

Noch möge die Vorrichtung angeführt werden, welche zu dem sogenannten Pöffeln, d. h. zur Entleerung des Bohrloches von dem gebildeten Bohrschmand angewandt wird. Fig. 724 (a. v. S.) stellt einen gewöhnlichen Pöffel vor, bestehend aus dem cylindrischen Rohre *A*, dessen unterer Rand mit einer Schneide *B* versehen ist, über welcher sich ein Klappen- oder Kugelventil *C* befindet. Wird dieses Rohr mittels des Gestänges mehrmals um 0,10 bis 0,60 m gehoben und fallen gelassen, so tritt der Schlamm durch das Ventil in das Rohr ein, welches dann gehoben und entleert werden kann. Auch hat man pumpenähnliche Vorrichtungen, bestehend aus einem mit Bodenventil versehenen Cylinder und einem darin verschieblichen Kolben zu demselben Zwecke verwendet; in Betreff der näheren Einrichtungen muß auf die über das Tiefbohren veröffentlichten Schriften<sup>1)</sup> verwiesen werden.

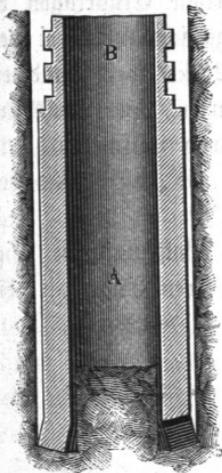
## §. 194.

**Drehende Steinbohrmaschinen.** In der neueren Zeit hat man auch vielfach die Löcher in Stein durch Bohrer hergestellt, die ununterbrochen umgedreht werden, und deren Wirkungsweise im allgemeinen mit derjenigen der in den früheren Paragraphen besprochenen Metallbohrmaschinen übereinstimmt, insofern wenigstens, als der Bohrer gleichzeitig um seine Ase gedreht und in deren Richtung vorgeschoben wird. Das Bohrgestänge trägt hierbei an seinem Ende eine sogenannte Bohrkronen, d. h. einen kolben- oder ringförmigen Körper, der an der arbeitenden Endfläche entweder mit harten Stahlzähnen oder mit Diamanten besetzt ist. In dem diese Bohrkronen mit entsprechendem Drucke gegen das Gestein gepreßt wird, dringen die besagten Zähne oder Diamanten bis zu geringer Tiefe in das Gestein ein, welches bei der Umdrehung der Bohrkronen seitlich fortgeschoben wird. Der Druck, mit welchem hierbei die Bohrkronen gegen das Gestein gedrückt wird, ist bei der Verwendung von Diamanten nur gering, weil bei einem bedeutenden Drucke ein Lösen der kleinen, in die Bohrkronen eingesetzten Diamanten zu befürchten wäre. Demgemäß werden diese Diamanten auch nur ganz feine Spänchen abschaben, und man erzielt ein genügend schnelles Vorschreiten des Bohrers nur durch eine sehr bedeutende Umdrehungsgeschwindigkeit der Bohrkronen. Wenn die Kronen dagegen mit Stahlzähnen versehen ist, so drückt man sie in der Regel so stark gegen das Gestein, wie mit der Festigkeit des gehärteten Stahles nur verträglich ist. In Folge dieses großen Druckes dringen die keilförmig gebildeten Zähne der Bohrkronen tiefer in das Gestein vor, und bei der sehr langsamen Umdrehung der Kronen werden daher entsprechend größere Steinsplitter abgedrückt oder abgeschert. Hiernach unterscheiden sich diese beiden Arbeiten von Bohrmaschinen in der Art von einander, daß die Diamantbohrmaschinen mit

<sup>1)</sup> Th. Tiedlenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde.

geringem Drucke und großer Geschwindigkeit durch eine mehr schabende Wirkung ein feines Mehl abreiben, während stählerne Bohrkronen mit großem Drucke und langsamer Geschwindigkeit das Material mehr keilend wegdrücken oder fortsprengen. Demgemäß werden natürlich auch die Einrichtungen dieser beiden Maschinen entsprechend von einander abweichen.

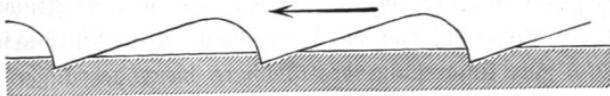
Fig. 725.



