publikationen:

1. Relazione della direzione tecnica, alla direzione generale delle strade ferrate dello stato, sullo traforo delle Alpi tra Bardonnèche e Modane. 4to. Torino. 1863.
2. 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.
3. Zeitschrift: Der Civilingenieur, 9ter Band. Freiberg 1863.
4. Berg- und Hüttenmännische Zeitung. XXI. Jahrgang. 1862.
5. Une visite à la Percée du Mont-Cenis. Par Paul Egmond. Lyon 1863.
6. Notice historique sur la percée du Mont-Cenis. Par F. Bonjean. Pouchet à Chambéry. 1863.
7. Notice historique et critique sur les machines de compression d'air du Mont-Cenis. Par le marquis Anatole de Caligny. Turin 1860.
8. Théorie du compresseur à colonne d'eau de M. M. Sommeiller etc. fonctionnant au percement des alpes. Par M. P. de Saint-Robert. Memoire. Annales des mines. 6 Série. tom. III. 1863.
9. Rapport du bureau central etc. sur le projet de loi pour la percée etc. etc. — Senato del Regno. Sessione Parlamentare del 1857. Nr. 68 bis. Turin.
10. Application de la Théorie mécanique de la chaleur au compression hydraulique du tunnel des alpes. Par M. A. Cazin. Annales des mines.
11. Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst von Fz. Rziha. Berlin 1861
12. The practical mechanic's Journal. Part III. Third series. 1865.

Nach den neuesten Mittheilungen der zuletzt aufgeführten Zeitschrift soll der kürzlich verstorbene englische Ingenieur Mr. Thomas Bartlett den meisten Anspruch auf die Konstruktion der Bohrmaschine und die ganze Einrichtung der Bohrarbeit am Mont-Cenis-Tunnel haben. Er erhielt im Jahr 1855 schon ein Patent auf seine Maschine von der piemontesischen Regierung.

beim Betriebe des Rothschönberger Stollen's in Freiberg gefunden hat, waren die dortigen Verhältnisse wenig günstig; es handelte sich daselbst nicht darum, Zeit, sondern Geld zu gewinnen, was bei Versuchen mit neuen Maschinen-Einrichtungen nicht immer möglich ist. Die Arbeiten mit der Schumann'schen Maschine wurden daher von der sächsischen Regierung nicht fortgesetzt.

Nach dem Vorbilde der Freiburger Anlage, jedoch in allen Theilen wesentlich modifizirt, 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. Die Resultate derselben werden wohl später bekannt werden.

Inzwischen werden in andern industriellen Ländern Versuche zu demselben Zweck mit den verschiedensten Betriebskräften und Arten von Maschinen eifrig fortgesetzt und betrieben.

In England hat sich Low eine mit Dampf betriebene Percussions-Bohrmaschine patentiren lassen, über deren praktischen Erfolg noch nichts bekannt ist. Der gebrauchte Dampf dringt aus dem Cylinder in den Bohrer, welcher hohl ist, und von da in's Bohrloch, wo er durch die Abkühlung und durch einen eingespritzten kalten Wasserstrahl condensirt wird.

Auch mit andern Systemen, das Gestein durch rotirende oder hin- und hergehende Schneiden unter entsprechendem Druck zu furchen, und den stehenbleibenden Theil nachher abzurechen, wurden in verschiedenen Gruben Englands und Schottlands Experimente gemacht, deren Resultate noch nicht in die Oeffentlichkeit gedrungen sind.

Nach einer neuen französischen Idee soll ein hohler Cylinder, vorn mit kleinen schwarzen Diamanten besetzt, in Rotation versetzt werden und unter einem gewissen Druck einen langen cylinderförmigen Kern im Gestein isoliren, durch dessen nachträgliches Abbrechen das Bohrloch entsteht\*). Die Rotation soll von der Hand geschehen, könnte aber auch durch Maschinenkraft hervorgebracht werden. Ob die Maschine sich praktisch erweisen wird, ist zu bezweifeln. Als Handbohrmaschine theilt sie das Mangelhafte aller Systeme dieser Art, und für den Betrieb durch Maschinen eignet sie sich nur gut bei direkter Verwendung der motorischen Kraft: Wasser- oder Luftturbine etwa auf der Bohrröhre. Mit den dazu nöthigen Einrichtungen wird man aber besser thun auf den Stossbohrer zurückzukommen, als den rotirenden Diamantbohrer zu gebrauchen. Neben den Gesteinsbohr-

\*) Siehe Berg- und Hüttenm. Zeitung. Nro. 12 und 13, 1865.

maschinen hat man die sog. Schräm-Maschinen in letzter Zeit vielfach einzuführen und zu verbessern gesucht.

Die letzteren sind hauptsächlich für den Abbau der Steinkohle bestimmt, und haben in England bereits gute Resultate gegeben: die Kohle fällt stückreicher und die Abbaukosten sind bedeutend billiger der Handarbeit gegenüber.

Auch in Deutschland und namentlich in Westfalen beginnt man dieser wichtigen Erfindung seine Aufmerksamkeit zuzuwenden\*).

Bei diesen allseitigen und fortgesetzten Bemühungen, das Bohren und Abräumen der Gesteine und Mineralien durch zweckmässige, maschinelle Einrichtungen zu bewerkstelligen, um die mangelnde und unzulängliche Kraft des Menschen zu ersetzen, steht zu erwarten, dass es in nicht ferner Zeit gelingen wird, den bereits gemachten Erfindungen auf diesem Felde, durch weitere Verbesserungen, allgemeinen Eingang im Berg- und Ingenieurfach zu verschaffen. Man darf dabei nicht übersehen, dass es sich in vielen Fällen nicht so sehr oder gar nicht darum handelt, eine Ersparniss an Geld, sondern hauptsächlich an Zeit zu machen. Der Mont-Cenis-Tunnel wird mit Hilfe der Bohrmaschinen mindestens 3 Mal so schnell fertig als mit Handarbeit und erfordert trotzdem wahrscheinlich 12 Jahre im Ganzen zu seiner Herstellung. Im Bergbau gibt es ähnliche, Jahre in Anspruch nehmende Arbeiten genug, welche abzukürzen fast immer ein indirekter Geldgewinn ist.

In Bezug auf die Betriebskräfte, welche für Gesteinsbohrmaschinen und Schräm-Maschinen bis jetzt in Anwendung kommen, so gibt es, wie bereits bemerkt wurde, deren drei, nämlich:

1. Dampf,
2. komprimirte Luft,
3. Wasser.

Ausserdem unterscheiden sich die verschiedenen Systeme von Bohrmaschinen noch dadurch, dass die einen die motorische Kraft direkt in der Maschine zur Verwendung bringen, während die anderen Transmissionen bedürfen. Das erstere ist am einfachsten und eignet sich gut für Wasser und komprimirte Luft; die Dampfkraft hingegen wird nur in besondern Fällen gut und zweckmässig ohne transmittirende Zwischenbewegungen zu verwenden sein. Jede Art von motorischer Kraft und ihrer Benutzung hat übrigens für bestimmte Fälle ihren besonderen Werth, und nur die lokalen Verhältnisse können entscheiden, welcher von ihnen man sich mit dem grössten Vortheil zu bedienen hat.

\*) Eine Zusammenstellung der neuesten Erfindungen und Verbesserungen der Kohlen-Schräm-Maschinen findet man in der in Paris erscheinenden Zeitschrift: *Le Technologiste*. Septembre 1864, und in der *Revue universelle des mines, etc.* 2<sup>ème</sup> livraison 1865.

Für Schräg-Maschinen z. B. die hobel- oder sägeartig einschneidend wirken, ebenso Bohrmaschinen mit rotirendem Bohrer, kann man hydraulischen Druck zweckmässig direkt in der Maschine zur Verwendung bringen, da nur für den regelmässigen Zu- und Abfluss des Wassers gesorgt zu werden braucht, und sonst dem Prinzip theoretisch und praktisch kein besonderes Hinderniss im Wege steht.

Für alle Maschinen, die percussionsartig wirken, wird dagegen Dampf oder komprimirte Luft als Motor zu wählen sein. Bei gleicher Spannung ist es im Allgemeinen für die Erzeugung der Bewegung gleich, ob man den ersteren oder die letztere anwendet.

Die direkte Verwendung des Dampfes wird übrigens nur in besonderen Fällen vortheilhaft und ohne zu grosse praktische Hindernisse möglich sein, weil man den Dampf nicht gut in der Grube erzeugen und nach Gebrauch nur durch Ableitung oder Condensation beseitigen kann.

Lange Dampfzuleitungen sind bekanntlich der Abkühlung halber sehr unökonomisch. Zudem entsteht durch die ausgestrahlte Wärme des Dampfkessels, der Leitungen und der Maschine eine unerträgliche Temperatur in der Grube, während die heisse Maschine nicht gut von den Arbeitern gehandhabt werden kann, und durch die unvermeidlichen Entweichungen von Dampf und condensirtem Wasser, die Arbeiter grosse Gefahr laufen, sich zu verbrennen. Unerwartet grössere Ausströmungen von Dampf machen die Luft zum Einathmen unbrauchbar und löschen die Lichter aus.

Aus allen diesen Gründen erscheint die direkte Anwendung des Dampfes in den Gesteinsbohrmaschinen, so sehr auch die Anlage damit vereinfacht würde, für das Innere der Gruben theoretisch unvortheilhaft und praktisch schwierig. In offenen Tagebauten, in Steinbrüchen u. dgl. fallen die Hindernisse, welche dem Dampf in der Grube entgegenstehen, grösstentheils weg, auch können die Arbeiter beim Tageslicht sich leichter in der Handhabung der heissen Maschine in Acht nehmen, in solchen Fällen wird es daher möglich sein, sich mit grosser Einfachheit und vielleicht mit Vortheil des Dampfes direkt zu bedienen. Ein lokomobiler Dampfkessel kann dann, gleichzeitig als Befestigungsgestell für die Bohrmaschine dienend, mit letzterer verbunden werden, die Röhrenleitungen werden nur ganz kurz, und der gebrauchte Dampf, sowie die Verbrennungsgase können direkt in die Luft ausströmen.

Die komprimirte Luft hat dem gespannten Wasserdampf gegenüber nicht nur den grossen Vorzug, keine hohe Temperatur zu besitzen, sondern sie ist, nachdem sie ihre Wirkung in der Maschine abgegeben hat, noch ein sehr kräftiges und erfrischendes Ventilationsmittel. Ableitungsröhren sind daher bei Anwendung gepresster Luft nicht nöthig. Die Atmosphäre vor Ort wird durch die ausströmende Luft aus den Maschinen sehr rein erhalten und bedarf keiner anderen Ventilation

mehr. Der Pulverdampf kann durch Oeffnen des Lufthahnes an der Windleitung rasch zerstreut und folglich die Arbeit nach dem Schiessen sogleich wieder aufgenommen werden.

Die Zuleitungsrohren für die komprimirte Luft zu vermeiden, wird nur in seltenen Fällen möglich sein. Ist irgendwo ein ausreichendes Gefälle in der Grube vorhanden, so kann dasselbe allerdings mittelst eines hydraulischen Motors zum Betrieb der Compressionspumpen unterirdisch verwendet, und dadurch die Röhrenleitung bedeutend abgekürzt werden. Zur Aufstellung von Dampfmaschinen innerhalb der Grube überzugehen ist oft nicht gestattet und niemals zu empfehlen.

In weitaus den meisten Fällen werden daher die Compressionspumpen und ihre Motoren über Tag aufgestellt werden müssen und eine mehr oder weniger lange Zuleitung der Luft zu den Bohrmaschinen unbedingt nöthig sein.

Sind Förder-Wasserhaltungs- oder andere Betriebsmaschinen vorhanden und haben dieselbe ausreichende Kraft, so kann man die Luftpumpen daran anhängen. Nicht immer wird sich aber die Disposition zweckmässig hierzu eignen, und man setzt sich jedenfalls dem Uebelstand aus, die Bohrarbeit von dem intermittirenden Gang obiger Maschinen abhängig zu machen. Es bedarf dann sehr grosser Luftreservoirs zur Ausgleichung längerer Unregelmässigkeiten im Gange der Betriebsmaschine, und bei längeren Pausen musste dennoch die Bohrarbeit wohl ganz ruhen. Am meisten empfiehlt es sich daher für die Luftcompression unabhängige, selbstständige Motoren und Pumpen von passenden Geschwindigkeiten zu etabliren.

Zu einer vollständigen Gesteinsbohranlage mit Maschinenbetrieb werden also für Gruben- und Tunnelbau gewöhnlich erforderlich sein:

1. Kraftmaschinen.
2. Luftcompressionsmaschinen.
3. Eine hinreichende Anzahl Bohrmaschinen. d. h. 3-4 Mal so viel Reserve als in Thätigkeit sind.
4. Transmissionen oder Röhrenleitungen mit hinreichenden Luftreservoirs.
5. Gestelle, um die Bohrmaschine daran in beliebiger Lage befestigen zu können.

Ueber jeden dieser Theile bleiben mir nun die nachfolgenden Bemerkungen zu machen übrig.

### Kraftmaschinen.

Als solche kann jede gewöhnliche Betriebsmaschine dienen, welche den Verhältnissen angemessen ist. Unter Wasserrädern, Wassersäulenmaschinen, Turbinen, Dampfmaschinen u. s. w. wird die Wahl,

je nachdem sie für bestimmte Lokalitäten möglich oder passend sind, gewöhnlich nicht schwer sein.

Was die nöthige Kraft betrifft, welche die Betriebsmaschine entwickeln muss, so lässt sich darüber im Allgemeinen Nichts bestimmen. Dieselbe richtet sich nach der Construction der Bohrmaschinen, nach der Geschwindigkeit und dem Luftdrucke, mit der sie arbeiten sollen. Um ein sicheres Anhalten für die Bestimmung der Stärke der Kraftmaschine zu bekommen, wird man am besten thun, die theoretische Wirkungsgrösse zu berechnen, welche in der, für sämtliche, gleichzeitig in Thätigkeit befindlichen Bohrmaschinen, erforderlichen gepressten Luft enthalten ist; und nun rückwärts, stets unter Voraussetzung eines gewissen Nutzeffektes für die einzelnen Theile der Anlage, auf die nöthige Kraftentwicklung des Motors zu schliessen. Dass man dabei die Nutzeffekte nicht zu hoch greifen darf, wenn man sicher sein will, flott arbeiten zu können, ist einleuchtend.

### Luftcompressionsmaschinen.

Da es sich darum handelt, die Luft auf mindestens eine Atmosphäre Ueberdruck zu comprimiren, so sind hierzu Cylindergebläse die passendsten Apparate. Wo man, wie am Mont-Cenis, hinreichendes disponibles Wasser und Gefälle hat, kann man die Spannung der Luft auch durch hydraulische Widder erzeugen, obgleich dieser Apparat stets mehr den Charakter eines mechanischen Spielwerkes als einer konstruktiv befriedigenden Maschine in sich trägt.

Je höher man die Luft spannen will, desto schwieriger ist es ein vorthellhaft wirkendes Cylinder-Gebläse zu konstruiren, weil die Einwirkung des schädlichen Raumes um so nachtheiliger wird. Die am Mont-Cenis gebrauchten Hochdruckcylindergebläse sind in dieser Beziehung höchst sinnreich kombinirt, und geben noch bei 5–6 Atmosphären Ueberdruck, ein sehr befriedigendes Resultat. Dies ist dadurch erreicht, dass auf beiden Seiten des Kolbens eine Wassersäule von gewisser Höhe ruht, welche die alternative Bewegung desselben mitmacht, und sich stets den Ventilen und Klappen so weit nähert, dass der schädliche Raum, so zu sagen, ganz annullirt ist. Durch das Wasser in der Luftpumpe wird die Temperatur des Apparates und der Luft selbst, niedrig gehalten, wobei letztere feucht und für das Athmen angenehm, in die Grubenräume gelangt.

Man kann hiernach sagen, dass die Construction einer Hochdruck-Luftpumpe ein gelöstes Problem ist. Es empfiehlt sich nur, die Durchströmungsöffnungen der Ventile und Klappen recht gross zu machen, weil die Maschine dann selbst bei raschem Gang ohne starken Stoss arbeitet. Kautschuckringe auf gitterförmiger Unterlage lassen sich für nicht höheren Druck als 3–4 Atmosphären wohl am

einfachsten zu Klappen gebrauchen, und haben weniger Masse als eiserne oder messingene Ventile, arbeiten daher ruhiger.

### Transmissionen und Röhrenleitungen.

Welche Transmissionsmittel zweckmässig zu wählen sind, wenn die motorische Kraft nicht direkt in der Bohrmaschine zur Verwendung kommt, sondern von entfernteren Punkten die Bewegung herbeigeleitet werden muss, kann ich wohl übergehen, da es überhaupt nicht hier meine Absicht ist, diese noch wenig versuchte Art von Maschinen näher zu untersuchen.

Die komprimirte Luft leitet man am besten, wie den Dampf, in gusseisernen oder schmiedeeisernen Röhren. Die Erfahrung hat gelehrt, dass bei gehöriger Vorsicht, d. h. bei dichten Röhren und gut gedichteten Verbindungen, die Spannung der Luft, selbst in sehr langen Leitungen, nur unmerkbar abnimmt. Auch in dieser Beziehung gibt es also keine ernstlichen Schwierigkeiten. Die Röhren müssen selbstredend vorher auf den 2–3fachen Druck geprüft, die Flantschen sorgfältig abgedreht und mit Gummi gut gedichtet werden. Lange Leitungen, die Temperatur-Veränderungen ausgesetzt sind, erhalten einzelne bewegliche Verbindungen, welche die vorkommende Dilatation gestatten.

