

Zweiter Teil.

Das Drehbohren.

Einleitung.

§ 101. **Geschichtlicher Rückblick.** Die Anwendung drehend handzuhabender Werkzeuge zur Herstellung von Löchern in Gestein ist jedenfalls schon in den ersten Kulturanfängen bekannt gewesen; hierfür sprechen viele Funde aus der sogenannten Steinzeit, in denen Löcher von durchaus kreisrundem Querschnitt mit ganz glatten Wandungen vorkommen. Drehspuren in manchen dieser Löcher weisen darauf hin, daß die zu ihrer Herstellung benutzten Werkzeuge aus mehreren arbeitenden Spitzen, Zähnen oder Kanten bestanden haben müssen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß unter anderem Drehbohrer aus Holz benutzt worden sind, in deren arbeitendes Ende Körner harter Mineralien eingedrückt waren. Es sind ferner Gegenstände aus der Steinzeit gefunden worden, in denen vorhandene Löcher deutlich Kerne mit Drehspuren zeigen, was darauf hindeutet, daß man schon früh verstanden hat, durch röhrenförmige Bohrer den Arbeitsaufwand zur Herstellung eines Loches herabzumindern. Nach neueren Berichten⁸⁸⁾ müssen die Steinmetze des alten Aegypten sich zur Bearbeitung harter Gesteine sogar gerader und kreisförmiger Sägen, cylindrischer und röhrenförmiger Bohrer bedient haben, deren Schneiden und Zahnspitzen mit eingesetzten Edelsteinen versehen waren.

§ 102. **Die modernen Diamantbohrmaschinen.** Ein antiker Fund, eine Platte von rotem ägyptischem Porphyr, gab den Anlaß zur Erfindung des ersten modernen Drehbohrers für hartes Gestein; der Uhrmacher Georges Leschot in Genf beobachtete an dieser Platte nämlich undulirte, parallele Riefen von gleicher Stärke und in gleichen Abständen voneinander, die seiner Ansicht nach nicht von einem Stahlwerkzeug hervorgebracht worden sein konnten. Er vermutete vielmehr, daß diese Riefen von einem mit Diamanten armirten Werkzeuge herrührten. Im Frühjahr 1862 konstruirte Leschot den ersten Diamantbohrer für Handbetrieb. Derselbe bestand aus einem hohlen Stahleylinder, dessen ringförmige Arbeitsfläche mit schwarzen Diamanten versehen war, die man in Europa bereits kannte. Der Stahleylinder wurde an eine starke, hohle eiserne Stange befestigt, welche durch ein Vorgelege in rasche rotirende Bewegung versetzt werden konnte. Der Druck,

⁸⁸⁾ Centralbl. d. Bauverwaltung. 1884. S. 24.

unter welchem Leschot den Bohrer gegen das Gestein preßte, betrug mehrere Hunderte von Kilogrammen, auch lief während der Arbeit Spülwasser durch die hohle Bohrstange, um das Bohrmehl zu entfernen und das Werkzeug zu kühlen.

Das erste Patent auf diese Diamantbohrmaschine wurde in Frankreich unterm 19. Juli 1862 erteilt. Ihre Wirkung ist eine schabende, welche man sich in der Weise zu erklären hat, daß die Kanten oder Flächen des gegen das Gestein arbeitenden Diamanten aus sehr kleinen Keilen bestehen, die unter dem ausgeübten Drucke in das Gestein eindringen und bei der Drehung die vorliegenden Gesteinskanten abscheren.

Wegen der Kleinheit der die Kanten und Flächen der Diamanten bildenden Keile werden sich dieselben auch nur kaum meßbar tief in das auszubohrende Gestein eindrücken lassen; der hierzu aufzuwendende Druck wird mithin nur verhältnismäßig klein zu sein brauchen. Dem geringen Eindringen der Diamanten entsprechend sind von diesen bei der Drehung auch nur Gesteinspartikel von ganz geringer Dicke abzuscheren und wird demnach der hierzu erforderliche Kraftaufwand ebenfalls verhältnismäßig nur klein sein. Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß man, um große Leistungen zu erzielen, die Diamantbohrer rasch rotiren lassen muß, was, da keine großen Druckwirkungen auszuüben sind, praktisch wohl durchführbar ist⁸⁹⁾.

Georges Leschot überließ es seinem Mitarbeiter Séchehaye und seinem Sohne Rudolf, die Versuche mit der Diamantbohrmaschine weiter fortzusetzen, und gelang es denselben bereits Ende 1862 mit einer solideren Maschine als der ersten patentirten in der Stunde 2 m tief in Kalkstein und etwas über 1 m tief in Granit zu bohren.

Die erste gut konstruirte, mit Elementarkraft betriebene Diamantbohrmaschine mit Hohlbohrer ist dem französischen Ingenieur Perret zu verdanken; dieselbe erregte auf der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1867 gerechtes Aufsehen, woselbst sie als Maschine von Perret u. de la Roche-Tolay arbeitete. Bald wurde dieselbe jedoch von den Diamantbohrmaschinen des Majors Beaumont und der englischen Diamond-Rock-Boring-Company überholt, mit welchen dann amerikanische Konstruktionen und später die Taverdon'schen Maschinen erfolgreich in Konkurrenz traten.

§ 103. Die keilend wirkenden Drehbohrmaschinen. Die Verbesserungen auf dem Gebiete der Diamantbohrmaschinen kamen ins Stocken, als Mitte der siebziger Jahre eine Methode des maschinellen Drehbohrens Anwendung fand, welche die Verwendung von Diamanten selbst in den härtesten Gesteinen en-behrlich machte. Diese Methode besteht darin, keilförmige Schneiden aus Stahl

⁸⁹⁾ Völlige Klarheit über die Wirkungsweise der Diamantbohrer besteht zwar zur Zeit, nangelnd jeder Versuche über die Festigkeit der Diamanten im Vergleich mit andern Mineralien, noch nicht. Leschot und sein Mitarbeiter Séchehaye sind durch ihre Versuche zu dem Resultate gekommen, daß gegen eine mit 8—10 Diamanten armirte Bohrkronen ein Druck von 3000—4000 kg pro qcm ausgeübt werden müsse, wenn vorteilhaft gearbeitet werden soll. Diesem Resultate steht die Thatsache entgegen, daß in der Betriebspraxis mit Diamantbohrmaschinen ein viel geringerer Druck angewendet wird. Es wäre aber ein Irrthum, hieraus schließen zu wollen, daß die Diamanten in der That eine nur geringe Festigkeit besäßen, vielmehr hängt es, wie später noch gezeigt werden wird, mit der Festigkeit der Fassung der Diamanten zusammen, daß man in der Praxis die Diamantbohrmaschine nur unter geringem Druck arbeiten läßt.

unter sehr hohem Druck in das Gestein zu pressen und dabei gleichzeitig in kontinuierliche langsame Drehung zu versetzen. Die keilende und abscherende Wirkung des Stahlbohrers unterscheidet sich von der schabenden des Diamantbohrers nur dadurch, daß bei ersterer das bohrende Werkzeug tief eindringt und das Gestein in größeren Brocken wegbricht, während bei letzterer die Diamanten sich kaum meßbar tief in das Gestein eindrücken und dasselbe in ganz kleinen Partikeln absprengen. Diese neue Methode des Drehbohrens beruht auf der Thatsache, daß eine keilförmige Schneide aus Stahl unter hohem Druck in das härteste Gestein eindringen kann, indem die Festigkeit des Stahles größer ist als die der bekannten härtesten Gesteine.

In weichen Gebirgsarten wurde das keilende und wegbrechende Bohren bereits seit Jahrhunderten mit Handbohrern ausgeübt, denn bei weichem Gestein genügt der verhältnismäßig geringe Druck, welchen ein Mann ausüben kann, um die Bohrschneide in das Gestein einzutreiben und dasselbe beim Drehen in mehr oder weniger großen Stücken wegzubrechen. Die erste brauchbare, durch Elementarkraft betriebene Drehbohrmaschine für weiche Gebirgsarten wurde von Trautz konstruirt und hat sich dieselbe auch in einigen Steinsalzbergwerken eingebürgert.

Stapff sprach es wohl zuerst aus, daß die keilend und brechend wirkende Bohrmethode sich auch recht gut für hartes Gestein eignen würde. In seinem Werke über Gesteinsbohrmaschinen⁹⁰⁾ sagt er, „daß, da ein stoßend wirkender Bohrmeißel gegen Gestein pro qcm 5000—6000 kg Druck ohne allzurasse Abführung ausüben kann, ein unter gleichem Winkel zugeschärfter Drehbohrmeißel desto sicherer einen ebenso großen Druck muß übertragen können, als er nicht stoßend wirkt; daß mithin die beschränkte Festigkeit des Bohrmeißelmateriales der allgemeineren Anwendung keilend wirkender Drehbohrer kein ernstliches Hindernis in den Weg legt“. Stapff verwirft es, den notwendig erforderlichen starken Druck, welchen keilende Handbohrmaschinen gegen festes Gestein ausüben müssen, durch Schraubenmechanismus hervorzubringen, und sagt, „daß der axiale Druck am besten durch eine Wassersäule erzeugt werden solle“.

Das große Verdienst, die erste brauchbare, durch Elementarkraft betriebene, bisher auch noch nicht übertroffene Drehbohrmaschine mit keilender Wirkung konstruirt zu haben, gebührt dem Ingenieur Brandt. Die seinen Namen tragende sogenannte hydraulische Drehbohrmaschine scheint berufen zu sein, das stoßende Bohren in den Fällen in den Hintergrund zu drängen, in denen die Beschaffung von Druckwasser keine Schwierigkeiten bietet. Die Probe für ihre Konkurrenzfähigkeit mit Stoßbohrmaschinen hat die Brandt'sche Drehbohrmaschine unter anderem bereits im Arlberg-Tunnel abgelegt.

Die keilend wirkende Drehbohrmaschine zur Arbeit in festem Gestein unabhängig von der Beschaffung bedeutender hydraulischer Druckkräfte zu machen, ist nach der Erfindung Brandt's von Jarolimek versucht worden. Dieser hat eine Drehbohrmaschine konstruirt, in welcher der Vorschub des Bohrers nicht durch hydraulischen Druck, sondern durch ein sogenanntes Differential-Schraubenvorgelege erfolgt, eine Einrichtung, die übrigens schon von Trautz in seiner oben gedachten Drehbohrmaschine und bei einigen Diamantbohrmaschinen zur Anwendung gekommen ist.

⁹⁰⁾ Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 247.

§ 104. Vorteile des Drehbohrens. Die Vorteile des Drehbohrens gegenüber dem Stoßbohren bestehen vor allem in großer Ersparnis an Arbeitsaufwand.

Diese Ersparnis wird erstens dadurch veranlaßt, daß beim Drehbohren keine Arbeitsverluste durch Zurückziehen des Bohrers eintreten wie beim Stoßbohren, welche bei letzterem bekanntlich zwischen 40 und 50% betragen.

Zweitens wird durch Anwendung des Kernbohrers beim Drehbohren an Arbeit gespart, da in diesem Falle zur Herstellung eines Loches weniger Gestein zu zertrümmern ist als beim Stoßbohren, welches stets nur mittels Vollbohrer geschehen kann. Die Größe dieser Arbeitersparnis ist sehr erheblich; sie beträgt z. B. für ein im Freiburger Gneis herzustellendes Loch von 68 mm Durchmesser 24%.

Drittens kann zum Betriebe von Drehbohrmaschinen hoch gespanntes Wasser benutzt werden, worin ebenfalls eine Kraftersparnis liegt gegenüber der Verwendung komprimierter Luft, mit der die Stoßbohrmaschinen meistens betrieben werden müssen, denn die Effektverluste der hydraulischen Transmission sind bei der kontinuierlichen [Rotation der Drehbohrer viel geringer als diejenigen der Kraftübertragung durch Luft⁹¹⁾.

Endlich liegt ein Vorteil der Drehbohrmaschinen und insbesondere derjenigen mit geringer Umdrehungszahl noch darin, daß sie viel weniger reparaturbedürftig sind als die Stoßbohrmaschinen; der starke Verschleiß letzterer wird durch verbesserte Konstruktionen auch nicht wesentlich herabgezogen werden können, da er im ganzen System der Stoßbohrmaschine begründet ist. Bei der Verwendung von Drehbohrmaschinen sind daher nur wenige Reservemaschinen und Reserveteile notwendig, wodurch Stoßbohrmaschinen gegenüber bedeutend an Betriebskosten gespart wird.

§ 105. Arbeitsaufwand beim Drehbohren. Mit der Frage nach dem Arbeitsaufwand beim drehenden Bohren in Gesteinen verschiedener Festigkeit hat sich Coquilhat⁹²⁾ beschäftigt. Er stellte eine große Reihe von Versuchen mit einschneidigen Meißelbohrern an, aus denen er glaubte schließen zu müssen, daß unter sonst gleichen Umständen dieser Arbeitsaufwand proportional sei der Größe des pro Umdrehung des Bohrers erzielten Bohrfortschrittes.

Bezeichnet man die in einer bestimmten Zeit beim Bohren wirklich zu leistende Arbeit mit L_2 , mit n die Anzahl der Umdrehungen des Bohrers in dieser Zeit und mit M das während des Bohrens wirkende Widerstandsmoment, so gilt allgemein:

$$L_2 = 2 \cdot \pi \cdot M \cdot n \dots \dots \dots 52.$$

Zur Berechnung von M gibt Coquilhat folgende Formeln.

1. für Vollbohrer:

$$M = \frac{Q \cdot h \cdot D^2}{4} \dots \dots \dots 53.$$

2. für Kernbohrer:

$$M = \frac{Q \cdot h (D^2 - D_1^2)}{4} \dots \dots \dots 54.$$

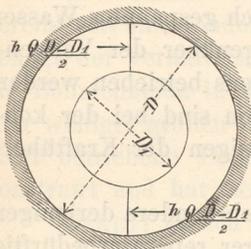
⁹¹⁾ Vergl. II. Kapitel „Triebwerke“ in der 1. Abteilung der Baumaschinen.

⁹²⁾ Coquilhat. Expériences sur la résistance utile produite dans le forage. Annales des travaux publics de Belgique. 1851/52. Bd. 10. S. 199.

In diesen Formeln bedeutet h die Tiefe, um welche der Bohrer bei jeder Umdrehung vorrückt, D den Bohrlochdurchmesser, D_1 den Kerndurchmesser, Q die widerstehende Kraft pro Längeneinheit der Meißelschneide, welche zu überwinden ist, um das Gestein wegzubrechen und den Meißel um eine dieser Längeneinheit gleiche Tiefe in das Gestein einzutreiben. $h Q$ ist mithin die Kraft, welche pro Längeneinheit der Meißelschneide ausgeübt werden muß, um letztere um die Tiefe h in das Gestein eindringen zu lassen.

Zu den Formeln für M gelangt Coquilhat auf folgende Weise: Er geht davon aus, daß mittels eines Meißels von geradlinig verlaufender Schneide ein bereits vorhandenes Bohrloch vom Durchmesser D_1 auf den Durchmesser D erweitert werden soll. Wie sich aus dem nebenstehenden Holzschnitte ergibt, ist die Schneide nicht in ihrer ganzen Länge als wirksam angenommen, sondern nur in zwei Teilen, von denen jeder die Länge $\frac{D-D_1}{2}$

Fig. 30.



besitzt. Auf jeden dieser Schneideteile wirkt mithin die Kraft $h Q \left(\frac{D-D_1}{2}\right)$ und zwar an einem Hebelarm $\frac{D+D_1}{4}$, wenn der Angriffspunkt der Kraft in der Mitte des wirkenden Schneideteiles gedacht wird.

Das beim Bohren zu überwindende Widerstandsmoment ist daher pro Schneideteil :

$$h Q \cdot \frac{D-D_1}{2} \cdot \frac{D+D_1}{4}.$$

Für den ganzen Meißel wird

$$M = 2 \cdot h Q \frac{D-D_1}{2} \cdot \frac{D+D_1}{4} = \frac{h Q (D^2 - D_1^2)}{4} \dots \dots \dots 55.$$

Jede der beiden Kräfte $h Q \cdot \frac{D-D_1}{2}$ beschreibt während einer Umdrehung des Meißels den Weg $\frac{\pi}{2} (D+D_1)$; also verrichten beide Kräfte zusammen pro Umdrehung die Arbeit:

$$\frac{\pi (D^2 - D_1^2) \cdot h Q}{2}.$$

Während eines Umganges des Meißels wird die Gesteinsmasse:

$$\frac{2 \pi h (D^2 - D_1^2)}{4}$$

abgesprengt; soll während eines Meißelumganges gerade 1 Cubikmeter ausgebohrt werden, so ist die hierzu erforderliche Arbeit:

$$\frac{4 \cdot \pi (D^2 - D_1^2) \cdot h Q}{2 \cdot 2 \pi h (D^2 - D_1^2)} = Q \dots \dots \dots 56.$$

Coquilhat berechnete nun eine große Zahl von Werten für Q durch unmittelbare Messung des Widerstandsmomentes M bei seinen Versuchen, die er mit Vollbohrern anstellte, nach der Formel:

$$Q = \frac{4 M}{h D^2}.$$

Diese Werte für Q sind in der Tabelle XI zusammengestellt, welche auch über die Arbeit $\left(\frac{L_2}{V}\right)^{93}$ Aufschluß gibt, die erforderlich ist, um 1 Cubikcentimeter

⁹³⁾ In Analogie der beim Stoßbohren gebrauchten Bezeichnung; siehe S. 158.

in den Versuchsgesteinen auszubohren. Auch die Größe der pro Centimeter der Meißelschneide ausgeübten Drücke, unter denen Coquilhat seine Versuche anstellte, sowie die Größe des Vorrückens des Meißels kann aus dieser Tabelle entnommen werden.

Tabelle XI.

Nummer	Bezeichnung des Gesteines	Werte	Arbeitsaufwand zum Ausbohren eines ccm	Druck pro cm Schneidlänge	Werte von h
		von Q	$\left(\frac{L_2}{V}\right)$ mkg.	kg.	mm
1	Kalkstein von Tournay (Hennegau); gibt Funken am Stahl	39 000 000	7,8	100	0,47
2	Kalkstein von Soignies (Hennegau); gibt Funken am Stahl	31 000 000	6,2	35—57,5	0,1133
3	Kalkstein von Ecausines (petit granit); gibt Funken am Stahl	27 000 000	5,4	33—40	0,112
4	Kalkstein von Aywaille (Lüttich)	21 500 000	4,3	50	0,11
	Mittel aus 1—4	30 000 000	6,0	—	—
5	Kohlensandstein von Jemappes (Hennegau)	35 000 000	7,0	143	0,116
6	Brabanter Stein (Sandstein); gibt Funken am Stahl	21 000 000	4,2	32—33	0,113
7	Englischer Sandstein	2 000 000	4,4	8—19	0,554
8	Sandstein aus der Gegend von Ath (Pflasterstein)	88 000 000	17,6	?	—
	Mittel aus 1—8	33 100 000	66,2	—	—
9	Weicher Sandstein von Grande-Église bei Tournay	330 000	0,66	?	1,009
10	Weicher Kalkstein von Avesne (Frankreich)	600 000	1,2	4—7	1,336
11	Erdiger Kalkstein von St.-Omer	400 000	0,8	4—6	0,99
12	Kalkstein von Rochefort (Frankreich)	2 000 000	4,0	8—12	0,99
13	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); etwas sandig	1 600 000	3,2	8—19	1,771
14	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); 400—700 Jahre nach dem Bruch	1 500 000	3,0	8—12	1,0
15	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); kieselig	800 000	1,6	8	1,3
16	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); sandig mit Muschelresten	700 000	1,4	6	1,12
17	Kalkstein von Rochefort (Frankreich); für Bildwerke	300 000	0,6	4	1,6
	Mittel aus 8—17	900 000	1,8	—	—
18	Mittel aus 9 Ziegelsorten	6 500 000	13,0	5—62,5	?
19	Mittel aus 4 Mörtelsorten	4 300 000	8,6	12,5—24	0,23—0,9

Als Mittelwerte für Q schlägt Coquilhat nach den Resultaten seiner Versuche vor zu nehmen beim Bohren in

Ziegeln	65 000 000 kg
erhärteten Mörteln	43 000 000 „
festen Kalk- und Sandsteinen	30 000 000 „
weichen Gesteinen	900 000 „

Außer den Angaben Coquilhat's, welche auf Versuchen beruhen, die unter nur geringen Pressungen angestellt wurden, sind noch Mitteilungen von Stapff⁹⁴⁾ vorhanden über den Druck, welcher pro Centimeter einer gewöhnlichen Meißelschneide erforderlich ist, um dieselbe bis zu einer gewissen Tiefe in Gesteine von verschiedener Druckfestigkeit einzutreiben.

Nimmt man an, daß die Tiefe des Eindringens einer solchen unter 70° zugeschärften Schneide proportional dem Drucke auf dieselbe ist, so kann man nach den Stapff'schen Mitteilungen berechnen, welcher Druck nötig ist, um eine solche Schneide 1 mm tief eindringen zu lassen. Die Resultate dieser Berechnungen sind im Nachstehenden zusammengestellt worden:

Festigkeitsmodul des Gesteines in kg pro qmm	21,5	7,3	2,99	2,22
Druck pro cm Schneidenlänge in kg für ein Eindringen der Schneide um 1 mm	1001	341	138	56.

A. Das Handbohren.

Drehend von Hand wird vorteilhaft nur in milden und gebrächen Gebirgsarten, wie Letten, Thon, Braunkohle, Steinkohle, gebohrt. Die benutzten Bohrer sind der Schlangen-, Schnecken- oder Spiralbohrer, der Schappenbohrer und der Leierbohrer.

§ 106. Schlangenbohrer. Der Schlangenbohrer stimmt durchaus mit dem in Kapitel VII dieses Werkes beschriebenen, auf Taf. VIII in Fig. 3 und 4 abgebildeten Spiralbohrer für Tiefbohrungen überein. Der eiserne oder stählerne Bohrschaft ist in seiner unteren Hälfte spiralförmig gewunden und läuft vorn in zwei Spitzen aus. Durch das am hinteren, nicht gewundenen Ende des Bohrers befindliche Ohr wird eine hölzerne Krücke (Griff) gesteckt. Mittels letzterer wird der Bohrer von der Linken zur Rechten gedreht, wobei sich das Bohrmehl durch die schraubenförmigen Windungen von selbst herausarbeitet.

Ein solcher Schlangenbohrer von 1,4 m Länge, mit welchem man 5 cm weite Löcher bohren kann, wiegt 3 kg. Die mit demselben in Steinkohle zu erzielende Leistung ist auf 15—20 cm in der Minute zu veranschlagen.

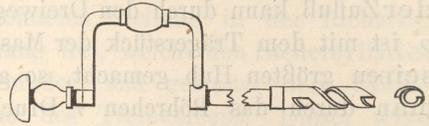
§ 107. Schappenbohrer. Die Schappenbohrer gleichen der in Kapitel VII dieses Handbuches (S. 68) beschriebenen, auf Taf. VIII in Fig 1 abgebildeten Schappe für die Herstellung tieferer Bohrlöcher von größeren Durchmesser. Die an den geschlitzten Cylinder genietet oder geschraubte Bohrstange trägt wie der Schlangenbohrer eine hölzerne Krücke. Ein 1,3 m langer Schappenbohrer zur Herstellung von 4 cm weiten Löchern wiegt 2,9 kg.

Schlangen- und Schappenbohrer werden entweder wie ein Holzbohrer gehandhabt, indem sie der Arbeiter mit beiden Händen in das Gestein, dem er das Gesicht zuwendet, drückt, oder es lehnt sich der Arbeiter mit dem Rücken gegen das Gestein und zieht den unter einem Arme hindurchgesteckten Bohrer beim Drehen an. Es kommt bei härterem Gebirge auch vor, daß zwei Mann an dem Schlangen- und Schappenbohrer arbeiten.

⁹⁴⁾ Stapff; a. a. O. S. 246.

§ 108. **Leierbohrer.** In die Spindel einer gewöhnlichen Brustleier, deren Kopf der Arbeiter gegen die Brust stemmt, während er am Bügel dreht, wird der Bohrer leicht auswechselbar eingesetzt. Dieser schon früher beim Braunkohlenbergbau in Steiermark angewandte Bohrer⁹⁵⁾ ist neuerdings als Loch'scher⁹⁶⁾ Bohrer auch beim Steinkohlenbergbau in Benutzung gekommen. Der eigentliche Bohrer besteht, wie nebenstehende Fig. 31 zeigt, aus dem in der Spindel der Bohrleier befestigten röhrenförmigen Bohrschaft und dem mit diesem durch Schraubengewinde verbundenen stählernen Schraubenrohr, das am arbeitenden Ende mit Zähnen versehen ist.

Fig. 31.



In harter Kohle können mit diesem Bohrer bei 23 mm Lochweite pro Minute circa 9 mm abgebohrt werden.

B. Drehbohrmaschinen.

Die Bohrer der drehend arbeitenden Bohrmaschinen wirken, wie in der Einleitung bereits dargelegt, entweder keilend und brechend oder schabend. Der Betrieb geschieht entweder durch Elementarkraft oder von Hand.

Keilend wirkende Drehbohrmaschinen.

Die keilend wirkenden Drehbohrmaschinen mit Elementarbetrieb lassen sich in zwei Gruppen trennen: Zur I. Gruppe gehören diejenigen Maschinen, deren Benutzung nicht durch die Gesteinsfestigkeit beschränkt ist und welche mit geringer Umdrehungszahl arbeiten. Die II. Gruppe bilden diejenigen Maschinen, mit denen bei größerer Umdrehungszahl nur in mildem und gebrächem Gebirge gearbeitet werden kann.

Zunächst mögen die Maschinen der I. Gruppe und zwar diejenigen behandelt werden, bei welchen der Vorschub des Bohrers durch Wasserdruck erfolgt.

Die Brandt'sche hydraulische Drehbohrmaschine.

§ 109. **Die Arbeitsmaschine;** Fig. 12 und 13, Taf. XV. Die in der Kraftmaschine erzeugte Drehung wird durch die neuerdings doppelgängig hergestellte Schnecke g und durch das Schneckenrad h auf den schmiedeisernen Cylinder p , den sogenannten Führungscylinder, übertragen. Dieser Cylinder nimmt bei seiner Drehung nicht nur die hohle Bohrspindel i mit, sondern dient dieser auch zur Führung beim Vorschub, da sie in ihrem vorderen Teile mit einem Kreuzkopf oder Mitnehmer k versehen ist, der in zwei Schlitten des Cylinders p geführt ist. Die Bohrspindel gleitet beim Vorwärtsschieben längs dieser Schlitten hin und muß sich drehen, wenn der Führungscylinder gedreht wird.

⁹⁵⁾ Gättschmann. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. S. 353.

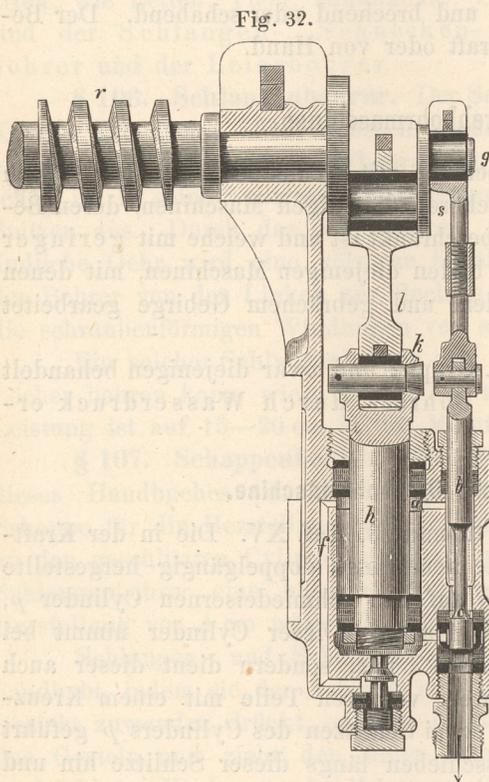
⁹⁶⁾ Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27. S. 353.

Der Vorschub der Bohrspindel erfolgt dadurch, daß der Kolben, mit welchem dieselbe an ihrem hinteren Ende verbunden ist und welcher in den Vorschubcylinder *o* paßt, unter Wasserdruck steht, beziehentlich gebracht werden kann. Das Druckwasser wird dem Vorschubcylinder durch das Rohr *u* zugeführt; der Zufluß kann durch den Dreiweghahn *b* regulirt werden. Der Vorschubcylinder *o* ist mit dem Trägerstück der Maschine fest verbunden. Hat der Vorschubkolben seinen größten Hub gemacht, so geschieht seine Rückführung in der Weise, daß man durch das Röhrchen *r* Druckwasser in den ringförmigen Raum zwischen Kolbenliderung und Stopfbüchse eintreten läßt und die hintere Kolbenfläche entlastet; hierzu ist nur nötig, das Druckwasser aus dem Cylinder durch das Rohr *u* abfließen zu lassen, was durch entsprechende Stellung des Dreiweghahns *b* bewirkt wird.

Ist das Bohrloch entsprechend der Länge des Vorschubcylinders vertieft, so wird die Bohrspindel in eben beschriebener Weise zurückgezogen, die Bohrkronen von dem mit der Bohrspindel verbundenen Gestänge abgenommen, die Bohrstange verlängert, auf die Verlängerung die Bohrkronen wieder aufgesetzt und weiter gebohrt.

Das Spülwasser wird der Bohrspindel *o*, also auch dem hohlen Bohrgestänge, durch das Rohr *v* zugeführt. Letzteres geht wasserdicht durch den Vorschubkolben und ist mit dem Trägerstück der Maschine verschraubt. Von dort aus

führt das Rohr weiter bis zu dem Hahne *c*, durch welchen das verbrauchte Triebwasser der Wassersäulenmaschine abströmt; dieses besitzt noch so viel lebendige Kraft, daß es das Bohrmehl aus dem Bohrloche herauspülen kann.



