

Meißel. Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über den Vorgang bei dem Stoßbohren mögen nun die zur Ausführung desselben dienenden Steinbohrmaschinen in den wesentlichen Punkten besprochen werden, indem bezüglich der Einzelheiten auf die über den Gegenstand veröffentlichten Schriften<sup>1)</sup> verwiesen werden muß; dabei soll der gänzlich veralteten sogenannten Hammermaschinen nicht weiter gedacht werden.

§. 191. **Steinbohrmaschinen.** Nach den im vorhergehenden Paragraphen über das Stoßbohren im allgemeinen gemachten Bemerkungen ist ersichtlich, daß es sich bei jeder wie auch immer ausgeführten Steinbohrmaschine um drei Wirkungen handelt, die sich kurz folgendermaßen kennzeichnen lassen. Es muß

1. dem Meißel die hin- und zurückgehende Bewegung mit der erforderlichen Beschleunigung mitgetheilt werden,
2. der Meißel ist zwischen je zwei auf einander folgenden Stößen um die durch die Mitte der Meißelschneide gehende Aze des Gestänges oder Meißelhalters in einem bestimmten Winkelbetrage zu drehen oder umzusetzen, und
3. muß der Meißel und die ihn tragende Stange dem allmählichen langsamen Fortschreiten der Bohrung entsprechend in der Aze des Gestänges oder Bohrloches vorgeschoben werden.

Es handelt sich daher bei jeder solchen Bohrmaschine immer um drei wesentliche Bewegungen, die kurz als Stoßbewegung, Umsezung und Vorschiebung bezeichnet werden mögen.

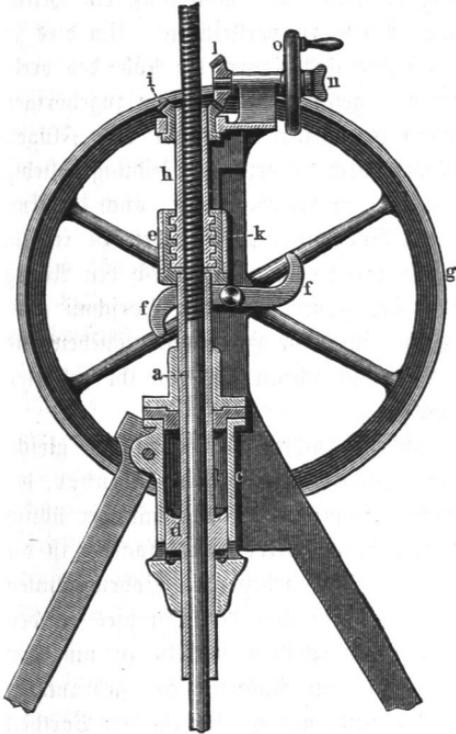
Steinbohrmaschinen für Handbetrieb sind zwar in verschiedener Art ausgeführt worden, ohne daß dieselben jedoch eine größere Verbreitung gefunden hätten. Die Gründe hierfür sind hauptsächlich darin zu erkennen, daß wegen der verhältnißmäßig großen Nebenhindernisse in solchen Maschinen die von denselben erreichbare Nutzwirkung hinter derjenigen zurückbleibt, die bei dem Handbohren erzielt wird, und daß wegen der geringen Arbeitskraft die Bohrarbeit nur langsam von statten geht, so daß der mit der Maschinenarbeit überhaupt angestrebte Vortheil nicht erreicht wird, welcher in der Möglichkeit liegt, mittels der Maschinen die Arbeit thunlichst zu beschleunigen. Es wird daher genügen, von solchen Handbohrmaschinen nur ein Beispiel anzuführen, wozu die von Jordan angegebene gewählt werden mag, Fig. 706.