In den meisten Fällen werden hierbei ringförmige Bohrkronen verwendet, welche das im Inneren des Ringes stehende Material nicht angreifen, sondern als einen zusammenhängenden sogenannten Kern rings umschneiden, der, wenn er einige Länge erlangt hat, entweder von selbst abbricht, oder durch geeignete Instrumente abgebrochen werden kann, um ihn dann aus dem Bohrloche heraus zu fördern. Dieses Kernbohren ist von besonderer Wichtigkeit in allen Fällen, wo es darauf ankommt, die Beschaffenheit des durchbohrten Gesteins festzustellen, da aus den zu Tage geförderten Kernen deutlich die Lagerungsverhältnisse des durchbohrten Gesteins ersichtlich sind. Andererseits ist aber auch, wie leicht zu ersehen ist, die zur Herstellung eines Bohrloches von bestimmtem Durchmesser nöthige Arbeit bei der Verwendung von Kernbohrern geringer als bei der von Vollbohrern, insofern die letzteren das ganze das Bohrloch erfüllende Material zerkleinern müssen, während die Kernbohrer nur das den cylindrischen Ring zwischen Kern und Bohrlochwandung erfüllende Material zu erbohren haben.

Von den Maschinen mit Stahlkronen hat sich besonders die Brandt'sche ausgezeichnet bewährt, welche hier etwas näher besprochen werden soll. Aus Fig. 725 wird die Bohrkronen deutlich, welche aus einem Stahlrohre A gebildet und dessen Stirnfläche zu vier Zähnen ausgearbeitet ist, deren Form

Fig. 726.

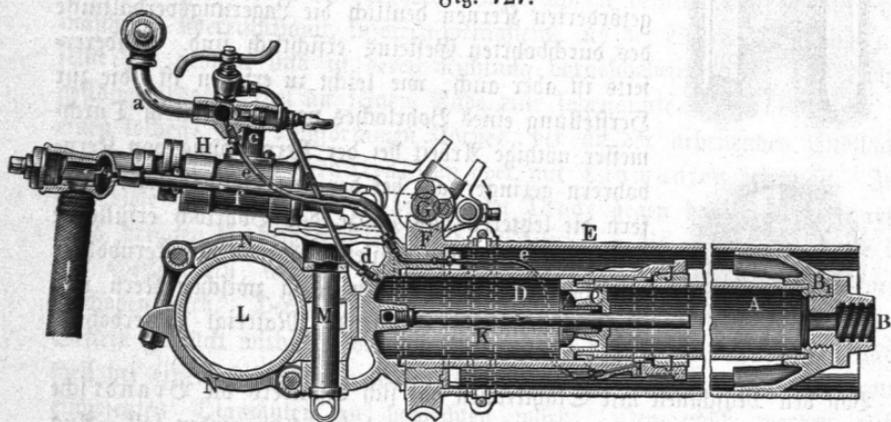


aus der Abwicklung in Fig. 726 ersichtlich wird. Auch erkennt man aus dieser Figur, wie die Zähne unter dem Einflusse des gegen die Bohrkronen ausgeübten starken Druckes in das Gestein um einige Millimeter eindringen und bei der Bewegung im Sinne des Pfeiles das vor ihnen befindliche Material fortschieben. Die Zähne sind nach Art von Sägezähnen, s. §. 77,

geschränkt, d. h. abwechselnd nach innen und außen geneigt, damit nicht nur die Reibung der Bohrkronen am Umfange des Bohrloches vermieden werde, sondern auch der Kern frei in das Innere der Krone eintreten kann. Bei *B* ist die Krone durch Schraubengewinde mit dem gleichfalls röhrenförmigen Gestänge verbunden. Der ganze auf das Gestänge ausgeübte Druck vertheilt sich hiernach auf die vier kurzen Schneiden *a*, wodurch selbst bei den härtesten Gesteinen das zum Bohren erforderliche Eindringen ermöglicht wird. Der Druck für 1 cm Schneidenlänge schwankte bei verschiedenen Verwendungen der Maschinen zwischen 723 kg bei Sandstein und Schieferthon und 3156 kg bei härteren Gesteinsarten, wie Gneis und Porphyr. Der äußere Durchmesser der Bohrkronen betrug zwischen 64 und 80 mm, die Wandstärke etwa zwischen 9 und 12 mm, so daß Kerne von etwa 40 bis 60 mm Durchmesser erbohrt wurden.