§ 110. Die Kraftmaschine ist eine Wassersäulen-Zwillingsmaschine, deren beide Cylinder in Fig. 13, Taf. XV, im Grundrisse mit *c* und *d* bezeichnet sind. Ein Cylinder dieser Maschine nebst zugehörigen Steuerorganen ist in nebenstehender Fig. 32 im Längsschnitt abgebildet; derselbe verdeutlicht die Bewegungsübertragung vom Treibkolben *k* auf die Antriebschnecke der Arbeitsmaschine, welche Schnecke im Holzschnitt mit *r*, in Fig. 12 und 13 auf Taf. XV mit *g* bezeichnet ist.

Der Kolben *h* der Wassersäulenmaschine ist ein Differentialkolben mit Ledermanschettdichtung, dessen ringförmige vordere Fläche stets unter dem Drucke des Triebwassers steht, welches durch die Oeffnung *a* zufließt und zwar aus dem mit dem Treibcylinder in einem Stück gegossenen Steuerzylinder. In letzterem bewegt sich der Steuerkolben *c*, dessen Stange bei *b* verdickt ist. Das

Druckwasser strömt dem Steuerzylinder an der Stelle zu, wo die Stange des Steuerkolbens verjüngt gehalten ist. Die Entfernung des Triebwassers erfolgt durch ein in der Axe des Steuerzylinders angebrachtes Rohr und zwar in der Richtung des im Holzschnitte angegebenen Pfeiles.

Wird der Steuerkolben aus seiner gezeichneten Stellung in der Richtung dieses Pfeiles bewegt, so legt er diejenige Oeffnung frei, welche den Steuerzylinder mit dem unteren Teile des Treibzylinders verbindet, und gestattet dem Triebwasser Zutritt unter die untere größere Fläche des Treibkolbens. Dieser wird durch den Druck des Wassers vorwärts bewegt, indem die ringförmige Fläche des Kolbens kleiner ist als die untere Fläche desselben. Der Zufluß frischen Triebwassers gegen die große Kolbenfläche dauert nur während des halben Kolbenhubes, nach welchem der Steuerkolben dann bereits wieder den Zufluß zum Treibzylinder abschließt und das zur Erzeugung des halben Hubes erforderlich gewesene Triebwasser abfließen kann.

Der Steuerkolben besitzt große Ueberdeckungen, gewährt jedoch keine Voreinströmung, sondern öffnet den unteren Einströmungskanal zum Treibzylinder erst nach begonnenem Hube und schließt diesen Kanal auch wieder vor vollendetem Hube. Durch diese Anordnung ist vollkommen dichter Abschluß der Steuerkanäle bedingt und Wasserverluste vorgebeugt.

Da also der Treibkolben bei schon geschlossenen Kanälen noch ein Stück Weges bis zur Vollendung des Hubes zurückzulegen hat und dabei das vor ihm befindliche Wasser verdrängen muß, so ist im Boden des Treibzylinders ein Ventil angebracht, welches sich nach Schließung des Zuströmungskanales durch den Steuerkolben selbstthätig öffnet und den Uebertritt des Wassers aus dem unteren Raume des Treibzylinders durch den Kanal f in den oberen Cyllinderraum gestattet, in welchem konstanter Wasserdruck herrscht. Infolge der Wirkung dieses Uebertrittsventiles kann daher im Motor keine wesentlich höhere Spannung eintreten als die des Triebwassers.

Der Steuerkolben ist vollständig entlastet; die Stange desselben wird vom excentrischen Zapfen g der Gegenkurbel s bewegt. Letztere sitzt auf dem Zapfen der durch die Treibstange l bewegten Kurbel, welche die Schnecke r dreht.

Die Treibzylinder bilden mit dem Kurbellager ein Stück und sind aus Rotguß hergestellt. Der Motor ist, wie aus Fig. 12, Taf. XV, ersichtlich, auf demselben Trägerstück montirt, welches den Vorschubzylinder der Kraftmaschine trägt und um welches sich das Schneckenrad mit dem Führungszylinder drehen kann. Mittels eines durch einen starken Schraubenbolzen gebildeten Scharnieres ist das Trägerstück an einen Klemmring befestigt, der aus zwei um das Scharnier t beweglichen Theilen besteht. Dieser Klemmring kann durch Schraubenbolzen s über die gleich näher zu beschreibende sogenannte hydraulische Spannsäule festgezogen werden.

Die Bohrmaschine ist vermöge der beschriebenen Vorrichtung zu ihrer Befestigung an der Spannsäule nach allen Seiten hin beweglich.

Konstruktions- und Gewichtsverhältnisse. Von einigen in der Praxis benutzten Maschinen sind im Nachstehenden die wichtigsten Dimensionen und die Gewichte zusammengestellt worden; die im Sonnenstein-Tunnel benutzte Maschine war eine solche älterer Konstruktion mit Führungslinialen an Stelle des Führungszylinders der neueren Maschinen.

Tabelle XII.

Art der Benutzung der Maschine	Motor		Vorschubkolben		Um- setzungs- verhält- nis	Gewicht kg
	Nützliche Kolben- fläche qcm	Hub mm	Fläche qcm	Hub mm		
Sonnenstein-Tunnel ⁹⁷⁾	11,45	60	79	300	1 : 38	120
Grube Nothberg ⁹⁸⁾	?	60	140,9	335	1 : 38	205
Arlberg-Tunnel ⁹⁹⁾	15	60	138,9	335	1 : 38	250

§ 111. Das Gestell besteht im wesentlichen aus einer starken Bohrspreize, welche durch unter hohem Druck stehendes Wasser festgestellt (festgespannt) werden kann. Die von Brandt erfundene, unter dem Namen hydraulische Spannsäule bekannte Bohrspreize ist in Fig. 14 auf Taf. XV abgebildet. Sie besteht aus einem schmiedeisernen Cylinder von circa 173 mm äußerem Durchmesser und 8 mm Wandstärke, in welchem sich der durch Lederstulpen geliderte Differentialkolben *c* bewegen kann. Das eine Ende des Cylinders ist durch einen gußeisernen Kopf *a* verschlossen; das andere Ende *e* trägt einen Ring, in welchen eine Stopfbüchse geschraubt ist. Durch dieselbe geht die circa 124 mm weite Röhre *b*, welche die Kolbenstange des Kolbens *c* bildet.

In dieser hohlen Kolbenstange befinden sich zwei 5—6 mm weite Gasröhren *m* und *n*, von denen einerseits das erstere wasserdicht durch den Kolben *c* geht, das letztere in den Raum zwischen Stopfbüchse und Kolben mündet; andererseits stehen beide Röhren mit dem Dreiweghahn *f* in Verbindung und zwar in der Weise, daß sich die ringförmige kleinere Fläche des Kolbens *a* konstant unter dem Drucke des Wassers befindet.

Das für die Festspannung dieser Spannsäule erforderliche Druckwasser wird durch ein 5 mm starkes, in den Ansatz *d* mündendes Kupferröhrchen zugeleitet. Bei der in Fig. 14 gezeichneten Stellung des Dreiweghahnes tritt Druckwasser über den Kolben *c*, das Rohr *b* tritt aus dem Cylinder heraus und wird somit die Säule zwischen zwei gegenüberliegenden, Widerstand bietenden Flächen festgespreizt. Ist dies geschehen, so hält man den Stand des ausgetretenen Rohres *b* durch einen dicht vor der Stopfbüchse um dasselbe gelegten Spannring fest. Hierdurch wird ein Zurückgehen des Kolbens bei aufgehobenem Drucke vermieden.

Soll die Spannsäule eingezogen werden, so dreht man den Dreiweghahn um 90 Grad. Das Druckwasser kann dann entweichen und die große Fläche des Kolbens *c* wird entlastet, während der Druck auf die entgegengesetzte ringförmige Fläche zur Geltung gelangt und den Kolben in den Cylinder schiebt. Ein zu weites Hineinschieben bei unachtsamer Bedienung verhindert der Ansatz *d*.

Der Stellingring *i* über dem Cylinder dient dazu, vor beginnendem Bohren, wenn die Spannsäule vertikal oder geneigt aufgestellt werden muß, ein Herabsinken

⁹⁷⁾ von Grimburg. Der Bau des Sonnenstein-Tunnels Zeitschr. d. österr. Ing. und Arch. Ver. 1878. Bd. 30. S. 6.

⁹⁸⁾ Nach Mitteilungen der Direktion des Eschweiler Bergwerksvereins.

⁹⁹⁾ G. Plate. Ueber die Ausführung des Arlberg-Tunnels. Wien 1884. S. 40.

der Bohrmaschine beim Lösen des dieselbe auf der Spannsäule festhaltenden Klemmringes zu verhindern. Letzterer setzt sich dann entweder direkt auf den Ring *i* oder auf die durch diesen hindurchgehende Stellschraube auf.

Um vom Druckwasser sich etwa absondernde hochgespannte Luft aus dem Cylinder zu entfernen, ist auf demselben ein Ventil angebracht. Dasselbe ist in der Abbildung der Spannsäule nicht zur Darstellung gelangt¹⁰⁰⁾.

Sollen zwei und mehr Bohrmaschinen von der Spannsäule getragen werden, so setzt man dieselbe wohl, wie Fig. 15, Taf. XV, zeigt, auf ein fahrbares Gestell. Dasselbe besteht aus einem auf Räder gesetzten Rahmen von T Eisen, der dem zweiarmigen, in der Vertikalebene drehbaren eisernen Hebel *f* als Stützpunkt dient. Der vordere Arm dieses Hebels trägt, um einen Zapfen in horizontaler Ebene drehbar, die Spannsäule *n*, während am hinteren Hebelarme eine Bohlenlage angebracht ist behufs Aufnahme eines Belastungsstückes, das zum Abbalanciren der mit den Bohrmaschinen armirten Spannsäule dient. Durch Nachlassen oder Anziehen einer Flügelmutter kann die Spannsäule leicht in eine tiefere oder höhere Lage gebracht werden.

Ueber einige interessirende Verhältnisse von in längerer Benutzung gestandenen Spannsäulen gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Tabelle XIII.

Ort der Benutzung der Spannsäule	Wirksame Kolbenflächen zum		Ausgeübter Druck zum		Gewicht kg
	Spannen	Lösen	Spannen	Lösen	
	qcm	qcm	kg	kg	
Sonnenstein-Tunnel	167	24	13000	1860	140 f. 1 Masch.
Grube Nothberg	272	36	23350	1090	262 f. 2 Masch.
Arlberg-Tunnel	263	28	10257	3640	300 f. 4 Masch.

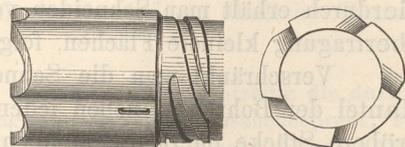
Das Gewicht des in Fig. 15 auf Taf. XV abgebildeten Bohrwagens inkl. des hölzernen Belastungshebels beträgt 455 kg.

§ 112. Die Bohrkrone bestehen aus circa 110 mm langen hohlen Stahlcylindern, in deren ringförmiger Arbeitsfläche Schneiden (Zähne), in der Regel vier bis fünf, ausgeschnitten sind, wie in nebenstehenden Figuren 33—36 angegeben. In der Abwicklung zeigen die Schneiden die in Fig. 37 skizzirte Form.

Fig. 33. M. 1 : 10.

Fig. 34.

Der Kantenwinkel α muß um so größer sein, je fester das Gestein ist, in welchem gearbeitet wird; im Mittel gibt man demselben 75°. Die größte Höhe *h* der Schneiden beträgt 10—13 mm. Die Schneiden sind nicht radial gestellt, sondern ihr nach außen gerichtetes Ende weicht circa 4—5 mm vom Radius ab und



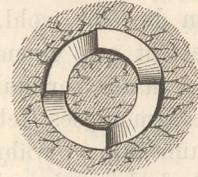
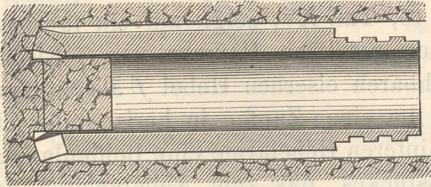
¹⁰⁰⁾ Im Arlberg-Tunnel ist eine Spannsäule benutzt worden, in welcher die hohle Kolbensange auf einer Seite offen war und sich die ganze Säule mit Wasser füllen konnte, wodurch eine größere Stabilität derselben erzielt wurde.

zwar so, daß eine Spitze gebildet wird, die noch immer Angriffsfläche bleibt, wenn Abschleifen derselben stattfindet. Die Schneidenkante muß also mit der an dem Endpunkt derselben zum Kreise gelegten Tangente einen spitzen Winkel bilden, der, je fester das Gestein ist, sich mehr und mehr dem rechten Winkel nähert; diese schiefe Stellung der Schneiden muß bei festem Gestein in geringerem Grade

Fig. 35.

M. 1 : 10.

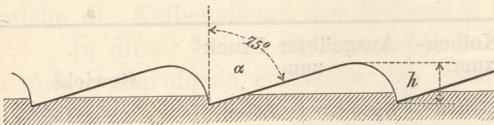
Fig. 36.



vorhanden sein als bei mildem, welchen Unterschied die Textfiguren 34 und 36 deutlich erkennen lassen.

Infolge der nicht radialen Stellung der Schneiden wird der Druck auf die Bohrkronen teilweise auch nach außen wirksam, wodurch das Bohrloch einen größeren Durchmesser erhält, als die Bohrkronen besitzt. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Zähne beim Bohren in sehr quarzigen Gesteinen wie die Zähne einer Säge zu verschränken in der in Fig. 35 und 36 angegebenen Weise; infolge dessen schneiden sich

Fig. 37.



die Zähne seitlich noch mehr frei und wird verhindert, daß der Bohrer sich bei anfangender Abnutzung festklemmt. Nach eingehenden, von H. Preuß¹⁰¹⁾ angestellten Versuchen muß die Schränkung der Zähne nach außen mindestens 2 mm, jene nach innen mindestens 1 1/2 mm betragen.

Die Bohrkronen sind bei gegebenem hydraulischem Drucke nur so lange wirksam, als die arbeitenden Kanten sich noch nicht auf eine gewisse Breite abgenutzt haben; ist die Abnutzung zu weit vorgeschritten, so verteilt sich der dem Bohrer mitgeteilte Druck auf eine größere Fläche und der Druck pro Flächeneinheit ist dann nicht mehr genügend, das Gestein zu zermalmen.

Das Schärfen geschieht mit Hammer und Feile; auch können Schmirgelscheiben hierzu verwendet werden.

Die Wandstärke der Bohrkronen ist möglichst klein zu nehmen, 8—10 mm; hierdurch erhält man Schneiden von geringer Länge (Breite) und daher zur Druckübertragung kleinere Flächen, folglich größere Wirkungen.

Verschränkt man die Schneiden nicht, so ist es zweckmäßig, im äußeren Mantel der Bohrkronen neben jedem Zahn keilförmige Ausschnitte herzustellen, um größere Stücke im Bohrmehl beim Ausspülen des Bohrloches durchzulassen.

Nahe der Befestigungsstelle mit dem Bohrgestänge ist jede Bohrkronen mit einer kleinen Vertiefung zum Ansetzen eines Schraubenschlüssels behufs Lösung vom Gestänge versehen.

¹⁰¹⁾ H. Preuß. Ueber den Kraftbedarf der Handdrehbohrmaschinen von E. Jarolimek. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen. 1883. Bd. 31. S. 220.

Der innere Durchmesser der Bohrkronen ist am arbeitenden Teile kleiner als am hinteren Ende. Hierdurch werden Klemmungen der Bohrkernen verhindert, die zur Folge haben würden, daß der weitere Fortschritt des Bohrers erst nach teilweiser Zerstückelung derselben erfolgen könnte.

Die Dimensionen einiger bei längeren Betrieben benutzten Bohrkronen sind im Nachstehenden zusammengestellt.

Tabelle XIV.

Ort der Anwendung.	Durchmesser		Wand- stärke	Gesteinsbeschaffenheit.
	innerer	äußerer		
	mm	mm	mm	
Sonnenstein-Tunnel . .	60	80	10	Dolomit.
Brandleite-Tunnel . . .	42	60	9	Konglomerat und Sandstein.
Arlberg-Tunnel	42	64	11	Glimmerschiefer.
Grube Nothberg	32	70	19	Sandstein, Schieferthon u. Konglomerat.
Pfaffensprung-Tunnel .	40	65	12,5	Eurit, Gneis, Gneisgranit.
Grube Beihilfe-Erbstollen	47	68	10,5	Gneis.

Die beschriebenen ringförmigen Bohrkronen arbeiten erheblich vorteilhafter als meißelartige Bohrköpfe, selbst wenn man die Leistung nur auf die Menge des wirklich zertrümmerten Gesteines bezieht. So haben im Dolomit angestellte Versuche¹⁰²⁾ das Resultat ergeben, daß Meißelbohrer mit gerader Schneide nur das 0,5—0,7 fache, Meißelbohrer mit in der Mitte ausgezogener Schneide nur das 0,6—0,8 fache, Kreuzbohrer nur das 0,7—0,8 fache eines Kernbohrers leisten.

§ 113. Das Bohrgestänge. Die Befestigung der Bohrkronen am Gestänge erfolgt durch Ineinanderschrauben mittels mehrgängiger flacher Gewinde, deren Steigungswinkel größer als der Reibungswinkel ist. In der Regel wird ein vierfaches Gewinde von 6,349 cm Steigung angewendet. Die Krone stößt nicht mit einer geraden, sondern mit einer Kegelfläche gegen die Brust am Gestänge, um bei der gewählten großen Steigung der Befestigungsgewinde Lösung jederzeit möglich zu machen¹⁰³⁾.

Das Bohrgestänge besteht aus Stahlröhren, deren äußerer Durchmesser in der Regel etwas kleiner ist als derjenige der Bohrkronen und deren lichte Weite etwa 5—7 mm größer genommen wird als der Durchmesser des Kernes. Die Verbindung der einzelnen Röhren erfolgt durch flache Gewinde in ähnlicher Weise wie die Befestigung der Bohrkronen am Gestänge.

Da diese Verbindung bald zu schlottern anfängt, wenn man nicht rechtzeitig die durch den Gebrauch erweiterten Muttergewinde an den Gestängestücken wieder zusammenpreßt, so zieht man vor, nur an dem Gestängestück, welches die Bohrkronen trägt, ein solches flaches Gewinde herzustellen, alle übrigen Gestängestücke aber mit ausreichend starken anderen Gewinden zu versehen.

¹⁰²⁾ H. Preuß; a. a. O. S. 189.

¹⁰³⁾ Diese schräge Fläche ist in dem Holzschnitt Fig. 35 nur an der unteren Partie des Längsschnittes der Krone gut zur Darstellung gelangt.

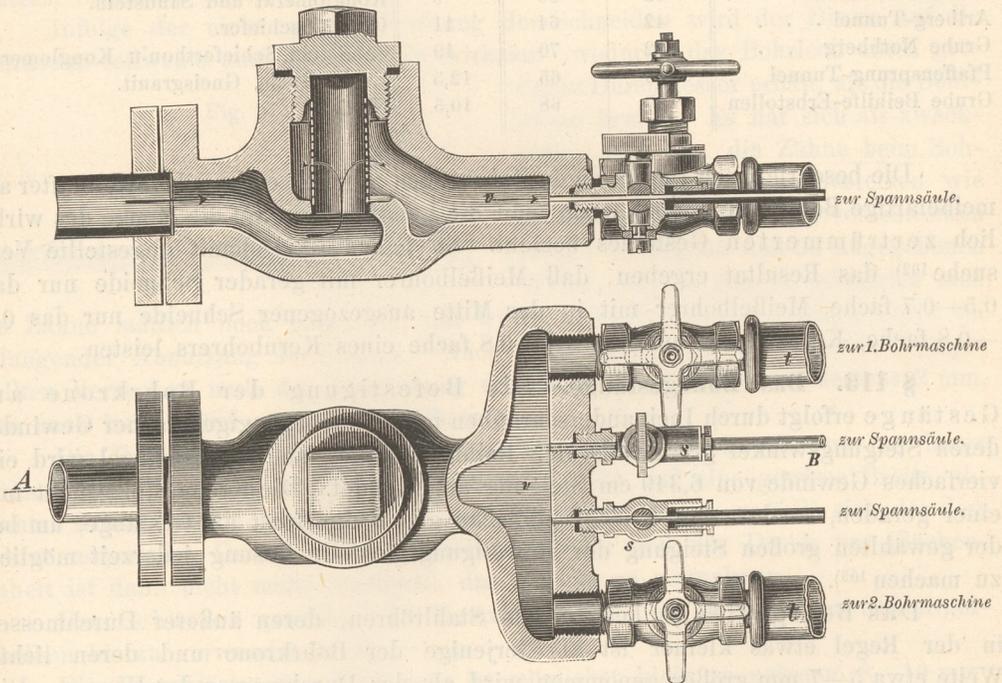
Weil die Länge, auf welche der Vorschubkolben der Maschine vorrücken kann, nur circa 0,3 m beträgt, muß man, wenn tiefere Löcher gebohrt werden sollen, Gestängestücke von annähernd dieser Länge und dem Vielfachen derselben vorrätig halten. Gebräuchliche Längen sind 250, 500 und 1000 mm.

Die Befestigung des ersten Gestängestückes an der Bohrspindel erfolgt entweder mittels flachen Schraubengewindes in der Weise, daß das Muttergewinde in den Kopf der Bohrspindel geschnitten ist, wie in Fig. 12 auf Taf. XV angegeben, oder es ist ein sogenanntes Bajonnettschloß angebracht.

§ 114. Hilfsvorrichtungen. Zu diesen gehört das Endstück der Druckwasserleitung zur Bohrmaschine, der sogenannte Ventilkopf, und das Kettenrohr (Kettenschlauch), welches die Bohrmaschine mit dem Ventilkopfe verbindet.

Der Ventilkopf enthält, wie aus beistehenden Fig. 38 und 39 zu ersehen ist, ein cylinderförmiges Metallsieb mit feinen Oeffnungen, um Unreinigkeiten des

Fig. 38 u. 39. M. 1 : 4.



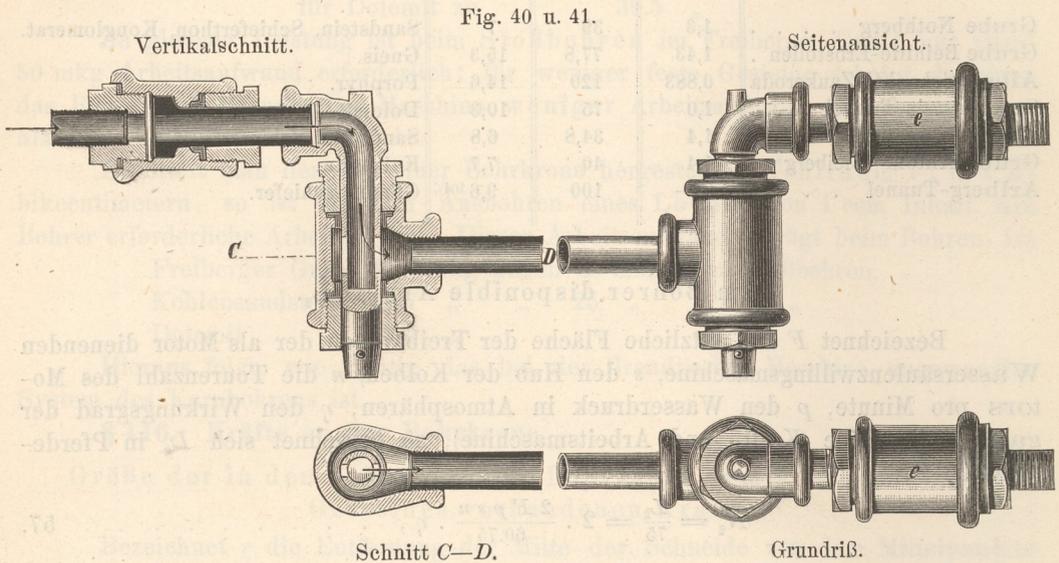
Druckwassers zurückzuhalten. An der Stirn des Ventilkopfes sind die Zweigeleitungen t für zwei Bohrmaschinen angebracht; jede derselben ist mit einem Absperrhahne versehen.

Außerdem gehen von dem Stirnende des Ventilkopfes noch die beiden Leitungen s ab zur Aufnahme dünner Kupferröhrchen, die zu den hydraulischen Spannsäulen führen. Diese Kupferröhrchen sind 3 mm weit und durchaus biegsam; ihre Länge beträgt 3 m.

Das Kettenrohr besteht, wie umstehende Fig. 40 und 41 zeigen, aus Gelenkstücken, die wasserdicht miteinander verbunden sind, sodaß das Rohr nach allen Richtungen hin freie Beweglichkeit bietet und so weit der Bohrmaschine folgen

kann, daß die Aufstellung letzterer innerhalb 2—3 Meter in beliebigen Entfernungen vom Ende der Druckwasserleitung möglich ist.

Die Gelenkstücke bestehen aus Knieröhren und Muffen; erstere sind abwechselnd um eine horizontale und vertikale Axe drehbar. Je ein Schenkel eines Knierohres geht durch eine Muffe; der wasserdichte Abschluß in denselben erfolgt durch Ledermanschetten.



Die Gelenke sind untereinander durch gewöhnliche schmiedeeiserne Gasröhren von 0,2—0,3 m Länge verbunden, welche in entsprechende Ansätze der Muffen passen. Alle Teile des Kettenrohres, mit Ausnahme der Verbindungsrohre, sind aus Rotguß hergestellt.

Der hydraulische Druck ist in sämtlichen Gelenken entlastet; die einzelnen Glieder können durch einfaches Herausziehen des entsprechenden Knies auseinander genommen werden. Das Zusammensetzen geschieht durch Einstecken der vertikalen Schenkel der Kniee in die Muffen; zum festeren Anziehen genügen einige Hammerschläge auf die auf den vertikalen Muffen angebrachten Nasen.

Aus Fig. 15 auf Taf. XV ist die Verbindung der Bohrmaschine mit dem Ende der Druckwasserleitung ersichtlich. *d* ist das Kettenrohr, *s* der Ventilkopf, *t* ein Schlauch für den Abfluß des von der Maschine verbrauchten Kraftwassers.

§ 115. Arbeitsgröße und Wirkungsgrad.

Der Arbeitsverbrauch der Brandt'schen Maschine läßt sich aus dem Verbrauch an Druckwasser und der Spannung des letzteren ermitteln. Folgende Zusammenstellung gibt über den Arbeitsverbrauch einiger Brandt'schen Bohrmaschinen Auskunft.

Tabelle XV.

Ort der Benutzung der Maschine	Wasser- verbrauch pro Sekunde Liter	Druck des Wassers in Atmo- sphären	Betriebs- kraft in Pferde- kräften	Bezeichnung des Gesteines
Grube Nothberg	1,3	39	7	Sandstein, Schieferthon, Konglomerat.
Grube Beihilfe-Erbstollen .	1,43	77,8	15,3	Gneis.
Albert-Schacht b. Zaukeroda	0,883	120	14,6	Porphyr.
Sonnenstein-Tunnel	1,0	75	10,3	Dolomit.
Grube Nordstern	1,4	34,8	6,8	Sandstein, Schieferthon
Grube Antoni (Bleiberg) .	1,4	40	7,7	Kalkstein.
Arlberg-Tunnel	—	100	9,6 ¹⁰⁴⁾	Glimmerschiefer.

Am Bohrer disponible Arbeit L_2 .

Bezeichnet F die nützliche Fläche der Treibkolben der als Motor dienenden Wassersäulenzwillingsmaschine, s den Hub der Kolben, n die Tourenzahl des Motors pro Minute, p den Wasserdruck in Atmosphären, η den Wirkungsgrad der ganzen Maschine (Kraft- und Arbeitsmaschine), so berechnet sich L_2 in Pferdekraften zu:

$$N_2 = \frac{L_2}{75} = 2 \cdot \frac{F p s n}{60.75} \cdot \eta, \quad \dots \quad 57.$$

wobei jedoch auf den Gegendruck des Spülwassers, der immerhin einige Atmosphären beträgt, keine Rücksicht genommen ist.

Kennt man bereits die Größe der von der Bohrmaschine zu leistenden Arbeit, so kann man aus der Formel den Druck und die Menge des erforderlichen Triebwassers berechnen.

Wirkungsgrad der Brandt'schen Maschine.

Zur Ermittlung desselben sind von Hausse¹⁰⁵⁾ Versuche mittels Bremsdynamometers angestellt worden. Nach denselben beträgt der Wirkungsgrad $\eta = L_2/L$ der Kraft- und Arbeitsmaschine 0,08 und 0,103 bei einem Druck des Triebwassers von 77,8, beziehentlich 120 Atmosphären. Von den Arbeitsverlusten werden verursacht

durch Reibungswiderstände 71,5 %
- Undichtigkeiten 20,0 %.

Ferner ermittelte Hausse bei seinen Versuchen, daß von der wirksamen, dem Bohrer mitgeteilten Arbeit

92,3 % auf die Drehwirkung
7,7 % „ „ Druckwirkung

kommen.

¹⁰⁴⁾ Berechnet aus der Tourenzahl und den Dimensionen des Motors.

¹⁰⁵⁾ Freiburger Jahrbuch. 1882. S. 27.

Nützliche Bohrarbeit.