Bei dieser Maschine ist eine Bohrstange *a* vorhanden, die am unteren Ende den Meißel aufnimmt, während der obere Theil mit Schrauben-

<sup>1)</sup> C. A. Angström, Ueber Gesteinsbohrmaschinen 1874; A. Riedler, Gesteinsbohrmaschinen und Luftcompressionsmaschinen 1877; W. Schulz, Gesteinsbohrmaschinen. Im 4. Bande des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften von L. Franzius und F. Linde 1885.

gewinde versehen ist, um den erforderlichen Vorschub geben zu können. Diese Bohrstanze geht durch die röhrenförmige Kolbenstange *b* eines im Cylinder *c* spielenden Kolbens *d* hindurch, so zwar, daß die Bohrstanze sich in dieser Röhre zwar frei verschieben kann, eine Drehung der Kolbenstange *b* aber auf die Bohrstanze *a* übertragen wird, zu welchem Ende die Bohrstanze in ihrem unteren Ende sechskantig gestaltet ist. Mit der Kolbenstange *b* an ihrem oberen Ende fest verbunden ist die cylindrische Muffe *e* angebracht, unter welche die beiden Hebedaugen *f* greifen, die auf der von

Fig. 706.



dem Arbeiter umzudrehenden Welle des Schwungrades *g* befindlich sind. Das Muttergewinde für die Schraube *a* ist in der Röhre *h* befindlich, die mit der besagten Muffe *e* durch den Kammszapfen *k* drehbar verbunden ist, so daß diese Röhre *h* sich unabhängig von der Muffe *e* wohl drehen kann, dagegen an deren Verschiebung theilnehmen muß. In Folge dieser Einrichtung wird bei der Umdrehung der Schwungradwelle der ganze aus Kolbenstange *b*, Muffe *e*, Röhre *h* und Bohrstanze *a* bestehende Apparat durch jeden der beiden Daumen gehoben, wobei die oberhalb des Kolbens *d* in dem Cylinder *c* befindliche Luft zusammengedrückt wird. Sobald der Daumen dann die Muffe *e* frei giebt, werden die vorgenannten Theile durch die Spannkraft

der zusammengedrückten Luft abwärts geworfen, so daß die Luft hierbei lediglich die Rolle einer Schlagfeder übernimmt.

In Folge der einseitigen Anordnung der Daumen wird bei dem Anheben der Muffe gleichzeitig eine Umdrehung dieser in derselben Art bewirkt, wie dies in §. 7 bei der Besprechung der sogenannten California-Stampfer angegeben worden ist, und an dieser Umdrehung muß die Bohrstanze *a* wegen der gedachten prismatischen Führung in der Kolbenstange theilnehmen, so daß hierdurch der Meißel umgesetzt wird. Gleichzeitig mit der Umsetzung wird aber auch die Vorschübung des Meißels durch die angegebene Drehung der

Muffe *e* bewirkt, und zwar in folgender Art. Würde die das Muttergewinde für die Vorschubschraube *a* tragende Röhre *h* vollkommen fest mit der Muffe *e* verbunden sein, so würde durch die Drehung dieser Muffe die Schraubenspindel *a* nicht verschoben werden, indem dann Schraubenspindel und Schraubenmutter dieselbe Drehung empfangen würden. Wäre dagegen die Mutter *h* an der Umdrehung gänzlich verhindert, so würde bei der Umdrehung der Muffe *e* und der Schraubenspindel *a* um den Winkel  $\varphi$  die Bohrstange in dem Betrage  $\varphi s$  vorgeschoben werden, wenn *s* die Steigung der Schraubengewinde bedeutet. Dieser, bei jedem Stöße des Bohrers erfolgende Vorschub wäre natürlich viel zu groß, und man muß ein Mittel haben, die Vorschubung in gehöriger Weise zu verkleinern. Um dies zu erreichen, ist die Röhre *h* mittels Ruth und Feder durch die Nabe des drehbar im Gestelle gelagerten Kegekrädchens *i* geführt, das mit dem zugehörigen Kegekrade *l* im Eingriffe steht. Vermitteltst einer Schraube und Flügelmutter *n* kann die Drehung dieses Rades durch die erzeugte Reibung beliebig erschwert werden, so daß man es dadurch in der Hand hat, auch die Umdrehung der Mutter *h* und damit den Vorschub nach Belieben zu regeln. Je mehr den Kegekrädern und der Mutter *h* die Drehung durch den Anzug der Flügelmutter *n* erschwert wird, desto größer muß der Vorschub ausfallen. Das Handrädchen *o* dient dazu, durch die Hand vorzuschieben und den Bohrer zurückzuziehen. Diese Maschine scheint den von ihr gehegten Erwartungen wenig entsprochen zu haben.