Die wesentlichste Einrichtung einer Brandt'schen Bohrmaschine zeigt Fig. 727. Hierin ist die hohle Bohrspindel *A* am vorderen Ende mit dem

Fig. 727.



Kopfe *B* zum Einschrauben des Bohrgestänges versehen, während sie hinterhalb den Kolben *C* bildet, der sich dicht in dem Vorschubcylinder *D* bewegen kann. Der Vorschub des Bohrers und die Pressung desselben gegen das Gestein wird nämlich durch den Druck des bis zu 100 Atmosphären gepressten Wassers ausgeübt, das durch die Röhre *d* in den Vorschubcylinder geführt wird. Zur Umdrehung des Bohrers dient der äußere Führungscylinder *E*, der mittels zweier Längsschlitz dem Kopfe *B*, Führung erteilt und denselben mitnimmt, wenn er vermittelst des Schneckenrades *F* umgedreht wird. In dieses Rad *F* greift eine Schraube ohne Ende ein, die auf der Kurbelaxe *G* einer zweicylindrigen Wasseräulenmaschine *H* angebracht ist. In Betreff der Einrichtung dieser Wasseräulenmaschine kann auf das in Th. II, 2 hierüber Gesagte verwiesen werden. Es mag nur be-

merkt werden, daß das zum Betriebe dieser Maschine dienende hoch gespannte Wasser durch das Rohr *a* nach dem Ventilgehäuse *b* geführt wird, von welchem es durch *c* in die Wasserfäulenmaschine und durch *d* in den Vorschubcylinder *D* hinter den Kolben *C* tritt. Durch die dritte Röhre *e* tritt das Druckwasser ununterbrochen in den Raum zwischen der Stopfbüchse *J* und dem Kolben *C* ein, um bei ganz ausgeschobener Bohrspindel *A* dieselbe behufs Verlängerung des Bohrgestänges und erneuerten Vorganges zurückzuziehen. Wenn in diesem Falle das Wasser aus dem Raume des Vorschubcylinders *D* ins Freie entlassen wird, so findet die Rückführung des Bohrers durch den Druck auf die ringförmige Fläche des Kolbenrandes statt. Zur Spülung des Bohrers dient die am Gestell feste Röhre *K*, auf der sich der Kolben *C* mittels einer Stopfbüchse verschiebt, und in welche durch die Röhre *f* das aus der Maschine *H* abgehende Wasser geleitet wird, dem immer noch der zum Ausspülen des Bohrloches erforderliche Druck innewohnt.

Die ganze Maschine wird an der hydraulischen Spannsäule *L* mittels einer Klemme *N* und des Scharnierbolzens *M* befestigt, so daß der Bohrer in verschiedener Höhe unter beliebiger Richtung und Neigung festgestellt werden kann. Die Spannsäule *L* besteht aus zwei in einander verschieblichen Cylindern, deren Enden mit Greifklauen versehen sind, die gegen die Sohle und den First des betreffenden Stollens dadurch gepreßt werden, daß man das Druckwasser zwischen die beiden Cylinder treten läßt.

Von dieser Maschine unterscheidet sich diejenige von Farolimek im wesentlichen nur durch die Art des Vorschubens und Anpressens der Bohrkronen, zu welchem Zwecke die Bohrspindel die Gestalt einer kräftigen Schraube erhalten hat. Dadurch, daß die Mutter dieser Schraube mit einer etwas geringeren Geschwindigkeit als die Spindel gedreht wird, erzielt man einen mäßigen Vorschub, der von der Differenz der beiden Umdrehungen abhängt. Zur Erzielung der verschiedenen Geschwindigkeiten ist ein Differentialrädernetz angewandt worden, das in allen wesentlichen Punkten mit dem bei der Cylinderbohrmaschine, Fig. 656 in §. 180, benutzten übereinstimmt.

Verschiedene sonst noch bekannt gewordene Drehbohrmaschinen zum Handbetrieb, die sich nur für mildes Gestein von geringer Härte eignen, bieten etwas Bemerkenswerthes nicht dar.