Ermittelt man die von einer Bohrkronen gebohrte Gesteinsmasse V in Cubikcentimetern, so gibt das Verhältnis L_2/V die Arbeit an, welche wirklich zum Ausbohren eines cem Gesteines verwendet wird. Diese Arbeit berechnet sich

- für Freiburger Gneis zu 76,5 mkg,
- für Kohlsandstein zu 16,0 „
- für Dolomit zu 39,5 „

Zu gleicher Leistung ist beim Stoßbohren im Freiburger Gneis nur rund 50 mkg Arbeitsaufwand erforderlich; für weniger feste Gesteine scheint dagegen das Bohren mit Brandt'scher Maschine weniger Arbeitsaufwand zu beanspruchen als das Stoßbohren.

Ermittelt man den von einer Bohrkronen hergestellten Hohlraum V_h in Cubikcentimetern, so ist die zum Ausbohren eines Loches von 1 cem Inhalt am Bohrer erforderliche Arbeit L_2/V_h . Dieser Arbeitsaufwand beträgt beim Bohren im

- Freiburger Gneis 40,3 mkg gegen 50 mkg beim Stoßbohren,
- Kohlsandstein 12,7 „ „ 25 „ „ „
- Dolomit 17,4 „

Hieraus folgt, wie richtig das bei der Brandt'schen Maschine angewandte System des Kernbohrens ist.

§ 116. Kräfte an der Bohrkronen.

Größe der in den Schneiden der Bohrkronen zum Abscheren des Gesteines vorhandenen Kraft.

Bezeichnet r die Entfernung der Mitte der Schneide von dem Mittelpunkte der Bohrkronen, Z die Zahl der Zähne des Schneckenrades der Maschine, so berechnet sich die auf den Radius r reducirte Kraft Q letzterer nach der Formel:

$$Q = 2 \cdot \frac{\eta \cdot 2 \cdot F \cdot p \cdot s \cdot Z}{2 \pi \cdot r} = \frac{2 \cdot \eta \cdot F \cdot p \cdot s \cdot Z}{\pi \cdot r} \dots \dots \dots 58.$$

Nimmt man an, daß diese Kraft sich gleichmäßig auf die einzelnen Schneiden der Bohrkronen verteilt, so ist, wenn i die Zahl der Schneiden bezeichnet, die in jeder derselben für das Abscheren disponible Kraft Q/i .

Ueber die Größe von Q/i bei einigen Anwendungen der Brandt'schen Maschine gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß. Für dieselbe sind die Größen der Kraft Q aus dem Verbrauch der Maschine an Kraftwasser und aus der Spannung des letzteren unter der Annahme eines Wirkungsgrades $\eta = 0,09$ berechnet worden, welcher sich als Mittel aus den gedachten Hausse'schen Versuchen ergibt. Nur für die im Arlberg-Tunnel benutzte Maschine wurde Q nach der Formel 58 berechnet.

Tabelle XVI.

Ort der Benutzung der Maschine	Q kg	$\frac{Q}{i}$ kg	Q pro cm Schneidenlänge kg
Grube Nothberg	5900	1475	776
Grube Beihilfe Erbstollen	8342	2083	1537
Sonnenstein-Tunnel	3790	758	758
Arlberg-Tunnel	7417	1854	1685

Druck für den Vorschub des Bohrers.

Derselbe berechnet sich aus dem nützlichen Querschnitt des Vorschubkolbens und der Spannung des Triebwassers. Für einige bei größeren Arbeiten benutzte Maschinen ist dieser Druck in folgender Zusammenstellung angegeben worden.

Tabelle XVII.

Ort der Benutzung der Bohrmaschine	Rechnungs- mäßiger tot. Druck gegen die Bohrkronen kg	Druck pro qem der ring- förmigen Kronenfläche kg	Druck pro cm Schneiden- länge kg
Grube Nothberg	5495	180	723
Sonnenstein-Tunnel	5925	270	1185
Arlberg-Tunnel	12200 ¹⁰⁶⁾	758	3156

Die Jarolimek'sche Drehbohrmaschine.

Diese Maschine, deren Vorschub durch Differentialschraubenge triebe erfolgt, ist auf Taf. XV durch Fig. 9 in einem vertikalen Längsschnitt durch die eigentliche Arbeitsmaschine und deren Befestigung auf der Bohrspreize, sowie mit einem Aufriß des Motors dargestellt. Fig. 10 gibt zur einen Hälfte einen Horizontalschnitt, Fig. 11 zur Hälfte einen Querschnitt nach der Linie *A—B* in Fig. 10; die andere Hälfte dieser Figur ist ein Grundriß der ganzen Bohrmaschine. Die rechte Hälfte der Fig. 11 bietet eine Vorderansicht der Maschine. Zwischen den Fig. 9 und 11 sind die Bohrkronen, Gestängeteile und die Befestigung des Gestänges an der Bohrspindel *a* abgebildet.

§ 117. Die Arbeitsmaschine¹⁰⁷⁾ besteht aus der als flachgängige Schraube eingerichteten hohlen Bohrspindel *a*, welche mit zwei Längsnuten *c* versehen ist. In die Nuten greift der sogenannte Mitnehmer *e* so ein, daß bei der Drehung desselben die Schraubenspindel *a* mitrotiren, sich zugleich aber auch in der Längsrichtung vor- oder rückwärts bewegen kann. Auf dem Mitnehmer *e* sitzt das Schneckenrad *g*, in welches die zweigängige Schnecke *h* greift, die von dem Motor in Drehung versetzt wird. Die Uebersetzung ist so gewählt, daß die Bohrspindel circa 12—24 Umdrehungen pro Minute bei 200—415 Umdrehungen der Schnecke macht. Rückwärts vom Mitnehmer *e* geht die Bohrspindel *a* durch die Schraubennutter *o*, welche beim Betriebe der Maschine jedoch nicht fest steht, sondern durch die Differentialgetriebe *k l* und *m n* beim Vorwärtsgang in demselben Sinne wie die Schraubenspindel *a*, jedoch mit beliebig geringerer Geschwindigkeit bewegt wird. Zu diesem Zwecke greift das Zahnrad *k*, ähnlich wie der Mitnehmer *e*, in die Längsnuten der Bohrspindel *a* ein, während das Rad *m* auf der Schraubennutter *o* befestigt ist. Durch Auswechselung des äußeren Getriebes *k l* mit einem

¹⁰⁶⁾ Plate; a. a. O. S. 41.

¹⁰⁷⁾ E. Jarolimek. Gesteinsdrehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb des Bohrers. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1881. Bd. 29. S. 199.

anderen (vorrätigen) von abweichendem Uebersetzungsverhältnis kann die Umgangsgeschwindigkeit der Schraubenmutter o innerhalb der praktisch notwendigen Grenzen leicht regulirt und damit auch ein beliebiges Vorrücken des mit der Bohrspindel a verbundenen Bohrgestänges pro Umdrehung erzielt werden. Würde beispielsweise der Mutter o und der Bohrspindel a gleiche Umlaufgeschwindigkeit gegeben, so würde der Bohrer q zwar mit rotiren, aber gar nicht vorwärts gehen, wogegen nach Entfernung der Differentialgetriebe und Feststellung der Schraubenmutter o der Bohrer q pro Umdrehung um die volle Ganghöhe der Bohrspindel a vorwärts gehen müßte.

Abweichende Uebersetzungsverhältnisse der Differentialgetriebe ermöglichen es also, den Vortrieb des Bohrers pro Umdrehung innerhalb des gegebenen Minimums (Null) und des Maximums (Ganghöhe der Bohrspindel a), je nach der Beschaffenheit des zu bohrenden Gesteines, ganz genau zu reguliren, d. h. man kann bei Anwendung sehr starker Schraubenspindeln mit Flachgewinden, wie dieselben für das Eindringen in feste Gesteine erforderlich sind, dem Bohrer einen beliebig kleinen Vortrieb pro Umgang erteilen. In der Praxis reicht man in der Regel mit einem Vorrathe von etwa drei Differentialgetrieben aus, weil sich das Gestein vor einem bestimmten Betriebsorte selten innerhalb sehr weiter Grenzen ändert, ziemlich bedeutende Abweichungen der Gesteinsfestigkeit aber anstandslos durch den rascheren oder langsameren Umgang der Maschine ausgeglichen werden.

Da ferner bei dieser Drehbohrmaschine neben dem Bohrgestänge nur allein die Schraubenspindel a die Vorwärtsbewegung mitmacht, so können leicht, ohne die Bohrmaschine weiter zu kompliziren oder zu schwer zu machen, diese Teile in solcher Länge hergestellt werden, daß auch beim Bohren über 1 m tiefer Löcher in der Regel kein Gestängewechsel bis zur Fertigstellung des Bohrloches notwendig wird, worin eine wesentliche Zeitersparnis liegt.

Die lange Führung, in welcher die Bohrspindel liegt, genügt vollkommen, einen ganz geraden Gang des Bohrgestänges zu bewirken. Das Zurückführen des Bohrers, beziehentlich der Schraubenspindel a erfolgt durch Ausschaltung (Hebung) der auf einer excentrischen Welle sitzenden Zahnräder l und n mittels Drehung des (in den Ruhelagen horizontal liegenden) Hebels s um 180° und Einschaltung des beim Vorwärtsgang des Bohrers außer Eingriff gebrachten Rades δ . Setzt man dann den Motor im gleichen Sinne wie früher in Gang, so wird die Schraubenmutter o mittels der an ihrem vorderen Ende (in Form eines Kegelrades) eingeschnittenen Zähne π und der Getriebe μ , ρ und δ in zu der Bohrspindel umgekehrte und zwar je nach Wahl der Getriebedurchmesser entsprechend rasche Rotation von etwa 150—200 Touren pro Minute versetzt und dadurch ein beschleunigter Rückgang der Bohrspindel erzielt.

Bei 1,27 cm Schraubenganghöhe der Bohrspindel und 20 Umdrehungen derselben, sowie bei 150 Touren der Schraubenmutter o bedarf z. B. das Rückführen des Bohrers aus einem Bohrloch von 1 m Tiefe, weil sich dessen Rückgang bei entgegengesetzter Drehbewegung der Mutter und Schraube aus der Summe der Umgangszahlen beider ergibt,

$$\frac{60 \times 100 \text{ cm}}{1,27(150 + 20)} = 28 \text{ Sekunden.}$$

Das Verschieben des Bohrers wird, wenn in der Regel 1 m tief ohne Gestängewechsel gebohrt wird, nur ausnahmsweise vorkommen und kann daher, wenn hin und wieder doch notwendig, bei ausgeschalteten Getrieben l n und δ , das ist

mit 1,27 cm Fortschritt pro Umgang der Spindel α , ebenfalls mit dem gewöhnlichen Gang des Motors bewirkt werden, für 60 cm Bohrvorgang z. B. in circa $2\frac{1}{2}$ Minuten.

Uebrigens kann dort, wo es an einem pro Bohrloch nur nach wenigen Minuten zählenden Zeitgewinn nicht gelegen ist, zum Rückführen des Bohrers auch die Umsteuerung des Motors oder aber zum Zwecke noch größerer Einfachheit der Maschine eine Handkurbel oder ein Speichenrad, gleichfalls bei ausgeschalteten Getrieben l und n und unter Weglassung der Getriebe q , μ , δ und σ , verwendet werden. Hierbei geht dann die Bohrspindel pro Umdrehung ebenfalls um die volle Schraubenganghöhe zurück und kann in dem vorgeführten Beispiel der Bohrer aus einem 1 m tiefen Bohrloche, inklusive der Aufenthalte für die Aus- und Wiedereinschaltung der Getriebe l und n , in höchstens 2—3 Minuten zurückgeführt werden.

Endlich kann die Welle, welche die Getriebe l und n trägt, centrisc angeordnet und zur Aufnahme einer Handkurbel eingerichtet werden. Löst man dann das äußere Getriebe l und dreht nur das innere m , so wird die Mutter o in umgekehrter Richtung wie beim Bohren in Umgang m versetzt und die Bohrspindel zurückgeschoben.

Die kontinuierliche Ausspülung des Bohrschmandes und die stetige Kühlung des Bohrers erfolgt durch einen kräftigen Wasserstrom. Das Spülwasser wird durch das Gestänge p in das Bohrloch entweder unter dem vollen verfügbaren Wasserdruck oder, wo dieser mangelt, unter dem mittels einer Handpumpe in einem mit Windkessel versehenen Wasserreservoir erzeugten Drucke zugeleitet, oder aber es kann, wenn ein hydraulischer Motor angewendet wird und ein hoher Wasserdruck zur Disposition steht, das Abgangswasser des Motors als Spülwasser benutzt werden.

§ 118. Die Kraftmaschine. Als solche dient eine mit Wasser, Dampf oder komprimierter Luft betriebene, rasch umgehende, somit auch bei beträchtlicher Krafterleistung kompensierte Zwillingsmaschine. In Fig. 9—11, Taf. XV, ist der Motor eine Wassersäulenmaschine des dem Civilingenieur Ph. Mayer patentirten Systems mit zwei Cylindern f und Steuerung mit entlasteten Schiebern, welche der Schnecke h eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 200—415 Touren pro Minute erteilt.

Als ein besonderer Vorteil der Jarolimek'schen Bohrmaschine ist hervorzuheben, daß man bei ihrer Benutzung nicht wie bei der Brandt'schen Maschine an die ausschließliche Verwendung hochgespannten Wassers als motorische Flüssigkeit gebunden ist. Auch dürfte Elektrizität zu ihrem Betriebe nicht ausgeschlossen sein.

Das Gewicht der Jarolimek'schen Bohrmaschine neuerer Konstruktion beträgt 212 kg.

§ 119. Das Gestell. Kann in Ermangelung von Druckwasser die hydraulische Spannsäule zur Aufstellung der Bohrmaschine nicht benutzt werden, so muß man zur gewöhnlichen Bohrspreize oder Bohrsäule mit hydraulischer Presse greifen. Bei der Darstellung in Fig. 9—11, Taf. XV, ist an die Verwendung der gewöhnlichen Bohrspreize gedacht worden. Das über die Röhre v der Bohrspreize gezogene Universalgelenk besteht aus zwei gekuppelten Klemmuffen w , welche den Teller u tragen, in dem sich der an den Träger der Bohrmaschine angegossene Zapfen drehen läßt. Die Feststellung des Zapfens auf dem Teller erfolgt durch eine Preßschraube.

Um dem beträchtlichen Drucke entgegenzuwirken, welcher aus dem Widerstande des Gesteines gegen das Eindringen des Bohrers erwächst und welcher die Bohrmaschine um die Axe der Bohrspreize zu drehen trachtet, wird das Universalgelenk w durch ein um den Zapfen x drehbares Bein t gegen die Sohle oder die Stöße des Arbeitsortes abgespreizt. Dieses Bein t besteht aus zwei teleskopartig ineinander verschiebbaren Stücken, sodaß es nach Bedarf verlängert oder verkürzt werden kann.

Die beschriebene Bohrspreize mit Universalklammer wiegt 172 kg.

§ 120. Die Bohrkronen und das Gestänge. Die Bohrkronen unterscheiden sich nicht von denjenigen, welche für die Brandt'sche Maschine benutzt werden. Ihre Befestigung am Gestänge geschieht ebenfalls in derselben Weise wie bei dieser Maschine.

Da die neueren Jarolimek'schen Bohrmaschinen mit Bohrspindeln von 1,1 m freier Länge ausgerüstet sind, so bedarf es zur Herstellung von Löchern bis zu 1 m Tiefe nur einer Bohrstange. Soll tiefer gebohrt werden, so wird die Verlängerung in derselben Weise vorgenommen wie bei der Brandt'schen Maschine. Ueber die Konstruktion des Bohrgestänges gilt das bei dieser Maschine Gesagte.

1 m Gestänge von 60 mm äußerem Durchmesser wiegt 12,5 kg, von 40 mm Durchmesser 8 kg.

§ 121. Arbeitsverbrauch L der Jarolimek'schen Bohrmaschine. Wirkungsgrad. Nach dem in Raibl¹⁰⁸⁾ angestellten Versuchen verbrauchte eine Maschine neuerer Konstruktion bei 225 minutlichen Touren des Motors 2,23 Liter Wasser von 20 Atmosphären Spannung pro Sekunde. Der Betrieb der Maschine erforderte mithin eine Kraft von 6,14 Pferden.

Direkte Versuche zur Bestimmung des Wirkungsgrades der Bohrmaschine liegen nicht vor. Auf Grund der mit seiner Handdrehbohrmaschine angestellten Versuche kommt Jarolimek zu dem Schluß, daß die durch Druckwasser betriebene Bohrmaschine bei den zu Raibl im Dolomit ausgeführten Arbeiten eine Nutzleistung L_2 von 1,5—1,6 Pfkr. verrichtet habe¹⁰⁹⁾. Da dieser Maschine im Betriebswasser 6,14 Pfkr. zugeführt wurden, so ergibt sich ein Wirkungsgrad derselben von rund 24—26 %, der erheblich höher als derjenige der Brandt'schen Maschine sein würde.

§ 122. Leistungen. Bei einem Arbeitsaufwande von 6,6—10,2 Pfkr. sind mit der Jarolimek'schen Maschine älterer Konstruktion Versuche angestellt worden, von denen einige Resultate hier Platz finden mögen. Die Bohrlochweite betrug 70 mm. Um ein Urteil über die Festigkeit, beziehentlich Bohrbarkeit der verschiedenen Gesteine, in welchen gebohrt wurde, zu gewinnen, ist in folgender Tabelle stets die Lochtiefe angegeben worden, bei welcher die Bohrkronen unbrauchbar wurden¹¹⁰⁾.

¹⁰⁸⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 106.

¹⁰⁹⁾ A. a. O. S. 134.

¹¹⁰⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 104.

Tabelle XVIII.

Bezeichnung des Gesteines, in welchem gebohrt wurde.	In der Minute abgebohrt	Lochtiefen, bis zu welchen die Bohrkronen aus- hielten
	cm	cm
Sehr fester Porphyr	1,5—3,3	4,5—10
Gneis vom Arlberg, parallel zur Schichtung	2,5—4	6—28
Grauwackenschiefer mit Quarzschüüren	3—3,4	30
Granit von Milin	3,1—4,7	29—47
Mittelfester und milder Grünstein	3,3—3,6	62—120
Quarzreicher Glimmerschiefer vom Arlberg, senkrecht zur Schichtung	3,36—4,32	39,5—46,5
Dolomitekonglomerat	3,3—5,6	170
Dolomit	3,5—5,5	60
Sandstein mit groben Quarzkörnern	3,5	25
Stinkstein	5,0	—
Mergel	6,1—10,0	—

Verbrauch an Spülwasser. Derselbe ist, je nach der Stellung der Löcher und je nach der Beschaffenheit des Gebirges, verschieden. Als äußerste Grenzen des Verbrauches sind 2 und 8 Liter pro Minute zu bezeichnen, wobei das Spülwasser unter einer Druckhöhe von circa 3—4 m zufließen muß.

Maschinen, mit denen bei größerer Umdrehungszahl des Bohrers (100 und mehr pro Minute) nur in mildem und gebrüchem Gebirge gearbeitet werden kann.

§ 123. Drehbohrmaschine von Trautz. Unter den nicht sehr zahlreichen vorgeschlagenen Bohrmaschinen dieser Gruppe ist nur diejenige von Trautz zu erwähnen, welche mit Erfolg beim Bohren in Steinsalz Anwendung gefunden hat. Sie besteht aus zwei kleinen oscillirenden Cylindern, deren Kolben durch Vermittelung einer gekröpften Welle und verschiedener Vorgelege eine Schraubenspindel drehen, welche den Bohrer trägt. Der Vorschub erfolgt durch Differential-Schraubenge triebe. Als Gestell dient eine gewöhnliche Bohrpreise.

Die Dimensionen der im Steinsalzbergwerk Leopoldshall benutzten Trautz'schen Bohrmaschine sind folgende:

Kolbendurchmesser	65 mm
Kolbenhub	50 "
Länge der Schraubenspindel	1,144 m
Durchmesser der Schraubenspindel	33 mm
Ganghöhe der Schraubenspindel	6,35 "
Umsetzungsverhältnis für die Drehung der Schraubenspindel	5,76 : 1
Umsetzungsverhältnisse für die Vorschubbewegung:	
a. für sehr festes Salz	10 : 1
b. „ mittelfestes Salz	8 : 1
c. „ mildes Salz	6,5 : 1

Mit komprimierter Luft von 4 Atmosphären Spannung betrieben macht der Motor 720 Umdrehungen, der Bohrer 125, was einem Arbeitsaufwand von 4,94 Pfk. entspricht. Hierbei werden abgebohrt pro Minute:

in mildem Steinsalz	36 cm,
„ mittelfestem Steinsalz	28 "
„ sehr festem Steinsalz	22 "

Die große Kolbengeschwindigkeit, welche bei normalem Betriebe stattfindet, hat einen

großen Verschleiß an Kolben und Kolbenstangen zur Folge, deren Erneuerung schon nach vierteljährigem Gebrauch nötig wird. Der Kostenaufwand dieser Erneuerungen beträgt jedesmal circa 20 Mark.

Das Gewicht der Bohrmaschine ohne die Bohrspindel beträgt 43,5 kg; letztere wiegt 9 kg; die Bohrspreize hat ein Gewicht von 43,5 kg. Der Preis der Maschine nebst Gestell ist circa 1150 Mark.

Keilend wirkende Handbohrmaschinen.

§ 124. Die Bohrer sind entweder Voll- oder Kernbohrer. Die Bohrköpfe der Vollbohrer werden ein- und mehrschneidig hergestellt. Die einschneidigen Bohrköpfe bilden meistens eine gewöhnliche Meißelschneide, die in der Mitte etwas ausgezogen ist, wie an dem Bohrer der in Fig. 25 auf Taf. XVI abgebildeten Handbohrmaschine von Lisbet angegeben. Solche Bohrer nennt man wohl auch Centrubohrer. Sie eignen sich besonders zum Bohren in Steinsalz und Anhydrit.

Bohrkronen mit ganz geradlinig verlaufenden Meißelschneiden arbeiten unvorteilhaft.

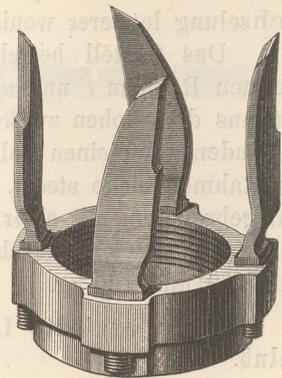
Die mehrschneidigen Bohrköpfe sind entweder zweiseidig oder sie besitzen eine sogenannte Vorschneide. Im ersteren Falle laufen die beiden etwas gewundenen Schneiden in Spitzen aus, wie bei dem in Fig. 3 auf Taf. VIII abgebildeten Schlangenbohrer für Tiefbohrungen. Bei den Bohrköpfen mit Vorschneiden liegen letztere in der Axe des Bohrers und ragen mehrere Centimeter über die Nachschneiden hinaus; vergl. Fig. 4, Taf. VIII. Die Vorschneiden laufen in der Regel in zwei oder drei Spitzen aus, während die Nachschneiden, meistens zwei an der Zahl, wie bei den zweiseidigen Bohrköpfen in je einer Spitze endigen. Die mehrschneidigen Bohrköpfe benutzt man vielfach zum Bohren in spröder Kohle; die Vorschneide ist dann besonders bei der Herstellung sehr weiter Löcher von Vorteil.

Die Bohrkronen für Kernbohrer, welche in festem Gestein benutzt werden sollen, besitzen dieselbe Konstruktion wie diejenigen der Brandt'schen hydraulischen Drehbohrmaschine.

Für mildes und gebräches Gebirge wendet man Bohrkronen mit mehreren, weit vorspringenden, auswechselbaren Schneiden an. Eine solche Bohrkrone für die Taverdon'sche Bohrmaschine ist in nebenstehender Fig. 42 abgebildet¹¹¹⁾. Mit dieser Bohrkrone kann kein eigentlicher Kern erzielt werden, was auch nicht der Zweck ist, vielmehr wird der beim Bohren sich bildende Kern gleich zertrümmert und die entstehenden Gesteinsbrocken sofort durch den hohlen Bohrschaft entfernt.

§ 125. Die Maschinen im allgemeinen. Die jetzt in Gebrauch stehenden Handdrehbohrmaschinen können in zwei Gruppen getrennt werden, nämlich in solche, deren Vorschub von der Umdrehungszahl des Bohrers, und in solche, deren Vorschub vom Widerstande des Gebirges abhängt. Bei ersteren ist der Bohrschaft als Schraubenspindel gestaltet oder kann

Fig. 42.



¹¹¹⁾ Armengaud. Publication industrielle. 1879. Serie II. Bd. 5. S. 491.

doch mit einer solchen in Verbindung gebracht werden und geht diese Schraubenspindel durch eine bei der Arbeit feste, aber ihrer Lage nach verstellbare Mutter.

I. Gruppe. Der Vorschub hängt von der Umdrehungszahl des Bohrers ab.

§ 126. Handbohrmaschine von Lisbet. Die verbreitetste Maschine der I. Gruppe ist diejenige von Lisbet. In ihrer jetzt vereinfachten Konstruktion ist dieselbe in Fig. 24 und 25 auf Taf. XVI abgebildet. Die Bohrstange *b*, in welche vorn die Bohrkronen eingesetzt wird, geht durch die hohle Schraubenspindel *s* und ist hinten mit einer sogenannten Bohrratsche (Bohrknarre) versehen. Der Hebel *h* dieser Bohrratsche ist in der Axe der Bohrstange etwas verschiebbar; er trägt eine Nase, welche zwischen die Zähne einer Muffe *a* eingerückt werden kann, die auf der Schraubenspindel fest sitzt. Greift die Nase der Bohrratsche in die Muffe *a* ein, so schiebt sich beim Arbeiten mit der Ratsche der Bohrer bei jedem Umgange um die Ganghöhe der Schraubenspindel *s* vor.

Läßt die Gesteinsbeschaffenheit einen solchen Vorschub nicht zu, so löst man durch Ausrücken der Ratsche die Verbindung zwischen Schraubenspindel und Bohrer und dreht letzteren so lange allein herum, bis der Widerstand gegen sein Vorrücken beseitigt ist. Ist die Gesteinsfestigkeit eine solche, daß bei jeder Umdrehung des Bohrers derselbe um die Größe der Ganghöhe der Schraubenspindel vorrücken kann, so kuppelt man letztere durch die Druckschrauben *r* für die Dauer des Bohrens mit dem Bohrschafte fest. Statt der Bohrratsche kann man, wenn der Raum dazu vorhanden ist, auch eine gewöhnliche Handkurbel zur Drehung benutzen.

Ist die Maschine zur Arbeit in wenig festem, durchaus homogenem Gebirge bestimmt, so stellt man die Schraubenspindel gleich als Bohrspindel her, was den Apparat erheblich vereinfacht. Um mit letzterem in jeder Richtung bohren zu können, ist die Mutter *g* um einen Zapfen drehbar gemacht. Dieser Zapfen ruht in einem Lager, das an dem Gestell der Maschine in verschiedener Höhe durch Steckbolzen festgestellt werden kann, die in Löcher in dem Rahmen *c* passen. Die Mutter ist ferner zweiteilig gemacht und kann der obere, mit einer Schraube verbundene Teil derselben mittels dieser leicht gehoben werden, sodaß das Zurückziehen der Schraubenspindel, beziehentlich der Bohrspindel und eine etwaige Auswechslung letzterer wenig Zeit kostet.

Das Gestell besteht aus zwei teleskopartig gegeneinander verschiebbaren eisernen Rahmen *c* und *u*. Behufs Aufstellung des Gestelles spannt man dasselbe erst aus dem Rohen zwischen zwei gegenüberliegende Widerstand bietende Flächen ein, indem man einen Bolzen durch die miteinander korrespondierenden Löcher beider Rahmenstücke steckt, und spreizt dann durch Herausdrehen einer im Rahmen *u* angebrachten, mit einer Pratze oder Klaue versehenen Schraube fest ab.

Das Gewicht verschiedener Größen Lisbet'scher Bohrmaschinen wechselt zwischen 80 und 120 kg.

Ueber erzielte Leistungen gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Tabelle XIX.

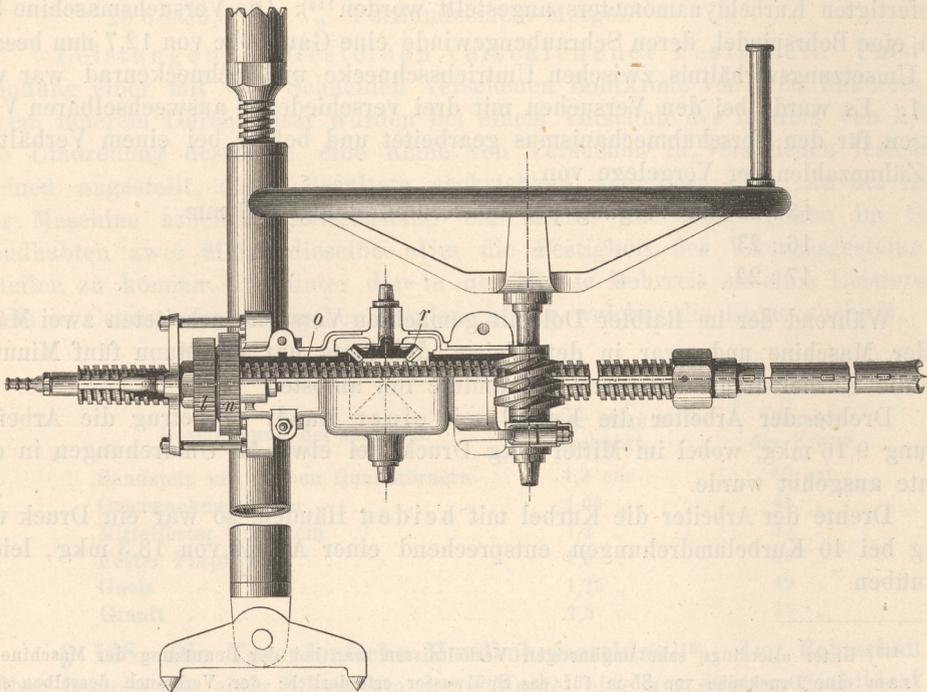
Bohrloch- durchmesser mm	An der Ma- schine beschäf- tigte Arbeiter	In der Minute abgebohrt		Bezeichnung des Gebirges
		bei reiner Bohr- arbeit mm	unter Einrechnung der Nebenarbeiten mm	
46	2	76	38	Steinsalz.
45	1	44—51	—	Mittelfester Sandstein
45	1	8	—	Konglomerat.
45	1	—	49,5—103	Schieferthon.
45	1	—	12—35	Fester Sandstein.
45	1	100	33	Steinkohle.