Nach genauen Versuchen italienischer Ingenieure hat sich ergeben, dass die Spannungsverluste der Luft in langen Röhrenleitungen sehr nahe der Länge der Leitung, und dem Quadrat der Geschwindigkeit der durchströmenden Luft direkt, dem Querschnitt der Röhren aber, oder dem Quadrat ihres Durchmessers, umgekehrt proportional sind; dass die Grösse der Spannung dagegen gleichgültig ist.

Man ersieht hieraus, dass man unter sonst gleicher Voraussetzung für hochgespannte Luft ebenso weite Röhren als für niedrig gespannte nehmen kann.

Um in guten Verhältnissen zu bleiben, kann man den Durchmesser der Röhren bestimmen, indem man für die Geschwindigkeit der durchströmenden Luftmenge etwa ein Mètre annimmt. Diese findet auch bei der Mont-Cenis-Anlage statt. Ausser der nöthigen Röhrenleitung sind aber noch möglichst grosse Luftreservoirs nöthig, die als Regulatoren dienen, zur Ausgleichung der ungleichförmigen Consommation der komprimirten Luft. Ohne dieselbe würde man zu grosse Variationen in der Luftspannung empfinden, oder die von der Luftpumpe überflüssig gelieferte Luft unnütz zum Sicherheitsventil entweichen lassen müssen.

Als Luftreservoirs kann man alte Dampfkessel oder dergleichen sonst unbrauchbare, aber vollkommen dichte Gefässe brauchen.

Die Kautschuckröhren zum beweglichen Anschluss der fixen Röhrenleitung an die Bohrmaschinen sind für Luft, Wasser und Dampf

sehr geeignet und können selbst für hohen Druck in jeder wünschenswerthen Qualität angefertigt werden.

### Bohrmaschinen und Bohrer.

Die Bohrmaschinen, welches auch ihre Constructionsweise sei, müssen in hinreichender Zahl in Reserve vorhanden sein, damit bei Brüchen und Reparaturen kein Aufenthalt stattfindet. Am Mont-Cenis hat man für 8 Maschinen, die in Thätigkeit sind, 60 Stück in Reserve. Dies scheint nicht sehr zu Gunsten der Haltbarkeit dieser Maschinen zu sprechen; wenn man aber bedenkt, dass dieselben bei der Arbeit ungeheuren Stößen und überhaupt einer rauen Behandlung ausgesetzt sind, so wird man das Verhältniss nicht so auffallend finden. Nach den mit den Bohrmaschinen auf Grube Altenberg gemachten Erfahrungen ist es jedoch für das später beschriebene, dort angewendete System genügend, die 3fache Reserve zu haben.

Mehr noch als bei anderen Maschinen kommt es bei der Gesteinsbohrmaschine darauf an, dieselbe möglichst einfach und dauerhaft zu konstruiren. Complizirte und subtile Apparate haben für so rohe Arbeit und für so raue Hände, wie die des Bergmann's, keinen praktischen Werth. Dennoch muss eine Percussionsbohrmaschine um vollständig zu sein, gleichzeitig folgende 3 Bewegungen selbstthätig hervorbringen können, nämlich:

1. Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens.
2. Die ruckweise drehende Bewegung des Bohrers, nach jedem Schlag, um einen gewissen Winkel.
3. Die vorwärtsschreitende Bewegung der Maschine im Verhältniss als der Bohrer in's Gestein eindringt.

Dabei muss die Maschine in allen ihren Theilen leicht zugänglich und von geringem Gewicht sein, damit sie gut gehandhabt werden kann.

Diesen verschiedenen Bedingungen entsprechen die bis jetzt versuchten Bohrmaschinen zum Theil noch sehr unvollkommen; die am Altenberg angewandte Combination liess in Bezug auf Einfachheit und Dauerhaftigkeit wenig mehr zu wünschen übrig; nur war ihr Gewicht und Volumen noch zu gross, wie ich später näher angeben werde. Bei einer neuern Construction habe ich auch diesen Uebelstand noch zu vermindern gesucht.

Der Kolben einer Percussions-Bohrmaschine kann nicht mit anderen Bewegungstheilen, wie Schubstange, Kurbel u. dgl. fest verbunden sein, weil er seinen Stoss auf den Bohrer frei ausüben und in seinem Hube ungehemmt sein muss. Es ist daher nicht gut möglich, sich durch den Kolben direkt eine kontinuierlich rotirende Achse zu verschaffen, von welcher aus die übrigen Bewegungen: die Steuerung, Drehung und das Fortschreiten am leichtesten zu realisiren wären.

An der Sommeiller'schen Maschine ist desswegen ein ganz besonderer zweiter Cylinder mit Kurbel-Welle und Schwungrad angebracht, durch die komprimirte Luft getrieben, bloß zu dem Zwecke sich eine kontinuierlich rotirende Achse zu verschaffen. Hierdurch wird diese Maschine für bergbauliche Zwecke zu komplizirt, zu schwer und voluminös. Schumann hat an seiner Maschine eine rotirende Achse angebracht, durch welche er, mittelst Exzentrik, den Vertheilungsschieber bewegt und mittelst Wurmrad den Bohrer, und zwar kontinuierlich, dreht.

Die Rotation der Achse wird aber nicht durch die Maschine selbst, sondern durch einen Arbeiter, mittelst Kurbel und Schwungrad hervorgebracht. Die Geschwindigkeit der Achse ist also bei dem Schumann'schen System von der Thätigkeit des Arbeiters noch abhängig, was ein grosser Uebelstand ist, denn letzterer ermüdet sehr rasch, namentlich wenn ihm das Drehen in gewissen Lagen der Maschine sehr schwierig gemacht ist.

Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, mich von diesem Umstand in Freiberg deutlich zu überzeugen. Später hat Schumann, nachdem er eine Reise nach dem Alpen-Tunnel gemacht hatte, an seiner Maschine ebenfalls einen besonderen Cylinder mit Zubehör angebracht, um die Rotation seiner Steuerachse mechanisch zu bewirken. Das System ist aber dadurch ebenfalls komplizirt und nicht befriedigender geworden. Schumann hat im Uebrigen seine Maschinen mit zu wenig Sorgfalt ausführen lassen, was jedenfalls mit Schuld daran war, dass sie nicht den Erwartungen entsprachen.

Die Schwarzkopf'sche Gesteinsbohrmaschine ist im Ganzen sehr einfach und kompendiös zu nennen; sie besitzt eine selbstwirkende Hahnsteuerung, die auf grosse Geschwindigkeit berechnet ist; in der That sollen die Schwarzkopf'schen Maschinen mit Hochdruckdampf betrieben, über 1200 Hube per Minute machen können. Ich schreibe aber dieser übertriebenen Geschwindigkeit gerade die Ursache zu, warum diese Maschinen sich nicht weiter verbreitet haben. Keine Stossmaschine kann bei so grosser Geschwindigkeit lange widerstehen, und besonders die Schwarzkopf'sche Hahnsteuerung, die hammerartig arbeitet, muss sehr bald Reparaturen und Unfällen ausgesetzt sein. Zudem hat die Erfahrung gezeigt, dass die Geschwindigkeit des Bohrers nicht im Verhältniss der Zunahme der Anzahl Stösse des Bohrers gefördert wird.

Ich erwähne noch, dass bei der Schwarzkopf'schen Maschine der Bohrer vorn gewindförmig, ähnlich einem Korkzieher, geformt ist und im Bohrloch stecken bleibt, während der Kolben der Maschine darauf hämmert. Das Bohrmehl wird durch die Drehung des Bohrers aus dem Loch entfernt. Bei allen übrigen vorgenannten Maschinen ist der Bohrer fest mit der Kolbenstange verbunden, und macht also stets die hin- und hergehende Bewegung der letzteren mit, wodurch

das Bohrmehl aus dem Loch ausgeworfen wird. In beiden Fällen nimmt man noch einen Wasserstrahl zu Hilfe.

Bei der Schumann'schen Maschine sowohl als bei der Schwarzkopf'schen muss das Nachschieben des Cylinders der Maschine, im Verhältniss als der Bohrer in das Gestein eindringt, durch den Arbeiter mittelst Schraube und Kurbel geschehen. Ist der Arbeiter ungeschickt oder unaufmerksam, und schiebt die Maschine zu schnell oder zu langsam vor, so vermindert er in ersterem Fall den Hut resp. den Effekt des Kolbens und hemmt möglicherweise dessen Bewegung gänzlich; in letzterem Falle, trifft der Kolben den vorderen Cylinderdeckel und die Maschine wirkt zerstörend auf sich selbst, ohne eine nützliche Arbeit zu verrichten.

Es ist allerdings bei einiger Uebung und Aufmerksamkeit nicht schwierig durch den Laut des Aufschlags des Bohrers zu beurtheilen, ob eine einzelne Maschine richtig arbeitet; sind aber mehrere gleichzeitig in Thätigkeit, so ist ihre Unterscheidung bei dem heftigen Geräusch, das sie verursachen, nicht mehr möglich, und ein selbstwirkender Mechanismus zum Vorschieben des Cylinders, genau durch das Eindringen des Bohrers regulirt, ist jedenfalls von grosser Wichtigkeit.

Die sehr sinnreiche Sommeiller'sche Einrichtung für diesen Zweck liess sich an der Altenberger Maschine, wegen Mangel einer kontinuierlich rotirenden Achse, nicht anwenden. Eine andere, von mir zuerst probirte Schaltvorrichtung war nicht sicher und haltbar genug; sie wurde bald verworfen, und in Ermangelung eines besseren Apparates vorläufig durch Schraube und Kurbel vom Arbeiter bewegt, ersetzt. Erst neuerdings ist es mir gelungen, hierfür einen selbstthätigen Mechanismus zu kombiniren, der im Späteren beschrieben wird, und sich vollständig bewährt hat.

Die von mir angewandte Schiebersteuerung, direkt durch den Arbeitskolben bewegt, hat sich als durchaus zweckmässig und praktisch erwiesen. Sie ist einfach, leicht beweglich und haltbar. Man muss nur ihre Theile möglichst dünn in Stahl konstruiren, damit sie sich durch ihr Moment nicht zu schnell selbst zerstören.

Das sogenannte Umsetzen des Bohrers geschieht bei der Sommeiller'schen und Schwarzkopf'schen sowohl als auch bei der von mir kombinirten Maschine durch Schaltung vermittelt Schalthrad, Haken und Feder. Der Bohrer dreht sich beim Rückgang und ist fix beim Aufschlag. Die Grösse der Drehung richtet sich nach der Härte des Gesteines.

Am Altenberg machte der Bohrer in sehr festem Schiefer und Dolomit in 36 Schlägen eine ganze Umdrehung. Man hat bei der Methode nur auf gute Federn Rücksicht zu nehmen, welche den Schalthaken auf das Rad andrücken,

Dass an der Schumann'schen Maschine, weniger rationell, der Bohrer sich kontinuierlich dreht, habe ich schon oben erwähnt.

Auch die englische Maschine von Low hat eine Schiebersteuerung, direkt durch die Arbeitskolben bewegt, und eine schaltende Drehung des Bohrers; die Art und Weise der Realisirung dieser Bewegungen an der Low'schen Maschine erscheint aber sehr komplizirt und undauerhaft.

Die Bohrmaschinen müssen so ausgeführt werden, dass sie mit grösster Leichtigkeit sich bewegen und dass alle Klemmungen und starken Reibungen gänzlich vermieden sind. Der Kolben muss durch den Druck eines Fingers im Cylinder hin- und hergeschoben werden können. Alle Liederungen dürfen nur leicht andrücken, und bei sorgfältigem Einschleifen der betreffenden Theile sind sie ganz entbehrlich. Durch eingedrehte Rinnen in Kolben und Büchsen erzielt man ganz genügende Dichtungen.

Die am Altenberg in Anwendung gekommenen Maschinen sind nach dem Muster der Freiburger für einen Ueberdruck von 1 Atmosphäre konstruirt worden. Bei einem Druck von mehr als  $\frac{5}{4}$  Atmosphären war der Schlag so heftig, dass er zerstörend auf die Maschine selbst einwirkte. Trotzdem ist es ohne Zweifel zweckmässiger, hoch gespannte Luft anzuwenden, wie am Mont-Cenis-Tunnel, oder doch mindestens von 2–3 Atmosphären, und die Bohrmaschinen im Verhältniss kleiner und leichter zu konstruiren; denn es kommt sehr viel darauf an, sie in der engen Grube leicht und gut tragen, versetzen und handhaben zu können. Maschinen für 1 Atmosphäre Ueberdruck bestimmt, wie die Schumann'sche und die ersten von mir für den Altenberg konstruirten, haben ein Gewicht von 85–100 Kilog., was für die bequeme Manipulation zu bedeutend ist. In der möglichsten Reduktion dieses Gewichtes, also einerseits in der Anwendung höher gespannter Luft, anderseits in der Benutzung stärker wirkenderer Sprengmittel als Pulver, welche engere Bohrlöcher gestatten, liegen noch, wie ich glaube, die Hauptbedingungen der weiteren Verbesserung und der vortheilhafteren Anwendung der Stossbohrmaschine. Die Arbeiten am Mont-Cenis beweisen, dass die Produktion und die Leitung der bis zu 6 Atmosphären gespannten Luft praktisch noch keine ernstlichen Schwierigkeiten hat.

Durch die Erfindung des Nitroglycerins scheint das Mittel gegeben, die gewöhnliche grosse Weite der Bohrlöcher zu vermindern und dadurch die Bohrarbeit theilweise zu erleichtern.

Als Materialien zur Anfertigung der Gesteinsbohrmaschinen empfehlen sich nur solche von bester Qualität. Die Altenberger Maschinen waren zuerst in Gusseisen und gutem Schmiedeeisen konstruirt. Bald mussten aber diejenigen Theile, wie die Steuerhebel, Schalthaken u. dgl., welche am stärksten geschleudert und gestossen

werden, aus zähem Stahl gemacht werden, weil sie zu oft sich verbogen und brachen. Je leichter, d. h. je weniger massig man diese Theile machte, desto besser widerstanden sie der Stosswirkung. Für Hochdruckmaschinen wird man am besten thun, nur Messing und Stahl zur Ausführung zu benutzen.

Was die Bohrer betrifft, so ist es wichtig, dieselben sehr fest und genau centrisch mit der Kolbenstange zu verbinden. An den Altenberger Maschinen versah man die Bohrer zuerst mit Gewinde und schraubte sie in die Kolbenstange als Mutter hinein; eine Contremutter auf den Bohrer diente zum Feststellen. Diese Verbindung zeigte sich aber als nicht haltbar und praktisch genug; es war schwer den Bohrer centrisch einzusetzen und ihn am Losgehen von selbst zu verhindern. Man verwarf desshalb das Gewinde ganz und hielt die Bohrer nachher in der Kolbenstange als Hülfe mittelst eines durchgeschlagenen Keiles fest. Die Bohrer bekamen einen festen Anlauf, mit dem sie sich auf die Kolbenstange aufsetzten, und konnten in dieser Weise mit der wünschenswerthen Haltbarkeit und Genauigkeit durch den Keil angezogen werden. Auch nahm diese Operation nicht zu viel Zeit in Anspruch.

Die Bohrer müssen mit Sorgfalt angefertigt und auf der Drehbank genau centrisch abgerichtet werden. Sind die Bohrer krumm oder drehen sich excentrisch auf der Kolbenstange, so zwingen sie sich ungemein fest in das Bohrloch ein, so dass es grosse Schwierigkeiten macht, sie wieder zu befreien. Es ist desswegen der starren Befestigung und genauen Centrirung der Bohrer auf der Kolbenstange der Maschine viele Aufmerksamkeit zu schenken. Die Schneide des Bohrers kann alle diejenigen Formen haben, wie sie beim Handbohren gebräuchlich und für die verschiedenen Gesteinsarten passend sind. In Freiberg arbeitete man im festen Gneis mit gewöhnlichen stumpfwinkligen Meisselbohrern, und dieselben wurden auch anfangs am Altenberg probirt. Es zeigte sich aber, dass sie durch die hin- und hergehende Bewegung im Bohrloch einem sehr starken seitlichen Verschleiss ausgesetzt waren, wodurch die aufeinanderfolgenden Bohrer viel abnehmen und das Bohrloch nach innen sehr verjüngt werden musste. Der vierschneidige Kronenbohrer widerstand besser der seitlichen Abnutzung, war aber weniger günstig für das Eindringen in das Gestein. Zuletzt ahmte man die z förmige Schneide des Bohrers nach, wie sie am Mont-Cenis sich durch die Erfahrung als am besten erwiesen hat, und fand sie auch am Altenberg als die zweckmässigste\*). Es ist eine auffallende Thatsache, dass die Bohrer beim Handbohren

\*) Die z förmige Bohrerform stimmt auch mit der Theorie des Herrn v. Sparre überein, die derselbe in der berg- und hüttenmännischen Zeitung Nro. 1—13, 1865, veröffentlicht hat.

in demselben Gestein viel schneller abgestumpft sind als beim Maschinenbohren, ohne Zweifel weil beim letzteren die Schläge und die Drehung viel regelmässiger stattfinden. Man braucht die gewöhnlichen Bohrer nicht ganz aus Stahl zu machen, sondern es genügt, dieselben aus gutem Schmiedeeisen herzustellen und sie vorn zu versthählen. Nur bei reduzierten Dimensionen des Bohrloches wird es nöthig sein, die Bohrstange ganz aus Stahl zu machen.