Die vorstehend besprochenen Maschinen von Brandt und von Farolimek eignen sich wegen des großen Druckes, der auf die Bohrkronen ausgeübt werden muß, nur für geringe Längen des Bohrgestänges, also nicht für Tiefbohrungen, sondern nur für die zur Sprengarbeit und unter ähnlichen Verhältnissen benutzten Steinbohrmaschinen. Hierfür sind diese Drehbohrmaschinen mit großem Vortheil mehrfach verwendet worden, so z. B. die Brandt'sche Maschine bei dem Bau des Arlbergtunnels und des Sonnen-

steintunnels. Die Stahlkronen zeigten sich geeignet für die härtesten Gesteinsarten, wenn sie auch dabei nur einen langsamen Fortgang zeigen und verhältnißmäßig schnell abstumpfen, so daß sie oft geschärft werden müssen. In dieser Beziehung mag hier die folgende Tabelle<sup>1)</sup> über die Ergebnisse der Versuche angeführt werden, die mit einer Maschine von Jarokimet angestellt wurden, bei denen eine Arbeitsstärke von 6,6 bis 10,2 Pferdekraft erforderlich war und die Bohrlochweite 70 mm betrug. Während die zweite Reihe dieser Tabelle unter *t* die Bohrtiefe für jede Minute angiebt, bedeuten die in der dritten Reihe unter *z* angeführten Zahlen diejenigen Tiefen, nach deren Herstellung die Bohrkronen neu geschärft werden mußten.

Bezeichnung des Gesteins, in dem gebohrt wurde	In der Minute gebohrt	Bohrtiefe, für welche die Krone aushielt
	<i>t</i> mm	<i>z</i> mm
Sehr fester Porphyr . . . . .	15 — 33	45 — 100
Gneis vom Arlberg, parallel zur Schichtung . .	25 — 40	60 — 280
Grauwackenschiefer mit Quarzadnären . . . .	30 — 34	300
Granit von Milin . . . . .	31 — 47	290 — 470
Mittelfester und milder Grünstein . . . . .	33 — 36	620 — 1200
Quarzreicher Glimmerschiefer vom Arlberg, senkrecht zur Schichtung . . . . .	33 — 43	395 — 465
Dolomitconglomerat . . . . .	33 — 56	1700
Dolomit . . . . .	35 — 55	600
Sandstein mit groben Quarzkörnern . . . . .	35	250
Stinkstein . . . . .	50	—
Mergel . . . . .	61 — 100	—

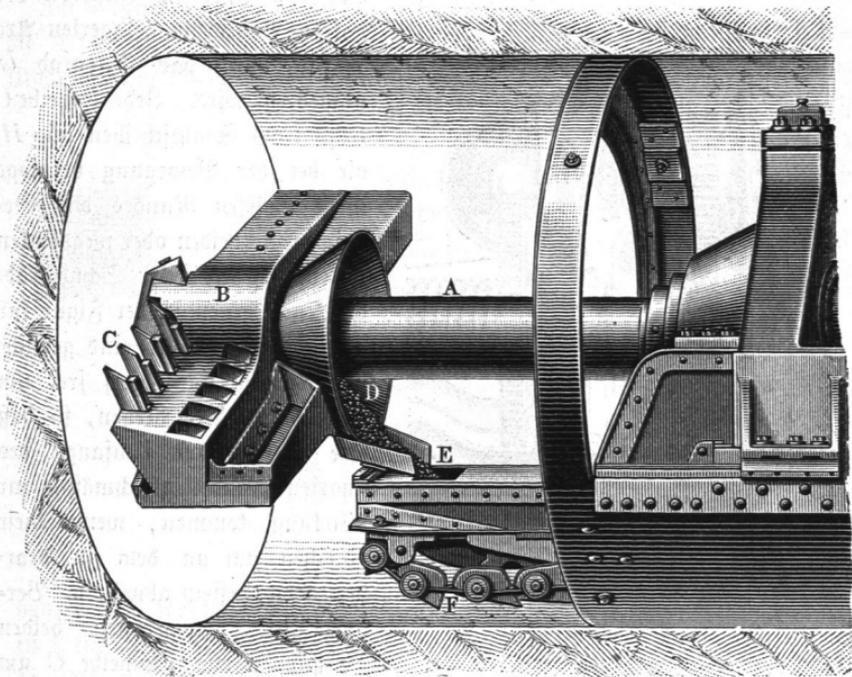
Hier wären auch die mehrfach vorgeschlagenen und in einigen Fällen zur Anwendung gekommenen Tunnelbohrmaschinen<sup>2)</sup> zu erwähnen, welche die Ausbohrung eines Tunnels durch Anwendung einer den ganzen Querschnitt mit einem Male in Angriff nehmenden Bohrvorrichtung bezwecken. Bei der Maschine von Beaumont war die wagrechte starke Bohrwellen *A*, Fig. 728, an ihrem freien Ende mit einem Querarme *B* von einer Länge gleich dem Durchmesser des Tunnels versehen, und mit einer größeren An-

<sup>1)</sup> Oesterr. Ztschrft. für Berg- und Hüttenwesen 1882, S. 106.