Hagan suchte den Lisbet-Bohrer durch Anbringung einer Differential-schraube und eines auswechselbaren Vorgeleges zu verbessern, was sich jedoch nicht bewährt hat.

Chubb¹¹²⁾ konstruirte eine der Lisbet'schen durchaus ähnliche Bohrmaschine, an welcher sich nur der benutzte eigentümlich gestaltete Bohrer durch Originalität auszeichnet.

§ 127. Die Handdrehbohrmaschine von Jarolimek unterscheidet sich von der bereits beschriebenen Jarolimek'schen hydraulischen Drehbohrmaschine mit Diffe-

Fig. 43.



112) Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. 1884. Bd. I. S. 425.

rentialschraubenvortrieb des Bohrers nur dadurch, daß die Wassersäulenzwillingsmaschine letzterer in Wegfall gekommen ist und der Antrieb der Schnecke durch eine oder zwei Kurbeln erfolgt.

Für einmännisches Bohren wird zweckmäßig ein Schwungrad angeordnet, wie dies in Fig. 43 angegeben ist, welche die Jarolimek'sche Handbohrmaschine im Grundriß darstellt.

Soll die Bohrspindel rasch zurückgezogen werden, so werden die Getriebe l und n ausgerückt und durch Drehen eines der beiderseits angebrachten konischen Räder r die Mutter o in rasche Umdrehungen versetzt. Im übrigen ist hinsichtlich der Einrichtung der Arbeitsmaschine auf die S. 262 gegebene Beschreibung derselben zu verweisen.

Die Bohrspindel von 0,67 m freier Länge und das Bohrgestänge sind hohl. Die Bohrkronen bilden ein gezahnter Kern-Stahlbohrer. Es wird unter stetigem Zufluß von Spülwasser gebohrt, zu dessen Einführung ein Druck, entsprechend einem Gefälle von 1—3,5 m, je nach der Stellung der Löcher und der Gebirgsbeschaffenheit, erforderlich ist. Letztere Verhältnisse beeinflussen auch die Höhe des Verbrauchs an Spülwasser, der zwischen 1 und 8 Liter in der Minute schwanken kann¹¹³⁾.

Das Gewicht der Maschine beträgt 50 kg; die Spannsäule nebst Befestigungsring für 2 m Ortsweite, beziehentlich Orthsöhe wiegt 70 kg.

Leistungen an der Kurbel der Maschine. Ueber den bei Anwendung der Jarolimek'schen Handdrehbohrmaschine erforderlichen Arbeitsaufwand sind von H. Preuß umfassende Versuche mittels eines von E. Kraft u. Sohn in Wien angefertigten Kurbeldynamometers angestellt worden¹¹⁴⁾: Die Versuchsmaschine betrieb eine Bohrspindel, deren Schraubengewinde eine Ganghöhe von 12,7 mm besaß; das Umsetzungsverhältnis zwischen Umtriebschnecke und Schneckenrad war wie 19 : 1. Es wurde bei den Versuchen mit drei verschiedenen auswechselbaren Vorgelegen für den Vorschubmechanismus gearbeitet und betrug bei einem Verhältnis der Zahnzahlen der Vorgelege von

15 : 22	der Vorgang pro Bohrerumdrehung	1,27 mm,
16 : 23	„ „ „ „	2,5 „ ,
17 : 22	„ „ „ „	3,5 „ .

Während der im Raibler Dolomit gemachten Versuche arbeiteten zwei Mann an der Maschine und zwar in der Weise, daß stets nur ein Mann fünf Minuten lang die Kurbel drehte und dann der andere ihn ablöste.

Drehte der Arbeiter die Kurbel mit einer Hand, so betrug die Arbeitsleistung 9,16 mkg, wobei im Mittel 5 kg Druck bei etwa 55 Umdrehungen in der Minute ausgeübt wurde.

Drehte der Arbeiter die Kurbel mit beiden Händen, so war ein Druck von 10 kg bei 40 Kurbelumdrehungen, entsprechend einer Arbeit von 13,3 mkg, leicht auszuüben.

¹¹³⁾ Unter allerdings sehr ungünstigen Verhältnissen war bei der Benutzung der Maschine in Pzibram eine Druckhöhe von 35 m für das Spülwasser erforderlich; der Verbrauch desselben stieg dort auf 10 Liter in der Minute.

¹¹⁴⁾ H. Preuß. Ueber den Kraftverbrauch der Handdrehbohrmaschine von E. Jarolimek. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1883. Bd. 31. S. 187.

Das Maximum der Arbeit mit beiden Händen betrug je nach der Individualität des Arbeiters 13, 14—15 kg Druck bei 36 Kurbelumdrehungen, was einer Leistung von 15,6—18 mkg entspricht. Im Mittel leistete also ein Mann rund 14 mkg, d. h. das Doppelte von dem, was ein Arbeiter bei ununterbrochener Arbeit leisten kann. Es dürfte jedoch sehr fraglich sein, ob die Arbeiter trotz der Ruhepausen von 5 Minuten während einer Schicht dauernd 14 mkg in der reinen Arbeitszeit werden leisten können.

Vorteilhafteste Arbeitsweise. Aus den Versuchen von H. Preuß muß gefolgert werden, daß der Arbeitsaufwand an der Kurbel am vorteilhaftesten ausgenutzt wird, wenn man in weniger festen Gesteinen mit möglichst großem Bohrvorschub pro Umdrehung, in festen Gesteinen dagegen mit möglichst großen Durchmessern der Kernbohrer bohrt.

Arbeitsaufwand L_c zum wirklichen Zerbohren eines Cubikcentimeters Gestein. Es liegen hier nur drei genaue Versuchsreihen vor, die im Raibler Dolomit, im Roman- und im Portlandzement-Mergel von Kirchbiehl angestellt worden sind. Es wurde mit Kronen von

40—66 mm	äußeres Durchmesser im Dolomit,
44—124 „	„ „ „ „ Romanzement-Mergel,
44—46 „	„ „ „ „ Portlandzement-Mergel

gebohrt. Zum Ausbohren eines Cubikcentimeters war erforderlich eine Arbeitsleistung an der Kurbel von

25—43,4 mkg	im Dolomit,
15—25,6 „	„ „ Romanzement-Mergel,
26,6—36,6 „	„ „ Portlandzement-Mergel.

Leistungen in Gesteinen verschiedener Festigkeit. Unter Anwendung einer mit vier Schneiden versehenen Bohrkronen von 5 cm äußerem und 34 cm innerem Durchmesser wurden bei einem Vorschub des Bohrers von 2,5 mm pro Umdrehung desselben eine Reihe von Versuchen in verschieden festem Gesteinen angestellt, deren Resultate nachstehend angeführt sind. An der Kurbel der Maschine arbeitete abwechselnd ein Mann; nur beim Bohren im Granit handhabten zwei Mann dieselbe. Um die Festigkeit der Versuchsgesteine beurteilen zu können, ist hinter der in der Minute Bohrzeit erzielten Leistung die Tiefe in Centimetern angegeben worden, bis zu welcher die Krone aushielt.

Tabelle XX.

Bezeichnung der Gesteine	In der Minute abgebohrt	Dauer der Krone
Sandstein mit groben Quarzkörnern	1,3 cm	49 cm
Grauwackenschiefer	1,06 „	41 „
Mittelfester Grünstein	1,2 „	33 „
Fester Porphyry	1,0 „	25 „
Gneis	1,25 „	49 „
Granit	1,3 „	35 „

§ 128. Die Taverdon'sche Handbohrmaschine¹¹⁵⁾. Der Bohrschaft derselben besteht aus einer Röhre, um deren Mantel eine aus dünnem Stahlblech her-

¹¹⁵⁾ Armengaud. Publication industrielle. 1879. Serie 2. Bd. V. S. 488.

gestellte Schnecke gelegt ist. Die Stücke des mit der oben im Holzschnitt Fig. 42 abgebildeten Bohrkronen hergestellten, aber gleich zerbröckelten Kernes, welche sich in den hohlen Bohrschaft schieben, treten durch Löcher in den Wandungen desselben in die gedachte Schnecke und werden auf diese Weise aus dem Bohrloche entfernt.

Der Bohrschaft ist mit seinem hinteren Ende über eine Schraubenspindel geschoben, welche denselben bei ihrer Drehung mitnimmt, beziehentlich mitnehmen kann. Die Drehung der Schraubenspindel erfolgt mittels Handkurbel und Vorlege. Als Gestell dienen zwei durch einen Fundamentrahmen verbundene Bohrsäulen gewöhnlicher Konstruktion. Der ganze Apparat wiegt 45 kg. Als Bohrfortschritt in der Minute werden 10—20 cm in Steinkohle und milden Gesteinen angegeben.

II. Gruppe. Der Vorschub hängt von dem Widerstande des Gesteines ab.

§ 129. Einrichtung dieser Maschinen im allgemeinen. Die Maschinen dieser Gruppe sind so eingerichtet, daß der Bohrer bei seiner Drehung nur dann vorrückt, wenn der Widerstand, welchen die Schneiden der Bohrkronen im Bohrloche finden, eine bestimmte Größe nicht überschreitet. Dieser Widerstand, den das Gestein bietet, wird in den in Gebrauch stehenden Maschinen dazu benutzt, eine für die Bewegung des Vorschubmechanismus erforderliche Reibung zu erzeugen, und zwar kann der Bohrer infolge dieser Reibung bei seiner Drehung entweder eine mit ihm verbundene Schraubenspindel oder eine Mutter mehr oder weniger mitnehmen, er selbst also mehr oder weniger schnell vorrücken, da im ersteren Falle die Schraubenspindel durch eine feste Mutter, im letzteren Falle durch eine drehbare Mutter geht. In beiden Fällen muß ein sogenannter Mitnehmer vorhanden sein, der entweder gegen die Schraubenspindel oder gegen die Mutter gepreßt wird; ist dann der Reibungswiderstand zwischen Mitnehmer und diesen Teilen größer als der Widerstand gegen den Bohrer im Bohrloche, so wird der Bohrer vorrücken um einen Teil der Ganghöhe der Schraubenspindel, welche der Differenz dieser beiden Widerstände entspricht. Ist der Reibungswiderstand zwischen Mitnehmer und Schraubenspindel, beziehentlich Mutter kleiner als der Widerstand im Bohrloche, so wird sich nur der Bohrer mit dem Mitnehmer drehen und ein Vorrücken erst dann stattfinden, wenn der Widerstand im Bohrloche durch das Arbeiten der Bohrschneide ganz oder teilweise aus dem Wege geräumt ist.

§ 130. Maschinen, bei denen der Mitnehmer auf die Schraubenspindel wirkt. Zu diesen gehört die Handdrehbohrmaschine von v. Balzberg; siehe Fig. 8, Taf. XVI. Sie besteht aus der hohlen Schraubenspindel *s*, welche in der während des Bohrens festen Mutter *m* spielt und am Ende mit einer Flansche *a* versehen ist; ferner aus der Bohrstange *b*, welche durch die Handkurbel *h* gedreht wird. An der Stange *b* ist die Scheide *d* unveränderlich, die Scheibe, *c* der Mitnehmer, dagegen mittels Keilnut verschiebbar angebracht.

Eine Pufferfeder drückt den Mitnehmer *c* konstant gegen die Scheibe *a*, die wegen des an der Bohrstange befindlichen Bundes nicht nachgeben kann. Die Schraubenspindel wird daher beim Drehen der Kurbel *h* von dem Mitnehmer *c* ganz oder teilweise mitgenommen und in dieser Weise der Bohrstange und dem Bohrer nebst der drehenden auch eine fortschreitende Bewegung erteilt.

Die beiden am Mitnehmer *c* angebrachten Schrauben *l* dienen zum Spannen der Pufferfeder, sodaß der Grad der Abbremsung der Scheiben *d*, also auch der Schraubenspindel, gegen den Mitnehmer der Kraft des Arbeiters und der Gesteinsbeschaffenheit angepaßt werden kann.

Als Gestell für die Balzberg'sche Drehbohrmaschine dient eine Bohrspreize, in welche, ähnlich wie bei dem Lisbet'schen Bohrer, in verschiedenen Höhen zwei Zapfen eingelegt werden können, die sich an der zweiteiligen Mutter *m* befinden. Der eine dieser Zapfen ist in Fig. 8 mit *z* bezeichnet worden.

Erzielte Leistungen. Nach den Resultaten einer längeren Versuchsreihe kann ein Arbeiter in der Minute reiner Bohrzeit abbohren:

36 mm im Anhydrit,
132 „ „ Mergel,
171 „ „ Steinsalz,
137 „ „ Haselgebirge.

§ 131. Der Mitnehmer wirkt auf die Mutter. Die erste brauchbare Maschine dieser Art wurde in England konstruiert und ist unter dem Namen des Villedigues Perforator bekannt. Ihm nachgebildet ist die in Fig. 34—36 auf Taf. XVI dargestellte Handdrehbohrmaschine von Staněk u. Reska. Fig. 34 und 35 sind Schnitte durch das Gehäuse, welches den Vorschubmechanismus enthält.

Die Schraubenspindel *a*, hier gleichzeitig Bohrstange, ist am vorderen Ende mit einem auswechselbaren Schlangenbohrer, am hinteren Ende mit einer Handkurbel versehen. Die Schraubenspindel geht durch das Gehäuse *d*, in welchem sich zwei um die Axen *f* drehbare Schneckenräder *e* befinden, deren Zähne in das Gewinde der Schraubenspindel eingreifen. Werden die Schneckenräder festgehalten, so wirken sie als Mutter und die Schraubenspindel muß, wenn sie von links nach rechts gedreht wird, entsprechend der Steigung des Schraubenganges vorrücken. Sind die Schneckenräder dagegen lose, so können sie sich bei der Drehung der Spindel, wenn der Bohrer gegen das Gestein stößt, ebenfalls drehen; es erfolgt dann also kein Vorrücken der Spindel. Durch ein teilweises Feststellen (Abbremsen) dieser Schneckenräder kann nun das Vorrücken des Bohrers nach Bedarf reguliert werden. Dieses Abbremsen wird durch zwei als hohle Kegel *g* konstruierte Mitnehmer bewirkt, welche von hinten in die hohl gegossenen Schneckenräder eingedrückt werden können.

Diese Bremskegel sind der Länge nach geschlitzt und besitzen oberhalb der Schlitzte einen breiteren Einschnitt, in dem die beiden Backen *h* sitzen. Durch diese Backen, von denen der eine fest, der andere beweglich ist, können die Mitnehmer mittels einer außerhalb des Gehäuses zu handhabenden Stellschraube *k* auseinander getrieben werden, wobei sie sich gegen die inneren Wandungen der Schneckenräder legen und deren Abbremsung bewirken. Von dem Grad letzterer hängt dann das Vorrücken der Schraubenspindel ab.

Am Gehäuse sitzt ein konischer Zapfen *m*, durch welchen dasselbe in der über das schmiedeiserne Rohr *n* gezogenen Muffe *u* drehbar befestigt ist. Durch Lösen der in Fig. 35 mit *s* bezeichneten Mutter wird der Zapfen *m* gelüftet. Die Muffe *u* wird an das Rohr *n* mittels der Schraube *v* festgeklemmt.

Erzielte Leistungen. Einige derselben sind im Folgenden zusammengestellt.

Tabelle XXI.

Bohrloch- durchmesser mm	An der Ma- schine be- schäftigte Arbeiter	In der Minute gebohrt		Bezeichnung des Gebirges
		bei reiner Bohr- arbeit	unter Einrechnung der Nebenarbeiten	
		mm	mm	
46	2	133	79	Steinsalz
46	1	65	44	Desgl.
46	2	163	89	Haselgebirge
46	1	102	58	Desgl.
28	2	37	29	Anhydrit
?	1	—	10	Desgl.
35	1	210—320	—	Harte Steinkohle
35	1	160—240	—	Schieferthon
35	1	50—110	—	Fester Sandstein.

Das Rohr *n* ist teleskopartig über das ebenfalls aus Schmiedeisen bestehende Rohr *o* geschoben und wird durch den in verschiedenen Höhen durchsteckbaren Bolzen *s*, siehe Fig. 36, getragen. Die Drehung beider Rohre umeinander kann durch Anziehen der Druckschraube *p* verhindert werden. Während der Steckbolzen *s* zum vorläufigen Einstellen der Bohrsäule dient, erfolgt das feste Einspannen derselben durch die mit der Pratze *t* versehene Schraube *q*.

Die eigentliche Bohrmaschine wiegt 14 kg, die Bohrsäule mit Muffe 28 kg.

§ 132. Anwendbarkeit der keilend wirkenden Handdrehbohrmaschinen.

Diese Maschinen sind, mit Ausnahme der Jarolimek'schen Maschine, nur in milden und gebräuchlichen Gebirgsarten mit Vorteil anzuwenden. Den theoretischen Beweis hierfür sucht v. Balzberg zu führen¹¹⁶⁾.

Die Jarolimek'sche Bohrmaschine scheint allein unter den drehend wirkenden Handbohrmaschinen hier in Rede stehender Art berufen zu sein, in der Praxis Anwendung zu finden. Bei dem Bohren in sehr festem Gesteine indes, wie Granit, Glimmerschiefer, kieseliger Sandstein, Grünstein, Porphy und Grauwacke, erfordert diese Maschine einen zu großen Arbeitsaufwand, der nicht mehr vorteilhaft durch menschliche Kräfte zu leisten ist. Dieser Arbeitsaufwand erreicht nämlich die Höhe von 18 mkg¹¹⁷⁾ nach dem eintretenden Stumpfwerden der Bohrkronen, also das 2½ fache der Arbeitsleistung eines Mannes an der Kurbel, welcher dieselbe ohne kurz aufeinander folgende Ruhepausen dreht. Eine so große Leistung kann dauernd aber, selbst bei kurzen Ruhepausen, nicht von einem Arbeiter verrichtet werden.

Allerdings beträgt der anfängliche Arbeitsaufwand mit scharfen Kronen in genannten Gesteinen nur 6,6—13 mkg, die Kronen werden aber eben zu rasch abgenutzt, bevor mit ihnen ein erheblicher Bohreffekt erzielt worden ist. Der Grund hierfür liegt darin, daß der Druck, mit welchem die Schneiden der Bohrkronen in das Gestein gedrückt werden, beim Handbohren zu klein ist; gerade der große Druck, also das tiefe Eindringen der Schneiden in die festen Gesteine trägt

¹¹⁶⁾ v. Balzberg. Das drehende Bohren in milden Gesteinsschichten. Leobener Jahrbuch. 1876. Bd. 24. S. 232.

¹¹⁷⁾ Preuß; a. a. O. S. 219.

wesentlich zum Effekt des Drehbohrens in letzteren und zur Erhaltung der Schneiden bei, wie dies die Arbeit mit der hydraulischen Bohrmaschine von Brandt auf das schlagendste beweist. Bei zu schwachem Druck werden die Schneiden, einmal stumpf geworden, mehr schleifend als keilend wirken und dadurch sich nicht nur immer schneller abnutzen, sondern auch gar keine erheblichen Effekte mehr geben.

Schabend wirkende Drehbohrmaschinen (Diamantbohrmaschinen).

Die Bohrer dieser Maschinen sind mit Bohrköpfen (Bohrkronen) versehen, an denen die arbeitenden Teile nicht aus stählernen Schneiden, sondern aus Diamanten bestehen.

§ 133. Die Bohrkronen sind entweder für Vollbohren oder für Kernbohren eingerichtet. In beiden Fällen wird zu ihrer Herstellung ein kurzer eiserner oder stählerner Cylinder benutzt, der für die Vollbohrer mit einem gewölbten Boden zur Aufnahme der Diamanten versehen ist, wie Fig. 44^a und 44^b erkennen lassen. Dieser Boden ist, um das Spülwasser cirkuliren zu lassen, mehrfach durchbohrt. Der Boden kann auch konkav gekrümmt sein, was sogar für die Erhaltung der geraden Richtung, wenn man sehr tiefe Löcher bohren will, vorteilhafter ist.

An den Kronen für Kernbohrer sind, wie aus den Holzschnitten Fig. 45 ersichtlich ist, die Diamanten in die Ringfläche des Cylinders eingelassen. Sowohl beim Vollbohrer als auch beim Kernbohrer müssen die Diamanten so angeordnet sein, daß die ringförmigen Ausschabungen, welche sie im Gestein herstellen, sich gegenseitig berühren oder sogar ein wenig überdecken.

Benutzt man sehr kleine Diamanten, die nur wenig nutzbare Längen in ihren Kanten zeigen, so ordnet man die Diamanten wohl auch so an, daß den größeren derselben die Aufgabe zufällt, tiefere Riefen auszuschaben, während die kleineren die zwischen diesen Riefen stehenden ringförmigen Gesteinsstrossen zu zerstören haben.

Die an dem äußeren Rande der Bohrkronen sitzenden Diamanten müssen etwas über denselben hervorragen, um die Krone und das Bohrgestänge frei zu bohren; aus demselben Grunde werden bei Kronbohrern auch die Diamanten am inneren Rande der Krone etwas über diesen hineinragend eingesetzt. Bereits Leschot verfuhr in dieser Weise. Es genügt zum Freibohren, die Diamanten um 1,5 mm über den inneren und äußeren Rand der Krone hervorragen zu lassen.

Die äußeren Mantelflächen der Bohrkronen versieht man gern mit Längsnuten, um dem Spülwasser und größeren Gesteinsstückchen besseren Abzug zu verschaffen.

Fig. 44a.

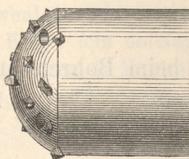


Fig. 44b.

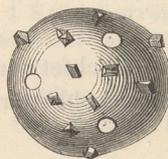


Fig. 45a.



Fig. 45b.

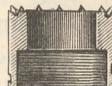
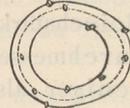


Fig. 45c.



Vom Bord werden nur Stücke verwendet, welche die natürlichen Flächen und Kanten des Oktaeders zeigen; die Kanten bilden die wirksamen Schneiden. Durch Spaltung hergestellte Oktaeder sollten nie verwendet werden, weil die künstlich gebildeten Kanten derselben nicht die erforderliche Widerstandsfähigkeit besitzen. Zu vermeiden sind ferner alle Kristalle, in welchen die Spaltungsebenen des Diamanten bereits angedeutet erscheinen, die also sogenannte Blätterdurchgänge zeigen, da solche Kristalle bereits durch geringen Druck nach diesen Flächen hin zerspalten. Vor der Verwendung der Bords ist also ihre genaue mineralogische Untersuchung unerlässlich.

Der Carbonat zeigt keine Spaltbarkeit; ist seine Oberfläche nicht abgerieben, so eignen sich die Kristallkanten desselben ebenfalls zum Bohren. Die Kristalle des Carbonats müssen also sorgfältig ausgesucht werden und haben deshalb zum Bohren geeignete Stücke einen höheren Preis.

Die Anzahl der zur Herstellung einer Bohrkronen erforderlichen Diamanten hängt von der Größe letzterer und vom Durchmesser der Krone ab. Es können bereits fünf Diamanten genügen, um eine Bohrkronen zu besetzen.

Die Preise der Diamanten fallen und steigen im quadratischen Verhältnisse ihres Karatgewichtes, je nachdem das Gewicht des Diamanten weniger oder mehr als 1 Karat beträgt. Bohrdiamanten haben meistens ein Gewicht von 2—3,6 Karat (ein holländisches Karat = 205,7 Milligramm). Borde von 3,6 Karat Gewicht werden mit circa 47 M. pro Karat verkauft; der sogenannte Grundpreis für 1 Karat ist mithin $47 \cdot 3,6 : (3,6)^2 = 13$ M. Der mittlere Karatpreis für einen circa 3,6 Karat schweren Carbonat ist 38 M., der Grundpreis für 1 Karat also 10,6 M.

§ 137. Das Einsetzen der Diamanten. Für Bohrkronen kleinerer Durchmesser, wie sie bei den Gesteinsbohrmaschinen gewöhnlich üblich sind, gibt es zwei Methoden des Einsetzens. Die eine derselben besteht darin, daß man in die Arbeitsfläche der Krone Löcher einmeißelt, deren Ränder etwas nach oben umgestülpt hergestellt werden. Die Wandungen der Löcher müssen sich möglichst genau dem zu versenkenden Umfange der Diamanten anpassen, sodaß die Flächen derselben überall aufliegen. Der Diamant erhält eine solche Lage, daß eine Oktaederkante radial und horizontal in der Ebene der Arbeitsfläche der Krone zu liegen kommt.

Ist der Diamant in die richtige Lage gebracht, so wird der umgestülpte Rand des Loches zurückgeklopft und das Eisen oder der Stahl um den Diamanten so weit zusammengestaucht, daß knapp nur noch die Kante desselben sichtbar bleibt. Diese Methode des Einsetzens erfordert die größte Vorsicht, da jeder Schlag, der den Diamanten treffen würde, zur Entstehung von Spaltungsrissen Veranlassung geben kann.

Nach der anderen, von Taverdon erfundenen Methode werden die Diamanten in die in der Krone hergestellten Löcher eingelötet. Zu diesem Zwecke wird jedes in beschriebener Weise hergestellte Loch durch eine enge Bohrung mit dem Mantel der Krone in Verbindung gesetzt, in welche Bohrung das Lot eingeführt wird. Der Diamant selbst wird auf galvanischem Wege mit einem dünnen Ueberzug von Kupfer versehen, alsdann in das Loch eingesetzt, wie beschrieben verstemmt, die Bohrung mit Lot gefüllt und die Krone der Weißglühhitze ausgesetzt. Letzteres geschieht indes erst dann, wenn sämtliche Diamanten in die Löcher gesetzt sind, sodaß die Krone nur einmal ins Feuer kommt.

Sind die Diamanten nicht so eingesetzt worden, daß auch selbst der geringste Hohlraum zwischen Diamant und Lochwandungen vermieden wurde — was sehr schwer erreichbar ist — so werden sie mit der Zeit locker, drehen sich in den Löchern, fallen aus diesen heraus oder kommen in Lagen, bei welchen der Druck auf die Krone senkrecht oder parallel der Spaltungsrichtung wirkt und den Diamant zerspaltet.

Je stärker der Druck auf die Krone ist, um so eher wird ein nicht ganz genau eingesetzter Diamant locker und ist dies der Grund, weshalb man in der Praxis die Bohrkronen nicht so stark gegen das Gestein preßt, wie der Erfinder des ersten modernen Diamantbohrers es ursprünglich empfohlen hat. Auch eingelötete Diamanten dürften sich bei sehr hohem Drucke wegen der Nachgiebigkeit des Lotes ähnlich verhalten wie die nur durch Verstemmung festgehaltenen Diamanten, weshalb Taverdon seine Bohrer ebenfalls nur unter mäßigen Pressungen arbeiten läßt.

Nach längerem Gebrauche einer Krone müssen die Diamanten umgesetzt werden; nach den Angaben Riley's hält ein Diamant durchschnittlich viermaliges Umsetzen aus¹²⁰⁾. In gutartigen Gesteinen kann man circa 85 m mit einer Krone bohren, bevor ein Umsetzen der Diamanten notwendig wird; bei wenig gutartigen Gesteinen ist letzteres aber schon nach Abbohrungen von 1—6 m nötig.

Die totale Wertverminderung der Diamanten in einer Bohrkrone kann, ebenfalls nach Riley, auf 18—25 % veranschlagt werden.

§ 138. Die Preise der Bohrkronen hängen im wesentlichen von der Zahl und der Größe der verwendeten Diamanten ab. Nach den oben gemachten Angaben über die Preisbestimmung der Diamanten kann man leicht die annähernden Kosten einer Bohrkrone berechnen, wenn man berücksichtigt, daß die Kosten des Einsetzens der Diamanten und der Stahlkrone circa 1 % des Preises der Diamanten betragen.

Als Minimalpreis einer Bohrkroue kleinsten Kalibers dürfte 160 Mark anzusehen sein; Kronen von 46 mm Durchmesser kosten circa 550 M, solche von 110 mm Durchmesser 1300 M.

§ 139. Das Bohrgestänge. Bohrt man Löcher für Sprengungen, so genügt meistens eine einzige Bohrstange, die aus einem gezogenen Gasrohr hergestellt wird. Für tiefere Löcher, von 2 m und darüber, muß man das Gestänge aus mehreren Röhren zusammensetzen, deren Verbindung durch Schraubengewinde erfolgt.

Das Gestänge besitzt bei Löchern von 28—40 mm Durchmesser denselben äußeren Durchmesser wie die Bohrkroue; bei weiteren Löchern macht man das Gestänge schwächer als die Bohrkroue und genügt für die meisten Fälle eine Stärke von 40 mm und eine lichte Weite von 25 mm.

Für sehr tiefe Löcher bei größerer Weite wird zur Aufnahme des Kernes ein sogenanntes Kernrohr an das Gestänge geschraubt; dieses muß dann dieselbe lichte Weite wie die Bohrkroue besitzen, während das Gestänge einen kleineren Durchmesser erhalten kann.

Die Bohrmaschinen.

Nach der Art, wie der Vorschub des Bohrers erfolgt, kann man die Diamantbohrmaschinen einteilen in solche mit hydraulischem Vorschub und in solche mit Vorschub durch Differentialräder.

¹²⁰⁾ Helmhacker; a. a. O. S. 275.