Bei den gewöhnlichen Steinbohrmaschinen bildet die Bohrstange gleichzeitig die Kolbenstange eines in einem Cylinder, dem Schlagcylinder, beweglichen Kolbens, gegen dessen Flächen Dampf oder, wie häufiger üblich ist, gepresste Luft treibend zur Wirkung gebracht wird. Insbesondere ist die Anwendung gepresster Luft bei den unter Tage arbeitenden Bohrmaschinen des Bergmannes gebräuchlich, um die Condensation des Dampfes in den langen Zuleitungen von den über Tage aufgestellten Kesseln zu umgehen und die Uebelstände zu vermeiden, die mit dem Austritte des gebrauchten Dampfes an der Betriebsstätte verbunden sind, und gleichzeitig den Vortheil einer Lüftung der Grube durch die abgehende Luft zu erzielen. Diesen Vortheilen des Betriebes mit gepresster Luft steht andererseits der Nachtheil einer weniger guten Ausnutzung der verfügbaren Betriebskraft deswegen gegenüber, weil man die Luft in den Bohrmaschinen nicht durch Expansion zur Wirkung bringen kann, da mit einer solchen eine erhebliche Abkühlung verbunden und der Betrieb durch Eisbildung in Frage gestellt sein würde.

Die beiden dem Drucke der Luft ausgesetzten Flächen des Kolbens sind immer von verschiedener Größe, so daß der Druck auf die größere Fläche dem Kolben die zur Stoßwirkung erforderliche Beschleunigung ertheilt, während die Pressung gegen die kleinere Fläche den Kolben und Meißel nur

zurückzuführen hat. Während bei einzelnen Bohrmaschinen diese beiden Flächen abwechselnd dem Drucke der Preßluft ausgesetzt werden, sind andere so eingerichtet, daß die kleinere, für den Rückgang dienende Kolbenfläche fortwährend unter dem Drucke der Preßluft steht, wogegen die andere größere Fläche nur unter Druck gesetzt wird, wenn der Meißel vorwärts gehen soll und für den Rückgang desselben mit der Atmosphäre in Verbindung kommt. Für diesen Fall muß der Kolben eine solche Größe erhalten, daß die Differenz der beiden Flächen genügend groß ist, um die erforderliche Schlaggeschwindigkeit des Meißels zu erzeugen.

Zur entsprechenden Zu- und Abführung der Betriebsluft ist der Cylinder mit einer geeigneten Steuerung zu versehen, für welche meistens ein Muskel- oder Kolbenschieber angewandt wird, während bei einigen Maschinen dem Arbeitskolben gleichzeitig die Aufgabe zufällt, die betreffenden Canäle abzuschließen und zu öffnen. Die Bewegung des gedachten Steuerschiebers kann in verschiedener Weise geschehen. Bei den ersten Maschinen von Sommeiller wurde hierzu eine besondere kleine Hülfsmaschine verwendet, deren Kolben ebenfalls durch die Preßluft getrieben wurde, und deren Triebwelle außer der Bewegung des Schiebers für den Schlagcylinder gleichzeitig die Umsetzung des Meißels und das Vorschieben der Bohrstange zu besorgen hatte. Eine Vereinfachung wurde dann derart vorgenommen, daß zur Bewegung des Steuerschiebers ein besonderer Steuerkolben, ähnlich wie bei den bekannten Wassersäulenmaschinen, s. Th. II, 2, vorgesehen wurde, wie dies beispielsweise bei den Maschinen von Schram, Fröhlich, Jäger, Dubois und Francois der Fall ist. Bei anderen Maschinen dagegen wird die Bewegung des Steuerschiebers von dem Schlagkolben oder dessen Kolbenstange durch Anstoßen gegen geeignete Hebel oder Knaggen bewirkt, bis man der Bohrmaschine dadurch die einfachste Gestalt gab, daß man den Arbeitskolben gleichzeitig als Abschlußmittel für die Luftcanäle benutzte, eine Anordnung, die sich bei der Maschine von Darlington findet.