### Befestigung der Bohrmaschinen.

Kein Theil ist wichtiger, bei der Einrichtung einer mechanischen Bohrarbeit und keiner praktisch weniger gelungen zu bezeichnen bis jetzt, als die Befestigung der Bohrmaschinen in jeder beliebigen Lage. Diese Befestigung rasch und solide bewerkstelligen zu können ist eine der Hauptbedingungen des guten Erfolges, denn sie ist es, welche gewöhnlich noch die meiste Zeit raubt und die grösste Schwierigkeit macht. Ist die Bohrmaschine einmal in gewisser Lage gut fixirt, so ist das eigentliche Bohren selbst im härtesten Stein verhältnissmässig in sehr kurzer Zeit geschehen. Aufenthalt entsteht dann nur durch das Auswechseln der Bohrer, durch Klüfte im Gestein oder durch eine Beschädigung an der Maschine. Ersteres geht aber geschwind von Statten, und letzteres kommt nicht häufig vor. Dagegen kann leicht durch die Schwierigkeit des Versetzens und der Befestigung der Bohrmaschine der ganze Gewinn an Zeit wieder verloren gehen, der durch die grosse Abkürzung der eigentlichen Bohrzeit gemacht worden ist.

Es ist bekannt, dass die Sommeiller'schen Maschinen am Mont-Cenis auf einem schweren, transportablen Wagengestell ruhen, auf dem sie, nachdem das ganze Ort mit grösseren und kleineren Löchern besetzt ist, aus dem Bereiche der Schussweite zurückgeschoben werden. Die Bohrlöcher am Mont-Cenis weichen von der horizontalen Lage, parallel mit der Stollenrichtung, nur wenig ab. Die Maschinen können daher fast beständig an derselben Stelle unverändert liegen bleiben, und brauchen nur ausgewechselt zu werden, wenn sie reparaturbedürftig sind. Im Bergbau sucht man die Bohrlöcher dagegen, zur möglichsten Ersparniss an Zeit, Arbeitslohn und Sprengmaterial in solcher Richtung und an den Stellen anzulegen, die den besten Effekt erwarten lassen. Hier ist es daher nöthig, eine Befestigungsweise zu besitzen, die für die Maschine, so zu sagen, jede beliebige Lage gestattet.

Schumann bediente sich im Rothschönberger Stollen hölzerner Spreizen, welche mittelst Spansschrauben quer durch die Strecke in passender Lage befestigt wurden. Die Bohrmaschine stützte sich vorn an 2 Punkten auf das Gestein auf, und wurde hinten mittelst

einer Schraube gegen die Spreizen gespannt. Dieses einfache Verfahren wurde auch anfangs am Altenberg eingeführt; es zeigte sich aber sehr bald als unvollkommen und ungenügend. Es ist nämlich einerseits schwierig, immer passende Stützpunkte für die Spreize und Maschine zu finden, da wo man sie für die zweckmässige Lage gerade haben müsste; anderseits ist die hölzerne Spreize nicht stabil genug und unfähig die Maschine ruhig in unverrückter Lage während der heftigstossenden Arbeit zu halten. Sobald die Maschine aber im Gerinsten aus ihrer Lage weicht, klemmt sich der Bohrer im Loch und bleibt stecken. Gewöhnlich muss dann ein neues Loch angesetzt werden, weil man die erste Richtung nicht mehr genau wiederfindet. Auf diese Weise kann viel Zeit und Mühe verloren gehen.

Man entschloss sich daher am Altenberg ein Gestell nach ähnlichem System zu bauen, wie das am Mont-Cenis angewandte. Dasselbe erfüllte insofern den Zweck vollständig, als es mit aller wünschenswerthen Stabilität die Maschine in den erforderlichen Lagen zu befestigen gestattete; anderseits hatte es aber den Uebelstand, den ganzen Raum vor Ort einzunehmen und die Bewegung der Arbeiter bei der Bedienung und Aufstellung der Maschinen sehr zu erschweren. Dabei machte sich eben der Uebelstand fühlbar, dass die Maschinen für 1 Atmosphäre konstruirt zu schwer und ungelenkig waren. Mit leichteren kleineren Maschinen würde man ohne Zweifel viel besser zurecht gekommen sein. Unter dieser Voraussetzung kann daher das Altenberger Gestell wohl empfohlen werden. Es ist einfach und unschwierig in seiner Herstellung, und dabei sehr stark fixirbar.

Schwarzkopf's Gestell besteht aus einer gusseisernen Säule, welche vertikal zwischen Sohle und Firste der Strecke eingeklemmt, und nach dem Gebrauch umgelegt und auf einer Achse mit 2 Rädern entfernt werden kann. Die Bohrmaschine selbst ist an der Säule mittelst Zahnstangen und Gelenken in verschiedenen Höhen und Richtungen zu fixiren.

Für leichte, kleine Maschinen wie die Schwarzkopf'sche oder für solche nach meiner Konstruktion für höheren Druck bestimmte, hat diese Methode den Vortheil, den Raum vor Ort wenig zu versperren. Will man mit mehreren Maschinen arbeiten, so müssen mehrere getrennte Säulen gebraucht, oder dieselben auf einem gemeinschaftlichen, fahrbaren Plateau vereinigt werden. Der englische Erfinder Low gibt verschiedene solcher Gestelle in Gusseisen, für eine und mehrere Maschinen, in seiner Patentbeschreibung an, welche alle der Hauptsache nach vertikale Ständer darstellen, die der Quere nach in der Strecke verschoben und an denen durch passende Lager und Gelenke die Maschinen in beliebigen Höhen und Richtungen befestigt werden können. Der Détailkonstruktion ist hier noch ein weites Feld gegeben; es würde mich zu weit führen, mehr auf sie einzugehen.

Sollten die Bohrmaschinen zum Schachtabteufen gebraucht werden, so muss das Befestigungsgestell aufgehängt und durch Kabeln aufziehbar sein, um ausser Schussweite zu gelangen. Die Form und Konstruktion des Gestells richtet sich dabei nach dem Querschnitt des Schachtes.

Obgleich mir nicht bekannt ist, dass schon Schächte mit Bohrmaschinen abgeteuft worden sind, so halte ich dafür die Stossmaschinen ebenfalls für zweckmässig; hier nicht weniger als beim Streckenbetrieb wird sich die hoch gespannte Luft und die dafür angegebene Maschine empfehlen.

### Beschreibung der auf Grube Altenberg angewandten Gesteinsbohrmaschine.

#### Taf. I.

Auf einem aus den beiden Rundstangen aa und den Verbindungsbügeln bb gebildeten Rahmen ruht, auf 4 durchlochtem Ansätzen, ein ausgebohrter gusseiserner Cylinder cc, in dem ein massiver Kolben möglichst dicht eingepasst ist. Dieser Kolben, aus Schmiedeeisen, besteht aus einem Stück nach vorn mit einer dicken, nach hinten mit einer dünnen Kolbenstange, welche beide dicht in entsprechenden Oeffnungen im Boden und Deckel des Cylinders eingeschliffen sind. Die dicke Kolbenstange d trägt an ihrem vorderen Ende den Bohrer e, der mittelst Keil mit ihr verbunden ist. Die dünnere Kolbenstange f trägt an ihrem hinteren Ende eine Traverse g, welche in 2 Furchen im Rahmen gleitet, worauf der Cylinder ruht. Die Traverse sitzt auf einer verdünnten Stelle der Kolbenstange f, und wird durch die Mutter h auf letzterer festgehalten derart, dass die Kolbenstange sich drehen kann, während die Traverse g, der Bewegung des Kolbens folgend, längs des Rahmens aa hin- und hergleitet.

Die alternative Bewegung des Kolbens wird durch den Steuerungsschieber i vermittelt. Die komprimirte Luft gelangt durch den Absperr- und Regulirhahn k, womit der Gummischlauch verbunden ist, in den Kanal l und von da durch das Innere des Steuerungsschiebers, je nach der Position des letzteren, durch die betreffenden Verbindungskanäle, vor oder hinter den Kolben, während auf der entgegengesetzten Seite die verbrauchte Luft zum ringsum offenen Schieberkasten in's Freie entweicht. Die Bewegung des Schiebers wird in der Weise erzeugt, dass auf der mit dem Cylinderdeckel durch einen starken Bügel n verbundenen Achse oo zwei Hebel pp sitzen, welche in längliche Löcher der Traverse g eingreifen, und so durch die Bewegung des Kolbens der Achse oo eine drehende Oscillationsbewegung beibringen.

Auf derselben Achse befinden sich 2 Hebel qq zu beiden Seiten der Schieberstange r, welche an ihrem hinteren Ende mit Gewinde versehen ist, worauf 2 Muttern ss durch den Halter t in bestimmter Entfernung von einander gehalten werden.

An diese Muttern ss stossen die kurzen Hebel qq in ihrer hin- und herschwingenden Bewegung an und bewirken solchermassen die nöthige Verschiebung des Steuerungsschiebers. Da diese Verrückung nur gegen das Ende des Kolbenhubes jeweils statt zu finden hat, so sind die Muttern ss in eine solche Entfernung von einander gestellt, dass die Hebel qq einen gewissen, todten Gang zu machen haben, ehe sie mit den Muttern in Contact kommen. Der durch den Dampf oder die komprimirte Luft vor- oder rückwärts geschleuderte Kolben steuert in dieser Weise selbst durch das in seiner Masse enthaltene Bewegungsmoment die Bewegung um.

Die Muttern ss sind auf der Schieberstange verstellbar, um innerhalb kleiner Grenzen die Stärke des Rück- oder Vorwärtsschlages des Kolbens reguliren zu können. Arbeitet die Maschine nach abwärts, so kommt das Gewicht des Kolbens und der damit verbundenen Theile dem Schlag auf das Gestein zu gut, und umgekehrt ist beim Rückgang dieses Gewicht zu heben. Arbeitet die Maschine nach aufwärts, so findet das Entgegengesetzte Statt. Mittelst der Verstellbarkeit des Schiebers nach der einen oder der anderen Seite kann man die Wirkung der Maschine in allen Lagen ziemlich ausgleichen. Sie ist übrigens in dieser Beziehung nicht sehr empfindlich, und arbeitet auch ohne Verstellung des Schiebers stets ohne auffallende Ungleichmässigkeit

Der Schieber ist hohl und durch eine Zwischenwand in 2 Räume getrennt. Der Raum nach dem Deckel ist etwas erweitert und in der Zwischenwand ist ein Loch, derart, dass der Luftdruck den Schieber auf seine Grundfläche aufdrückt. Der durch 4 Schrauben gehaltene Schieberdeckel ist nur leicht in Berührung mit dem Schieber, so dass letzterer in seiner Bewegung nicht gehemmt ist.

Da der Kolben mit dem Bohrer nur beim Vorwärtsgang seine Hauptwirkung zu thun braucht, um auf das Gestein zu treffen, so ist die vordere Kolbenfläche, durch die ungleichen Kolbenstangen-Durchmesser, kleiner als die hintere gehalten.

Um die drehende Bewegung des Bohrers zu erzeugen, geht die hintere Kolbenstange f mittelst Keil und Nuthe luftdicht durch ein Schaltrad m hindurch, welches 36 Zähne hat und in den Cylinderdeckel eingepasst ist. Die Kolbenstange kann auf diese Weise in dem Schaltrad hin- und hergleiten, während letzteres sich dreht und dem Kolben, resp. dem Bohrer die Drehung mittheilt; die ruckweise Bewegung des Schaltrades wird aber durch den Schalthaken m' bewirkt, welcher an einem geradlinig geführten Stängelchen u sitzt und durch

eine Feder an das Schaltrad angedrückt wird. Das Stängelchen *u* ist mit dem Hebel *v* verbunden, welcher noch auf der Achse *oo* sitzt und erhält in dieser Weise eine kurze hin- und hergehende Bewegung. Ein Sperrhaken *v'*, durch eine Feder angedrückt, verhindert die rückgängige Bewegung des Schaltrades.

Der Bohrer erhält also durch den eben beschriebenen Mechanismus bei seinem Herausfahren aus dem Bohrloch jedesmal eine drehende Bewegung um einen Winkel von  $10^{\circ}$ , während er beim Vorwärtsgang nur eine fortschreitende Bewegung inne hält.

Es bleibt nun noch übrig, den Cylinder der Maschine in demselben Verhältniss längs des Rahmens, worauf er ruht, vorwärts zu schieben als der Bohrer in das Gestein eindringt. Zu diesem Zweck trägt der Cylinder oben einen Ansatz mit einer Mutter, durch welche eine lange Schraube *z* geht. Diese Schraube ruht mit ihren beiden Enden in *2* mit dem Maschinenrahmen fest verbundenen Bügeln, und trägt an ihrem hinteren Ende eine Handkurbel, welche durch den, die Maschine bedienenden Arbeiter gedreht wird.

Sämmtliche Muttern und Keile an der Maschine müssen mit Stiften (Splissen) gehalten sein, weil sie sich sonst durch die Erschütterungen bald losrütteln.

Sobald der Hahn *k* geöffnet wird, gelangt die gespannte Luft aus der Röhrenleitung durch den Kanal *l* und den innern Raum des Vertheilungsschiebers *i* hinter den Kolben und bewegt ihn sammt dem Bohrer nach dem Gestein hin. Die Hebel *pp* werden durch die hintere Kolbenstange und deren Traverse *g* mitgenommen, und drehen dadurch die Axe *oo* und damit die Hebel *q* und *v* um einen gewissen Winkel. Die ersteren treffen, nachdem sie zuerst einen todten Gang zwischen den *2* auf der Schieberstange *r* sitzenden Muttern gemacht haben, eine der letzteren und verstellen dadurch gegen das Ende des Kolbenhubes plötzlich den Vertheilungsschieber. Der zweite Hebel *v* dagegen zieht durch seine niedergehende Bewegung das Stängelchen *uu* herab, an dem der Schalthaken *m'* sitzt. Letzterer überspringt dadurch einen Zahn des Schaltrades *m* und schiebt denselben beim Rückgang des Kolbens, resp. bei der Erhebung des Hebels *v* und des Stängelchens *uu*, vor sich her.

Während also der Kolben durch den verstellten Vertheilungsschieber seine Rückwärts-Bewegung macht, dreht sich das Schaltrad *m* um einen Zahn, und ertheilt diese Drehung auch dem Kolben und dem Bohrer.

Ist der Kolben beinahe am Ende seines Rücklaufes angekommen, so stellt sich wieder der Vertheilungsschieber, durch den Druck, der Hebel *q* auf die Schieberstange, in seine anfängliche Position und das Spiel der Maschine beginnt von Neuem.

Es ist gut, die Luftkanäle, welche vom Schieber aus nach beiden Enden des Cylinders führen, nicht bis in die unmittelbare Nähe von Deckel oder Boden zu leiten, obgleich dadurch der schädliche Raum vergrössert wird, weil die darin eingeschlossene Luft ein elastisches Kissen für den Aufschlag des Kolbens bildet, welches die Maschine vor der Zerstörung schützt. Ausserdem kann man auf den Kolben hinten und vorn noch einige Lederscheiben auflegen, um den Stoss zu schwächen. Gummi ist zu diesem Zweck untauglich, weil er durch das Schmieröl mehr oder weniger aufgelöst wird und grosse Reibung auf Kolbenstangen und Kolben erzeugt.

Die oben erwähnten Luftkissen noch grösser resp. länger zu machen, als an der Altenberger Maschine, gibt zu grossen Luftverlust und lässt befürchten, wenn der Kolben nicht gut dicht schliesst, dass er nicht mehr zurückgeworfen wird, die Bewegung der Maschine also leicht in's Stocken kommt.

Am Altenberg ist es nur ein Mal vorgekommen, dass der Deckel einer Maschine zertrümmert worden ist.

### Beschreibung des Befestigungs-Gestelles.

Taf. I und II.

An 2 Achsen mit Rädern *a'a'*, die auf eine Eisenbahn gestellt sind, sind die beiden horizontalen hölzernen Balken *b'b'* aufgehängt, die unter sich durch starke Bolzen *c'c'* abgesteift sind. Auf jedem der Balken *b'b'* stehen 4 verticale eiserne Ständer *d'd'*, die unter sich gehörig verstrebt, und oben durch Quereisen verbunden sind. Auf diese Weise entsteht eine Art Käfig, dessen vorderer über die Achsen überhängender Theil zur Aufnahme der Bohrmaschine, und dessen hinterer Theil zur Aufnahme eines Wasserreservoirs, der Gummischläuche, Reservemaschinen, Werkzeuge u. s. w. bestimmt ist. Dieses Gestell nimmt nahezu die ganze Höhe der Strecke ein; in dem Zwischenraum, der noch bis zur Firse derselben bleibt, werden hölzerne Keile fest eingetrieben. Zu beiden Seiten stehen die verticalen Ständer noch 0,30—0'40<sup>m</sup> von den Stössen ab, und bleiben hier also noch ein paar Durchgänge für die Arbeiter.

Die beiden vorderen Ständer *d'd'* sind aus Gusseisen mit verzahnten Rändern. Die vordersten Ständer nehmen eine geschlitzte Querstange *AA*, die zweiten Ständer eine runde Achse *BB* auf. Diese beiden Querstücke können beliebig, je nach Bedürfniss, in eine der entsprechenden Verzahnungen eingelegt und durch Schliesskeile an den Seiten gehalten werden. In dem vorderen geschlitzten Querstück *AA* sitzt ein gegabelter, verschiebbarer Apparat *ff'*, der durch Anziehen der Schraubenmutter *r*, festgehalten werden kann und in den der vordere Theil des Rahmens der Bohrmaschine aufzuruhen kommt.