Der Betrieb kann mittels Elementarkraft, auch auf elektrischem Wege, oder von Hand geschehen.

a. Maschinen mit hydraulischem Vorschub.

§ 140. Die Taverdon'sche Maschine. Von dieser Maschine gibt Fig. 4, Taf. XVI, einen Längsschnitt durch die eigentliche Arbeitsmaschine, Fig. 5 einen Querschnitt durch letztere nach der Linie AB in Fig. 4; Fig. 7 ist ein Längsschnitt durch den Motor, Fig. 6 ein Querschnitt durch denselben nach der Linie AB in Fig. 7, endlich Fig. 3 eine Gesamtansicht der ganzen Bohrmaschine. In letzterer Figur bezeichnet i das Gehäuse, in welchem sich der Motor befindet.

1. Die Arbeitsmaschine.

Die Arbeitsmaschine besteht aus einer stählernen Welle c , welche von dem an den bronzenen Stützen b angeschraubten, noch zu beschreibenden Motor in Rotation versetzt wird. Auf dieser Welle sitzt die Hülse u , in deren vorderes Ende die stählerne Triebwelle c' eingeschraubt ist. Letztere rotirt also, wenn c gedreht wird. Die Abdichtung zwischen den beiden Wellen c und c' bewirkt der kupferne Ring z .

Ueber den vorderen Teil der Triebwelle c' ist die eigentliche hohle Bohrspindel t aus Stahl gezogen, welche vorn die Diamantbohrkrone d trägt. Damit sich die Bohrspindel nicht nur mit der Triebwelle c' drehen, sondern auch längs derselben verschieben kann, sind in letzterer zwei geradlinig verlaufende Längsnuten vorhanden, in welche zwei mit der Bohrspindel verbundene Zähne v eingreifen. Ferner ist die Bohrspindel t mit einem Kolben f' verbunden, den der Lederstulp e' gegen den Vorschubeylinder f abdichtet, sodaß die Bohrspindel sich vorwärts bewegt, wenn hinter den Kolben f' Wasser drückt. Letzteres wird durch die Durchbohrung a' in der Triebwelle zugeleitet und zwar durch die Kanäle h . Diese stehen mit einem Raume in Verbindung, dem das Druckwasser durch einen der beiden in Fig. 3 angegebenen Rohrstützen r aus einem an demselben anzubringenden Schlauche zuströmt. Der andere Rohrstützen r dient zum Ablassen des Druckwassers und kann man durch den ebenfalls in Fig. 3 angegebenen Zweiwegehahn e bald den einen, bald den andern der beiden Rohrstützen r mit den Kanälen h in Fig. 4 in Kommunikation setzen.

Auf dem vorderen Ende der Bohrspindel t sitzt mit dieser fest verbunden die Hülse p , welche auch mit dem Vorschubeylinder f verschraubt ist. Es dreht sich also mit der Triebwelle c' nicht nur die Bohrspindel, sondern auch der Vorschubeylinder.

Um die Reibungswiderstände bei der Drehung der Hülsen p und u möglichst herabzuziehen, sind folgende Einrichtungen getroffen: Die äußere Fläche der vorderen Hülse ist mit sich kreuzenden Nuten versehen, denen durch eine in der Stopfbüchse befindliche Oeffnung, welche gewöhnlich durch eine Schraube verschlossen gehalten wird, Schmiermaterial zugeführt wird. Ueber die Hülse u ist ein Kragen x geschoben, dessen Innen- und Außenflächen ebenfalls mit schraubenförmigen Rinnen zur Aufnahme des Schmieröles versehen sind, welche letzteres durch einen Kanal w zugeführt wird, der mit dem Oelbehälter l in Verbindung steht. Zur Abdichtung sind an allen Stellen, wo es nötig erscheint, Lederstulpen angebracht.

Das Spülwasser wird aus dem hinteren Teile des Vorschubeylinders entnommen, von dem aus dasselbe durch Längsriefen in der Triebwelle bis zu den Kanälen u gelangt, welche den Austritt in das Bohrloch gestatten.

2. Die Kraftmaschine.

Dieselbe ist unter dem Namen „Braconnier'scher Motor“ bekannt. Dieselbe besteht aus zwei in Fig. 6 und 7 auf Taf. XVI mit pp bezeichneten hohlen rollenden Kolben, zu deren Aufnahme das Gehäuse s dient. Für diese Kolben sind durch zwei Scheidewände zwei Cylinder abgegrenzt. Jeder der Kolben ist radial aufgeschlitzt; die Wandungen des Schlitzes sind in Fig. 6 mit uu bezeichnet. Dieser Schlitz dient zur Aufnahme eines Absperrkolbens, der um die Welle o pendeln kann.

Tritt nun motorische Flüssigkeit aus dem linken der beiden in Fig. 6 mit t bezeichneten Räume in den Cylinder s , so wirkt dieselbe auf den Kolben p und rollt ihn über die Fläche des Cylinders. Hierbei beschreibt der Mittelpunkt des Kolbens p einen Kreis um den Mittelpunkt des Cylinders s . Durch den Mittelpunkt jedes Kolbens geht eine Welle m , welche mithin die Funktion einer Kurbel verrichtet. Werden die Radien der Wellen m , der Kolben p und der Gehäuse s mit q , beziehentlich r und R bezeichnet, so ist $r + q = R$, welche Gleichung bei der Bewegung der Radien stets erfüllt wird.

Der Motor arbeitet mithin wie eine Maschine mit oscillirendem Cylinder; der Absperrkolben mit den geraden Flächen uu im Schlitz des Kolbens p vertritt die Lenkstange, nur mit dem Unterschiede, daß hier ihre Länge veränderlich ist.

Jede der Wellen m besteht aus zwei ineinander geschobenen Teilen, von denen der eine mit den Scheiben a , der andere mit dem Cylinder c verbunden ist, der sich in dem mittleren Teile i des Gehäuses s drehen kann. Er dient als verbindendes Glied der beiden um 180° zu einander versetzten Wellen m . Drehen sich die Wellen m , so drehen sich auch die Scheiben a und mit diesen die an ihnen befestigten Wellen l und h , von denen letztere identisch ist mit der Triebwelle c in Fig. 4.

Während der Drehung der Kolben p ist stets der Austrittskanal k für die motorische Flüssigkeit geöffnet, was dadurch erzielt wird, daß der Absperrkolben hin und her oscillirt und bei dieser Oscillation nur den Eintrittskanal der motorischen Flüssigkeit öffnet und schließt, niemals aber den Austrittskanal.

Um Undichtigkeiten zu vermeiden, welche infolge der Rotation der Kolben durch die Abnutzung der ebenen Flächen letzterer eintreten, sind die Deckel n und g des Kraftmaschinengehäuses nach der Mitte desselben zu nachstellbar eingerichtet. Hierzu genügt es, die Muttern q etwas anzuziehen, die über die Enden des Gehäuses geschraubt sind. Damit diese Muttern sich nicht lösen können, sind die Druckschrauben r angebracht. Der ganze Motor paßt mittels des bei g in Fig. 7 angegebenen Gewindes in die mit g bezeichnete Büchse der Arbeitsmaschine.

Die vollständige Bohrmaschine, Kraft- und Arbeitsmaschine, stellt Fig. 3 dar, in welcher i das Kraftmaschinengehäuse, o die in Fig. 7 mit q bezeichneten Stellmuttern bedeuten. Der hintere Deckel n des Gehäuses, siehe Fig. 7, ist zur Aufnahme eines Klemmringes eingerichtet, mittels dessen die Maschine an einer Bohrspreize oder an der Tragstange des weiter unten zu beschreibenden Gestells befestigt werden kann.

Sehr wichtig für die Unterhaltung der Kraftmaschine ist eine gründliche kontinuierliche Frottage der vielen sich drehenden Teile. Zu diesem Zwecke sind sämtliche Wellen der Länge nach durchbohrt, um das Schmieröl in alle Lager zu leiten, die sich kreuzende Riefen zur Aufnahme des Oeles besitzen. Ueber den Motor ist ein durch einen Deckel verschließbarer, mit vielen Scheidewänden versehener Behälter behufs Aufnahme und Verteilung des Schmiermittels gestülpt.

Die Kraftmaschine kann mit Dampf, komprimierter Luft oder Wasser beaufschlagt werden. Vorzüglich eignet sich die Taverdon'sche Maschine zum Betriebe mittels Elektrizität¹²¹⁾.

Auf der Pariser Elektrizitäts-Ausstellung im Jahre 1881 war eine für elektrischen Betrieb eingerichtete Maschine in Arbeit zu sehen. Während bei dieser Ausstellungsmaschine der dynamo-elektrische Motor in der Axe der Bohrmaschine, mit dieser verbunden, angebracht war, ist man neuerdings dazu übergegangen, die Dynamo-Maschine getrennt von der Bohrmaschine, nahe derselben aufzustellen und die rotirende Bewegung der Welle ersterer durch Seile auf die Triebwelle letzterer zu übertragen¹²²⁾.

Neuerdings ist die Taverdon'sche Maschine auch für Handbetrieb eingerichtet worden¹²³⁾.

3. Das Gestell.

Als Gestell für die Taverdon'sche Bohrmaschine läßt sich die Bohrspreize und hydraulische Spannsäule gut verwenden, falls nicht mehr wie zwei Maschinen gleichzeitig an einer Stelle benutzt werden sollen. Wird letzteres beabsichtigt, so ist das in Fig. 16 auf Taf. XVI abgebildete Gestell recht zweckmäßig zu verwenden. Dasselbe dürfte ohne weitere Erläuterungen verständlich sein und soll hier nur noch erwähnt werden, daß die Feststellung desselben durch mit Pratzen versehene Schraubenspindeln erfolgt, die wie bei der gewöhnlichen Bohrspreize in den vier Säulen des Gestelles angebracht sind.

4. Gewichte und Preise der Taverdon'schen Maschine.

	Gewicht	Preis
Die Bohrmaschine (Arbeitsmaschine)	30 kg	960 Mk.
Luftmotor	18 „	480 „
Dampfmotor	18 „	480 „
Wassermotor	30 „	480 „
Elektromotor	200 „	1200 „
Gestell für 4 Maschinen auf Räder gesetzt	350 „	1440 „
Zwölf Bohrkronen	— „	1920 „

5. Leistungen.

Nach den Angaben Taverdon's können mit einem Arbeitsverbrauch von zwei Pferdekraften in der Minute abgebohrt werden:

¹²¹⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 556. — 1884. Bd. 28. S. 150. — Application of electricity to tunneling. Scientific American. 1884. I. Bd. 50. S. 31.

¹²²⁾ Prospekt der Société française du diamant noir (Système Taverdon) à St. Denis. Paris 1884. Paul Dupont. 41 Rue Jean-Jacques-Rousseau.

¹²³⁾ A. a. O.

in Granit	5—9 cm,
in festem Kalkstein (petit granit).	15 cm,
in Lava	30 cm,
in Marmor	20 cm,
in Kalk- und Sandstein	10—12 cm.

Taverdon empfiehlt, unter schwachem Druck der Bohrkronen gegen das Gestein, aber mit großer Tourenzahl zu arbeiten; nach seinen Angaben soll ersterer 60 kg nicht übersteigen. Als mit seiner Maschine erreichbare Tourenzahl gibt er 3000 an.

§ 141. Bohrmaschine der amerikanischen und pennsylvanischen Diamant-bohrergesellschaft. Diese von Allison konstruierte Maschine ist in Fig. 37, 38 und 39 auf Taf. XIV abgebildet und zwar gibt Fig. 37 eine Ansicht der ganzen, auf einem Gestell montirten Maschine, während Fig. 38 und 39 zwei Längsschnitte durch die Arbeitsmaschine darstellen.

1. Die Arbeitsmaschine.

Die mit *s* bezeichnete Bohrspindel ist hohl und führt durch dieselbe die ebenfalls hohle Bohrstange *g*, welche mittels zweier Schrauben *h* und Druckbacken durch die Klemmhülse *i* der Bohrspindel fest mit dieser verbunden wird. Die Bohrspindel ist mit einer durchlaufenden Längsnut versehen, in welche eine Feder der langen Nabe des Kegelrades *k* eingreift. Letzteres wird durch das auf der Triebwelle *u* sitzende Kegelrad *l* in Umdrehung versetzt.

Die beschriebene Verbindung des Kegelrades *k* mit der Bohrspindel *s* ermöglicht es, daß letztere sich nicht nur drehen, sondern auch in ihrer Axenrichtung hin und her schieben läßt. Diese geradlinige Bewegung wird durch Wasserdruck hervorgebracht; zu diesem Zwecke ist die Bohrspindel durch die Traverse *f* mit den Stangen *a* zweier Kolben *n* verbunden, die in die Vorschubcylinder *c* passen. Je nachdem das Druckwasser über oder unter die Kolben *n* tritt, wird die Bohrspindel, mithin auch das Bohrgestänge, vor- oder rückwärts geschoben.

Die Zuleitung des Druckwassers erfolgt durch das Rohr *d*, in welches ein die Verteilung desselben regulirender Vierwegehahn eingeschaltet ist, der auch mit der Ableitung des Druckwassers in Verbindung gesetzt werden kann. Die in den Vorschubcylindern herrschende Wasserpressung kann an einem Manometer, dessen Anbringung aus Fig. 36 ersichtlich ist, abgelesen werden.

Das Spülwasser wird dem Gestänge durch einen in Fig. 36 angegebenen Gummischlauch zugeführt, der mittels eines auf das Gestängende gesetzten Kopfstückes an dieses gekuppelt ist.

Ist das Bohrloch um die Länge des Vorschubcylinders (circa 600 mm) abgebohrt und will man tiefer bohren, so löst man die Schrauben *h* der Klemmhülse und schiebt die Bohrspindel zurück, indem man Druck unter die Vorschubkolben setzt. Hierbei wird vorausgesetzt, daß das in der Bohrspindel enthaltene Gestängestück noch um mindestens 0,6 m über die Klemmhülse *i* derselben hervorragt und nicht, wie in Fig. 38 und 39 gezeichnet, in dieser Hülse sein Ende erreicht.

Sollen Löcher von 1—1,5 mm Tiefe abgebohrt werden, so kann das von der Bohrspindel umschlossene Gestängestück so lang gemacht werden, daß eine Verlängerung desselben nicht erforderlich wird. Macht sich für tiefere Löcher eine

solche notwendig, so nimmt man das Kopfstück mit dem Spülwasserschlauch von dem Gestänge ab, schraubt ein neues Gestängestück auf und setzt oben auf dieses das Kopfstück mit dem Schlauche wieder auf.

2. Die Kraftmaschine.

Als solche wird entweder eine Maschine mit rotirendem Kolben oder eine Root'sche Zweikolben-Maschine¹²⁴⁾ oder eine Dreicylinder-Maschine benutzt, welche die Triebwelle u der Arbeitsmaschine stets direkt in Umdrehung versetzt. Alle diese Motoren sind zum Betriebe mit Dampf, komprimierter Luft oder Wasser eingerichtet.

3. Das Gestell.

Als erprobt gilt die in Fig. 37 auf Taf. XVI dargestellte Konstruktion eines solchen. Die eigentliche Arbeitsmaschine kann um eine kreisförmige, in einer Nut an den beiden Säulen des Gestelles geführten Platte beliebig im Kreise gedreht und während der Arbeit durch einen Steckbolzen festgehalten werden.

Zum bequemen Transport des Gestelles kann man dasselbe in senkrechter Stellung an einen zweiräderigen Wagen kuppeln. Soll die Bohrmaschine an Stellen benutzt werden, wo eine Abspreizung desselben nicht angeht, so zieht man sie von dem eben beschriebenen Säulengestell ab und befestigt sie auf einer eisernen Bodenplatte. Letztere wird dann in horizontaler Lage mit irgend einem passenden Fuß verbunden, der so schwer sein muß, daß er durch den Druck des Bohrgestänges gegen das Gestein nicht gehoben werden kann. Dieser Druck beträgt circa 7—8 Atmosphären.

Zum gleichzeitigen Gebrauch mehrerer Bohrmaschinen bei Tunnelbauten werden fahrbare Wagengestelle benutzt, welche ähnlich konstruiert sind wie die für Stoßbohrmaschinen benutzten.

Das Gewicht der beschriebenen Bohrmaschine für Herstellung von 25—40 mm weiten Löchern beträgt 130 kg. Preis 5300 M.

b. Diamantbohrmaschinen mit Differentialräder-Vorschub.

§ 142. Maschinen der pennsylvanischen Diamantbohr-Gesellschaft in Pottsville; siehe Fig. 29, Taf. XII¹²⁵⁾.

1. Die Arbeitsmaschine.

Die Arbeitsmaschine besitzt eine hohle Schraubenspindel d , durch welche das hohle Bohrgestänge e geht. Letzteres wird durch eine Druckschraube fest gegen die Wandungen der Schraubenspindel gedrückt, deren Drehung durch Vermittelung der Kegelräder b und c erfolgt. Das Rad c greift mittels einer Feder in die Längsnut der Schraubenspindel, sodaß diese sich während der Drehung auch in ihrer Längsrichtung verschieben kann.

Die Vorwärtsbewegung der Schraubenspindel, also der Vorschub des Bohrers, erfolgt durch zwei Differential-Stirnräderpaare $z_1 z_2$ und $z_3 z_4$. Das Rad z_1 ist mit

¹²⁴⁾ Eine Beschreibung des Root'schen Motors findet sich bei Riedler, Gesteinsbohrmaschinen, S. 92, und in der Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24 B. S. 169.

¹²⁵⁾ Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. S. 227.

der Vorschubmutter, durch welche die Schraubenspindel hindurchgeht, fest verbunden und hängt von der Umdrehungszahl dieser Mutter die Größe des Vorschubes ab. Die Umdrehungszahl der Mutter ist wieder von den Zähnezahlen der auswechselbaren Räder z_3, z_4 abhängig.

Das Rad z_3 ist als Friktionsscheibe ausgeführt, sodaß bei zu großem Widerstande ein Gleiten derselben eintritt und der Vorschub sich auf diese Weise dem Fortschritt des Bohrers anpaßt und zu starkes Anpressen der Schraubenspindel bei plötzlichem Wechsel des Gesteinswiderstandes vermieden wird.

Die Größe des Vorschubes pro Umdrehung ist

für härtestes Gestein, wie Quarzit, auf	0,042 mm,
„ feste Gesteine, wie Granit, Gneis, Porphyry, auf	0,084 „
„ mittelfeste Gesteine, wie Marmor, Sandstein auf	0,12 „

bemessen.

Die Aenderung des Vorschubes geschieht durch Auswechseln des Stirnräderpaars z_3, z_4 , wozu noch nicht ganz fünf Minuten Zeit erforderlich sind.

Infolge des konstanten Vorschubes bei einer Umdrehung ist die Leistung der Maschine lediglich von der Umdrehungszahl abhängig gemacht; je größer diese, desto größer die in der Zeiteinheit abgebohrte Tiefe.

Ist die Schraubenspindel auf ihre ganze Länge vorgeschoben und will man sie wieder zurückziehen, so löst man ihre Verbindung mit dem Gestänge, rückt die Räder z_2 und z_3 aus, stellt die Vorschubmutter fest und läßt den Motor in entgegengesetzter Richtung wie beim Bohren umlaufen, wodurch die Spindel bei jeder Umdrehung um die Ganghöhe ihres Gewindes zurückbewegt wird. Steht dann noch Gestänge oben aus der Schraubenspindel hervor, so klemmt man es wieder fest und kann, nach Einrückung der Zahnräder, wieder weiter gebohrt werden.

Für die Herstellung von Löchern für Sprengschüsse ist die Bohrspindel so eingerichtet, daß man mit einem einzigen Gestängestück auskommt. Andernfalls muß man das Gestänge verlängern, was in der bei der Beschreibung der Diamantbohrmaschine mit Allison's Vorschub angegebenen Weise erfolgt. Das Spülwasser wird dem Hohlgestänge durch den Schlauch f_1 zugeführt.

2. Der Motor.

Derselbe wird durch eine kleine Zwillingsmaschine mit oscillirenden Cylindern a gebildet, deren Kolbenstangen auf eine gekröpfte Welle wirken, auf welcher das konische Rad b sitzt. h ist der Hebel zur Drosselklappe, g das Rohr für die Zuleitung der motorischen Flüssigkeit; als solche kann Dampf oder komprimierte Luft dienen.

3. Das Gestell.

Die gußeberne Fundamentplatte, auf welcher der Motor montirt ist, kann in geeigneter Weise mit einem fahr- oder tragbaren Gestell verbunden werden. Da die Arbeitsmaschine mit der ringförmigen Scheibe n verbunden ist, welche um ihren Mittelpunkt gedreht werden und durch Steckbolzen in verschiedenen Lagen festgehalten werden kann, so wird ein Bohren unter jedem Winkel zur Horizontalebene ermöglicht.

Das Gewicht der Maschine beträgt 250 kg, ihr Preis 5000 M.

§ 143. **Kraftbedarf der amerikanischen Diamantbohrmaschinen.** Während Taverdon für den Betrieb seiner Bohrmaschine angeblich nur zwei Pferdekräfte disponibel zu haben braucht, bedürfen die amerikanischen Maschinen größerer Betriebskraft und ist dieselbe, je nach dem Durchmesser der herzustellen den Löcher, auf 4—5 Pferdekräfte zu veranschlagen¹²⁶⁾.

§ 144. **Druck auf die Bohrkronen und Umdrehungszahl des Bohrers.** Je größer dieser Druck und je größer die Umdrehungszahl des Bohrers, desto größer wird der Bohrfortschritt sein. Beaumont¹²⁷⁾ empfiehlt einen Druck von 200—400 kg bei 250 Touren des Bohrers. In Saarbrücken¹²⁸⁾ bohrte man ohne Nachteil mit einem Druck von 1020—1060 kg pro qcm der ringförmigen Arbeitsfläche bei 216—244 Touren. Für gewöhnlich arbeitete man unter einem Druck von 300—600 kg mit 2—300 Touren.

Selbst für Tiefbohrungen bis zu 300 m werden nur 8 pferdekräftige Motoren benutzt.

Für die Bohrmaschine mit Allison's hydraulischem Vorschub gibt Riedler¹²⁹⁾ den erforderlichen Druck zu 7—8 Atmosphären an.

§ 145. **Leistungen.** In der Minute reiner Bohrzeit können abgebohrt werden

in Quarzit	2—5 cm,
in Granit und hartem Kalkstein	5—7 „
in Sandstein	10 „

Für Maschinen mit Differentialräder-Vorschub berechnet sich die zu erwartende Leistung nach der Tourenzahl und den oben S. 284 gegebenen Größen des gebräuchlichen Vorschubes.

§ 146. **Preise der Bohrmaschinen.** Soweit die Angabe von Preisen nicht bereits im Vorstehenden erfolgt ist oder in den folgenden Paragraphen noch stattfinden wird, sollen an dieser Stelle einige Mitteilungen über die Preise der gebräuchlichsten Bohrmaschinen und Gestelle Platz finden.

a. Stoßbohrmaschinen.

Es kostet:

eine Maschine von Broßmann	1000 M.
„ „ „ Dubois u. François	1200 „
ein Gestell von Dubois u. François für vier Maschinen	2800 „
eine Maschine Eclipse, je nach Größe	1260—2850 „
„ „ von Ferroux, 3. Modell	1600 „
„ „ „ Frölich	700 „
„ hydraulische Spannsäule zu derselben	300 „
„ Maschine von Neill	500 „
„ „ „ Sachs, je nach Größe	900—1100 „

¹²⁶⁾ Statistics of mines and mining in the states and territories west of the Rocky Mountains by R. W. Raymond. 1872. S. 133.

¹²⁷⁾ Beaumont, Application du diamant noir au forage mécanique. Revue univ. d. min 1874. Serie I. Bd. 35. S. 580.

¹²⁸⁾ Preuß. Zeitschr. 1876. Bd. 24 B. S. 170. — 1877. Bd. 25 B. S. 226.

¹²⁹⁾ Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 91.

ein fahrbares Säulengestell für zwei Sachs'sche Maschinen	2400 M.
eine Maschine von Schram, je nach Größe	800—1250 „
ein Bohrwagen für zwei Schram'sche Maschinen	1050 „

Handbohrmaschinen. Der Preis der Faber'schen Maschine ist circa 700 Mark; diejenige von Gronert kostet gleichfalls 700 M, mit Wagengestell 1600 M. Der Apparat von Kőnyves-Tóth kostet 280 M.

b. Drehbohrmaschinen.

Es kostet eine hydraulische Drehbohrmaschine von Jarolimek mit Bohrspreize 5000 M. Der Preis zweier Brandt'scher Maschinen nebst zugehöriger Spannsäule ist 10000 M.

Die Preise der Handbohrmaschinen verschiedener Systeme sind folgende:

Taverdon	960 M.
Lisbet	250—350 „
v. Balzberg	400 „
Staněk u. Reska	400 „
Jarolimek	700 „

Dritter Teil.

Praktische Verwendung der Bohrmaschinen (Ausbruchverfahren).

§ 147. Anwendbarkeit der Bohrmaschinen. Die Anwendung von Bohrmaschinen kann erfolgen zur Herstellung von Löchern für Sprengungen und für andere Zwecke. Im letzteren Falle wird es sich meistens um Löcher handeln, die zur Aufnahme von Ankerstangen aller Art, Röhren zum Ableiten von Flüssigkeiten und Gasen, zur Ventilation und zur Einführung von Cement behufs Reparatur von Fundamenten dienen sollen. Im allgemeinen wird die Herstellung von Löchern für letztere Zwecke nur vereinzelt vorkommen und deshalb die Benutzung von Bohrmaschinen mit Elementarbetrieb wegen der zu hohen Beschaffungskosten der motorischen Kräfte nicht in Frage kommen.

In diesen Fällen bleibt dann nur übrig, in Erwägung zu ziehen, ob Handbohrmaschinen zu benutzen seien.

Spielt der Anschaffungspreis derselben keine Rolle und stehen örtliche Verhältnisse der Maschinenbohrung nicht entgegen, so wird die Wahl unter den Handbohrmaschinen von der Beschaffenheit des Gebirges, in welchem gebohrt werden soll, abhängen. Für mildes und gebräches Gebirge eignen sich am besten Drehbohrmaschinen. Die Benutzung dieser Maschinen zum Bohren unter freiem Himmel wird dadurch beeinträchtigt, daß man besondere Gestelle für sie herstellen muß, die gegen das Verrücken beim Bohren zu sichern sind und die für nach unten gerichtete Löcher so schwer sein müssen, daß sie durch den beim Bohren ausgeübten Druck nicht gehoben werden können.

Auf die Bedienung jeder dieser Maschinen sind zwei Mann zu rechnen. Zum Bohren mit der Jarolimek'schen Maschine ist Spülwasser erforderlich, was bei den andern Maschinen infolge der gewundenen Form des Bohrschaftes nicht gebraucht wird.

In festem Gebirge können von Drehbohrmaschinen nur diejenigen von Jarolimek und die Diamantbohrmaschine von Taverdon in Frage kommen, von denen letztere zum Bohren in Konglomeraten mit thonigem Bindemittel indes nicht zu gebrauchen ist. Sonst müssen Stoßbohrmaschinen benutzt werden.

Von letzteren sind diejenigen am zweckmäßigsten, bei denen der Bohrer als Wurfböhrer von Hand geführt wird. Unter ihnen verdient der allerdings nur zum Bohren nach unten gerichteter Löcher vorteilhaft anwendbare Apparat von Könyves-Tóth die meiste Beachtung. Von den mittels Kurbel zu betreibenden Stoßbohrmaschinen bieten nur diejenigen Vorteile, in denen der Schlag durch gespannte Federn erfolgt, also die Maschinen von Faber, Gronert u. A.

Handelt es sich um die Herstellung von über 4—5 m tiefen Löchern, so ist die Benutzung dieser Stoßbohrmaschinen mit Kurbelantrieb ausgeschlossen.

In sehr festem Gestein, wie Quarzit, Porphy, Grünstein, Grauwacke, Granit etc., sind von Drehbohrmaschinen nur diejenigen mit Diamantbohrern erfolgreich zu benutzen und bleibt man im übrigen auf die Anwendung von Stoßbohrmaschinen angewiesen:

Bohrlöcher für Sprengungen. Das eigentliche Feld für die Benutzung der Gesteinsbohrmaschinen ist die Herstellung von Löchern zu Sprengzwecken. Für vereinzelte Sprengungen wird niemand Bohrmaschinen anschaffen, wohl aber, wenn Sprenglöcher wiederholt und in größerer Zahl zu bohren sind. Bei der Sprengarbeit handelt es sich entweder um die Gewinnung nutzbarer oder wertloser Massen, im letzteren Falle also nur um die Herstellung hohler Räume.

§ 148. Gewinnung nutzbarer Massen. Dem Zwecke dieses Handbuches entsprechend kann hier nur die Gewinnung solcher Massen in Betracht kommen, welche Verwendung für Bauzwecke finden. Bei der Gewinnung dieser Massen, möge sie nun unterirdisch oder über Tage erfolgen, wird meistens nur eine beschränkte Zahl von Bohrlöchern herzustellen sein; dies schließt von vornherein die Benutzung von Elementarkräften zum Betriebe etwa zu benutzender Bohrmaschinen wegen der zu hohen Anlagekosten aus. Man ist deshalb nur auf die Verwendung von Handbohrmaschinen angewiesen.

Sind die zu gewinnenden Massen weich, wie manche erst nach dem Bruche an der Luft erhärtende Sandsteine, so wird sich die Anwendung von Drehbohrmaschinen empfehlen, mit denen man dann auch billiger arbeiten wird wie beim Handbohren, vorausgesetzt, daß die örtlichen Verhältnisse nicht große Ausgaben für die Translocirung der Maschine verursachen.