Das Umsetzen des Meißels geschieht bei manchen Maschinen durch die Hand, womit der Vortheil verbunden ist, daß man den jedesmaligen Umsetzungswinkel der Härte des Gesteins und der Stärke der Schlagkraft entsprechend wählen kann. Die meisten Bohrmaschinen setzen dagegen den Meißel selbstthätig um, da bei dem schnellen Gange derselben die Umsetzung aus freier Hand von selbst ausgeschlossen ist. Der Meißel muß stets bei dem Rückgange umgesetzt werden, damit die Wirkung des Schlages nicht durch die Reibung des Meißels in dem Bohrloche beeinträchtigt werde. Der Winkel, um welchen bei jedem Stöße umzusetzen ist, hängt von der Härte des zu bohrenden Gesteins in der Art ab, daß er um so kleiner zu wählen ist, je härter das Material ist, er schwankt für gewöhnlich etwa zwischen 12 und 45 Grad, so daß zu einer vollen Umdrehung zwischen 30 und

8 Umfetzungen erforderlich sind. Gewöhnlich arbeiten die Bohrmaschinen mit einem constanten Umfetzungswinkel, doch ist es in vielen Fällen auch möglich, die Größe der Umfetzung den Verhältnissen entsprechend durch Austausch einzelner Theile, wie z. B. der verwendeten Schalträder, zu verändern.

Die selbstthätige Umfetzung des Meißels geschieht bei einzelnen Maschinen mit Hilfe eines Schaltrades, durch dessen Nabe die prismatisch gebildete oder mit einer Feder versehene Kolbenstange hindurchgleitet, so daß eine dem Schaltrade durch eine Schubklinke ertheilte Drehung auf die Kolbenstange und den Meißel übertragen wird. Dabei kann die Bewegung dieser Schubklinke, wie bei der Maschine von Dubois und Francois, durch den Druck der Luft gegen kleine Hilfskolben erzielt werden, oder man kann die hin- und hergehende Bewegung der Kolbenstange dazu benutzen, die Schubklinke in schwingende Bewegung zu versetzen, wie dies bei der Maschine von Sachs geschieht.

Viel häufiger aber bedient man sich zur Umfetzung des Mittels, die Kolbenstange mit einer oder mehreren schraubenförmigen Ruthen, sogenannten Drallzügen, zu versehen, indem man diese Kolbenstange an der betreffenden Stelle durch die Nabe eines Sperrades hindurchgleiten läßt, welche im Inneren mit entsprechenden Hervorragungen für jene Ruthen versehen ist, so daß sie gewissermaßen als das Muttergewinde für jene Schraubengänge angesehen werden kann. Denkt man sich dieses Sperrrad während des Kolbenrückganges an der Drehung verhindert, so muß die sich hindurchschiebende Kolbenstange eine der Neigung jener besagten Drallzüge entsprechende Drehung annehmen, wie sie für das Umsetzen des Meißels gefordert wird. Damit dann bei dem folgenden Vorwärtsgange der Kolbenstange keine Rückdrehung derselben stattfindet, muß während dieses Vorwärtsganges das Sperrrad frei gegeben werden, so daß seine Zähne unter der vorhandenen Sperrklinke hinweggleiten können. Letzteres wird auch unter der Voraussetzung geschehen, daß die Reibung, die sich einer Rückdrehung der Kolbenstange im Inneren des Cylinders und in der Stopfbüchse entgegensetzt, ein größeres Moment hat, als der am Umfange des Sperrades bei dem Hinweggleiten unter der Sperrklinke zu überwindende Widerstand. In den meisten Fällen wird diese Voraussetzung zwar erfüllt sein, doch hat man auch solche Anordnungen getroffen, die mit Sicherheit die Rückdrehung der Kolbenstange bei dem Vorwärtsgange ausschließen, welchen Werth auch die Kolbenreibung haben möge. Dies wird erreicht durch die Anbringung eines zweiten Sperrades auf der Kolbenstange, welches durch eine besondere Sperrklinke festgehalten wird, sobald der Kolben zum Schlage vorwärts geht, während das die Muttergänge für die Drallzüge enthaltende Sperrrad bei dem Rückgange des Kolbens festgehalten wird. Es ist ersichtlich, daß in Folge dieser Anordnung bei dem