Auf das hintere Querstück B wird der ausschiebbare Verbindungskopf C gesetzt, welcher mit einem Zapfen B''' in die hinterste Verbindungstraverse b der Bohrmaschine greift und durch einen Keil festgehalten ist. Das Querstück B, der Bolzen B'' und der Zapfen B''' bilden 3 aufeinander senkrechte Achsen, um welche die Bohrmaschine einzeln oder kombinirt gedreht und also in beliebige Richtung gebracht werden kann. Die Bohrmaschine ist demnach hinten mit dem Kopfstück C, das ein Universal-Gelenk vertritt, fest verbunden, und ruht vorn mit den Rahmen-Enden lose in dem Gabelapparat ff', wo ihr Gewicht genügend ist, sie gelagert zu erhalten.

Will man die Maschine heben oder senken, so müssen die Querstücke AA und BB entsprechend versetzt, das Kopfstück C gelöst oder nöthigenfalls ganz ausgehoben werden. Diese Manipulationen hauptsächlich sind es gewesen, welche bei dem noch zu ansehnlichen Gewicht der einzelnen Theile auf dem Altenberg manchmal sehr zeitraubend waren.

Die Querstücke AA und BB reichen seitlich über die verticalen Ständer, so weit als möglich bis an die Seitenwand der Strecke, hinaus, um auch hier die Bohrmaschine befestigen und so in der ganzen Breite des Ortes die Löcher ansetzen zu können.

In einem geschlossenen Reservoir, welches im hinteren Raum des Befestigungs-Gestelles untergebracht ist, befindet sich ein gewisser Wasservorrath, der durch den Druck der komprimirten Luft mittelst Gummischläuchen in das Bohrloch, zum Ausspülen des Bohrmehls, gespritzt wird.

Um die Bohrarbeit zu beginnen, schiebt man das Befestigungs-Gestell, worauf sich alle nöthigen Maschinen und Utensilien befinden, bis vor Ort, unterkeilt es unter den Rädern und verspannt es noch mit einigen Holzkeilen gehörig gegen die Firste der Strecke. Nachdem die Stelle bestimmt ist, an welcher das Bohrloch angesetzt werden soll, wird dieselbe zuerst von Hand senkrecht auf die Richtung des zu treibenden Bohrloches etwas eingeebnet, damit der Bohrer eine Fläche vorfinde, auf der er sich ohne seitliche Abweichung sicher und gerade einarbeiten kann; ohne diese Vorbereitung bleibt der Bohrer gerne von Anfang an stecken und das Loch ist verfehlt. Man kann sich auch zum Beginne des Bohrloches eines Kronenbohrers bedienen.

Hierauf fixiren die beiden Arbeiter, welche zur Bedienung jeder Maschine vorhanden sind, die letztere in der geeigneten Stellung, mittelst der oben beschriebenen Befestigungsstücke, und versichern sich, dass dieselbe starr und sicher gelagert ist. Der kürzeste und breiteste Bohrer wird eingesetzt, und durch die Bewegung der Maschine mit der Hand überzeugt man sich, dass er an die richtige Stelle auftritt, und Alles leicht gangbar ist.

Nun wird der Cylinder mittelst der Schraube z von einem der Arbeiter so weit vorgeschoben, dass der Bohrer in der vordersten Stellung gerade auf das Gestein trifft, während indessen der zweite Arbeiter den Gummischlauch mit der Maschine verbindet. An dem Ende der eisernen Röhrenleitung ist ein Schlusstück mit ebenso vielen Hahnen, als Gummischläuche nach den Maschinen gehen. Diese Hahne werden geöffnet, nachdem die Maschinen bereit sind, in Gang gesetzt zu werden. Gleichzeitig lässt man die komprimierte Luft in das Wasserreservoir einströmen, das auf dem Gestell steht, und worin das Wasser zum Einspritzen in das Bohrloch sich befindet.

Das Mundstück zum Einspritzen des Wassers, in ganz feinem Strahl, hat vorn ein Hähnchen und ist mit dem Wasserreservoir durch einen 15—20 Millim. weiten Gummischlauch von nöthiger Länge in Verbindung.

Einer der Arbeiter öffnet nun allmähig den Luftbahn an der Maschine, und lässt den Bohrer erst mit mässiger Geschwindigkeit, etwa 1 Centimeter tief, in's Gestein sich einarbeiten, wobei er den Cylinder um ebenso viel verschiebt. Erst hierauf, und nachdem man sich überzeugt hat, dass Alles gut geht, lässt man die volle Luft in die Maschine, welche nun, je nach der vorhandenen Luftpressung mit 200—400 Schlägen zu arbeiten beginnt. Einer der Arbeiter besorgt dabei das Einspritzen des Wassers, während der andere am Luftbahn bleibt, und das Verschieben des Cylinders bewirkt. Sobald eine Unregelmässigkeit oder Stockung bemerkt wird, schliesst man den Luftbahn und sucht die Maschine wieder in Ordnung zu bringen. Ist der Bohrer stumpf geworden, oder hat man um seine Länge abgebohrt, so wird er abgenommen, indem man den Cylinder zur bequemen Loskeilung zurückzieht; der nächst längere und schmalere Bohrer wird eingesetzt, der Cylinder wieder so viel wie nöthig vorgeschoben, und die Arbeit auf's Neue begonnen. Bohrer bis zu 0,90 Meter Länge etwa kann man noch einbringen, ohne die Maschine zu entfernen; für noch längere Bohrer muss man aber die Maschine beim Einsetzen bei Seite rücken.

Ist die gewünschte Anzahl Löcher gebohrt, so sperrt man die Luft an der Hauptleitung ab, und löst die Gummischläuche von den Maschinen. Hierauf werden alle Maschinen und sonstigen Werkzeuge auf dem Gestell geordnet zusammengelegt, letzteres losgekeilt und so weit auf der Eisenbahn zurückgefahren, dass es aus der Schussweite gelangt.

Nachdem hierauf die Bohrlöcher besetzt, und abgeschossen sind, werden die abgesprengten Gesteinsstücke in einiger Entfernung vor dem Ort zu beiden Seiten der Eisenbahn aufgehäuft, so dass die Bahn frei wird und das Gestell wieder herbeigeht werden kann. Die

Arbeit beginnt dann auf's Neue, während von besonderen Arbeitern die vorher abgelösten Berge oder Erze fortgeschafft werden.

In der Altenberger Strecke lagen zwei Eisenbahnen: die eine, grössere für das Gestell mit gewöhnlichen Eisenbahnschienen und 1<sup>m</sup>20 Spurweite; die andere dazwischen liegend mit 0,60 Spurweite und Grubenschienen für die Transportwagen.

Ist man um Schienenlänge mit der Strecke vorgerückt, so muss die Eisenbahn verlängert, und ebenso die Röhrenleitung zeitweise entsprechend angestückt werden.

### Beschreibung der Hochdruckbohrmaschine.

Taf. III und IV.

Die allgemeine Disposition dieser Maschine ist ganz dieselbe wie die der vorherbeschriebenen und die Bewegung des Steuerschiebers sowohl als das Umsetzen des Bohrers findet in gleicher Weise wie bei letzterer statt. Es ist nur noch eine Vorrichtung zum selbstthätigen Vorrücken des Cylinders, wenn der Bohrer in's Gestein eindringt, hinzugefügt. Zu diesem Behufe ist zwischen das Schaltrad, welches das Umsetzen des Bohrers vermittelt, und den Cylinderboden ein zweites Schaltrad  $y$  eingesetzt, dessen Zahntheilung genau so gross ist, dass der Schalthaken das Rad um einen Zahn weiter bewegt, so oft der Kolben seinen vollen Hub macht: gelangt dagegen der Kolben beim Vorgang gegen das Gestein nicht bis an's Ende des Hubes, so bleibt das Schaltrad  $y$  stehen. Der Schalthaken der letzteren wird nun in ganz ähnlicher Weise, wie derjenige des Bohr-Umsatz-Rades von dem Kolben, vermittelst der Hebel  $pp$  und  $q'$ , kommandirt, und die Grösse der Bewegung des ersteren ist also von der des letzteren abhängig.

Die Bewegung des Schaltrades  $y$  wird dadurch auf den Cylinder der Maschine übertragen, dass mit dem ersteren ein Zahnrad  $z$  fest verbunden ist, welches in ein zweites  $z'$  eingreift, dessen Hülfe eine Mutter bildet. Diese Mutter umschliesst eine der beiden Rundstangen, welche den Rahmen der Maschine darstellen, und die mit Schraubengewinde versehen ist, während anderseits die Mutter in einem der 4 Ansätze festgehalten ist, womit der Cylinder auf dem Rahmen ruht, und sich darin drehen kann. Durch die Drehung der Mutter, so oft der Kolben seinen ganzen Hub macht, wird in dieser Weise der Cylinder vorwärts geschoben, während bei vermindertem Kolbenhub so lange Stillstand eintritt, bis der Bohrer wieder genügend in's Gestein eingedrungen ist. Im Uebrigen ist das Spiel dieser Maschine für Kolbenwechsel und Drehung des Bohrers dasselbe, wie das der vorher beschriebenen.

Zum Zurückschieben des Cylinders von Hand kann man an den vorderen Rand der Mutter w eine Anzahl Griffe anbringen, oder auch diesen Rand zahnend und einen Hebel mit Sperrhaken aufsetzen wie bei einer Bohrknarre, mittelst derer man die Mutter bequem und rasch drehen kann. Um die Zeichnung nicht undeutlich zu machen, ist diese einfache Vorrichtung nicht darauf angegeben.

Die ganze Maschine ist, wie man sich leicht durch den Vergleich überzeugt, kleiner, leichter und kompendiöser, als die vorher beschriebene für nur 1 Atmosphäre Druck berechnete; ihr Gewicht beträgt 47,5 Kilog., also nur die Hälfte der zu Altenberg und Freiberg gebrauchten Maschinen.

Bei den Versuchen, die ich mit einer genau nach der auf Taf. III angegebenen Zeichnung sehr sorgfältig ausgeführten Maschine am Altenberg über Tag anstellte, stand mir ein Luftdruck von 20–23  $\text{K}$  zu Gebot. Die Maschine arbeitete dabei mit 500 bis 600 Doppelhüben in der Minute und mit der vollkommensten Regelmässigkeit. Ihr Effekt bestand darin, dass in sehr hartem Dolomit in der Minute durchschnittlich 1 Zoll, Bohrwechsel mit inbegriffen, abgebohrt wurde. Zu einem Loch von 20" Tiefe z. B. braucht man also 20 Minuten Zeit. Die Schneide der Bohrer hat 38 bis 40 Mill. Breite.

Das selbstthätige Vorrücken des Cylinders geschah mit der grössten Präcision und Leichtigkeit.

Nach diesen Versuchen erscheint es mir kaum rathsam für eine Maschine von der angegebenen Grösse einen stärkeren Luftdruck als 25–28  $\text{K}$ , also höchstens 2 Atmosphären, zu verwenden, weil die Geschwindigkeit und der Stoss dann zu heftig und die Arbeit nicht mehr im selben Verhältniss gefördert würde. Wenn die kleinere Maschine mit 0<sup>m</sup>065 Kolbendurchmesser bei 20  $\text{K}$  Druck ebenso viel Arbeit leistete als die grossen mit 0<sup>m</sup>105 Kolbendurchmesser, also 3mal grössere Fläche für 1 Atmosphäre konstruirte, so ist der Grund einerseits wohl in den besseren Nutzeffekt zu suchen den die erstere Maschine bei ihren kleineren Dimensionen, geringeren Reibungen und Luftverlusten erlitt, anderseits aber auch, ohne Zweifel, in dem genau geregelten Selbstvorrücken des Cylinders, wodurch kein nutzloser Schlag der Maschine gemacht wurde.

Ich stehe daher nicht an, der auf Taf. III dargestellten Maschine den unbedingten Vorzug vor der anfänglichen, und auf dem Altenberg zur Verwendung gekommenen Konstruktion zuzuerkennen, und bin überzeugt, dass man sich derselben überall mit grossem Vortheil bedienen wird.

Auf Taf. III ist noch eine bessere Befestigungsweise der Bohrmaschine an das Gestell angegeben.

Die vordere gabelförmige Auflage ist zum einseitigen Heben und Senken eingerichtet, so dass die beiden vorderen Enden des

Rahmens in jeder beliebigen Lage der Maschine vollständig anschliessend in den Gabelapparat zu liegen kommen. Hierdurch ist die vordere Auflagerung der Maschine vollkommener gesichert als bei der auf Taf. I beschriebenen Methode.

Die hintere Befestigung der Maschine an das Querstück B ist leichter und einfacher gemacht. Ein Charnier-Stück D, welches auf dem runden Querstück B drehbar ist, kann durch den Schraubenbolzen d, der eine Mutter mit festem Handgriff hat, beliebig stehend, festgeklemmt werden. Das obere Ende des Schraubenbolzens bildet ein hervorragendes Auge, durch welches ein Querbolzen Z" mit Mutter geht. Die Maschine wird mit ihrem hinteren Verbindungsbügel b auf den Bolzen Z" gelegt. Auf diese Weise sind ebenfalls 3 aufeinander senkrechte Achsen, also eine vollkommene Beweglichkeit, realisiert. Nachdem man die Maschine vorn und hinten gelagert und in die gewünschte Richtung gebracht hat, zieht man die Muttern der beiden Bolzen d und z" fest an, damit nicht das geringste Rütteln stattfinden kann; letzteres ist durchaus zu vermeiden, weil die Maschine nur bei starrer Befestigung gut arbeitet.

### Beschreibung der auf dem Altenberg angewandten Luftcompressions-Maschine.

Taf. V.

Die Luftcompressions-Maschine zu Altenberg war in der Voraussicht konstruirt zum Betriebe der Gesteinsbohrmaschinen nur Luft von 1 Atmosphäre Ueberdruck nöthig zu haben.

Das oberflächliche Wasserrad, welches zu ihrem Betriebe diente, und ausserdem noch verschiedene andere Maschinen zu bewegen hatte, war keiner grösseren Kraftäusserung fähig; dennoch gelang es bei gutem Wasserstand und bei Ausserbetriebsetzung der übrigen Maschinen, die Luft durch die Compressionspumpe auf 3 Atmosphären zu spannen, wobei der Cylinder sich übrigens stark erhitze. Beim Bohren genügte gewöhnlich 1 bis  $1\frac{1}{4}$  Atmosphären Druck, wobei die Pumpe gut arbeitete und sich nur mässig erwärmte.

Die Luftpumpe ist nach horizontalem System gebaut und wird durch das Zahnrad z von dem Wasserradkranz betrieben. Der Kolben hat 0,25 Durchmesser, 0,92 Maximalhub, und machte in der Minute gewöhnlich 40–45 Doppelhübe. Das von ihm beschriebene Volum betrug also nahe 4 Cub.-Met. per Minute. Die Ein- und Ausströmungsklappen bestehen aus runden Lederscheiben, auf einem gitterförmigen Messingsitz in der Mitte festgehalten.

Die Luft entströmt durch ein gemeinschaftliches Rohr R, auf dem ein Sicherheitsventil angebracht ist, nach dem Luftreservoir und

der Röhrenleitung. Die Maschine ist nach den Plänen des Herrn Civilingenieur Kley in Bonn gebaut und geht sehr gut.

### Mittheilungen über die Bohrarbeit auf Grube Altenberg.

Die Maschinenbohrarbeit wurde auf der Grube Altenberg zu dem Zwecke angelegt, auf 90<sup>Met.</sup> Teufe eine Verbindungsstrecke von 127<sup>m</sup> Länge, 2<sup>m</sup>,25 Höhe und 2<sup>Met.</sup>,25 Breite in festestem Grauwackeschiefer zwischen dem Hauptschacht und dem Galmeilager, in möglichst kurzer Zeit, zu treiben.

Mit der vorhandenen Wasserkraft (bei 8<sup>m</sup>,57 Gefäll, 0,11<sup>m</sup><sup>3</sup> Wasser per Sekunde) konnte man hoffen zwei Bohrmaschinen gleichzeitig vor Ort in Bewegung zu setzen. Doch musste das Wasserrad noch ein Sägegatter und mehrere Drehbänke dabei zu treiben im Stande sein. Der absolute Effekt des Wassers betrug 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Pfdkr., der Nutzeffekt also 8—9 Pfdkr. Da nun die Bohrmaschinen nicht beständig arbeiteten, so war anzunehmen, dass nur etwa <sup>3</sup>/<sub>4</sub> der vorhandenen Kraft für sie beansprucht werde, und der Rest den übrigen Maschinen reservirt blieb.

Der Kolben der Bohrmaschinen bedarf für den Vorgang bei 360 Hüben per Minute, 0,28<sup>m</sup><sup>3</sup>, für den Rückgang, 0,14<sup>m</sup><sup>3</sup> komprimirte Luft; nimmt man <sup>1</sup>/<sub>4</sub> der Summe oder 0,105 als Verlust an, so ergibt sich ein effektiver Verbrauch von 0,525<sup>m</sup><sup>3</sup> per Minute, oder für 2 Maschinen, die gleichzeitig in Thätigkeit sind, 1,05<sup>m</sup><sup>3</sup> von 1 Atmosphäre Pressung, oder 2,10<sup>m</sup><sup>3</sup> von gewöhnlicher Spannung.

Hieraus ergaben sich die Dimensionen der Luftpumpe, vorausgesetzt, dass dieselbe 50 % Nutzeffekt liefert, was der Sicherheit halber so niedrig gegriffen wurde.