Sind die zu gewinnenden Massen dagegen fest und sehr fest, so kommen von Handdrehbohrmaschinen nur die von Jarolimek und die von Taverdon, letztere mit Diamantbohrer, in Frage; im übrigen ist man auf die Benutzung von Stoßbohrmaschinen angewiesen. In allen Fällen wird die Arbeit in festem und sehr festem Gestein unter Anwendung von Handbohrmaschinen teurer sein als beim Handbohren; eine Ausnahme kann vielleicht bei der Benutzung der Bohrmaschine von Könyves-Tóth stattfinden. Die erhebliche Verteuerung der Arbeit ist auch der Grund, weshalb Handbohrmaschinen für die Gewinnung nutzbarer Gesteine bisher fast gar keine dauernde Verwendung gefunden.

§ 149. Herstellung hohler Räume. Es sei gleich an dieser Stelle erwähnt, daß jeder Versuch, hierbei stoßend wirkende Handbohrmaschinen zu benutzen, bisher gescheitert ist, weil die vorhandenen Konstruktionen von Hand-Stoßbohrmaschinen, wie in § 100 gezeigt wurde, weder einen forcirteren Betrieb als beim Handbohren ermöglichen, noch ökonomische Vorteile bieten. Anders liegen die Verhältnisse für Hand-Drehbohrmaschinen, die in mildem und gebrächem Gebirge

wohl mit Vorteil zu benutzen sind; die Jarolimek'sche Handdrehbohrmaschine scheint sich sogar in festem Gestein zu bewähren, wie weiter unten gezeigt werden wird.

Am geeignetsten für die Herstellung hohler Räume im Gestein sind die durch Elementarkraft betriebenen Bohrmaschinen; mit ihnen kann man nicht nur billiger, sondern vor allem schneller als beim Handbohren arbeiten. Auf die Erreichung des einen oder andern Vorteils ist allein die Methode, nach welcher man die Maschinen benutzt, von Einfluß.

§ 150. Die Arbeitsmethoden. Nach dem Vorangeschickten werden nur diejenigen Arbeitsmethoden mit Bohrmaschinen betrachtet werden, welche zur Herstellung von Hohlräumen im Gestein dienen. Hierbei handelt es sich für den Ingenieur zunächst immer um solche Räume, deren polygonale, ovale oder auch kreisrunde Querschnittsformen beschränkte Dimensionen besitzen und deren Längenerstreckung vorwiegend horizontal, seltener vertikal oder geneigt ist.

Sieht man von den sogenannten Einschnitten ab, so bilden diese Räume, wenn sie unterirdisch horizontal oder nahezu horizontal verlaufen, die Vorläufer für Tunnel, Reservoirs und Minenkammern und werden im allgemeinen als Stollen bezeichnet.

Die Arbeitsmethoden in Stollen hängen davon ab, ob mit oder ohne Explosivstoffe gearbeitet und ob der Stollen billig oder schnell vorwärts getrieben werden soll.

I. Der Betrieb kann unter Anwendung von Explosivstoffen erfolgen.

a. *Es soll billiger oder doch wenigstens nicht teurer als beim Handbohren gearbeitet werden.*

§ 151. Reine Maschinenarbeit mit einer oder zwei Maschinen, nur für sehr festes Gebirge geeignet. Bis vor nicht zu langer Zeit glaubte man, daß die reine Bohrmaschinenarbeit stets teurer sei als das Handbohren; insbesondere galt dies als ziemlich ausgemacht für den Fall, in welchem man beim maschinellen Bohrbetriebe diejenigen Vorteile ausnutzen wollte, welche im Handbohren liegen, nämlich die Stellung der Löcher dem Gebirgsverhalten anpassen zu können. Da hierbei sehr viel Zeit mit dem Um- und Wiedereinstellen der Bohrmaschinen verloren ging und dieser Zeitverlust durch die größere Leistung beim Bohren nicht wieder wett gemacht werden konnte, so wurde in der That ein ökonomischer Vorteil mit dem Maschinenbohren nicht erreicht.

Es hat sich nun aber gezeigt, daß in sehr festem Gestein der Bohrfortschritt sehr kräftiger Maschinen so erheblich viel größer ist als der des Handbohrens, daß die gedachten Zeitversäumnisse dann wieder eingeholt werden. Die frühere Ansicht von der Unmöglichkeit der Konkurrenz des reinen Maschinenbohrens mit dem Handbohren kann also nur in Bezug auf den Betrieb in weniger festem Gebirge als richtig gelten.

Will man beim Maschinenbohren den oben gedachten Vorteil des Handbohrens ausnutzen, so ist es selbstverständlich, daß man zum Betriebe eines Stollens nur mit einer, höchstens noch mit zwei Maschinen arbeiten kann, weil bei dem beschränkten Raume, den die üblichen Stollendimensionen bieten, eine

größere Anzahl von Maschinen die nötige freie Bewegbarkeit der einzelnen Maschine nur hindern würde. Am billigsten wird man immer mit einer Bohrmaschine arbeiten.

Als Beispiel dafür, daß es wirklich möglich ist, auf diese Weise mit viel geringeren Kosten als beim Handbohren einen Stollen zu treiben, möge die maschinelle Bohrarbeit in dem Willibald-Stollen No. 3 der Grube Dörnberg bei Ramsbeck dienen.

Das Gestein, durch welches dieser Stollen getrieben wurde, war sehr feste Grauwacke. Zum Bohren wurde eine Schram'sche Maschine von 105 kg Gewicht an einer Bohrsäule von 83 kg Gewicht benutzt. Die Belegschaft bestand aus zwei Mann. Der durchschnittliche Ortsquerschnitt war 5,6 qm groß; pro Meter Auffahrung wurden 60,9 Bohrlöcher, durchschnittlich 0,597 m tief, gestoßen und in drei achtstündigen Schichten täglich 0,337 m Stollen aufgeföhren bei einem Aufwand von 9,7 kg an Dynamit und Schießbaumwolle pro laufendes Meter oder 1,7 kg pro Kubikmeter. Die gesamten Auffahrungskosten pro Meter einschließlich Verzinsung und Amortisation der ganzen maschinellen Anlage betragen 120,64 M gegen 165,0 M beim Handbohren.

§ 152. Kombinierte Hand- und Maschinenarbeit. Zu derselben können Stoß- oder Drehbohrmaschinen verwendet werden. Arbeitet man mit ersteren, so werden die Einbruchslöcher von Hand, die Löcher zum Nachnehmen der Firste, Strosse und der Stöße mit der Maschine gebohrt. Beim Ansetzen der wichtigen Einbruchslöcher wird also auf die Beschaffenheit des Gebirges Rücksicht genommen werden können. Arbeitet man mit Drehbohrmaschinen, so stellt man die Einbruchslöcher stets mit diesen her, deren Wirkung durch die starken Sprengladungen infolge der großen Bohrlochdurchmesser erheblich erhöht wird.

In Fig. 9—12 auf Taf. XVI ist das Ansetzen der Einbruchslöcher bei der kombinierten Hand- und Maschinenbohrmethode unter Anwendung einer Jarolimek'schen Drehbohrmaschine näher angegeben. Die Verschiedenheit in dem Ansetzen der Maschinenbohrlöcher beruhte in diesem Falle darauf, daß eine Kluft (in den vier Figuren durch eine von oben nach unten nahe dem linken Stoße verlaufende Linie angegeben) in der Stollenbrust auftrat, deren wechselnde Beschaffenheit auf die Verteilung und Richtung der vier Einbruchslöcher von Einfluß war.

Im folgenden sind einige Beispiele für die kombinierte Hand- und Maschinenbohrarbeit zusammengestellt worden.

Tabelle XXI.
Beispiele für die kombinierte Hand- und Maschinenbohrarbeit.

Ort, wo der Betrieb stattgefunden	Bezeichnung der benutzten Bohr- maschine	Anzahl der gleich- zeitig benutzten Maschinen	Ortsquerschnitt		Anzahl der pro Meter Auffahrung abgebohrten Löcher, gebohrt		Durchschnittliche Tiefe der Bohr- löcher beim Bohren		Durchmesser der mit Maschine ge- bohrten Löcher	Verbrauch an Spreng- material pro laufendes Meter	Totale Kosten pro laufendes Meter ¹³⁰⁾	Zahl der in einer Schicht beschäf- tigten Arbeiter	pro Tag aufge- fahrene Länge	Bezeichnung des durch- fahrene Gebirges
			qm	von der Maschine	von Hand	mit der Maschine	von Hand	cm						
Albert-Schacht im Plauenschen Grunde	Brandt	1	7,5	4,7—7,6	21—57	1,1	0,6—0,7	6	10,6—16,6 Dynamit	116—147	3—4	0,52	Porphyr	
Beihilfe Erbstollen-Grube bei Freiberg	Brandt	1	3,45	6,2	14,5	1,06	0,58	6,8	9,72 Dynamit	73	6	0,83	Gneis	
Raibl in Kärnten	Jarolimék (hydr. Masch.)	1	3,68	4,1	18,8	0,99	0,44	7	6,63 Dynamit	55	3 bez. 2	0,93	Dolomi- tischer Kalk	
Kronprinz Rudolf Stefan- Schacht bei Przibram	Jarolimék (Handbohrm.)	1	4,25	6,28	13,9	0,844	0,407	5	1,26 Dynamit 3,43 Spreng- gelatine	52	4	0,23	Granit	
Beihilfe Erbstollen-Grube bei Freiberg	Schram	2	3,75	33,9	4,3	0,75	0,46	3,75	9,71 Dynamit	77	6	0,77	Gneis	
Grube Altenberg bei Aachen	Sachs	2	5,06	21,0	10,5	0,5—0,9	0,4	4,1	5,4 Pulver	216	5 bez. 2	0,38	Quarziger Granwacken- schiefer.	

¹³⁰⁾ Inklusiv Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten.

b. *Es darf teurer als beim Handbohren gearbeitet werden.*

§ 153. Allgemeines. Forcirtir Betrieb. Benutzt man nur eine oder zwei Maschinen für den Ortsbetrieb, so kann man wohl noch einigermaßen die Stellung der Bohrlöcher dem Gebirgsverhalten anpassen und dadurch eine gewisse Ersparnis an Sprengmaterial erzielen; der Fortschritt wird aber nur gering bleiben, wenn er auch erheblich höher als beim Handbetrieb ausfällt. Diese Art des Arbeitens kommt wohl noch dort vor, wo man zu hohe Anlagekosten für die Beschaffung der motorischen Kräfte scheut und es auf sehr große Schnelligkeit des Vortriebes nicht ankommt. Ist letztere aber Hauptzweck und spielen die Kosten keine große Rolle, soll also der Betrieb forcirt werden, so wird in der Weise verfahren, daß man die Stollenbrust gleichzeitig mit möglichst vielen Bohrmaschinen angreift und bei jedem Angriff so viel Löcher, ohne Rücksicht auf das Gebirgsverhalten, mehr oder weniger parallel zur Stollenaxe bohrt, daß bei deren Wegthun der Stollen um die Tiefe dieser Löcher vorrückt.

Hält man darauf, daß sämtliche Löcher mit ihren Oertern in derselben Vertikalebene zu liegen kommen, so kann man auch sicher sein, daß bei richtiger Ausführung der Sprengarbeit die Stollenbrust eine stets mehr oder weniger vertikale bleibt. Je tiefer man die Löcher bohrt, desto größer muß ihre Zahl pro Flächeneinheit der Stollenbrust werden, weil mit der Tiefe die Vorgabe wächst; die Größe des Vorrückens hängt dann also von der Zahl der angewandten Maschinen ab; dieser wird indes durch die Größe des disponibelen Raumes, also der Ortsquerschnitte, eine Grenze gesetzt.

Je tiefer man die Löcher bohrt, um so vorteilhafter ist dies für die Schnelligkeit des Vorrückens, denn um so größer wird das Verhältnis der reinen Bohrzeit zu der auf das Besetzen, Wegthun und Beräumen der Löcher verwendeten Zeit. Der Zeitaufwand für diese Arbeiten ist, vom ideellen Standpunkte aus, ein Zeitverlust, der soviel als möglich herabgedrückt werden muß.

Das Verhältnis der reinen Bohrzeit zu dem ganzen zum Vortrieb des Stollens erforderlichen Zeitaufwand war am günstigsten im Mont-Cenis-Tunnel, nämlich 0,75. Im Gotthard-Tunnel betrug es auf der nördlichen Seite 0,6—0,65, auf der südlichen Seite 0,6, im Arlberg-Tunnel 0,5.

Man stellt bei der auf forcirtir Betrieb gerichteten Arbeitsmethode jetzt meistens einen Einbruch her. Derselbe kann ausgebohrt oder ausgesprengt werden.

§ 154. Der Einbruch wird ausgebohrt.

a. Der Einbruch besteht in einem Loche. Diese besonders von Dubois u. François ausgebildete Arbeitsmethode besteht darin, daß man mittels besonders konstruirter Bohrer (vergl. S. 223) an geeigneter Stelle der Stollenbrust ein circa 10 cm weites Loch parallel zur Stollenaxe bohrt, wie dies in Fig. 21—23 auf Taf. XVI angegeben worden ist.

Hat man auch die andern Löcher gebohrt, so thut man zuerst die zunächst um das Einbruchsloch *a* liegenden vier Löcher *b c d e* zusammen weg, sei es durch elektrische Zündung oder durch gleich lange Zündschnüre. Alsdann verfährt man in gleicher Weise mit den Löchern *q r h o p n g*, denen die Löcher *s u t v* folgen.

Zuletzt endlich sprengt man die sämtlichen mit *w* bezeichneten Stoß-, Firsten- und Sohlenlöcher fort.

In besonders festen Gebirgsarten bohrt man wohl auch noch die kürzeren Löcher *k* und *i*, welche, falls sie beim Wegthun der Löcher *b c d e* nicht mit herein- gekommen sein sollten, dann noch weggethan werden.

Die Anwendung eines weiten Einbruchsloches wurde besonders dort angewendet, wo man im Streichen der Gebirgsschichten aufzufahren hatte oder diese ein ganz flaches Einfallen besaßen. Da die Herstellung des weiten Einbruchs- loches erheblich mehr Zeitaufwand erfordert als das Abbohren eines der andern Löcher¹³¹⁾, so wendet man die beschriebene Methode jetzt nur noch selten an.

b. Der Einbruch besteht in einem Schram.

Zur Herstellung dieses Schrames wird die sogenannte Bosseyeuse (Herein- treibmaschine) von Dubois u. François¹³²⁾ angewendet. Dieser Apparat besteht aus einer starken Dubois-François'schen Bohrmaschine von 0,12—0,14 m Kolbeendurch- messer, welche in der in Fig. 1 und 2, Taf. XVI, angegebenen Weise auf einem Gestell montirt ist. Gestell und Maschine wiegen circa 3200 kg.

Mittels der Bohrmaschine kann unter Anwendung besonders geformter Bohrer ein horizontaler Schram oder vertikaler Schlitz von 6—8 cm Höhe, beziehentlich Breite und von 0,8 m Tiefe hergestellt werden. Zur Herstellung eines Schrammes von angegebenen Dimensionen und 1,2—1,5 m Breite genügt im Schieferthon ein Zeit- aufwand von 1 Stunde, im Sandstein ein solcher von 2 Stunden.

Ist der Schram hergestellt, so bohrt man im überhängenden Teile der Stollenbrust eine gewisse durch die Erfahrung zu ermittelnde Zahl von Löchern mit derselben Maschine und thut diese, von unten nach oben vorgehend, nach- einander oder zusammen weg.

Der Vorteil dieser Methode liegt in dem Gebrauch nur einer Maschine und in der geringen zu verwendenden Mannschaft; 2—3 Arbeiter reichen zur Bedienung der Maschine hin.

§ 155. Der Einbruch wird unter Verwendung von Sprengstoff her- gestellt.

a. Es werden ein oder mehrere Einbruchslocher gebohrt und diese weggesprengt.

Bohrt man sehr weite Löcher, wie bei Anwendung der Brandt'schen Ma- schine und der Bosseyeuse von Dubois u. François, so genügt bei nicht zu großem Stollenquerschnitt und nicht allzu festem Gestein ein Loch für Herstellung des Ein- bruches. Dasselbe wird in der Regel ungefähr in der vertikalen Mittellinie der Stollenbrust und, je nach dem Verhalten der Gebirgsschichten, mehr oder weniger hoch über der Sohle des Stollens angesetzt und parallel zur Axe des letzteren ab- gebohrt. Dieses Einbruchsloch erhält eine besonders starke Ladung.

Die Zahl der Einbruchslocher kann auch auf zwei bis vier steigen, in welchem Falle dieselben dann aber keine stärkere Ladung erhalten als die Nach- nahme-Löcher. Die anderen Löcher werden meistens symmetrisch um die Ein-

¹³¹⁾ So bohrte man bei einem Vergleichsversuche mit der Maschine von Dubois u. François in der Minute ein 3,4 cm weites Loch 7,6 cm tief ab, ein 10 cm weites Loch dagegen nur 4,3 cm.

¹³²⁾ P. Trasnster. Note sur les nouveaux appareils de perforation mécanique de MM. Du- bois et François. Revue univ. d. min. 1883. Serie II. Bd. 14. S. 694.

Tabelle XXII.
 Resultate der Arbeitsmethode mit weiten Löchern und Einbruchschließen.

Ort, wo der Betrieb stattgefunden	Bezeichnung der benutzten Bohrmaschine	Anzahl der gleich- zeitig benutzten Maschinen	Ortsquerschnitt qm	Anzahl der Löcher pro Angriff	Anzahl der Einbruchlöcher	Durchschnittliche Tiefe der Löcher m	Durchmesser der Löcher cm	Verbrauch von Spreng- material kg	Täglicher Fort- schritt	Kosten pro laufendes Meter ¹³³⁾	Bezeichnung des durchfahrenen Gesteines
Tunnel la Perruca bei Busdongo (Spanien)	Bosseyeuse von Dubois u. François	1	10,5	11—15	3	1,2	10	? ?	2,28—3,13	?	Harter Quarzit
Arlberg-Tunnel	Brandt	4	6,875	14	3—4	1,46	7	18,6 Dynamit	5,43	?	Glimmerschiefer
Sonnenstein-Tunnel	desgl.	1	6,5	4—5	1	1,3	8	15—20 Dynamit	2,04	328	Fester Dolomit
Pfaffensprung-Tunnel	desgl.	2	5—6	6—10	?	0,9—1,5	6,5	9—22 Spreng- gelatine	2,05	?	Eurit, Granit, Gneis, Granit
Brandleite-Tunnel	desgl.	2	8,4	6,3	?	1,2	7	15,1 Dynamit u. Spreng- gelatine	3,4	190	83% Konglomerat 27% Sandstein
Grube Nothberg bei Eschweiler	desgl.	2	4,8	5—7	1	0,8—1,25	7	12 Dynamit	1,75	56,26	70,6% Schieferthon 29,40% Sandstein und etwas Konglomerat
Grube Nordstern bei Essen	desgl.	2	5,04	8	1	1,1	7	21,5 Dynamit	1,7	77,9	Sehr, fester Sandstein
Grube Rheinpreußen bei Homburg	desgl.	2	4,6	5—6	1	1,05—1,55	7,5	15 Dynamit	2,28	50,8	75% Schieferthon 25% Sandstein
Grube Antoni bei Bleiberg in Kärnten	desgl.	1	4	7	?	0,688	7,2	15,65 Dynamit	1,6	68,0	Kalkstein

¹³³⁾ Die Kosten pro laufendes Meter sind ohne Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals zu verstehen. Dieselben erscheinen beim Betriebe des Sonnenstein- und Brandleite-Tunnels deshalb um so viel höher als bei den andern angeführten Betrieben, weil bei jenen Tunneln das gespannte Wasser durch einen besonderen Motor beschafft werden mußte.

bruchslöcher verteilt in der Weise, daß man sie in circa 0,5 m Entfernung von den Stößen, erforderlichen Falles auch von Firste und Sohle, ansetzt und etwas in die Stöße oder letztere hineinschend abbohrt. Hierbei dürfen die Oerter (Enden der Löcher) aber niemals in die Ebenen der Stöße, beziehentlich der Firste und Sohle fallen.

Beispiele für die Methode des Stollenvortriebes unter Anwendung weniger, aber weiter Sprenglöcher gibt Tabelle XXII.

Die beim Bohren von Löchern kleineren Durchmessers in der Regel befolgten Arbeitsmethoden sind in Fig. 17—19 und 27 auf Taf. XVI, sowie durch beistehende Fig. 46 und 47 verdeutlicht. Die Einbruchslöcher werden etwas konvergierend gebohrt, wie die Löcher *a* und *b* in Fig. 17—19 erkennen lassen. In diesen Figuren und in Fig. 27, sowie in nebenstehender Fig. 46 sind die gleichzeitig wegzuthuenden Löcher durch nichtpunktirte Linien umzogen. Zuletzt werden die an den Stößen, in der Firste und Sohle angesetzten Löcher fortgesprengt.

Beispiele dieser Methode des forcirten Betriebes mit engen Löchern gibt Tabelle XXIII¹³⁴⁾.

Abweichend von dieser Arbeitsmethode ist das unter dem Namen „amerikanisches Einbruchssystem“ in beistehendem Holzschnitt dargestellte Verfahren. Jederseits von der vertikalen Mittellinie der Stollenbrust werden 6 gegeneinander divergierende Einbruchslöcher, in Summa also 12 Löcher gebohrt. Lage und Richtung der anderen Löcher sind aus dem Holz-schnitte zu ersehen. Zuerst werden die 12 Einbruchslöcher, dann die rechts und links von diesen angesetzten Löcher in drei Chargen weggethan.

Im Richtstollen des Musconetcong-Tunnels der Easton- und Amboy-Eisenbahn von 16,5—18,9 m Querschnitt wurden gebohrt die

12 Einbruchslöcher je	3,2 m tief ¹³⁵⁾ ,
6 Stoßlöcher je	1,82 „ „
16 anderen Löcher je	2,43 „ „

In Arbeit standen sechs¹³⁶⁾ Ingersoll'sche Bohrmaschinen von 17 cm Kolbendurchmesser und betrug der tägliche Fortschritt in festem Syenit 1,31 m oder 22—24 cbm bei einem Pulververbrauch von 40,1 kg pro laufendes Meter oder von 2,2—2,4 kg pro cbm. Die Bohrlöcher besaßen einen Durchmesser von 6 cm¹³⁷⁾.

Fig. 46 u. 47.

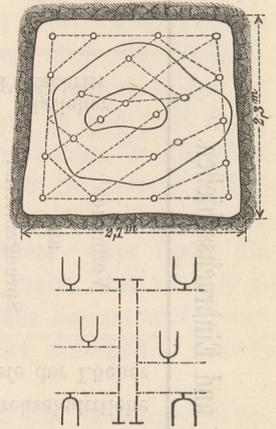
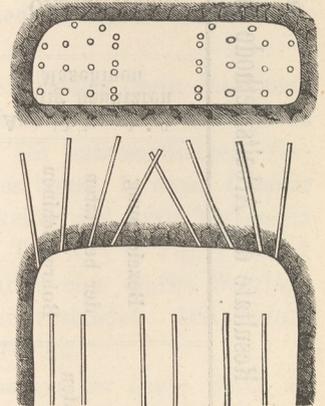


Fig. 48a u. 48b.



134) Wo in letzterer unter „durchschnittlicher Tiefe der Löcher“ zwei Zahlen angegeben worden sind, drückt die kleinere die durchschnittliche Bohrlochtiefe in dem festeren Zustande des Gesteines aus. In der Kolonnenanzahl der Bohrlöcher pro Angriff gilt die kleinere Zahl für den weniger festen Zustand des Gebirges.

135) Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. S. 310.

136) A. a. O. S. 221.

137) Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 33.

Tabelle XXIII.
 Resultate der Arbeitsmethode mit engen Löchern und Einbruchsschießen.

Ort, wo der Betrieb stattgefunden	Bezeichnung der benutzten Bohrmaschinen	Anzahl der gleich- zeitig benutzten Maschinen	Ortsquerschnitt qm	Anzahl der Löcher pro Angriff	Anzahl der Einbruchslöcher	Durchschnittliche Tiefe der Löcher	Verbrauch an Sprengmaterial kg	Täglich Fortschritt m	Bezeichnung des durchfahrenen (Gebirges
Kräbberg-Tunnel	Frölich	3	6,5	15—18	6—8	1,5—1,7	16 Sprengelatine und Dynamit	3,1	Buntsandstein
Brandleite-Tunnel	desgl.	3	6,23—8,1	18	?	1,25—1,3	15 Dynamit	2,83	Porphyrt-Konglomerat
Arberg-Tunnel	desgl.	4—5	6,23—8,1	22	?	1,1—1,2	34,4 Dynamit	1,77	Hornsteinporphyr
Gotthard-Tunnel (Göschenen)	Ferroux (3. Modell)	8	6,875	33	5—8	1,7	19,4 Dynamit	5,44	Glimmerschiefer
	Ferroux (2. Modell)	6	6,75	24—28	3—4	1,1	24 Dynamit	3,77	Granit
	Mac-Kean								
Gotthard-Tunnel (Airolo)	Dubois u. Francois	6	6,5	25	3—4	1,1—2,2	40 Dynamit	2,10	Glimmerschiefer
Gruben von Béthune	desgl.	4	4,84	20	?	1,21	?	3,8	70% Sandstein 30% Schieferthon
Grube Friedrichslegen bei Ober- lahnstein	desgl.	4	4,4	20—30	1—2	1,12—1,45	6,9 Dynamit	0,8	Grauwacke
Gruben von Noeux	Guémez	4	4,8	14	?	1—1,2	?	2,8	46% Sandstein 54% Schieferthon
Monte Cenere-Tunnel	Mac-Kean u. Séguin	4	8	13,8—21,7	?	1,2—1,3	18—24 Spreng- gelatine	2—3,45	Gneis
Grube Helene-Nachtigall b. Bommern	Meyer	4	5	24—38	?	1—1,28	?	1,5—3,2	Konglomerat, Sand- stein, Schieferthon
Amalien-Schacht des Joseph II. Erbstollen bei Schemnitz	Sachs	6	7,5	25	?	0,8—1,2	36 Dynamit	0,3	Grünstein-Trachyt
St. Anna Grube bei Neumarkt in Oberkrain	Schram	2	4	20	?	0,57—0,83	10,8 Dynamit	1,2	Sehr fester Kalkstein und fester Schiefer
Grube Siebenplaneten b. Dortmund	Beaumont'sche Diamantbohr- maschine	4	5	14	?	1,16	?	3,5	57,1% Sandstein 35,7% Schieferthon 7,2% Steinkohle
Tunnel der Blue Gravel-Eisenbahn bei Smartsville in Nordamerika	Amerikanische Dia- mantbohrmaschine	1	4,42	8—13	?	0,6—1,23	?	0,6	Syenit

b. Methode von Penrice¹³⁸⁾.

Man bohrt nur ein Loch und erweitert dieses durch wiederholtes Besetzen und Ausschießen.

Von dieser Arbeitsmethode geben Fig. 28—30 auf Taf. XVI ein Bild. Um die losgesprengten Massen auf ein Minimum zu beschränken, wird bei dieser Methode dem Stollen ein trapezoidaler Querschnitt gegeben, welcher eben noch zur Förderung hinreicht und zur Aufstellung der eigens hierzu von Penrice konstruirten Bohrmaschinen. Gebohrt wurden vier Löcher, deren Verteilung über die Stollenbrust aus Fig. 28 zu ersehen ist. Von diesen Löchern wird das mittelste in der Sohle mit circa 2,6 kg Dynamit besetzt und weggethan, worauf es sich auf 80% seiner Länge bis auf 10 cm erweitert. Eine mehrmalige Ausschießung des Loches mit 3,4 kg bringt eine fernere Erweiterung desselben auf 18—20 cm hervor. Als dann werden die beiden anderen Sohlenlöcher mit je 2—2,2 kg Dynamit geladen und gleichzeitig weggethan, wodurch der in Fig. 28 angedeutete, quer über die Stollenbrust gehende Einbruch von circa 20 cm Höhe, 1,6 m Breite und 2,5—3 m Tiefe entsteht. Endlich wird das Firstenloch mit 2,5 kg Dynamit besetzt und weggethan, wodurch die Erweiterung zu dem in Fig. 28 schraffirt umzogenen Querprofil und dem in Fig. 30 dargestellten Längenprofil erfolgt.

Mittels von Hand gebohrter Löcher erweitert man dann das Stollenprofil bis auf den in Fig. 28 eingezeichneten trapezförmigen Querschnitt. Durch das Penrice'sche Verfahren kann man also bei Herstellung von nur 4 Löchern einen Fortschritt von etwa 2 m erzielen. Die Besorgnisse, daß durch die starken Ladungen die Stöße des Stollens sehr erschüttert werden würden, haben sich nicht erfüllt.

II. Der Betrieb muß ohne Anwendung von Explosivstoffen erfolgen.

Dieser Fall kann dem Ingenieur vorkommen, wenn jede heftige Erschütterung bei der Sprengung zu vermeiden ist.

§ 156. Arbeitsmethode mit der Bosseyeuse¹³⁹⁾. Sie besteht darin, daß man mit der Bosseyeuse von Dubois u. François in der oben bereits angedeuteten Weise einen Schram herstellt und zur Hereingewinnung des unterschämten Gesteines ein oder mehrere 9—10 cm weite Löcher in letzteres bohrt. In diese Löcher bringt man dann zwei starke keilförmige Legeisen (Gegenkeile) und treibt zwischen diese einen Stahlkeil ein. Hierzu wird ebenfalls die auf Taf. XVI in Fig. 1 und 2 abgebildete Bosseyeuse benutzt, indem man statt des Bohrers eine starke Schlagstange aus Stahl mit der Kolbenstange der Bohrmaschine verbindet. Die totale gegen den Keil wirkende Schlagmasse wiegt circa 125—140 kg.