<sup>2)</sup> Ph. Forchheimer, Tunnelbohrmaschinen, im 4. Bande des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften.

zahl von stählernen Meißeln *C*, nach Art der bei Drehbänken gebräuchlichen Stichel, ausgerüstet. Durch eine in der Figur nicht weiter angegebene Räderübersezung wurde diese Ase von einer mit Luft betriebenen Zwillingmaschine mit etwa 1,5 Umdrehungen in der Minute umgedreht, während fortwährend durch einen hydraulischen Presskolben ein axialer Druck gegen die Bohrkronen ausgeübt wurde. Vermittelt dieser Presse wurde die Bohrwelle jedesmal um 1,37 m vorgeschoben, dann das Gestell nachgerückt und der Vorgang wiederholt. Die Wirkung der Meißel ist hierbei mit derjenigen von Drehbanksticheln übereinstimmend. Die abgedrehten Gesteins-

Fig. 728.



brocken wurden dem Trichter *D* und von diesem der Rinne *E* zugeführt, so daß eine unter der Bohrwelle in dem Maschinengestell angebrachte Eimerkette *F* für die stetige Entfernung der gelösten Massen sorgen konnte. Die zur Umdrehung des Bohrers dienende Zwillingmaschine bewegte auch die Kette des Eimerwerkes und die Pumpe für die hydraulische Presse zum Vorschube. Mit dieser Maschine ist im Jahre 1882 ein Versuchsstollen unter dem Meere unweit Calais von zusammen 1683 m Länge gebohrt worden, und es betrug dabei der Fortschritt in 24 Stunden durchschnittlich etwa 12,7 m, was als ein sehr günstiges Ergebnis bezeichnet werden muß.

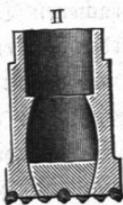
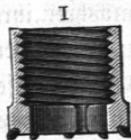


Zum Vorschieben des Bohrkopfes gegen das Gestein diente das auf der Bohrzuge *A* angebrachte Schraubengewinde. Die Versuche, welche mit einem großen Kostenaufwande mit dieser Maschine gemacht worden sind, scheinen nicht besonders günstig ausgefallen zu sein.

Auch zur Herstellung von Schächten für den Bergbau hat man sich des Bohrens bedient, und dazu mehrfach den mit einzelnen Stahlschneiden versehenen Bohrkopf mit Säcken oder Beuteln hinter den einzelnen Messern ausgerüstet, die das gelöste Material aufnehmen, um dasselbe zu Tage fördern zu können. In Betreff der näheren Einrichtung dieser Bohrer und der zugehörigen Betriebseinrichtungen ist auf die Sonderwerke über Bergbau zu verweisen.

Im Gegensatz zu den Gesteinsbohrmaschinen mit Stahlschneiden arbeiten die Diamantbohrmaschinen, wie schon angeführt wurde, mit großer Umdrehungsgeschwindigkeit und kleinem axialen Drucke. Diese Maschinen

Fig. 730.



eignen sich besonders, wenn das zu durchbohrende Gestein sehr hart und nicht zerklüftet ist. Insbesondere hat sich auch für Tiefbohrungen das Diamantbohren eingebürgert, namentlich wird es in Amerika viel verwendet. Sind auch die dabei zu benutzenden Bohrkronen sehr theuer, so stellt sich der Betrieb doch wegen des im Vergleiche zu anderen Bohrmethoden schnelleren Fortschreitens meist billiger als bei diesen; für schnell auszuführende Bohrungen liegt hierin ein besonderer Vortheil. Die Bohrkronen werden selten als Vollbohrer ausgeführt, meistens sind es Hohl-