Der theoretische Effekt, dessen diese Luftpumpe bei 1,33<sup>m</sup> Kolbengeschwindigkeit und 1 Atmosphäre Ueberdruck voraussichtlich bedurfte, beträgt 6,26 Pfdkr., oder mit Hinzuziehung von 1,74 Pfdkr. für Reibung und Verluste, im Ganzen 8 Pfdkr. oder so viel als vorhanden war.

Der theoretische Effekt, den die Luft in den Bohrmaschinen bei 360 Schlägen in der Minute, bei vollem Hub und 1 Atmosphäre Luftpressung entwickelt, berechnet sich auf:

0,77 Pfdkr. für den Vorgang,

0,39 „ „ „ „ Rückgang,

1,16 Pfdkr. zusammen oder etwa 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Pferde mit Reibung.

Als Luftreservoir oder Regulator wurde ein alter Kessel von 5<sup>m</sup><sup>3</sup> Inhalt benutzt; mit der Luftleitung zusammen, die grossentheils aus vorhandenen weiten Röhren gemacht war, betrug der Luftvorrath im Ganzen über 12<sup>m</sup><sup>3</sup> Luft.

Es zeigte sich, dass derselbe eher zu klein, als zu gross für den regelmässigen Gang der Bohrmaschinen war.

Die Röhrenleitung in ihrer ganzen Ausdehnung hatte eine Gesamtlänge von 266 metres.

Hiervon lagen 54<sup>m</sup>30, aus Gussröhren von 0,38<sup>m</sup> lichter Weite bestehend, über Tag in einem gemauerten Kanal, und gingen vom Luftreservoir, welches neben der Luftpumpe aufgestellt war, bis zum Schacht.

Die vertikale Leitung im Letzteren bestand aus Gussröhren von 0<sup>m</sup>12 lichter Weite

Vom Schachttiefsten ab ging man mit gezogenen schmiedeeisernen Röhren von 0<sup>m</sup>075 lichter Weite und Flantschenverbindungen in die Strecke.

Die Kautschuckröhren zum Anschliessen an die Maschine hatten 0<sup>m</sup>05 innere Weite und 7 Mill. Wandstärke. Sie waren auf 10 Atmosphären garantirt.

Vor dem Luftreservoir und über dem Schacht war je ein Abschlussventil in der Röhrenleitung angebracht. Der Uebergang von weiteren zu engeren Röhren war durch konische Zwischenstücke vermittelt. Alle Röhren waren mit abgedrehten Flantschen versehen und mit Gummi gedichtet, sie schlossen sehr vollkommen. Die manometrische Spannungsdifferenz zwischen Anfang und Ende der Röhrenleitung war fast unbemerkbar.

Das Wasserreservoir, welches im hinteren Raum des Befestigungs-Gestelles untergebracht war, bestand aus einem eisernen hermetisch verschlossenen Kasten, über dem in kurzem Abstand ein offener Kasten angebracht war. Beide Gefässe waren durch eine Röhre mit Abschlusshahn verbunden. Ausserdem war auf dem Deckel des unteren Kastens ein Hahn zum Entweichen der darin befindlichen Luft, und ein anderer zum Einlassen der komprimirten Luft durch einen Gummischlauch aus der Hauptleitung befestigt. Durch zwei Hähne endlich am Boden des unteren Kastens entströmte das Wasser durch Gummischläuche nach den Bohrlöchern.

Mittelst einer am Gestell befestigten kleinen Handpumpe konnten die auf der Sohle der Strecke sich ansammelnden Wasser in das oberste Reservoir gepumpt werden, von wo sie durch Oeffnen des Verbindungshahnes in das untere Reservoir gelangten. Dabei liess man den Einströmungshahn der Luft geschlossen und den Ausströmungshahn geöffnet. Nachdem das untere Reservoir mit Wasser sich gefüllt hatte, drehte man alle drei Hähne und liess das Wasser nach Bedürfniss durch den Druck der komprimirten Luft nach dem Bohrloch entströmen.

Die Bohrmaschinen hatten 0,10<sup>Met.</sup> Kolbendurchmesser, 0,14 Maximalhub und arbeiteten gewöhnlich mit 300—400 Schlägen in der Minute. Das Gewicht der Maschine, ohne den hinteren Befestigungskopf und ohne Bohrer betrug 84 Kilog. mit letzteren beiden zusammen

102 Kilog. Zu ihrer Bedienung war ein Arbeiter und ein Gehilfe nöthig; der letztere hauptsächlich zum Auswechseln der Bohrer und zum Einspritzen des Wassers in's Bohrloch.

Die Bohrer, mit zförmiger Schneide, waren nach folgender Tabelle angefertigt und sämmtlich genau bezeichnet:

Bezeichnung.	Länge des Bohrers.		Breite der Schneide.	
		Metre.		Metre.
Nro. I.	1	0,47		0,041
	2	0,50		0,040
Nro. II.	1	0,55		0,039
	2	0,55		0,038
	3	0,65		0,037
	4	0,65		0,036
Nro. III.	1	0,70		0,035
	2	0,70		0,034
	3	0,80		0,033
	4	0,80		0,032
Nro. IV.	1	0,90		0,031
	2	0,90		0,030
	3	1,00		0,029
	4	1,00		0,028
Nro. V.	1	1,10		0,027
	2	1,20		0,025

Ein kompletter Satz von Bohrern wog  $K^{os}$  48,25, wovon 40  $K^{os}$  Eisen und  $K^{os}$  8,25 Stahl.

Je weicher das Gestein ist, desto rascher kann die Zunahme an Länge und die Abnahme an Breite des Bohrers sein. Am Altenberg war das Gestein zuweilen so hart, dass die Schneiden zweier aufeinanderfolgenden Bohrer nur 0,5 Millim. differirend genommen wurden.

Die Anlage des Maschinenbohrens am Altenberg wurde schon im Laufe des Jahres 1862 begonnen; verschiedener unvorhergesehener Hindernisse halber kamen die Maschinen aber erst Anfangs März 1864 in regelrechten Betrieb, nachdem vorher schon die Strecke durch Handarbeit um  $58^m 50$  Länge gefördert worden war.

Nur die übrigen  $68^m$  wurden mit der Maschine getrieben, und im August desselben Jahres noch vollendet.

Eine vergleichende Uebersicht über die ganze Arbeit geht aus folgender Tabelle hervor:

Monat.	Aufgefahrene Länge.		Häuerlohn pro laufenden Meter.		Gesteins-Art.	Bemerkungen.
	Hand-Arbeit.	Maschinen-Arbeit.	Hand-Arbeit.	Maschinen-Arbeit.		
	Metres.	Metres.	Francs.	Francs.		
1863.						
Januar	7,00	—	143	—	Quarziger Grauwackenschiefer, sehr hart und fest, mit einzelnen mildereren Schichten.	
Februar	3,50	—	236	—		
März	4,00	—	194	—		
April	3,25	—	200	—		
Mai	1,25	—	200	—		
Juni	4,50	—	200	—		
Juli	4,50	—	200	—		
August	3,25	—	200	—		
Septemb.	5,00	—	200	—		
October	5,50	—	200	—		
Novemb.	5,50	—	200	—		
Dezemb.	5,25	—	226	—		
1864.						
Januar	3,25	—	250	—	Idem, sehr hart und sehr wasserreich. } Milderer Gestein.	
Februar	2,75	—	345	—		
März	—	4,25	—	250		
April	—	9,00	—	160		
Mai	—	9,00	—	150		
Juni	—	12,50	—	150		
Juli	—	15,00	—	143		
August	—	18,75	—	95		
Total	58,50	68,50	206	141		

Zu den 58,50<sup>m</sup>, die von Hand getrieben wurden, brauchte man 13½ Monate (da im März 1863 nur während der Hälfte des Monats gearbeitet wurde), im Durchschnitt kam man also 4<sup>m</sup>25 per Monat vorwärts.

Die Maschinenarbeit begann am 4. März und dauerte ununterbrochen bis Ende August, im Ganzen 6 Monate; durchschnittlich

wurden demnach 11<sup>m</sup>41 im Monat aufgefahen, oder mehr als das 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>fache der Handarbeit.

Im Juli 1864, von welchem Zeitpunkt an die Maschinenarbeit anfang recht flott und geregelt in Gang zu kommen, wurden 2 Mal in je 6 Tagen 5<sup>metres</sup> aufgefahen; in der ersten Hälfte des Monats 9<sup>metres</sup>, in der zweiten 6<sup>m</sup>00. Letztere blieb desshalb zurück, weil die angetroffenen Quarzbänke sehr wasserreich waren, was den Arbeitern hinderlich war.

Im August, wo man sich dem Galmeilager näherte, fing das Gestein an bereits milder zu werden. Immerhin kann man, mit Rücksicht hierauf, sagen, dass die Arbeit mit der Maschine mindestens um das Doppelte rascher ging als von Hand.

Dieses Resultat ist ein sehr befriedigendes zu nennen, wenn man bedenkt, wie viele Erfahrungen mit der neuen Einrichtung erst gemacht werden mussten, bis sie in flotten Betrieb kam; ferner dass die ganze Arbeit nur 6 Monate gedauert hat und in ihrem weiteren Fortschritt unterbrochen wurde; endlich dass es viel Mühe gekostet hat, die Arbeiter einzuüben, und ihnen die anfängliche Abneigung gegen die Maschine zu benehmen, in der sie eine gefährliche Concurrentin erblickten, bis sie dieselbe als eine vortheilhafte Erleichterung ihrer Arbeit kennen gelernt hatten.

Hinsichtlich der Arbeitsweise ist zu bemerken, dass die Strecke in ihrem ganzen Querschnitt, 2,25 Höhe und 2<sup>m</sup>25 Breite, eingetrieben wurde, abweichend vom Mont-Cenis-Tunnel, wo ein strossenweises Vorgehen stattfindet. Doch wurde auch am Altenberg der untere Einbruch von Hand abgebohrt, weil die Construction des Gestells, mehr noch aber die Form und das Gewicht der angewandten Maschine, das Ansetzen der Bohrlöcher im Einbruch nicht bequem genug gestattete. Versuchsweise ist dies wohl öfter geschehen, aber nicht regelmässig fortgesetzt worden. Mit den kleineren Maschinen hätte man sicherlich auch im Einbruch ein vortheilhaftes Resultat erzielen können.

Der Raum vor Ort genügte bei dem angewandten System von Maschinen, um zwei derselben gleichzeitig anbringen und in Thätigkeit erhalten zu können; mit dem kleineren System wäre es wohl möglich gewesen, eine Maschine mehr zu benutzen und die Arbeit dadurch noch rascher zu fördern.

Jede Maschine hatte 2 Arbeiter zu ihrer Bedienung, und ausserdem war noch ein Maschinist beigegeben, der den anfänglich mit der Einrichtung wenig vertrauten Bergleuten beizustehen und die kleinen Mängel sogleich zu beseitigen hatte.

Im Ganzen waren also gewöhnlich 2 Maschinen und 5 Mann vor Ort zusammen in Thätigkeit.

Die Schichten waren anfangs 8stündig, bald aber, als es sehr nass in der Strecke wurde, 6stündig eingerichtet. Der Einbruch von Hand wurde gewöhnlich in den 12 Nachtsstunden abgebohrt, das Uebrige am Tage mittelst der Maschine. In den Einbruch wurden in der Regel nicht mehr als 4 Löcher von selten mehr als 0,40<sup>m</sup> (15 Zoll) Tiefe gesetzt; trotzdem brachten die 4 Mann, die auf einer 6stündigen Schicht zusammen waren, oft mit Mühe nur 2 Löcher fertig, und zuweilen mussten noch einige Stunden des Tages dazu verwandt werden.

Mit der Maschine wurden häufig 6 – 8 Löcher von 0,50—0,90<sup>met.</sup> Tiefe in 6stündiger Schicht abgebohrt.

Mit dem Zurückschieben des Gestells, mit dem Besetzen und Abschiessen der Löcher, mit dem Wegräumen des Materials, und mit dem Wiederherbeiholen und Befestigen des Gestells ging der übrige Theil einer 24stündigen Arbeitsperiode zu Ende.

Das finanzielle Resultat der Anlage ist durch die lange Verzögerung, welche die Anwendung der Bohrmaschinen, theils lokaler Umstände, theils der nöthigen Verbesserungen und Vervollkommnungen wegen, erlitten hat, wesentlich beeinträchtigt. Doch lässt sich aus den Erfahrungsthatfachen auch hierüber noch ein günstiger Schluss ziehen.

Nach obiger Tabelle sind die Kosten an Häuerlohn pro laufenden Metre bei der Handarbeit frcs. 206 gewesen, während sie sich bei der Maschinenarbeit auf nur frcs. 141 belaufen haben. Doch gibt dies keinen so genauen Vergleich als wenn man sämtliche Kosten berücksichtigt und dieselben auf den Cubik-Metre gewonnenen Materials bezieht, wie dies nachstehend geschieht:

In den ersten 5 Monaten, während welcher die Maschinen im *härtesten* Gestein arbeiteten, avancirte die Strecke um 50 Metres, entsprechend 253<sup>m</sup> Gestein. Dafür wurden verausgabt:

Fracs. 8,287	für Arbeitslohn an die Bergleute,
„ 900	„ Maschinen- und Bankarbeiter,
„ 250	„ den Werkführer,
„ 494,88	„ Pulver und Zündschnur,
„ 105,00	„ Unterhaltungskosten der Luftpumpe,
<hr/>	
zusammen	Fracs. 10,036,88.

Der Cubik-Metre Gestein kommt also zu stehen auf:

Fracs. 32,75	Arbeitslohn für Bergleute,
„ 3,55	„ „ Maschinisten und Bankarbeiter,
„ 1,95	für Pulver und Zündschnur,
„ 0,40	„ Unterhaltung der Luftpumpe,

Fracs. 38,65 im Ganzen.

Nehmen wir erfahrungsgemäss an, dass mittelst Handarbeit in derselben Zeit 26,25<sup>met.</sup> getrieben worden wären, also etwas mehr wie halb so viel als mit Maschinen, so hätte es dazu bedurft:

16 Bergleute zu fres. 8,00 per Tag auf 5 Monate . . .	fres. 7,200,00
Pulver und Zundschnur, K <sup>os</sup> 1,25 per Met. <sup>3</sup> . . . . .	„ 291,67
zusammen . . . . .	<u>fres. 7,491,67</u>

oder fres 71,35 per Cubik-Metre Material, wovon fres. 68,57 für Arbeitslohn. Der Unterschied zwischen den Kosten per Cubik-Metre Gestein, abgesehen vom Anlagekapital, ist also fres. 32,70 zu Gunsten der Maschinenarbeit. Hätte die Arbeit am Altenberg ein Jahr gedauert, so hätte man nach dem Gesagten an dem Stollenbetrieb fres. 7,451,60 gespart, welche zur Deckung der Zinsen und Amortisation des Anlagekapitals dienen konnten.

In dem vorhergehenden Vergleich ist der Monat August ganz ausser Rechnung gelassen, weil das Gestein zu dieser Zeit schon ziemlich milde geworden war. Ueberhaupt ist mit Sicherheit anzunehmen, dass bei länger fortgesetzter Arbeit, der ökonomische Vortheil der Maschinen noch prägnanter hervorgetreten wäre.

Wie hart das Gestein in der 90 Metre Sohle am Altenberg ist, geht schon daraus hervor, dass die Pulverkonsumtion per Cub.-Metre in derselben K<sup>os</sup> 1,08 betrug, während sie auf den oberen Sohlen sich nur auf K<sup>os</sup> 0,8 beläuft. Andererseits ist es Thatsache, dass beim Maschinenbohren, unter sonst gleichen Verhältnissen, weniger Pulver als bei der Handarbeit gebraucht wird, offenbar weil die Löcher der leichten Mühe halber tiefer abgetrieben und die Schüsse dadurch wirksamer werden.

Die Annehmlichkeit und Vortheile der ausgezeichneten Ventilation, welche durch die verbrauchte komprimirte Luft in der Grube hervorgebracht wird, haben sich am Altenberg sehr fühlbar gemacht. Indirekt sind auch hierdurch nicht unwesentliche Kosten erspart worden.

### Zusammenstellung der Kosten der Altenberger Anlage.

1 <sup>o</sup> Hölzernes oberflächliches Wasserrad mit Blechschaufeln, eiserner Achse und 2 Radkränzen, 68 <sup>met.</sup> lange Wasserleitung und Radstäbe inbegriffen, im Ganzen . . . . .	fres.	18,494,51
2 <sup>o</sup> Compressionspumpe inclusive Montirungskosten . . . . .	„	4,650,00
3 <sup>o</sup> Manometres . . . . .	„	181,86
4 <sup>o</sup> Herstellung der Luftleitung, theilweise aus gusseisernen, theilweise aus schmiedeeisernen Röhren, im Ganzen mit 280 <sup>met.</sup> Länge, Kautschuck-Röhren inbegriffen . . . . .	„	9,578,44
5 <sup>o</sup> 12 Bohrmaschinen, inclusive aller Veränderungen und Verbesserungen, die daran vorgenommen worden sind . . . . .	„	6,509,75
6 <sup>o</sup> Gestell . . . . .	„	2,461,63
7 <sup>o</sup> Bohrer, 100 Stück . . . . .	„	1,447,50
8 <sup>o</sup> Eisenbahn für das Befestigungs-Gestell, 200 lauf. Meter, 25 Kilo per lauf. Meter, inclusive Schwellen und Arbeitslohn . . . . .	„	2,076,00
Total . . . . .	fres.	45,399,69

Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass das Wasserrad nicht zum Zwecke der Bohrarbeit, sondern für den Betrieb eines Sägegatters und der Drehbänke u. s. w. der Reparaturwerkstätte gebaut worden ist. Man kann also diese Kosten füglich ausser Betracht lassen, und es bleiben dann noch etwa fres. 27,000 — übrig. Aber auch hieran wäre bei wiederholten ähnlichen Anlagen mit Berücksichtigung der am Altenberg gemachten Erfahrungen ein ansehnlicher Theil zu ersparen.