Beispiele. 1. In sehr hartem Sandstein trieb man auf der Grube Bois de Boussu in Belgien einen Querschlag von 4,84 qm Querschnitt. Benutzt wurde eine Bosseyeuse, welche zwei Arbeiter bedienten. Das tägliche Vorrücken während dreier achtstündiger Schichten betrug im Mittel 0,33 m unter einem Kostenaufwand pro laufendes Meter von

¹³⁸⁾ Méthode de percement des galeries au rocher de M. le capitaine Penrice. Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minière. 1880, S. 103.

¹³⁹⁾ M. A. Clerk. Notes sur les machines Dubois et François permettant de supprimer l'emploi de la poudre. Paris 1884. — V. Watteyne. Note sur l'emploi de la bosseyeuse Dubois et François pour le creusement d'un bureau. Revue univ. des mines. 1882. Serie II. Bd. 11. S. 462. — P. Trasenster. Note sur les nouveaux appareils de perforation mécanique de MM. Dubois et François; a. a. O. 1883. Serie II. Bd. 14. S. 694.

96,0 M für Löhne im Querschlage,
 56,0 „ für Gezähreparatur,
 88,0 „ für komprimierte Luft.

Die totalen Kosten erreichten also die erhebliche Höhe von 240 M pro laufendes Meter ohne Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals. Für das Schärfen der Bohrer waren allein 1—2 Mann während 12stündiger Schicht kontinuierlich beschäftigt.

2. Im Schieferthon wurde auf der Grube Pierre Denis ein Querschlag von 3,5 m Querschnitt aufgeföhren unter Anwendung einer von zwei Mann bedienten Bosseyeuse. Der tägliche Fortschritt betrug 0,8 m bei einem totalen Kostenaufwand von 37,2 M pro laufendes Meter inklusive Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals.

§ 157. Anwendung des Levet'schen Keiles¹⁴⁰⁾. Die Benutzung des letzteren setzt voraus, daß bereits ein Einbruch oder Schram hergestellt worden ist, wozu man die Bosseyeuse in beschriebener Weise verwenden kann. In das über dem Einbruch gebohrte 8—10 cm weite Loch wird die aus zwei stählernen Backen bestehende Stange *a* des in Fig. 8 und 9 auf Taf. XX abgebildeten Levet'schen Keiles eingeföhrt.

Das starke Ende des Keiles sitzt im Tiefsten des Bohrloches, sein schwächeres Ende ragt aus demselben heraus. An dieses Ende ist eine Stange *a* angeschmiedet, welche den größeren Kolben *o* einer hydraulischen Presse trägt. Der Treibcylinder letzterer, *c*, ist mit dem mit Wasser gefüllten Gehäuse *d* aus einem Stück gegossen. In diesem Gehäuse befindet sich die mit dem Treibcylinder verschraubte Preßpumpe *t*, deren Saugventil mit *v* und deren Plunskerkolben mit *s* bezeichnet ist. Bewegt wird letzterer durch einen Daumen, der auf einer quer durch das Gehäuse gehenden Axe sitzt. Diese Axe trägt außerhalb des Gehäuses den Hebel *l* mit der Zugstange *m*, deren Handgriff der Arbeiter beim Pumpen erfaßt. Das Wasser wird aus dem Gehäuseraum *d* angesaugt und durch die Pumpe vor den Kolben gedrückt. Ist das Gestein losgebrochen, so fließt das vor dem Kolben befindliche Wasser durch ein kleines, von Hand zu öffnendes Ventil wieder nach *d* zurück. Dieses Ventil ist in der Figur nicht zur Darstellung gelangt.

Der Levet'sche Keil wird in drei Größen, für Lochweiten von 60, 70 und 80 mm gebaut. Der Keil legt einen Weg von 250 mm zurück und beträgt das Gewicht des Apparates 40, 50, beziehentlich 65 kg, sein Preis 440, 480, beziehentlich 520 M. In seiner Wirkung soll der Levet'sche Keil, je nach der Größe seiner Dimensionen, gleich der Wirkung von 250, 350, beziehentlich 450 gr. Pulver sein.

§ 158. Der sogenannte Kalkprozeß. Dieser Prozeß besteht darin, daß man in das behufs Ausführung der Sprengung gebohrte, 75 mm weite Loch eine Patrone bringt, die aus unter 40 Atmosphären Druck komprimiertem gebranntem Kalk hergestellt ist. Der Patrone wird durch ein schmiedeisernes, 10 mm weites Röhrchen mittels einer Handspritze Wasser zugeföhrt, nachdem man vorher das Loch fest besetzt hat. Durch das Ablöschen des Kalkes in einer Patrone von 2786 cem Inhalt soll ein Druck von 200—250 Atmosphären ausgeübt werden können.

¹⁴⁰⁾ Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30 B. S. 230. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 98. — 1883. Bd. 31. S. 407. — Der Levet'sche Keil ist auch mit Antrieb durch Schrauben-vorgelege konstruiert worden; vergl. Coin à vis mouvement oscillant. Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minérale. 1880. S. 97.

Vergl. auch Bidder's hydraulischen Keil in: H. Simon. Die Schrämmaschinen. Klagenfurt 1874. — Ferner siehe Kapitel „Gewinnung etc. von Bausteinen“ im letzten Teile dieses Werkes.

Nähere Angaben über diesen Prozeß, auch über die Kosten desselben finden sich in dem Aufsätze von J. Mayer: Einiges über die Kohlengewinnung mit komprimierten Kalkpatronen und mit dem Levet'schen hydraulischen Antriebskeil. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. und Hüttenw. 1883. S. 369. Ferner ib. S. 47 und Jahrg. 1884. S. 251. — Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31 B. S. 103 u. 191.

§ 159. Arbeitsmethoden in Schächten. Für das Abteufen von Schächten werden Bohrmaschinen nur selten gebraucht. Ihre Anwendung kann nur dann in Frage kommen, wenn wenig oder gar keine Wasser beim Abteufen erschroten werden; bei starkem Andrang von Wassern steht die Wältigung derselben einer rationellen Arbeitsmethode mit Bohrmaschinen entgegen. Endlich stört auch die Förderung der losgeschossenen Massen und oft auch der Ausbau des Schachttes den Bohrmaschinenbetrieb, sodaß auf Erfolge desselben, wie man sie beim Stollenbetrieb erzielt, nur in Ausnahmefällen gerechnet werden kann.

Handbohrmaschinen eignen sich gar nicht für das Schachtabteufen, mit Ausnahme vielleicht derjenigen von Könyves-Tóth. Die besten Erfolge sind noch mit denjenigen Methoden des Abteufens durch Bohrmaschinen erzielt worden, welche Dubois u. François ausgebildet haben und auf welche hier verwiesen werden muß¹⁴¹⁾.

Im allgemeinen kommt für den Ingenieur die Benutzung von Bohrmaschinen mit Elementarbetrieb für das Schachtabteufen wenig in Frage, da er selten tiefe Schächte wie der Bergmann abzuteufen haben wird und für Schächte geringer Tiefe die Anschaffungskosten der motorischen Kräfte zu sehr ins Gewicht fallen.

§ 160. Vorausberechnung des Arbeitseffektes. Dieselbe ist unmöglich für diejenigen Arbeitsmethoden, bei welchen die Stellung der Bohrlöcher und ihre Tiefe der jedesmaligen Gesteinsbeschaffenheit angepaßt wird, und zwar aus den bereits oben in § 26 angeführten Gründen. Bei den Arbeitsmethoden für forcirten Betrieb dagegen läßt sich der Arbeitseffekt annähernd im voraus berechnen. Da die Löcher bei diesen Arbeitsmethoden alle mehr oder weniger parallel zur Axe des Stollens gebohrt werden und in der Projektion zu dieser gemessen gleiche Tiefe erhalten, so bekommen die gleichzeitig wegzuthuenden Einbruchslöcher eine gleich große Vorgabe und ebenso die anderen um die Einbruchslöcher herum angeordneten, in Gruppen wegzuschießenden Löcher. Bei richtiger Ladung aller dieser Löcher wird also der Stollen nach jedem Schießen um die auf die Axe desselben projizirte Tiefe der Löcher vorrücken.

Zur Bestimmung der Ladung sind von verschiedenen Seiten Formeln aufgestellt worden¹⁴²⁾, auf welche hier verwiesen werden muß. In der Praxis, wo es beim Stollenbetrieb auch darauf ankommt, das losgesprengte Gestein in durchaus bequem wegzufördernden Stücken zu erhalten, wird man es indes vorziehen, für Voranschläge über den Stollenfortschritt die Zahl der über die Stollenbrust zu vertheilenden Löcher nach der Größe des durchschnittlichen Wurfkreises jedes Loches festzustellen. Die Größe dieses Wurfkreises hängt von der Gesteinsbeschaffenheit,

¹⁴¹⁾ J. Lévy. Note sur l'application des compresseurs et perforateurs Dubois et François au fonçage des puits. Bull. min. 1877. Serie II. Bd. 6. S. 677. Mit Abbildg.

¹⁴²⁾ A. Gurlt. Betrachtungen über die Theorie des Sprengens. Civilingenieur. 1854. S. 265. — E. Rziha. Ueber die Theorie der bergmännischen Sprengarbeit. Leobener Jahrbuch. 1867. Bd. 16. S. 81. — Hoefler. Beiträge zur Spreng- und Minen-Theorie. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1880. S. 214. — 1881. S. 268. — 1882. S. 179.

Tiefe und Weite des Bohrloches und der Ladung ab. Letztere, also der Verbrauch an Sprengstoff, fällt beim forcirten Betriebe nicht mehr ins Gewicht.

Ist man also über die Tiefe und Weite der Bohrlöcher schlüssig geworden, so bleibt nur noch der Wurfkreis eines jeden Loches zu bestimmen, der dann allein noch von der Gesteinsbeschaffenheit abhängt. Zu dieser Bestimmung können die oben gegebenen Zusammenstellungen über Leistungen beim forcirten Betrieb unter Anwendung weiter und enger Löcher benutzt werden, da diese Zusammenstellungen die hauptsächlich vorkommenden Gebirgsarten berücksichtigen. Hiernach schwankt der Wurfkreis pro Loch von 0,49 bis 1,6 qm für weite Löcher und von 0,2 bis 0,5 qm für enge Löcher.

Litteratur.

I. Allgemeine Werke.

- G. G. André. A descriptive treatise on mining machinery. London 1877.
 G. G. André. A practical treatise on mining. London 1879.
 C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Leipzig 1874.
 A. Burat. Cours d'exploitation des mines. 3. Aufl. Paris 1881.
 M. J. Callon. Cours d'exploitation des mines. Paris 1874.
 Ch. Demanet. Cours d'exploitation des mines de houille. Mons 1878.
 A. Devillez. Des travaux de percement du tunnel sous les Alpes et de l'emploi des machines dans l'intérieur des mines. Lüttich 1863.
 H. S. Drinker. Tunneling, explosive compounds and rock drills. 2. Aufl. New-York 1882.
 M. A. Evrard. Traité pratique de l'exploitation des mines. Mons 1879.
 M. F. Gättschmann. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.
 Dr. A. Gurlt. Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875.
 A. Habets. Le matériel et les procédés de l'exploitation des mines et de la métallurgie à l'exposition universelle de Paris de 1878. Brüssel 1880.
 A. Halsey. A new rock drill. Eng. and Mining Journ. 1884. Bd. 38. S. 346.
 G. Hanarte. La perforation mécanique. Paris 1879.
 M. Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines. Paris 1883.
 H. Haupt. Tunneling by machinery. London 1867.
 R. Hunt. British mining. London 1884.
 Th. B. Jordan. On rock drilling machinery. Birmingham 1874.
 G. Köhler. Lehrbuch der Bergbaukunde. Leipzig 1884.
 A. Lorenz. Tunnelbau mit Bohrmaschinenbetrieb. Wien 1877.
 J. Mahler. Die Sprengtechnik. Wien 1881.
 W. Morgans. A manual of mining tools. With an atlas. 1872.
 Ponson. Supplément au traité de l'exploitation des mines de houille. Lüttich 1867.
 A. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen und Luftkompressionsmaschinen. Wien 1877.
 F. Rziha. Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin 1874.
 F. Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Wien 1876.
 C. Sachs. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Aachen 1865.
 Dr. A. Serlo. Leitfaden zur Bergbaukunde. 4. Aufl. Berlin 1884.
 Soulier et Lacour. Matériel et procédés de l'exploitation. Paris.
 Dr. F. M. Stapff. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Stockholm 1869.
 Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Leipzig 1876.

II. Spezielle Veröffentlichungen.

Das stofsende Bohren.

A. Handbohren.

1. Material, Form, Dimensionen und Gewicht des Bohrers.

- Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 309. — 1872. Bd. 20. S. 347, 348, 352. — 1873. Bd. 21. S. 295. — 1875. Bd. 23. S. 90. — 1876. Bd. 24. S. 146. — 1878. Bd. 26. S. 146.
 Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1860. S. 367. — 1874. S. 360.
 Freiburger Jahrbuch. 1877. S. 162.
 Oesterr. Zeitschr. f. Berg. und Hüttenw. 1869. S. 213.
 „Glück auf“. 1869. Nr. 40.

2. Material, Form, Dimensionen und Gewicht des Füstels.

- Preuß. Zeitschr. 1868. Bd. 16. S. 309. — 1875. Bd. 23. S. 90. — 1876. Bd. 24. S. 146. — 1877. Bd. 25. S. 221, 222.
 Freiburger Jahrbuch. 1877. S. 164.

3. Ausführung der Bohrarbeit.

- Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, erstattet durch die deutsche Central-Kommission. Berlin 1874. Bd. I. S. 35.
 W. Göbl. Das Schlenkerbohren im Vergleich zum gewöhnlichen Handbohren. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. und Hüttenw. 1881. S. 478.
 J. Havrez. Note sur le meilleur mode de creusement des trous de mine. Rev. univ. d. mines. 1876. Serie I. Bd. 39. S. 489. — 1879. Serie II. Bd. 6. S. 293.
 H. Höfer. Häuerleistungen bei der Bohrarbeit. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1884. S. 579.
 M. Kraft. Ueber Arbeitseffekte am Gestein. Leobener Jahrbuch. 1881. Bd. 29. S. 221.

B. Maschinenbohren.

a. Hammermaschinen.

- Angström. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. Bd. 35. S. 104.
 Barthelson. Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 43. Mit Abbildg.
 Brunton. Bergwerksfreund. Bd. 8. S. 300. — Gätzschmann. Bergmännische Gewinnungsarbeiten. S. 488. — Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 42.
 H. F. Parsons. Deutsches Reichs-Patent No. 17767.
 G. Richter. Deutsches Reichs-Patent No. 16965. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1882. Bd. 41. S. 305. Mit Abbildg.
 Schwartzkopff. Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 54. Mit Abbildg. — Rziha. Tunnelbau. 2. Aufl. S. 135. Mit Abbildg. — Dinger's polyt. Journ. 1859. Bd. 151. S. 73. — 1859. Bd. 153. S. 409. Mit Abbildg. — Verhandl. d. Ver. z. Befördg. d. Gewerbfl. in Preußen. 1858. S. 143.
 Warsop. Engineer. 1875. Bd. 39. S. 33. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 155. Mit Abbildg. — 1875. Bd. 23. S. 447. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1875. Bd. 34. S. 322. Mit Abbildg. — André. A practical treatise on coal mining. Bd. I. S. 165. Mit Abbildg. — John Wallace. The Warsop Rock drill. Transactions of North of Engl. 1873—74. Bd. 23. S. 259. Mit Abbildg.

b. Stoßbohrmaschinen.

Allgemeines.

- Beuther. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876. Bd. 20. S. 174.

Die einzelnen Maschinen.

1. Maschinen mit Motoren.

- Azolino dell' Acqua. R. Ziebarth. Die Gesteinsbohrmaschinen der Ausstellung in Wien. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 722. Mit Abbildg. — Habets. Exposition universelle de Vienne. Rev. univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 106. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Ober- und Unterbau. Wien 1876. Bd. I. S. 375. Mit Abbildg.
 Beaumont. G. G. André. A descriptive treatise on mining machinery. London 1877. Bd. I. S. 37. Mit Abbildg.

- Bergström. Stapff. Gesteinsbohrmaschinen. S. 163. Mit Abbildg. — H. V. Tiberg. On några under senore åren i Persbergs gruf vor anställda försök med Burleigh's och Bergström's bergborrningsmaskiner. Jern-Kontorets Annaler. 1876. S. 238.
- Broßmann. Engineering. 1880. Bd. 30. S. 344. Mit Abbildg. — Glaser's Annalen. 1881 I. Bd. 8. S. 186. Mit Abbildg. — M. Lambert. Perforateurs Sachs et Broßmann. Bull. min. 1883. Serie II. Bd. 12. S. 608. Mit Abbildg. — Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32 B. S. 274 (Resultate).
- Bryer. H. S. Drinker. Tunneling, explosive compounds and rock drills. 2. Aufl. New-York 1862. S. 208. Mit Abbildg. — Scientific American. 1880. Bd. 43. S. 179.
- Burleigh. Erstes Modell mit einem Hebel. R. Ziebarth. Die Gesteinsbohrmaschinen der Ausstellung in Wien. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 719. Mit Abbildg. — Habets. Exposition universelle de Vienne. Rev. univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 99. Mit Abbildg. — C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 144. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Ober- und Unterbau. Bd. I. S. 378. Mit Abbildg. — M. A. Pernolet. Mémoire sur l'application des moyens mécaniques au creusement des puits et des galeries au rocher. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 3. S. 625. Mit Abbildg. — G. G. André. A descriptive treatise on mining machinery. Bd. 1. S. 32. Mit Abbildg. — G. G. André. A practical treatise on coal mining. Bd. I. S. 159. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. New-York 1882. S. 208. Mit Abbildg. — R. Raymond. Statistics of mines and mining in the states and territories West of the Rocky Mountains. 1872. S. 487 (Resultate). — Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23 B. S. 94. — 1876. Bd. 24 B. S. 146.
- Burleigh. Zweites Modell mit zwei Hebeln. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 14. Mit Abbildg. — H. S. Drinker. Tunneling etc. S. 208. Mit Abbildg.
- Chodzko. A. Habets. Exposition de Paris 1878. Rev. univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 392. Mit Abbildg. — M. Chodzko. Sur la perforation mécanique et sur une nouvelle perforatrice. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 270. Mit Abbildg.
- Cranston. Erstes Modell mit automatischer Umsetzung oder Umsetzung von Hand. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 70. Mit Abbildg. — Engineering. 1876 I. Bd. 21. S. 85. Mit Abbildg.
- Cranston. Zweites Modell mit Umsetzung von Hand. Th. Heppel. Cranston's pneumatic rock drill. North of England Trans. 1879/80. Bd. 29. S. 221. Mit Abbildg.
- Darlington. Dr. A. Gurlt. Der Darlington-Gesteinsbohrer. Bonn 1875. Mit Abbildg. — H. Simon. Notiz über Darlington's Patent-Gesteinsbohrmaschine. Kärntn. Zeitschr. 1875. S. 151. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 153. Mit Abbildg. — Preuß. Zeitschr. 1880. Bd. 28 B. S. 239. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 132. Mit Abbildg. — G. Haupt. Die Stollenanlagen. Berlin 1884. S. 83. Mit Abbildg. — Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. S. 363. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Ober- und Unterbau. Bd. I. S. 381. — André. Mining machinery. Bd. I. S. 35. Mit Abbildg. — André. Coal mining. Bd. I. S. 162. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 282. Mit Abbildg. — Erfolge mit Darlington's Bohrmaschinen beim Streckenbetriebe. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1879. Bd. 38. S. 138.
- Darlington-Blanzky. Revue univ. d. min. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 394. Mit Abbildg. — Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 880. Mit Abbildg. — Burat. Cours d'exploitation des mines. 3. Aufl. S. 313. Mit Abbildg. Auch in der 2. Aufl. — Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines. Bd. I. S. 218. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils de perforation mécanique à l'exposition universelle de 1878. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 880. Mit Abbildg.
- Dron. Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 901. Mit Abbildg.
- Dubois u. François. a. Original-Maschine mit Umsetzung durch zwei Schaltkolben. A. Daxhelet. Les perforatrices à air comprimé, Système Dubois et François. Rev. univ. d. mines. 1872. Serie I. Bd. 33. S. 63. Mit Abbildg. — Notice sur les appareils à comprimer l'air et de perforation Système Dubois et François à Seraing. Liège 1878. Mit Abbildg. — C. Heberle jun. Mitteilungen über die Steinbohrmaschinen System Dubois u. François auf Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876. Bd. 20. S. 216. Mit Abbildg. — Habets. Exposition universelle de Vienne. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 91. — R. Ziebarth. Die Gesteinsbohrmaschinen der Ausstellung in Wien. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 719. Mit Abbildg. — M. A. Pernolet. Mémoire sur l'application des moyens mécaniques au creusement des puits et des galeries au rocher. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 32. Mit Abbildg. — M. Matthey. Note sur la perforation mécanique aux mines de Ronchamp. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 398. Mit Abbildg. — Engineering 1876 I. Bd. 21. S. 44.

- Mit Abbildg. — A. Evrard. *Traité pratique de l'exploitation des mines*. Bd. I. S. 134. Mit Abbildg. — G. G. André. *Coal mining*. Bd. I. S. 156. Mit Abbildg. — G. G. André. *Mining machinery*. Bd. I. S. 30. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. *Neuere Tunnelbauten*. S. 139. Mit Abbildg. — F. Rziha. *Eisenbahn-Ober- und Unterbau*. Bd. I. S. 360. Mit Abbildg. — Serlo. *Bergbaukunde*. 4. Aufl. S. 340. Mit Abbildg. — Angström. *Ueber Gesteinsbohrmaschinen*. S. 18. Mit Abbildg. — A. Burat. *Cours d'exploitation des mines*. 3. Aufl. S. 310. Mit Abbildg. — M. J. Callon. *Cours d'exploitation des mines*. Bd. I. S. 231. Mit Abbildg. — Haton de la Goupillière. *Cours d'exploitation des mines*. Bd. I. S. 220. Mit Abbildg. — Oesterr. *Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1874. Bd. 22. S. 249. Mit Abbildg. — M. Revaux. *Percement des Alpes*. *Annales d. mines*. 1879. Serie 7. Bd. 15. S. 434. Mit Abbildg. — Haupt. *Stollenanlagen*. S. 81. Mit Abbildg. — *Annales d. trav. publ.* 1879/80. Bd. 38. S. 571 (Resultate). — *Annales des trav. publ.* 1875/76. Bd. 34. S. 83 u. S. 353 (Resultate). — G. A. Granström. *Om kolbrytningen i trakten of St. Etienne och om gruffiften i allmänhet ut omlands*. *Jern-Kont. Annal.* 1879. S. 572 (Resultate). — *Preuß. Zeitschr.* 1877. Bd. 25 B. S. 224 (Resultate). — J. Lévy. *Note sur l'application des compresseurs et perforateurs Dubois et François au fonçage des puits de mines*. *Bull. min.* 1877. Serie II. Bd. 6. S. 677.
- b. Modell mit Vereinfachung des Umsetzungsmechanismus. Patent vom Jahre 1877. Habets. *Exposition de Paris*. 1878. *Exploitation des mines*. *Revue univ. d. mines*. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 387. Mit Abbildg.
- c. Modell L. Dumont mit verändertem Umsetzungsmechanismus. Habets. *Exposition de Paris* 1878. *Revue univ. d. mines*. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 389. Mit Abbildg. — A. Evrard. *Traité pratique de l'exploitation des mines*. Bd. I. S. 142.
- Duncan (Johnson). *Engineer*. 1882 I. Bd. 54. S. 25. Mit Abbildg. — Drinker. *Tunneling etc* S. 238. Mit Abbildg.
- Dunn. H. Mativa. *Rapport sur les expériences faites au Levant du Flénu sur la perforation mécanique*. *Revue univ. d. mines*. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 682. Mit Abbildg. — *Försök med olika slag of Bergborrmaskiner etc*. *Jern-Kont. Annal.* 1880. S. 553 (Resultate).
- Eclipse. Buisson. *Appareils etc*. *Bull. min.* 1879. Serie II. Bd. 8. S. 903. Mit Abbildg.
- Ferroux. a. Modell I mit Hilfsmaschine. F. Rziha. *Eisenbahnbau*. S. 362. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. *Tunnelbau*. 2. Aufl. S. 150. Mit Abbildg. — M. A. Pernolet. *Mémoire sur l'application etc*. *Bull. min.* 1874. Serie II. Bd. 3. S. 621. Mit Abbildg. — *Engineer*. 1875 I. Bd. 39. S. 290 u. 296. Mit Abbildg. — *Engineering*. 1876 I. Bd. 21. S. 274. Mit Abbildg. — Drinker. *Tunneling*. S. 282. Mit Abbildg. — *Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw.* 1875. Bd. 23. S. 315. Mit Abbildg. — André. *Mining machinery*. Bd. I. S. 31. Mit Abbildg. — Revaux. *Percement des Alpes*. *Ann. d. mines*. 1879. Serie 7. Bd. 15. S. 436. Mit Abbildg. — Haupt. *Stollenanlagen*. S. 74. Mit Abbildg.
- b. Ferroux. Modell II ohne Hilfsmaschine. H. Mativa. *Rapport sur les expériences faites au Levant du Flénu sur la perforation mécanique*. *Revue univ. d. mines*. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 686. Mit Abbildg. — Revaux. *Percement des Alpes*. *Ann. d. mines*. 1870. Serie 7. Bd. 15. S. 441. Mit Abbildg. — H. Mativa et Edm. Bautier. *Note sur l'application de la perforatrice Ferroux au creusement d'un bouveau*. *Revue univ. d. mines*. 1878. Serie II. Bd. 4. S. 464. — Gaillard. *Compt. rend. mens.* 1882. S. 62. *Vergleichende Versuche mit den Maschinen von Dubois u. François und Ferroux*. II. Modell. — *Engineer*. 1883 I. Bd. 55. S. 103. Mit Abbildg. — G. Hanarte. *La perforation mécanique*. S. 48. Mit Abbildg.
- c. Ferroux. III. Modell. Perforateur à percussion et affut, système de M. Ferroux. — Armengaud. *Publ. ind.* 1882. Bd. 28. S. 101. Mit Abbildg. — J. Wagner. *Bohrmaschine System Ferroux*. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1884. S. 480. Mit Abbildg. (Gibt eine Uebersicht auch der älteren Konstruktionen in Abbildg).
- Frölich. C. Erdmann. *Ueber den heutigen Stand der Steinbohrtechnik und speziell über die Frölich'sche Gesteinsbohrmaschine*. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1880. Bd. 24. S. 37. Mit Abbildg. — Revaux. *Étude des travaux exécutés au tunnel du Saint Gothard*. *Ann. d. mines*. Serie VIII. Bd. 2. S. 97. Mit Abbildg. — *Der Maschinenbauer*. 1879. S. 178. — *Engineering*. 1878 I. Bd. 26. S. 381. Mit Abbildg. — *Preuß. Zeitschr.* 1884. Bd. 32 B. S. 273 (Resultate).
- Geach. Aeltere Konstruktion. J. J. Geach. *On the mechanical appliances used in the construction of the heading under the Severn for the Severn Tunnel Railway*. *Instit. of mechanical Engineers Proceedings*. 1877. Mit Abbildg.