Hin- und Hergänge abwechselnd die Kolbenstange und das die Muttergänge für die Drallzüge enthaltende Sperrrad die betreffende Drehung, und zwar jedesmal nach derselben Richtung, empfängt. Es ist hierbei für die Wirkung ohne Belang, ob man, wie vorstehend angenommen worden, die Drallzüge auf der Kolbenstange und die Muttergewinde für dieselben in der Nabe des Sperrrades anbringt, oder ob man das letztere mit einem die Drallzüge aufnehmenden massiven Dorne von genügender Länge versieht, über welchen sich dann die hohl gehaltene Kolbenstange hinwegzieht, wobei in der Höhlung der Kolbenstange die entsprechenden Hervorragungen für die Drallzüge enthalten sind, so daß die Kolbenstange hier in gewissem Sinne als die Mutter anzusehen ist. Beide Anordnungen kommen vielfach vor, wie aus den weiterhin angeführten Beispielen ersichtlich werden wird. Es mag hierbei noch erwähnt werden, daß zwar bei der Anwendung solcher Drallzüge der betreffende Theil jedesmal eine Drehung empfängt, welche von dem Hube des Kolbens abhängig ist, daß aber der Betrag der jedesmaligen Umsetzung immer nur einem Zahne oder einer ganzen Anzahl von Zähnen des Sperrrades entsprechen muß, weil bei einer größeren, durch die Drallzüge veranlaßten Drehung zwischen den Zähnen des Sperrrades und dessen Schaltklinke sich ein entsprechender tochter Gang einstellt. Nur bei der Anwendung eines Reibungsgesperres, wie es ebenfalls, und zwar bei der Maschine von Reynold vorkommt, wird der Winkel für die Umsetzung der jedesmal durch die Drallzüge bewirkten Drehung genau gleich sein.

Um den Meißel in dem Maße, wie die Arbeit fortschreitet, vorzuschieben, ist die Maschine in einem Gestellrahmen verschieblich gelagert, in welchem entweder eine Schraubenspindel die Vorschübung bewirkt, oder der Maschine mittels einer Zahnstange eine zeitweise Verschiebung um die Größe der Zahntheilung gestattet wird. Die letztere Anordnung findet sich bei der Maschine von Ferroux, bei der in der Verlängerung des Schlagcyinders ein besonderer Vorschubcyliner angebracht ist, dessen Kolben stetig dem Drucke der Betriebsluft ausgesetzt ist und daher die Maschine fortwährend zu verschieben trachtet, woran die Sperrung durch eine doppelte Zahnstange ihn hindert. Bei genügender Vertiefung des Bohrloches wird durch das Anstoßen der Kolbenstange die Sperrklinke ausgelöst, so daß nunmehr die ganze Maschine um einen Zahn vorgeschoben wird. Eine Gegentlinke verhütet die Rückschiebung. In noch einfacherer Weise ist der Druck der Luft zum Vorschieben bei den Maschinen verwendet, die bei dem Tunnelbau am Monte Cenere gebraucht wurden. Hier ist nämlich das Gewicht des Schlagcyinders kleiner als das des Kolbens mit Kolbenstange und Meißel, so daß der Druck der Luft im Schlagcyliner gegen dessen Deckel eine Verschiebung des Cylinders zur Folge hat, sobald die betreffende Sperrklinke durch einen Anschlag der Kolbenstange ausgehoben wird.

Wenn man die Maschine mittels einer Schraubenspindel vorschreibt, so wird entweder dieser Spindel oder deren Mutter vermittelst eines Schaltrades eine schrittweise Umdrehung ertheilt, sobald die zugehörige Schaltklinke in die dazu nöthige Schwingung versetzt wird. Dabei kann man diese Bewegung der Schaltklinke sowohl durch Anstoßen der Kolbenstange unmittelbar erzielen, wie man sich hierzu auch kleiner Schaltkolben bedienen kann, die von der Betriebsluft bewegt werden, sobald ein Anstoßknaggen auf der Kolbenstange bei hinreichendem Vorgange derselben den Canal für den Zutritt der Luft hinter diesen Kolben eröffnet.

In jedem Falle kann die Maschine immer nur um eine gewisse, von der Länge des betreffenden Gestelles abhängige Größe vorgeschoben werden, worauf man die ganze Maschine zurückzieht, um vor der weiteren Fortsetzung des Bohrens die Bohrstange durch ein einzuschaltendes Zwischenstück um den Betrag des Rückzuges zu verlängern. Das Zurückziehen der Maschine erfolgt fast immer aus freier Hand. Will man auch durch die Hand vorschreiben, so kann man sich einer gewöhnlichen Handkurbel bedienen, durch welche entweder die Schraubenspindel oder deren Mutter entsprechend umgedreht wird. Nach diesen allgemeineren Bemerkungen mögen nunmehr einige besondere Maschinen näher besprochen werden.