Die ersten 6 Stück der am Altenberg angewandten Bohrmaschinen sind aus der Maschinenfabrik von M. Tigler in Ruhrort hervorgegangen; drei davon waren zuerst angefertigt und hatten statt eines Schiebers einen Steuerungshahn, nach Art des Wilson'schen; der Schieber erwies sich aber als viel besser, einfacher und sicherer in seiner Bewegung. Die Hahnsteuerung wurde desswegen nicht mehr gemacht, und die 3 damit versehenen Maschinen wurden nur kurze Zeit im Gebrauch gehalten.

Die von Hr. Tigler gelieferten 6 Maschinen kosteten zusammen fres. 4,215,70; ein grosser Theil dieser Kosten kam jedoch auf die Veränderungen und Versuche, welche mit den ersten Maschinen längere Zeit in der Maschinenfabrik vorgenommen wurden. Das Bedürfniss, die Reparaturen und Modifikationen rasch an Ort und Stelle machen zu können, veranlasste die Direction des Altenbergs, die noch nöthi

gen 6 Stück Maschinen in dem dortigen, gut eingerichteten Maschinen-Reparatur-Atelier in Ausführung bringen zu lassen. Die Selbstkosten derselben stellten sich per Stück auf frs. 281,25 blos für Material und Arbeitslohn. Ueberall, wo die Gesteinsbohrmaschinen zur Anwendung kommen und nicht Maschinenfabriken in unmittelbarer Nähe sind, wird es gut sein, sich auf die Reparatur derselben einzurichten, und sie mit aller Sorgfalt und Genauigkeit auszuführen.

Am Altenberg hatte man nach dem Vorhergesagten 12 Bohrmaschinen zu seiner Disposition, davon 3 mit Hahnsteuerungen und 9 mit Schiebersteuerungen. Von den 9 Schiebersteuerungen waren gewöhnlich 4 in der Grube, und zwar 2 in Thätigkeit und 2 standen in Reserve bereit. Die übrigen 5 waren im Atelier und genügten mehr als vollständig, um mit den Reparaturen fertig zu werden und stets 4—5 gute Maschinen zur Disposition zu haben. Es kam vor, dass einzelne Maschinen 14 Tage in der Grube in Gebrauch waren, ohne der Reparatur zu bedürfen. Dies ist gewiss befriedigend, im Vergleich zu den Sommeiller'schen Maschinen am Mont-Cenis, welche selten länger als 8—10 Stunden arbeiten ohne grösserer Reparaturen bedürftig zu sein.



Fig. 1. Seitenansicht.

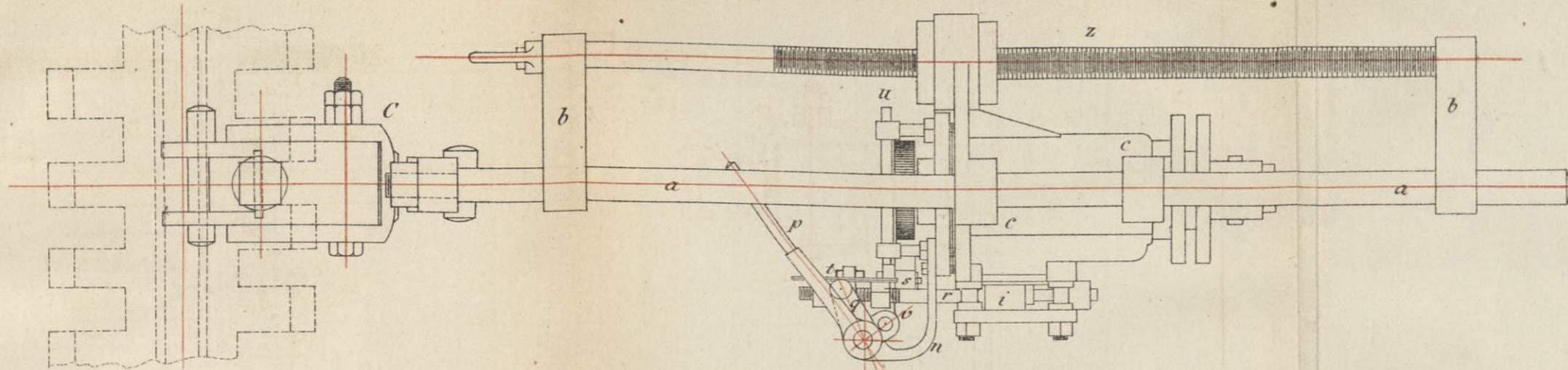


Fig. 2. Schnitt c d.

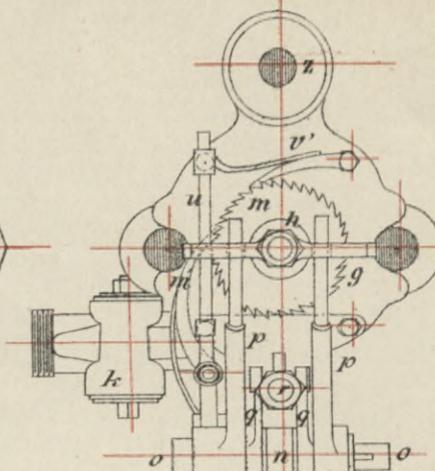


Fig. 3. Laengenschnitt nach a.b.

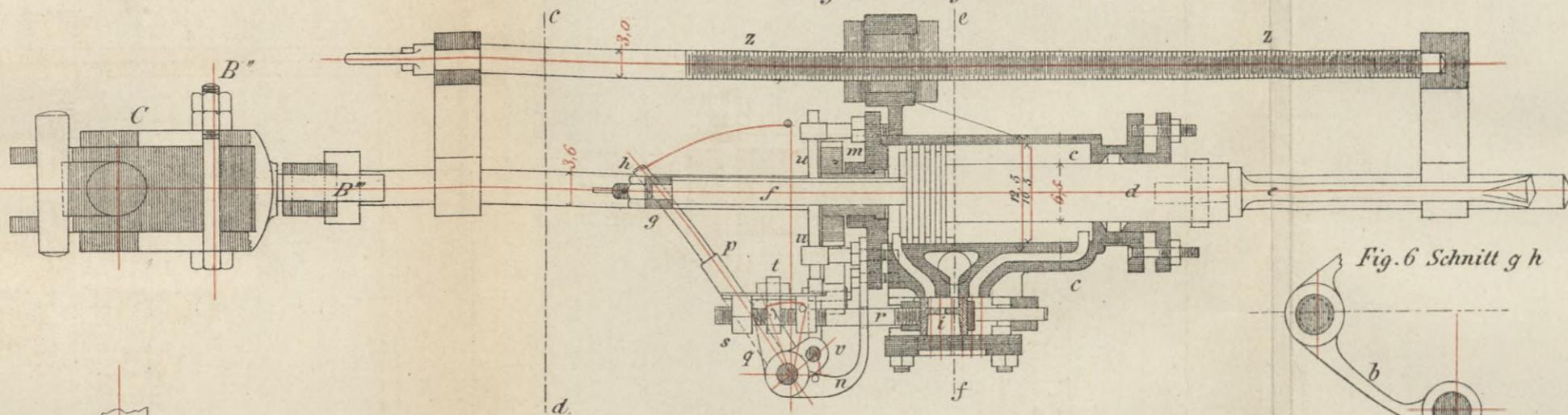


Fig. 4. Schnitt e.f.

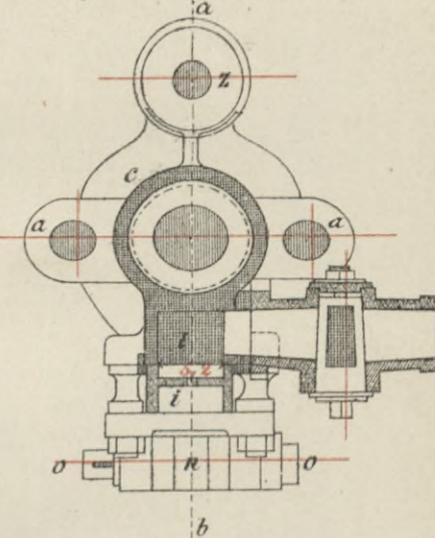


Fig. 5.

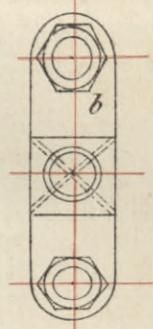


Fig. 6. Schnitt g h

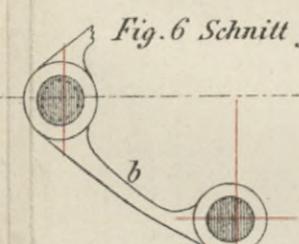


Fig. 7. Grundrijs.

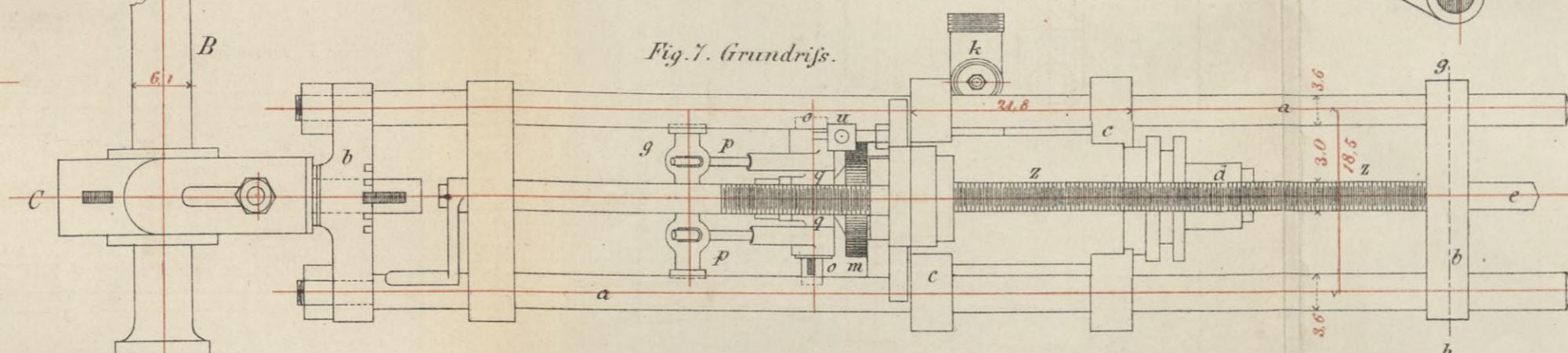


Fig. 8.

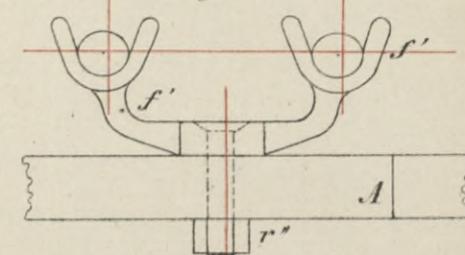
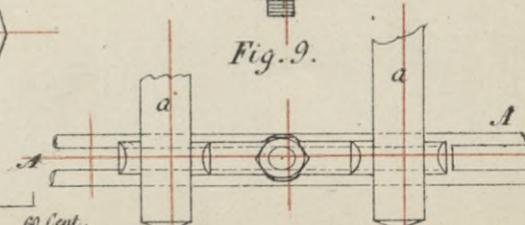


Fig. 9.



Maafsstab 1:6

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1/2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 30 40 50 60 Cent.







Fig. 1. Vorderansicht.

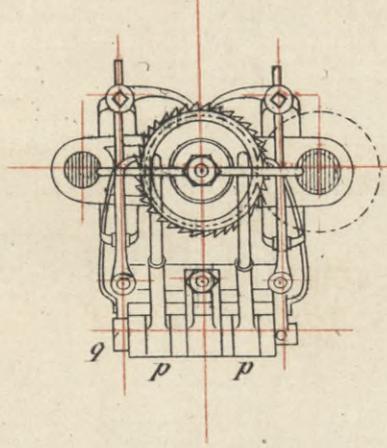


Fig. 2. Seitenansicht.

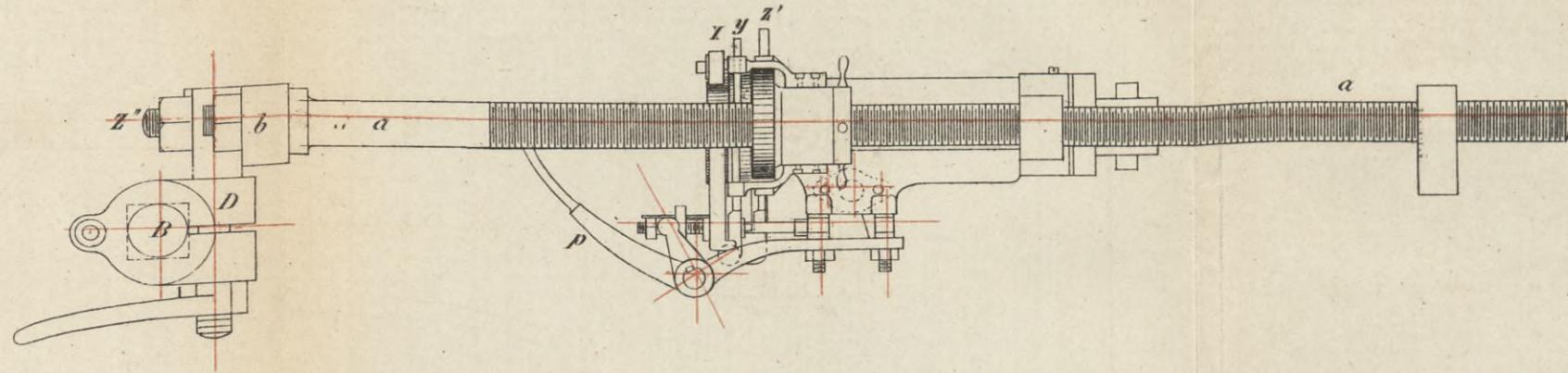


Fig. 7. Vorderansicht der hinteren Verlagerung.

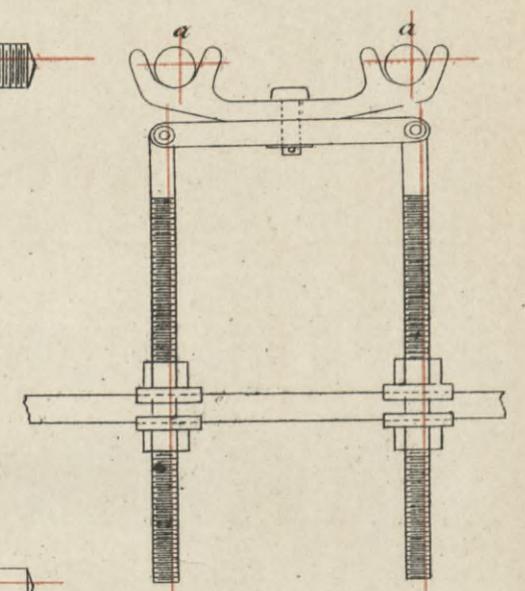


Fig. 3. Schnitt a b.

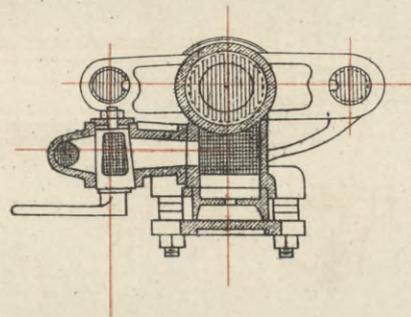


Fig. 4. Längenschnitt.

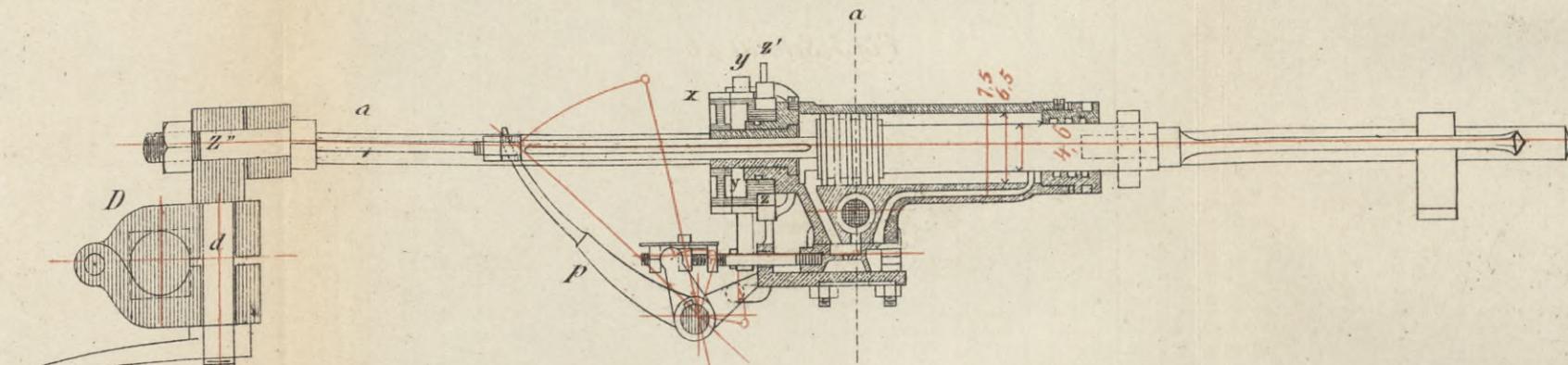


Fig. 8. Seitenansicht.