- Geach. Neuere Konstruktion. Dr. Ph. Forchheimer. Englische Tunnelbauten bei Untergrundbahnen. Aachen 1884. S. 43. Mit Abbildg.
- Guémez. A. Evrard. *Traité pratique de l'exploitation des mines*. Bd. I. S. 138. Mit Abbildg. — Habets. Exposition de Paris 1878. *Revue univ. d. mines*. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 391. Mit Abbildg. — Buisson. *Appareils etc.* Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 885. Mit Abbildg. — G. A. Granström. Om kolbrytningen etc. *Jern-Kont. Annal.* 1879. S. 574. Mit Abbildg. — Armengaud. *Publ. ind.* 1879. Bd. 25. S. 565. Mit Abbildg.
- Hathorn u. Co. Engineer. 1882 I. Bd. 54. S. 255. Mit Abbildg.
- Ingersoll. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 23. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 147. Mit Abbildg. — Eng. and Min. Journ. 1884. Bd. 31. No. 19. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 381. Mit Abbildg. — Buisson. *Appareils etc.* Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 898. Mit Abbildg. — *Revue univ. d. mines*. 1877. Serie II. Bd. I. S. 192. Mit Abbildg. — H. Mativa. *Rapport etc.* *Revue univ. d. mines*. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 689. Mit Abbildg. — *Försök med olika slag af bergbormaskiner utförda på Jernkontorets bekostnad*. *Jern-Kont. Annal.* 1880. S. 336. Mit Abbildg. — André. *Mining machinery*. Bd. I. S. 33. Mit Abbildg. — André. *Coal mining*. Bd. I. S. 162. Mit Abbildg.
- Ingersoll's new sergeant drill. *Drinker. Tunneling etc.* S. 241. Mit Abbildg.
- Kainotom von Brydon u. Davidson. Engineer. 1876 I. Bd. 41. S. 209. Mit Abbildg. — André. *Coal Mining*. Bd. I. S. 160. Mit Abbildg.
- Mac-Kean. C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Leipzig 1874. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. 2. Aufl. Leipzig 1876. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 371. Mit Abbildg. — André. *Mining machinery*. Bd. I. S. 33. Mit Abbildg. — André. *Coal mining*. Bd. I. S. 161. Mit Abbildg. — Pernolet. *Mémoire etc.* Bull. min. 1874. Serie II. Bd. 3. S. 629. Mit Abbildg. — Revaux. *Percement des Alpes*. *Annal. d. mines*. 1879. Serie 7. Bd. 15. S. 443. Mit Abbildg. — *Drinker. Tunneling etc.* S. 282. Mit Abbildg. — Haupt. *Stollenanlagen*. S. 78. Mit Abbildg.
- Mac-Kean u. Séguin. Revaux. *Étude des travaux exécutés au tunnel du St. Gothard*. *Annal. d. mines*. 1882. Serie VIII. Bd. 2. S. 96. Mit Abbildg.
- Meyer. Konstruktion mit Verteilungsschieber. *Der praktische Maschinenkonstrukteur*. 1878. S. 467. — „Glück auf“. 1875. No. 16. — 1876. No. 4. — *Berggeist*. 1875. S. 189. — H. Lölling. Die Meyer'sche Gesteinsbohrmaschine. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1883. Bd. 27. S. 342.
- Meyer. Neue Konstruktion ohne Verteilungsschieber. H. Lölling. Die Meyer'sche Gesteinsbohrmaschine. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1883. Bd. 27. S. 346. Mit Abbildg.
- J. W. Neill. *Preuß. Zeitschr.* 1880. Bd. 28 B. S. 239. Mit Abbildg. — Köhler. *Bergbaukunde*. S. 159. Mit Abbildg. — *Preuß. Zeitschr.* 1882. Bd. 30 B. S. 231 (Resultate).
- Osterkamp. R. Ziebarth. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1874. Bd. 18. S. 717. Mit Abbildg. — Habets. *Revue univ. d. mines*. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 97. Mit Abbildg. — C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 135. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 368. Mit Abbildg. — Haupt. *Stollenanlagen*. S. 79. Mit Abbildg. — *Engineering*. 1873 I. Bd. 15. S. 396. Mit Abbildg.
- „Power Jumper“. R. Ziebarth. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1874. Bd. 18. S. 721. Mit Abbildg. — Habets. *Exposition universelle de Vienne*. *Revue univ. d. mines*. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 104. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. S. 146. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 373. Mit Abbildg. — *Preuß. Zeitschr.* 1875. Bd. 23 B. S. 91. Mit Abbildg. — Haupt. *Stollenanlagen*. S. 84. Mit Abbildg.
- Rand. *Drinker. Tunneling etc.* S. 265. Mit Abbildg.
- Rand's „Little giant drill“. *Drinker. Tunneling etc.* S. 239. Mit Abbildg. — Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 54. — *Försök med olika slag af Bergbormaskiner utförda på Jernkontorets bekostnad*. *Jern-Kont. Annal.* 1880. S. 338. Mit Abbildg.
- Reynold. *Mining and Engineering Journal*. 1875. Bd. 19. No. 26. Mit Abbildg. — Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 41. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 383. Mit Abbildg. — Ad. Mezger. Die Reynold-Bohrmaschine. *Berg. u. Hüttenm. Ztg.* 1875. Bd. 34. S. 392. Mit Abbildg. — Dr. A. Gurlt. Berichtigung des Aufsatzes: Die Reynold-Bohrmaschine von Ad. Mezger. *Berg. u. Hüttenm. Zeitg.* 1875. Bd. 34. S. 426. — *Erwiderung von Ad. Mezger*. *Berg. u. Hüttenm. Zeitg.* 1875. Bd. 34. S. 442. — *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1876. Bd. 24. S. 154. Mit Abbildg.

- G. Richter, V. Mayer. Der Gesteinsbohrmaschinenbetrieb am Kaiser Joseph II. Erbstollen in Schemnitz. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 351. Mit Abbildg.
- Ronhead. Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 907. Mit Abbildg.
- Sachs, C. Sachs. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — R. Ziebarth. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874. Bd. 18. S. 718. Mit Abbildg. — Habets. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 36. S. 93. Mit Abbildg. — C. A. Angström. Ueber Gesteinsbohrmaschinen. Mit Abbildg. — Dr. H. Zwick. Neuere Tunnelbauten. Mit Abbildg. — M. Lambert. Perforateur Sachs et Broßmann. Bull. min. 1883. Serie II. Bd. 12. S. 605. Mit Abbildg. — Pernolet. Mémoire etc. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 21. Mit Abbildg. — Engineering. 1870 I. Bd. 30. S. 434. Mit Abbildg. — Glaser's Annalen. 1881. Bd. 8. S. 182. Mit Abbildg. — André. Mining machinery. Bd. I. S. 34. Mit Abbildg. — André. Coal mining. Bd. I. S. 157. Mit Abbildg. — Serlo. Bergbaukunde. 4. Aufl. Bd. I. S. 343. Mit Abbildg. — F. Rziha. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. Bd. I. S. 366. Mit Abbildg. — Haupt. Stollenanlagen. S. 77. Mit Abbildg. — Hasslacher. Die Anwendung komprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen. Preuß. Zeitschr. 1869. Bd. 17 B. S. 1. — G. Richter. Der Betrieb der Gesteinsbohrmaschinen im Josephi II. Erbstollen zu Schemnitz. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1875. Bd. 23. S. 291. — Maschinelle Bohrarbeit im Josephi II. Erbstollen zu Schemnitz. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. Bd. 25. S. 476. — H. Rittler. Die Anwendung der komprimirten Luft zum Schachtabteufen. Kärntner Zeitschr. 1874. S. 33. — W. Némècek. Vergleichende Versuche mit den Bohrmaschinen von Sachs und Burleigh. Berg. u. Hüttenm. Jahrbuch d. Bergakademien Leoben und Przibram. 1873. Bd. 21. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1872. Bd. 21. S. 176. — Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 23 B. S. 94 (Resultate). — Die Tunnel der bayrischen Staatsbahnen. Zeitschr. f. Baukunde. 1879.
- Schram (Schram und Mahler). J. Mahler. Die Gesteinsbohrmaschine Schram u. Mahler. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 535. Mit Abbildg. — André. Mining machinery. Bd. I. S. 34. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils etc. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 894. Mit Abbildg. — H. Mativa. Rapport etc. Revue univ. d. mines. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 691. Mit Abbildg. — Försök med olika slag of Bergbormaskiner etc. Jern-Kont. Annal. 1880. S. 338. Mit Abbildg. — J. Mahler. Die Sprengtechnik. Wien 1881. S. 121. Mit Abbildg. — A. Pichler. Bohrmaschinen-Anlage und Betrieb bei Anwendung Schram'scher Maschinen auf dem Werke St. Anna bei Neumarkt in Oberkrain. Kärntner Zeitschr. 1880. S. 145. — Haber. Der maschinelle Bohrbetrieb auf den Gruben von Ramsbeck. Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30. S. 43 (Resultate).
- Sommeiller. F. Rziha. Tunnelbau. Bd. I. S. 139. (Aeltere und neue Konstruktion.) — F. Rziha. Eisenbahnbau. Bd. I. S. 357. (Neuere Konstruktion.) Mit Abbildg. — Engineering. 1872 I. Bd. 13. S. 391. (Schematische Skizze der Maschine.) — Pernolet. Mémoire etc. Bull. min. 1873. Serie II. Bd. 2. S. 10. Mit Abbildg. — G. Haupt. Die Stollenanlagen. S. 72. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 276. (Aeltere und neuere Konstruktion.) — Revaux. Percement des Alpes. Annal. d. min. 1879. Serie VII. Bd. 15. S. 427. Mit Abbildg.
- Turrettini-Colladon. H. Mativa. Rapport etc. Revue univ. d. mines. 1878. Serie II. Bd. 3. S. 695. Mit Abbildg. — Revaux. Percement des Alpes. Annal. d. mines. 1879. Serie VII. Bd. 15. S. 445. Mit Abbildg.
- Union-Drill. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 34. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 266. Mit Abbildg. — Otto Schrott. Gesteinsbohrmaschine der Union Rock drill Company. Der praktische Maschinenkonstrukteur. 1878. Bd. 11. S. 62. Mit Abbildg.
- Universal-Gesteinsbohrmaschine von der Maschinenfabrik »Humboldt«. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1882. Bd. 41. S. 305. — D. R. P. No. 17045.
- Welker. Armengaud. Publ. ind. 1882. Bd. 28. S. 353. Mit Abbildg.
- Wood. Aeltere Konstruktion. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 48. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 210.
- Wood. Neuere Konstruktion. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 51. Mit Abbildg. — Drinker. Tunneling etc. S. 210. Mit Abbildg.

2. Handbohrmaschinen.

Angström. Maschinen-Bohrschlägel. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. Bd. 35. S. 104.

H. B. Barlow jun. and Co. Engineering. 1875. Bd. 20. Mit Abbildg.

- Champion Rock Drill von J. A. Beamisdorfer. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 57.
- De la Haye. Bull. min. 1862/63. Serie I. Bd. 8. Mit Abbildg. — Revue univ. d. min. 1865. S. 282. Mit Abbildg.
- Faber. J. Faber. Ueber einige neuere Gesteinsbohrmaschinen mit Handbetrieb. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1880. Bd. 24. S. 581. Mit Abbildg.
- R. Gottheil. Bayrisches Industrie- und Gewerbeblatt. 1875. S. 83. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1875. Bd. 23. S. 378. Mit Abbildg.
- C. Gronert. Haupt. Die Stollenanlagen. S. 39. Mit Abbildg.
- Jordan (T. B. Jordan Son u. Meihé). a. Ursprüngliche Konstruktion. P. H. Knops. Jordan's Patent-Hand-Gesteinsbohrmaschine. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. Bd. 23. S. 332. Mit Abbildg. — Buisson. Appareils de perforation mécanique à l'exposition universelle de 1878. Bull. min. 1879. Serie II. Bd. 8. S. 920. Mit Abbildg. — Praktischer Maschinenkonstrukteur. 1878. Bd. 11. S. 346. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1878. Bd. 26. S. 306. Mit Abbildg. — Habets. Exposition de Paris 1878. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 397. Mit Abbildg. — G. Szellemy. Versuche mit der Jordan'schen Handbohrmaschine. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1880. Bd. 28. S. 6. — Oesterr. Zeitschr. 1878. Bd. 26. S. 423 u. 488 (Resultate). — Haupt. Die Stollenanlagen. S. 43 (Resultate). Mit Abbildg.
- b. Verbesserte Konstruktion der märkischen Maschinenbauanstalt in Wetter a. d. Ruhr. Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1880. S. 213.
- Könyves-Tóth. Mahler und Eschenbacher. Die Sprengtechnik. Wien 1881. S. 107. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 287 (Resultate).
- Marcellis. Annal. d. mines. 1862. Bd. II. Bd. 376.
- H. F. Parson. D. R. P. No. 17 767.
- Victor Rock Drill von W. Weaver. Riedler. Gesteinsbohrmaschinen. S. 56. Mit Abbildg.

Das drehende Bohren.

Allgemeines.

- K. v. Balzberg. Das drehende Bohren in mildem Gestein. Leobener Jahrb. 1876. Bd. 24. S. 232.
- D. Colladon. Georges Leschot et l'invention des perforatrices à diamant. Schweiz. Bauztg. 1884. Bd. 3. S. 113.
- M. Coquilhat. Expériences sur la résistance utile produite dans le forage. Annal. d. travaux publ. 1851/52. Bd. 10. S. 199.
- C. Hirzel-Gysi. Zum Artikel über Georges Leschot et l'invention des perforatrices à diamant. Schweiz. Bauztg. 1884. Bd. 4. S. 3.
- E. Jarolimek. Bergtechnische Mitteilungen etc. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 58.
- E. Jarolimek. Ueber den Kraftbedarf beim Drehbohren im Gestein. Vereinsmitteilungen. Beilage zur Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen. 1883. S. 14.
- Georges Leschot et l'invention des perforatrices à diamant. Paris 1884. Imprimerie Capiomont et Renault.

Die einzelnen Maschinen.

1. Maschinen mit Motoren.

- Beaumont's Diamantbohrmaschine. Drinker. Tunneling etc. 2. Aufl. S. 225. Mit Abbildg. — Beaumont. Application du diamant noir au forage mécanique. Revue univ. d. mines. 1874. Serie I. Bd. 35. S. 576. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 23 (Resultate).
- Brandt. A. Riedler. Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. Ein neues System der Gesteinsbohrung durch hydraulischen Druck und rotirende Stahlbohrer. Wien 1877. Mit Abbildg. — von Grimburg. Der Bau des Sonnstein-Tunnels mit Rücksicht auf die Gesteinsbohrmaschinen System Brandt. Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1878. Bd. 30. S. 1. Mit Abbildg. (Aeltere Konstruktion.) — Auszugsweise: Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. Bd. 25. S. 555. — F. Seeland. Die Brandt'sche Drehbohrmaschine. Kärntn. Zeitschr. 1877. Bd. 9. S. 358. Mit Abbildg. (Aeltere Konstruktion.) — Habets. Exposition de Paris 1878. Revue univ. d. mines. 1880. Serie II. Bd. 7. S. 400. Mit Abbildg. (Aeltere Konstruktion.) — G. Haupt. Die Stollen-

- anlagen. Berlin 1884. S. 113 ff. 137 ff. (Ältere und neue Konstruktion.) Mit Abbildg. — Revaux. Percement des Alpes. *Annal. d. mines.* 1882. Serie VIII. Bd. 2. S. 102. Mit Abbildg. (Neuere Konstruktion.) — Preuß. Zeitschr. 1881. Bd. 29 B. S. 240. Mit Abbildg. (Neueste Konstruktion.) — A. Riedler. Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1877. Bd. 25. S. 515. — Hinterhuber. Die Brandt'sche hydraulische Drehbohrmaschine. *Kärntn. Zeitschr.* 1879. Bd. 11. S. 118. — Hinterhuber. Bohrmaschinenbetrieb für Bergbauzwecke. *Kärntn. Zeitschr.* 1880. Bd. 12. S. 177. — Hinterhuber. Die Betriebsresultate der Brandt'schen Drehbohrmaschine in Bleiberg. *Kärntn. Zeitschr.* 1880. Bd. 12. S. 423. — Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31 B. S. 187 (Resultate). — S. Rieger. Die Betriebsresultate mit der Brandt'schen Drehbohrmaschine in Bleiberg. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1881. Bd. 29. S. 388. — S. Rieger. Die Betriebsresultate mit der Brandt'schen Drehbohrmaschine in Bleiberg. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1882. Bd. 30. S. 39. — Resultate des fortgesetzten Betriebes von Feldorten mit der Brandt'schen Bohrmaschine zu Przibram. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1881. Bd. 29. S. 346. — R. R. Förster. Die ersten Erfahrungen mit Anwendung einer Brandt'schen hydraulischen Drehbohrmaschine bei Auffahrung eines Querschlages in Porphyram Alberschachte der Kgl. Steinkohlenwerke im Plauen'schen Grunde. *Freiberger Jahrbuch.* 1879. S. 190. — R. R. Förster. Kraftbedarf, Leistungen etc. bei den Ortsbetrieben mit hydraulischen und mit Luftbohrmaschinen sowie mit Handbohrung auf der Grube Beihilfe Erbstollen unweit Freiberg. *Freiberger Jahrbuch.* 1882. S. 18. — E. Jarolimek. *Bergtechnische Mitteilungen etc.* *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* Bd. 27. S. 75.
- Diamantbohrmaschine** (amerikanische). Riedler. *Gesteinsbohrmaschinen.* S. 94. Mit Abbildg. — E. B. Coxe. A new method of sinking shafts. *Transactions of the American Inst. of Min. Engin.* 1871/73. Bd. 1. S. 261. Mit Abbildg. — *Mining and Eng. Journ.* 1873. Bd. 14. S. 193. — *Revue univ. d. mines.* 1875. Serie I. Bd. 38. S. 241. Mit Abbildg. — Drinker. *Tunneling etc.* 2. Aufl. S. 227. Mit Abbildg. — W. P. Blake. Recent improvements in diamond drills and in the machinery for their use. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers.* 1871/73. Bd. 1. S. 395. — R. W. Raymond. *Statistics etc.* 1872. S. 41 u. 133 (Resultate). — 1874. S. 507 (Resultate über Schachttaufeufen). — 1875. S. 118 (Resultate).
- Dron.** Buisson. *Appareils de perforation mécanique.* *Bull. min.* 1879. Serie II. Bd. 8. S. 911.
- Jarolimek.** E. Jarolimek. Gesteins-Drehbohrmaschine mit Differential-Schraubenvortrieb des Bohrers. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1881. Bd. 29. S. 183. Mit Abbildg. — E. Jarolimek. Neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gesteinsbohrmaschinen. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1882. Bd. 30. S. 103. — Neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gesteins-Drehbohrmaschinen. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1882. Bd. 30. S. 104. — E. Jarolimek. Projekt einer Druckbohrmaschine. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1879. Bd. 27. S. 85. Mit Abbildg.
- De la Roche-Tolay u. Perret.** Schweska. Die Bohrturbine. *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1864. Bd. 12. S. 202. — v. Rittinger. Kurze Mitteilungen über Berg- u. Hüttenwesen-Maschinen auf der Pariser Weltausstellung 1867. S. 146. Mit Abbildg. — Stapff. *Gesteinsbohrmaschinen.* S. 230. Mit Abbildg. — J. Havrez. Note sur le meilleur mode de creusement des trous de mines. *Revue univ. d. mines.* 1879. Serie II. Bd. 6. S. 338. Mit Abbildg. — *Exposition universelle à Paris en 1867.* Notice sur les modèles, cartes et dessins, relatifs aux travaux publics réunis par les soins du ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. S. 402.
- Taverdon.** A. L. Taverdon. Application du diamant noir aux travaux et au percement des tunnels. *Armengaud. Publ. ind.* 1879. Bd. 25. S. 486. Mit Abbildg. — Buisson. *Appareils etc.* *Bull. min.* Serie II. 1879. Bd. 8. S. 916. Mit Abbildg. — Application of electricity to tunneling. *Scientific American.* 1884 I. Bd. 50. S. 31. Mit Abbildg. — E. Jarolimek. *Bergtechnische Mitteilungen von der Weltausstellung in Paris 1878.* *Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw.* 1879. Bd. 27. S. 58. Mit Abbildg.
- Trautz.** Evrard. *Exploitation des mines.* Bd. I. S. 154. — Borchardt. Der Leopoldshaller Salzbergbau. *Berg. u. Hüttenm. Ztg.* 1878. S. 175 (Beschreibung und Resultate).

2. Handbohrmaschinen.

- v. Balzberg.** A. Aigner. Ueber den Lisbet'schen Steinsalzbohrer. *Leobener Jahrbuch* 1873. Bd. 21. S. 113. Mit Abbildg. — J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. *Kärntn. Zeitschr.* 1873. Bd. 8. S. 208. Mit Abbildg. — Haupt. *Die Stollenanlagen.* S. 38. Mit Abbildg.

- Baroper Maschinenbau-Aktiengesellschaft. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1879. Bd. 27. S. 555. Mit Abbildg. — D. R. P. No. 4137.
- Ch. F. Chubb. J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. Kärntn. Zeitschr. 1876. Bd. 8. S. 211. Mit Abbildg.
- Jarolimek. Neuere Betriebsergebnisse mit E. Jarolimek's Gesteinsdrehbohrmaschine. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1882. Bd. 30. S. 132. Mit Abbildg. — J. Hozák. Betriebsergebnisse mit der Jarolimek'schen Handdrehbohrmaschine beim Querschlagsbetriebe im Kronprinz Rudolf-Stefanschiechter Grubenbaue zu Bohutin bei Prizbram. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1883. Bd. 31. S. 381. — H. Preuß. Ueber den Kraftbedarf der Handdrehbohrmaschine von E. Jarolimek. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1883. Bd. 31. S. 187.
- Lisbet. M. Alayrac. Outil perforateur pour les exploitations houillères. Bull. min. 1860/61. Serie I. Bd. 6. S. 745. Mit Abbildg. — Bluhme. Die Handbohrmaschine von Lisbet. Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 269. Mit Abbildg. — Lévy. Expériences sur le perforateur de M. Lisbet. Bull. min. 1861/62. Serie I. Bd. 7. S. 489. — A. Aigner. Ueber die Verbesserung des Lisbet'schen Steinsalzbohrers. Leobener Jahrb. 1874. Bd. 22. S. 139. Mit Abbildg. der Schneiden.
- Schwesetka. J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. Kärntn. Zeitschr. 1876. Bd. 8. S. 206. Mit Abbildg. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1864. S. 201.
- Staněk und Reska. J. Mayer. Handbohrmaschine für drehendes Bohren. Patent „Staněk u. Reska“. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 162. Mit Abbildg. — J. Mayer. Ueber rotirendes Bohren etc. Kärntn. Zeitschr. 1876. Bd. 8. S. 213. Mit Abbildg. — Haupt. Die Stollenanlagen. S. 36. Mit Abbildg. — J. Waydowicz. Versuche mit der patentirten Handbohrmaschine von Staněk u. Reska in der Grube zu Wieliczka. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1877. Bd. 25. S. 257. — Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27 B. S. 253. (Versuche in Kohle.)
- Taverdon. A. L. Taverdon. Application du diamant noir etc. Armengaud. Publ. ind. 1879. Bd. 25. S. 187. Mit Abbildg.
- Villepigue Perforator von Macdermott u. William. Transactions of North of England etc. 1870/71. Bd. 20. S. 65. Mit Abbildg.

Deutsche Reichspatente auf Gesteinsbohrmaschinen.

- D. R. P. No. 171. Kl. 5. K. Trautz in Kalk bei Köln. Rotirende Steinbohrmaschine.
- D. R. P. No. 203. Kl. 5. J. Frölich in Düsseldorf. Vorrichtung zum Bewerkstelligen des selbstthätigen Vorschubes an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 259. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Gesteinsbohrer mit Spülkanal.
- D. R. P. No. 319. Kl. 5. L. Schrader und J. Fritz in Suelz a. R. Gesteinsbohrmaschine für Handbetrieb.
- D. R. P. No. 511. Kl. 5. E. Rosenkranz und Th. Jellinghaus in Dortmund, beziehentlich Camen. Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 526. Kl. 5. J. Faber in Barmen. Gesteinsbohrmaschine für Handbetrieb und selbstthätigem Vorschub.
- D. R. P. No. 982. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Spritzvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen mit stoßender Wirkung des Meißels.
- D. R. P. No. 1057. Kl. 5. J. Darlington in London. Steuerungsvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 1355. Kl. 5. A. Brandt in Hamburg. Hydraulische Rotationsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 1469. Kl. 5. K. Schäfer, K. Baltus und F. Altenheim in Zeche vor Hamburg bei Annen. Selbstthätig wirkende Wassereinspritzvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 1756. Kl. 5. Gebr. Jellinghaus in Camen. Gesteinsbohrer mit Wasserspülkanälen.
- D. R. P. No. 2098. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Veränderte Spritzvorrichtung an Gesteinsbohrmaschinen mit stoßender Wirkung (Zusatz zu D. R. P. No. 982).
- D. R. P. No. 2218. Kl. 5. T. B. Jordan in London. Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 2237. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Gesteinsbohrer mit Spülkanal (Zusatz zu D. R. P. No. 259).
- D. R. P. No. 2377. Kl. 5. J. Faber in Barmen. Freistehende Gesteinsbohrmaschine für Handbetrieb mit veränderlichem Vorschub.
- D. R. P. No. 2663. Kl. 5. L. Schrader und J. Fritz in Suelz a. Rh. Veränderungen an Gesteinsbohrmaschinen für Handbetrieb (Zusatz zu D. R. P. No. 319).

- D. R. P. No. 2736. Kl. 5. R. Schram, Mahler und Eschenbacher in Wien. Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 3421. Kl. 5. A. H. Elliot in New-York. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 3645. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Streckengestell für mehrere Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 3792. Kl. 5. H. Stolzenberg und K. Gronert in Berlin und R. A. Ordts in Schwelm. Steinbohrmaschine für Handbetrieb.
- D. R. P. No. 4136. Kl. 5. J. K. Gulland in London. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen mit rotirendem Bohrer.
- D. R. P. No. 4137. Kl. 5. Baroper Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Barop. Gesteinsbohrmaschinen mit Mechanismus zur Vor- und Rückwärtsbewegung der Bohrspindel, sowie mit Vorrichtung zur Befestigung des Gestells durch Luftdruck.
- D. R. P. No. 4158. Kl. 5. R. Meyer und Dr. Küster in Huttrop bei Steele. Gesteinsbohrmaschine mit rotirendem Steuerungsschieber und selbstthätigem Vorschub.
- D. R. P. No. 4212. Kl. 5. J. K. Faber in Barmen. Handbohrmaschinen für hartes Gestein mit veränderlichem Vorschub und einem für das Bohren in horizontaler, vertikaler oder geneigter Richtung benutzbaren Gestell.
- D. R. P. No. 4320. Kl. 5. R. Schram, Mahler und Eschenbacher in Wien. Veränderungen an Gesteinsbohrmaschinen (Zusatz zu D. R. P. No. 2736).
- D. R. P. No. 4344. Kl. 5. E. Rosenkranz und Th. Jellinghaus in Dortmund, beziehentlich Camen. Vorrichtung zum gleichzeitigen Drehen und Vorschieben des Bohrers an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 5107. Kl. 5. T. B. Jordan in London. Neuerungen an Steinbohrmaschinen (Zusatz zu D. R. P. No. 2248).
- D. R. P. No. 6432. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Aenderungen am Pelzer'schen Streckengestelle für mehrere Gesteinsbohrmaschinen (Zusatz zu D. R. P. No. 3645).
- D. R. P. No. 6897. Menck und Hambrock in Ottensen bei Altona. Gesteinsbohrmaschine mit Steuerung für Handvorschub und selbstthätiger Schaltvorrichtung zum Umsetzen des Bohrers.
- D. R. P. No. 7304. Kl. 5. W. W. Dunn in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 7314. Kl. 5. Paul Emile Welker in Airolo, Schweiz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 7920. Kl. 5. W. L. Neill in London. Neuerungen an der Steuerung von Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 8020. Kl. 5. H. Riehmann und U. K. Arnold in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 8578. Kl. 5. C. Breitenbach in Sieghütte bei Siegen. Gesteinsbohrmaschine mit Federwirkung für den Betrieb durch komprimirte Luft oder Dampf.
- D. R. P. No. 8957. Kl. 5. W. F. Heshuysen in Moutier, Schweiz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen mit stoßender Wirkung des Bohrers.
- D. R. P. No. 9319. Kl. 5. Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Duisburg. Hydraulisches Gestell für Steinbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 9912. Kl. 5. K. Kachelmann u. Sohn und Eugen Broßmann in Schemnitz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 9915. Kl. 5. Joh. Jäger in Duisburg. Vorrichtung zum selbstthätigen Vorschieben und Arretiren des Bohrers an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 10071. Kl. 5. Jul. Frölich in Düsseldorf. Bohrerbefestigung für Perkussions-Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 11024. Kl. 5. K. Trautz in Dillstein bei Pforzheim. Neuerungen an der Steuerung von Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 11136. Kl. 5. J. Faber in Barmen. Neuerungen an Handbohrmaschinen für festes Gestein (Zusatz zu D. R. P. No. 4212).
- D. R. P. No. 11140. Kl. 5. M. Neuerburg in Köln und C. Trautz in Dillstein bei Pforzheim. Neuerungen an Gestellen für Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 12456. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 13286. Kl. 5. A. Burton u. Sohn in Paris. Neuerungen an der unter No. 2218 patentirten Jordan'schen Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 13622. Kl. 5. K. Breitenbach in Sieghütte bei Siegen. Neuerungen an Gesteinsbohr-

- maschinen mit Federwirkung für den Betrieb mit komprimierter Luft oder Dampf (Zusatzpatent zu No. 8578).
- D. R. P. No. 14496. Kl. 5. J. F. O. Schulz in Köln. Pneumatische Gesteinsbohrmaschine mit variabler Hubhöhe, Umsteuerung durch ein selbstthätig wirkendes Kolbenventil, Bohrerversetzung durch verbrauchte Luft und selbstthätiger Vorschubvorrichtung.
- D. R. P. No. 14583. Kl. 5. H. Richmann und U. K. Arnold in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 15715. Kl. 5. P. E. Welker in Airolo, Schweiz. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 15961. Kl. 5. E. Jarolimek in Wien. Neuerungen an Gesteinsdrehbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 16965. Kl. 5. Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Humboldt“ in Kalk bei Köln. Neuerungen an Gustav Richter's Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 17045. Kl. 5. Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Humboldt“ in Kalk bei Köln. Universal-Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 17767. Kl. 5. H. F. Parsons in St. Francisco. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen mit Federhammer für Handbetrieb.
- D. R. P. No. 19594. Kl. 5. R. Axer in Zelle St. Blasii und J. Frölich in Düsseldorf. Selbstthätiger Vorschubmechanismus für Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 20041. Kl. 5. R. Meyer in Mühlheim a. d. Ruhr. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 20846. Kl. 5. F. B. Doering in Trefriw, England. Neuerungen an Tunnel- und Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 22901. Kl. 5. R. Meyer in Mühlheim a. d. Ruhr. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen ohne Steuermechanismen.
- D. R. P. No. 26603. Kl. 5. J. Melichar in Zarubeck bei Mährisch-Ostrau. Rotirender Erweiterungsbohrer.
- D. R. P. No. 27052. Kl. 5. A. Cantin in Paris. Ringgelenk für selbstthätige Einstellung an Bohrmaschinen.
- D. R. P. No. 27697. Kl. 5. W. G. Heshuysen in Moutier Vully, Schweiz. Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 28056. Kl. 5. F. Pelzer in Dortmund. Neuerungen an Gesteinsbohrmaschinen.
- D. R. P. No. 28197. Kl. 5. M. Maedernott in Pudding Lane, City of London, und W. Glower in Bermondsey, County of Surrey. Hand-Gesteinsbohrmaschine.
- D. R. P. No. 29227. Kl. 5. W. Hesseln in Berlin. Cylinder-Gesteinsbohrmaschine ohne Steuermechanismen.
- D. R. P. No. 29397. Kl. 5. F. A. Halsey in New-York. Neuerung an Steinbohrmaschinen mit Dampftrieb.
- D. R. P. No. 29472. Kl. 5. H. C. Sergeant in Denver, Colorado. Gesteinsbohrmaschine.