§. 192. Fortsetzung. Als ein Beispiel einer sogenannten langen Maschine sei die von Dubois und Francois, Fig. 707 I bis III, angeführt. Man

Fig. 707 I.

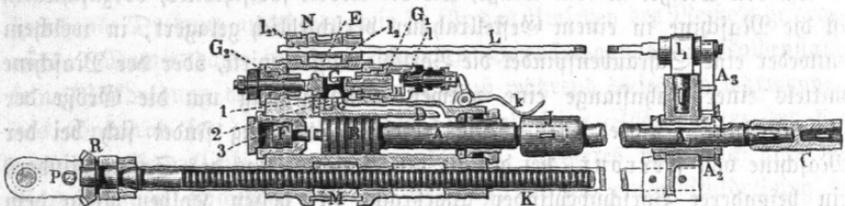


Fig. 707 III.

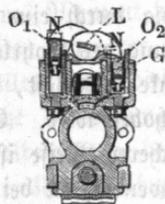


Fig. 707 II.



erkennt hierin die Kolbenstange A, welche am linken Ende den Schlagkolben B trägt, während die Muffe C am rechten Ende zur Aufnahme der Bohrstange dient. Die Anordnung der Luftcanäle 1, 2 und 3 in dem Cylinder D ist aus der Figur deutlich zu ersehen, und es geht daraus hervor,

daß der Kolben in der gezeichneten Stellung anfängt, vorwärts zu gehen, indem aus dem Schieberkasten  $E$  die gepreßte Luft durch den Canal 1 hinter den Kolben tritt, während die vor dem Kolben befindliche Luft durch den rechtseitigen Canal 3 nach dem Austrittscanale 2 und ins Freie gelangen kann. In  $F$  ist ein Buffer angebracht, gegen den die Kolbenstange bei dem Zurückgehen stößt. Aus der Figur ist ersichtlich, daß die für den Rückgang wirksame Ringfläche bedeutend kleiner ist, als die dem vollen Cylinderquerschnitte entsprechende Rückfläche des Kolbens, auf die bei dem Vorgange des Meißels die Luft treibend wirkt. Um den Schieber  $G$ , der die gewöhnliche Muschel-form zeigt, zu bewegen, dient der als Steuerkolben wirkende cylindrische Aufsatz  $G_1$ , dessen Endfläche in der Kammer  $H$  dem Drucke der Luft ausgesetzt ist, so lange das kleine Austrittsventil  $l$  geschlossen gehalten wird, da die in dem Schieberkasten  $E$  befindliche Luft durch die in der Ase des Steuerkolbens bemerkbare Durchbohrung Zutritt nach  $H$  erlangt. Wenn dagegen dieses Ventil  $l$  geöffnet ist, wie in der Figur angenommen, so ist die rechte Endfläche des Steuerkolbens entlastet, und der Schieber wird in der gezeichneten Rechtsstellung dadurch erhalten, daß der Durchmesser  $d_1$  des Steuerkolbens  $G_1$  etwas größer ist, als derjenige  $d_2$  von dem linksseitigen cylindrischen Aufsatz  $G_2$  des Schiebers. In Folge davon wird der Schieber im Inneren des Schieberkastens einem Drucke der Luft gleich