Fig. 5. Grundriss.

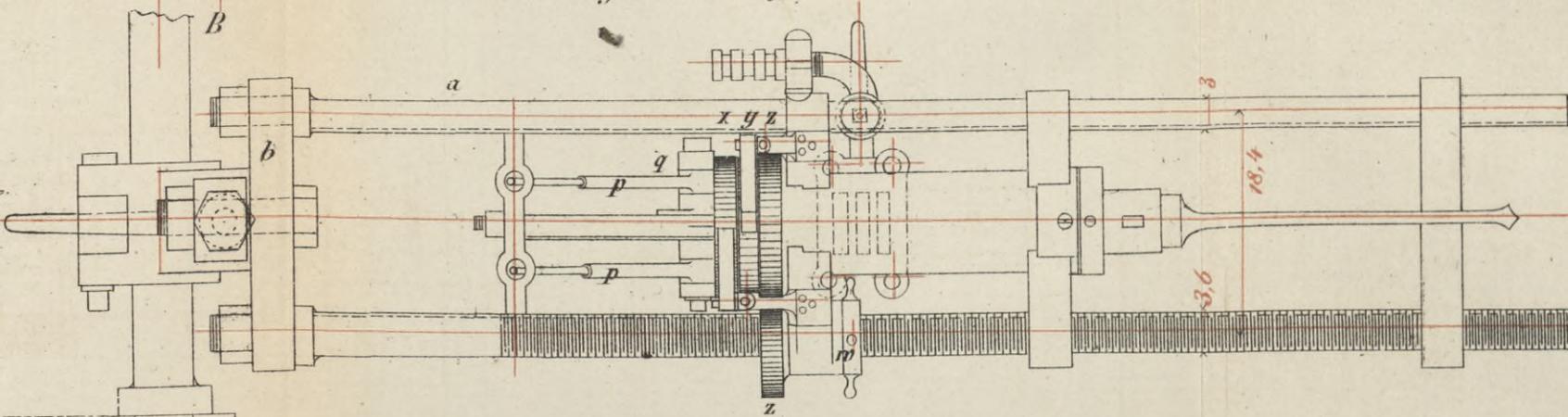
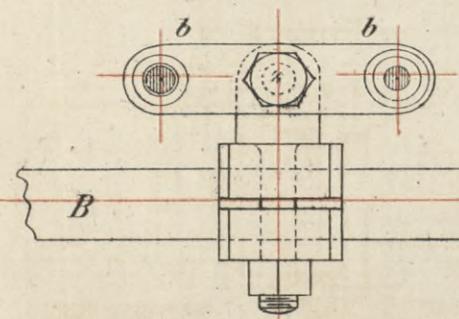
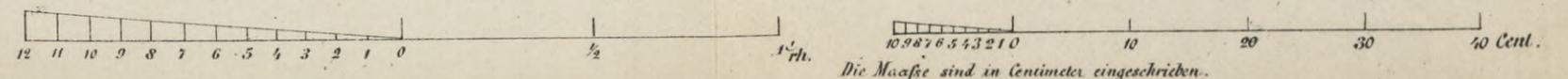


Fig. 6.



Maafsstab 1 : 6



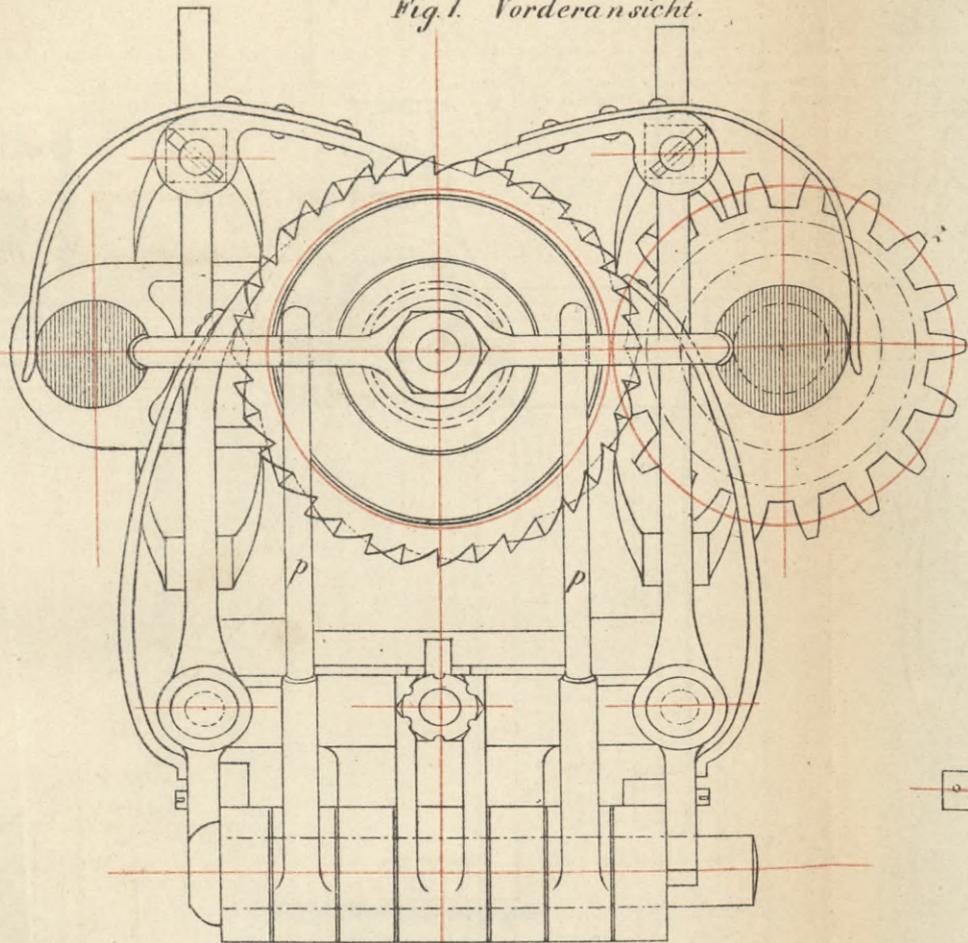
Die Maafse sind in Centimeter eingeschrieben.



Gesteinbohrmaschine für höheren Druck, von C. Sachs.

Details in 1/2 nat. Gröfse.

Fig. 1. Vorderansicht.



Vertheilungsschieber

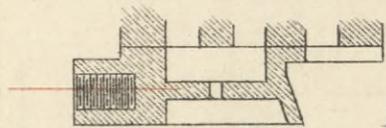


Fig. 3.

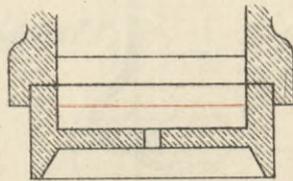
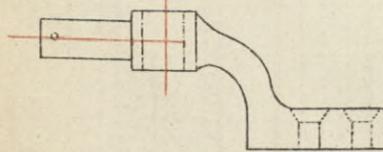


Fig. 5.



Geradföhrung der Stangen

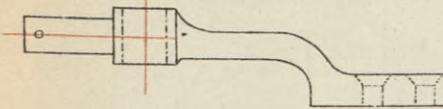


Fig. 6.

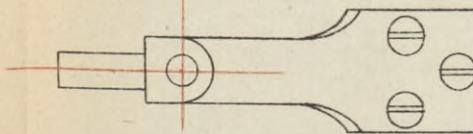
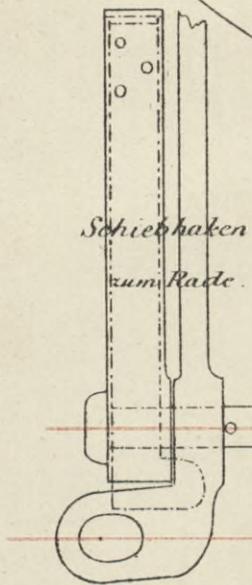


Fig. 4.



Schiebhaken  
zum Rade.

Schnitt. Fig. 2.

Mechanismus zur Steuerung zur Drehung des Bohrers  
u. zur Fortrückung der Maschine.

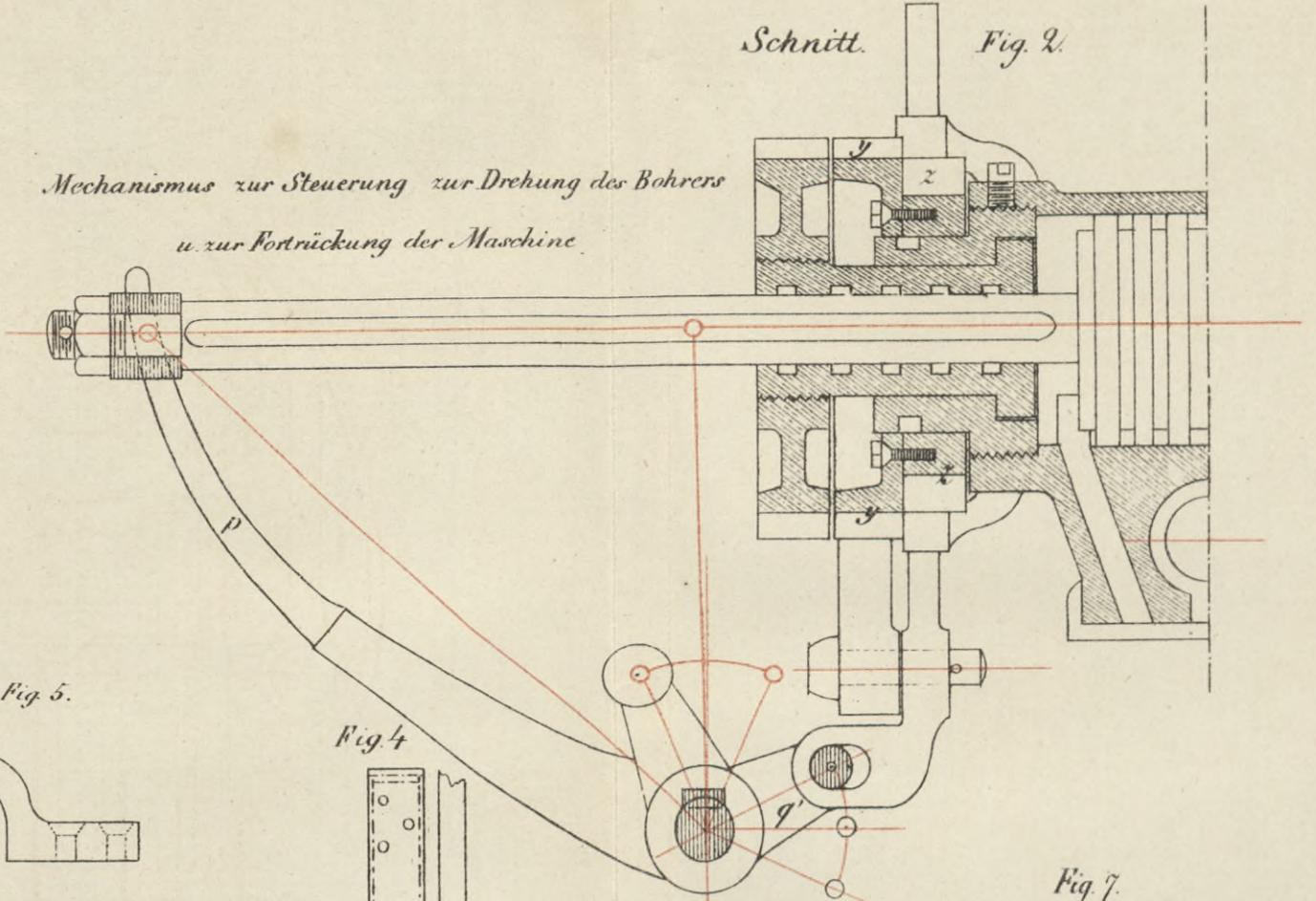
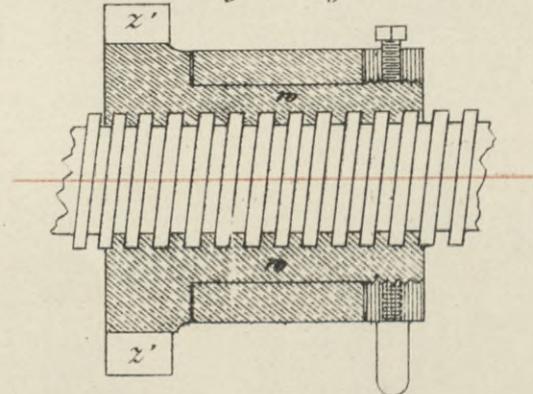


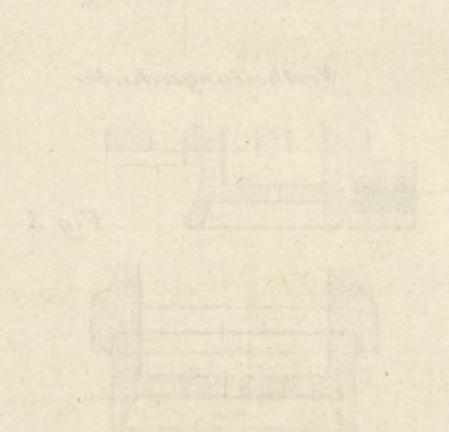
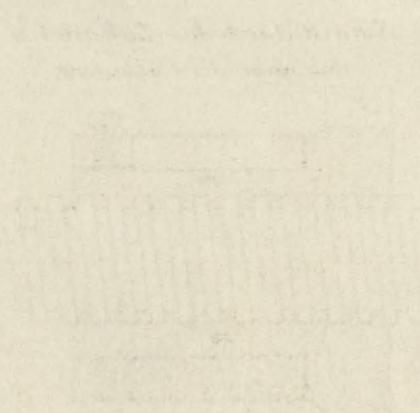
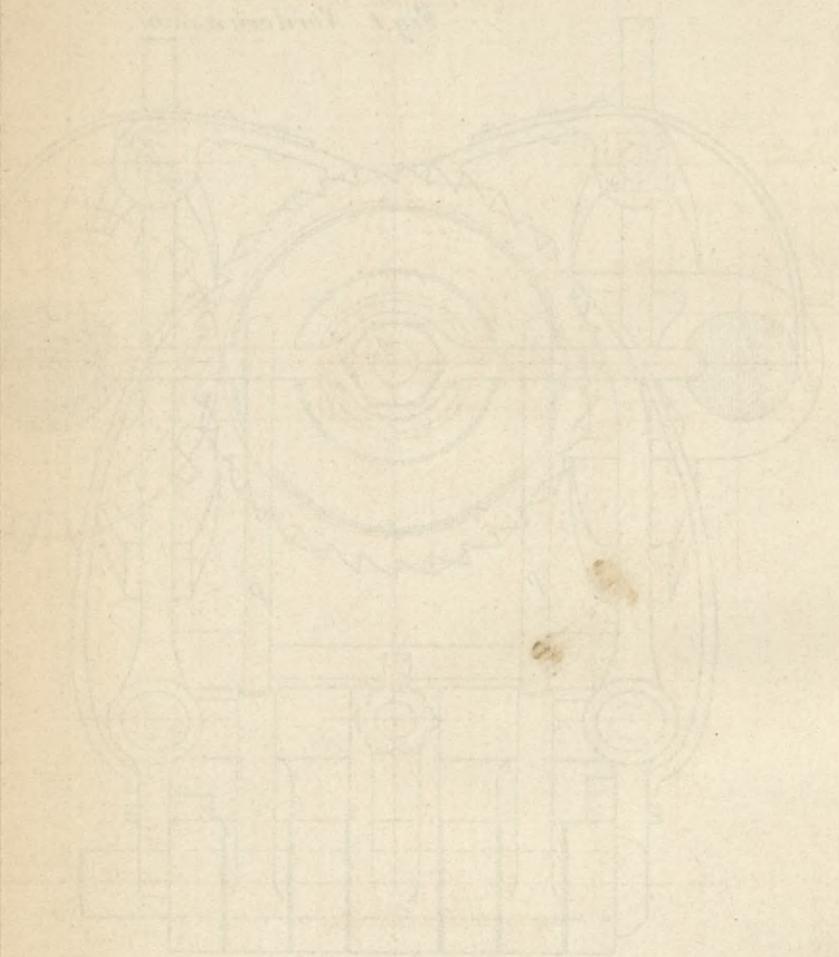
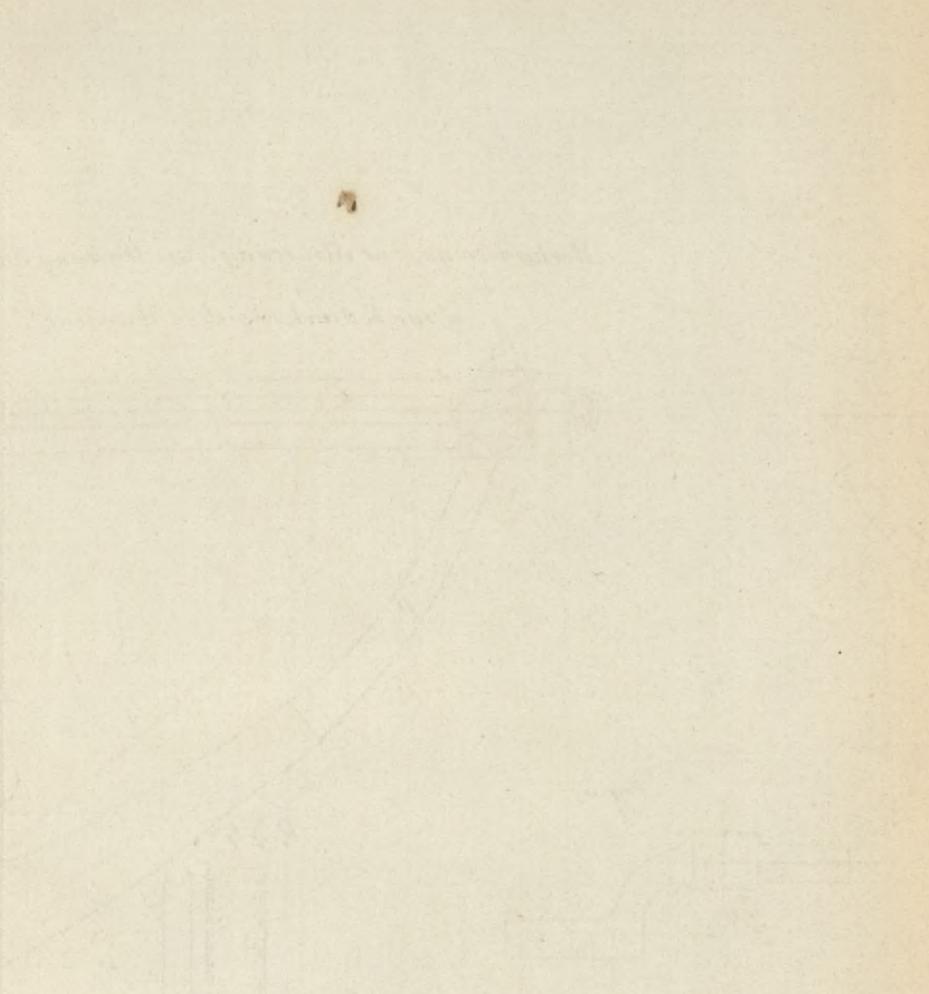
Fig. 7.