bohrer zum Kernbohren. Solche Bohrkronen sind in Fig. 730, und zwar in I für einen Kernbohrer und in II für einen Vollbohrer, dargestellt. In die eben abgedrehte Stirnfläche der stählernen Röhre werden die Diamanten (schwarze) in Löcher eingesetzt, die möglichst genau der Form der Diamanten sich anschließen, worauf sie durch Verstemmen oder Verlöthen befestigt werden. Bei dieser Einsetzung ist darauf zu achten, daß eine Kante des octaëdrischen Diamantes radial zu stehen kommt, und daß die Ringflächen, in denen die einzelnen Diamanten das Material abschaben, sich gegenseitig etwas überdecken. Zum Freibohren der Krone müssen die Diamanten außen und innen etwas, etwa 1 bis 2 mm über den Umfang hervorragen. Zur Wasserpülung werden meist Furchen in den äußeren Umfang der Krone eingedreht. Man führt solche Bohrkronen in Durchmesser von 30 mm bis zu 0,6 m aus und gebraucht hierzu bis zu 50 Diamanten.

Zum Diamantbohren eignet sich nur der Betrieb durch Elementarkraft, da die Umdrehungsgeschwindigkeit zu groß ist für das Handbohren. Es ist eine große Anzahl von verschiedenen deutschen, englischen und amerikanischen Bohrmaschinen<sup>1)</sup> für Diamantbohrer bekannt geworden, die alle darin übereinstimmen, daß die Bohrspindel durch Räder von der Betriebswelle aus schnell umgedreht wird, während der gleichmäßige Vorschub durch eine Schraube oder zuweilen auch durch Wasserdruckzylinder vermittelt wird. Da diese Einrichtungen im wesentlichen mit den bisher besprochenen Anordnungen der Bohrmaschinen überhaupt übereinstimmen, so kann an dieser Stelle ein näheres Eingehen darauf unterbleiben.

§. 195. **Fräsen.** Eine Fräse ist nach dem in §. 146 Angeführten im wesentlichen ein nach der Gestalt eines Umdrehungskörpers geformtes Stahlstück, das an seiner Umfläche mit einer mehr oder minder großen Zahl schneidender Kanten oder Zähne versehen ist, die bei der Umdrehung der Fräse das ihnen im Wege befindliche Material wegnehmen. Es ist hiernach ersichtlich, daß auch die im vorhergehenden Paragraphen besprochenen Diamantbohrer ihrer Wirkungsart nach zu den Fräsen gerechnet werden müssen, nur ist bei denselben auf eine so regelmäßige Schneidwirkung wie bei den stählernen Fräsen deshalb nicht zu rechnen, weil es nicht möglich ist, den arbeitenden Kanten der verwendeten Diamanten die für die gute Schneidwirkung erforderliche Gestalt und Größe zu geben, die Wirkung der Diamantbohrkronen wird daher immer nur eine wesentlich schabende sein können. Eine größere Aehnlichkeit mit den eigentlichen Fräsen hat dagegen der in Fig. 725 dargestellte Kernbohrer für das drehende Bohren in Stein, nur besteht dabei der wesentliche Unterschied, daß die eigentlichen Fräsen für Metall sowohl wie für Holz immer mit großer Geschwindigkeit unter geringem Drucke arbeiten, während für das Bohren in Stein mit dem genannten Bohrer umgekehrt eine sehr kleine Geschwindigkeit und ein sehr erheblicher Druck verwendet werden.

Fräsen sind zwar schon lange bekannt gewesen und auch zur Metallbearbeitung verwendet worden, doch wurden dieselben ehemals nur sehr wenig und in der Regel nur für ganz bestimmte, meistens kleinere Arbeiten von den Uhrmachern und Feinmechanikern angewandt, während sie in der neueren Zeit eine allgemeinere und fortwährend steigende Verbreitung auch zur Herstellung selbst der schwersten Arbeiten gefunden haben, nachdem man ihre großen Vorzüge gegenüber anderen Werkzeugen erkannt hat. Der Grund dieser Erscheinung ist darin zu erkennen, daß die Fräsen, deren man sich früher bediente, in sehr unzuweckmäßiger und unvollkommener Weise mit feinen Zähnen versehen waren, die man, wenn sie stumpf geworden

<sup>1)</sup> Th. Fedlenburg, Handb. d. Tiefbohrkunde. Bd. III: Das Diamantbohrsystem.