Schnitt durch das Zahnrad u.  
das Auge des Cylinders



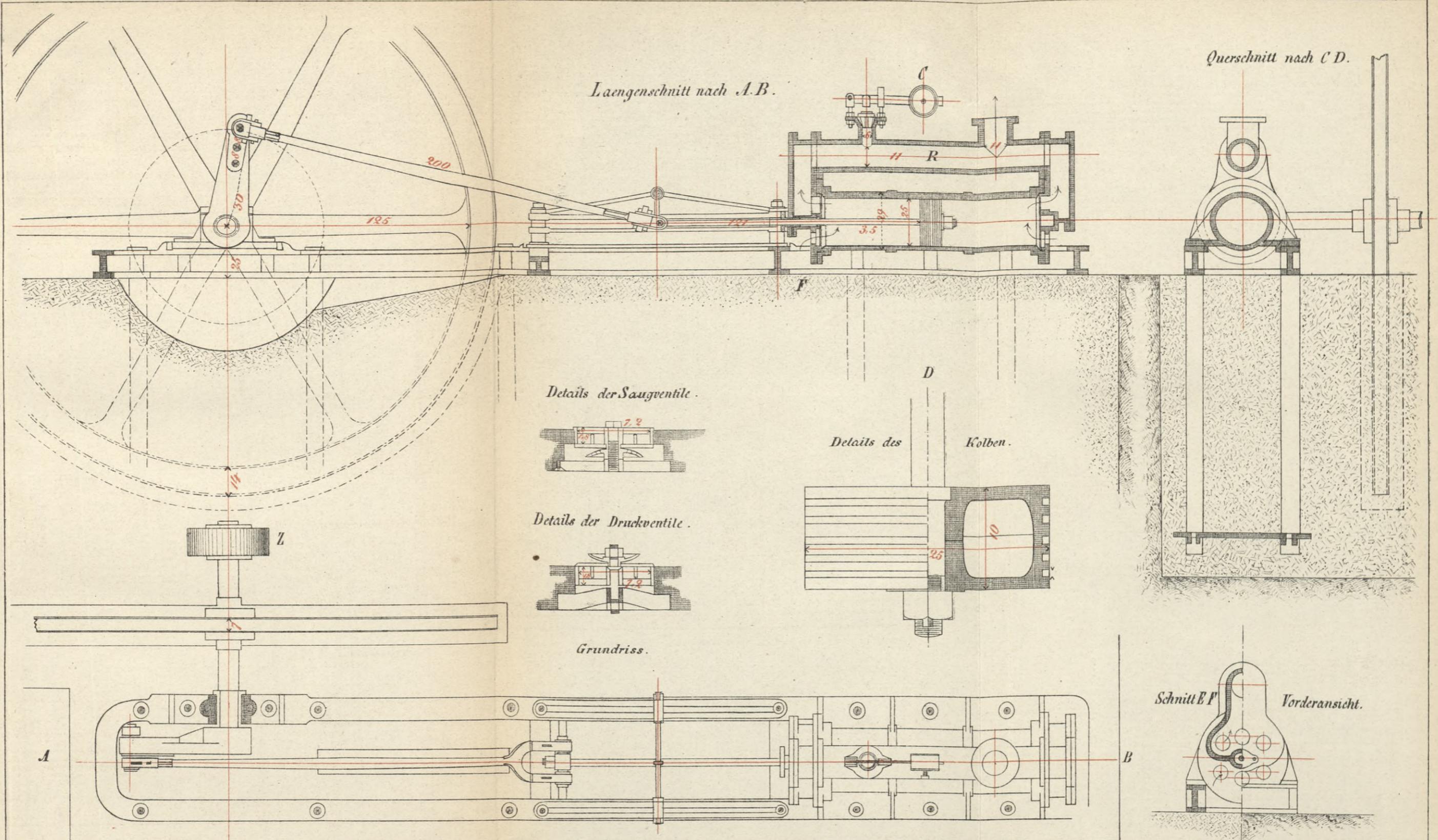
12<sup>m</sup> 0 1 2 3 4 5 6 7 8<sup>rh</sup> Maßstab 1:2

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 10 20 Centim.

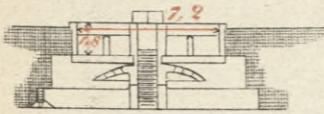


Laengenschnitt nach A.B.

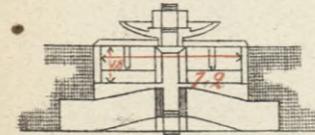
Querschnitt nach C.D.



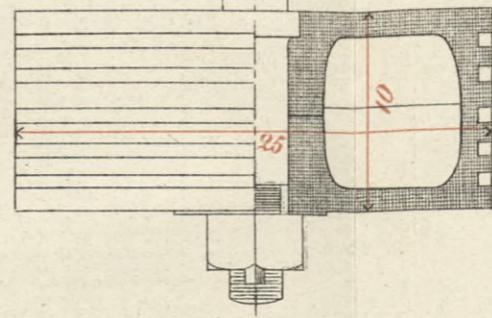
Details der Saugventile .



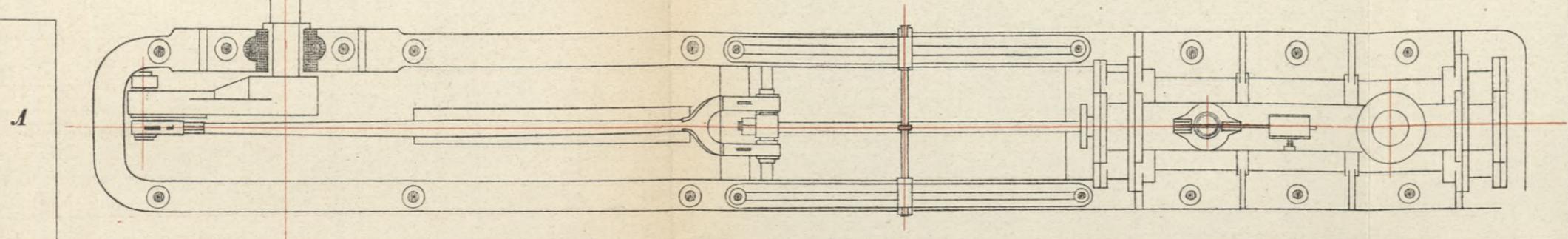
Details der Druckventile .



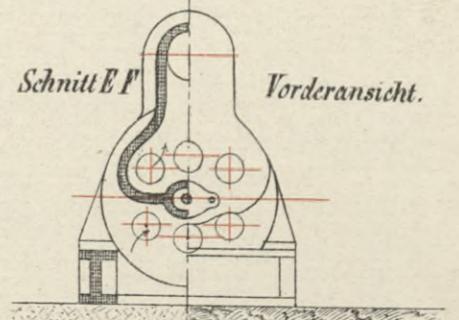
Details des Kolben .



Grundriss .

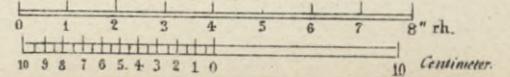
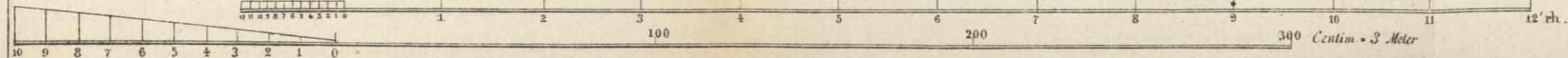


Schnitt E F Vorderansicht .



Maafsstab : 1 : 18

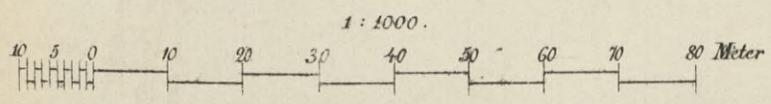
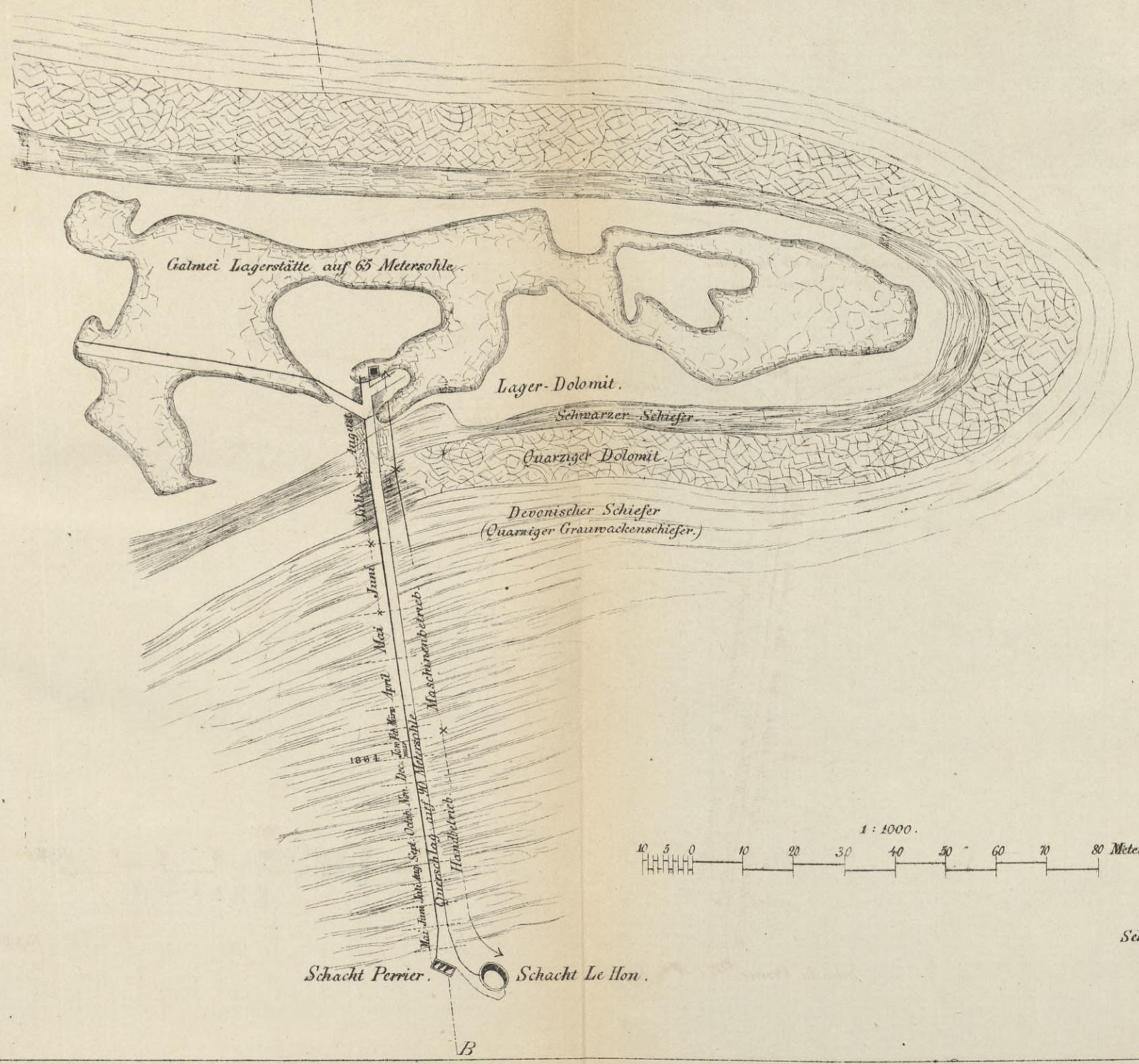
Maafstab für (1:4) die Details



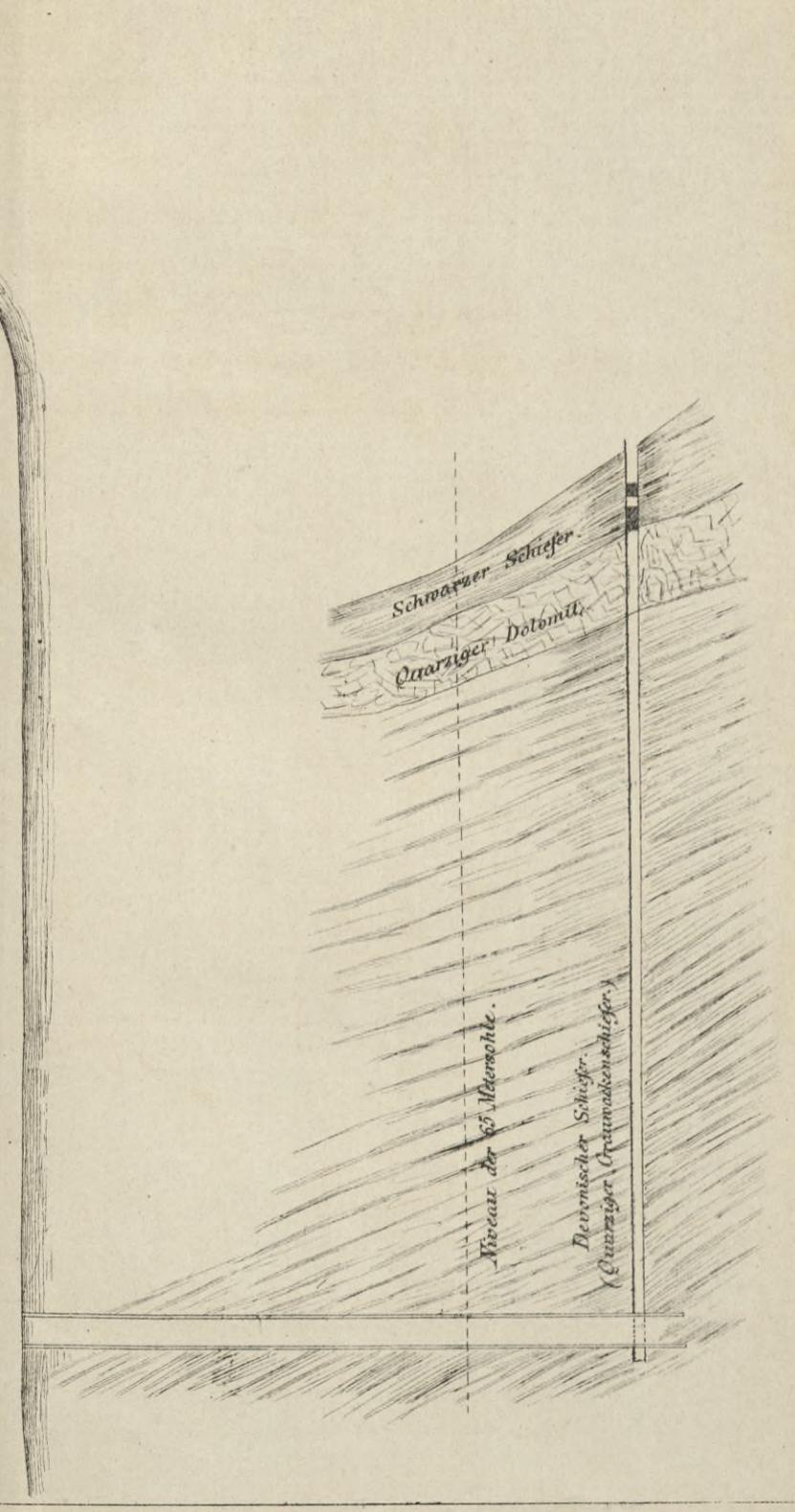


# GALMEIGRUBE ALTENBERG.

A



Querprofil nach A. B.



GALM TIGRUBE ALTENBERG

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

2. 01

S. 61



10.01

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33128

Kdn., Czapskich 4. — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305725