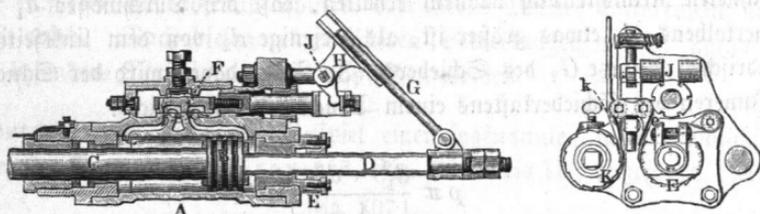
$$p \pi \frac{d_1^2 - d_2^2}{4}$$

von links nach rechts ausgesetzt sein, wenn  $p$  den Ueberdruck der Luft für die Flächeneinheit vorstellt. Wenn dagegen das Ventil  $l$  geschlossen ist, also in  $H$  ebenfalls der Druck  $p$  vorherrscht, wird der Schieber unter dem Einflusse des auf ihn wirkenden Ueberdruckes  $p \pi \frac{d_2^2}{4}$  von rechts nach links geschoben. Aus der Figur ist auch ersichtlich, wie die Kolbenstange in ihrer äußersten Rückwärtsstellung mittels der Muffe  $J$  gegen den Hebel  $k$  trifft und das Ventil  $l$  öffnet, so daß der Kolben sofort wieder vorwärts, also in der Figur nach rechts bewegt wird. Diese Bewegung würde offenbar sehr bald wieder aufhören, wenn die Durchbohrung des Steuerkolbens so weit wäre, daß der Raum  $H$  sich nach Schluß des Ventils  $l$  sogleich mit Luft von dem Ueberdrucke  $p$  füllen könnte; man hat deshalb die Weite dieser Durchbohrung so gering zu machen, daß die ganze zu einem Schläge erforderliche Zeit dazu gehört, um in  $H$  dieselbe Pressung wie im Schieberkasten  $E$  herzustellen. Meistens beträgt diese Weite nicht mehr als etwa 2,5 mm. Es ist auch ersichtlich, daß man durch die Weite dieser Durchbohrung die Zahl der Schläge der Maschine in gewissem Grade verändern

kann, indem diese Zahl bei derselben Spannung der Luft um so größer ausfallen wird, je weiter diese Durchbohrung gemacht wird.

Um den Meißel in gehöriger Weise umzusetzen, ist die Stange  $A_1$  mittels Ruth und Feder durch die Nabe des bei  $A_2$  sichtbaren Schaltrades geführt, dessen zugehörige Schaltklinke  $A_3$  die erforderliche Bewegung von der durch die ganze Maschine der Länge nach hindurch gehende Stange  $L$  empfängt. Diese bei  $l_1$  und  $l_2$  drehbar gelagerte Stange erhält nämlich eine schwingende Bewegung von zwei kleinen Kolben  $O_1$  und  $O_2$  aus, deren Cylinder mit den beiden Cylinderkanälen 1 und 3 in Verbindung stehen, so daß die Kolben abwechselnd unter Druck kommen. Da diese Kolben unter die beiden Arme des doppelarmigen Hebels  $N$  greifen, so wird die Stange  $L$  bei jedem Schube des Schlagkolbens in eine Schwingung versetzt, in Folge deren die Schiebeklinke  $A_3$  das Schaltrad bei jedem Rückgange des Schlagkolbens um einen Zahn dreht. Die mit der Schiebeklinke  $A_3$  durch ein Gummibündchen verbundene Gegentlinke  $A_4$  verhindert dabei die Rückdrehung in der üblichen

Fig. 708.



Art. Diese hier beschriebene Einrichtung steht zwar im Punkte der Einfachheit hinter anderen Maschinen zurück, übertrifft dieselben aber hinsichtlich der Zuverlässigkeit des Umsetzens aus dem Grunde, weil die Umsetzung nicht wie bei anderen Maschinen von dem Hube des Schlagkolbens abhängig ist.

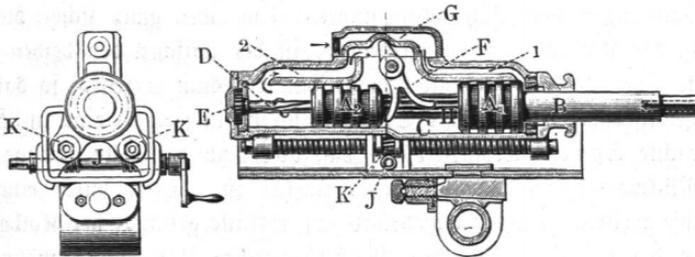
Die Vorschiebung wird bei der hier betrachteten Maschine in leicht verständlicher Art mittelst der Schraubenspindel  $K$  vorgenommen, die durch ein Handrad auf der Axe  $P$  mit Hilfe kleiner Regelräder  $R$  umgedreht wird, und deren Mutter  $M$  fest mit dem Schlagcylinder verbunden ist.

Die in Fig. 708 dargestellte Maschine von Sachs, welche zu den sogenannten kurzen Maschinen gehört, enthält den in dem Schlagcylinder  $A$  beweglichen Kolben  $B$ , dessen Kolbenstange  $C$  nach beiden Seiten durch die Deckel austritt, so zwar, daß der linksseitige Theil  $C$  die Bohrstange aufnimmt, während der rechts liegende prismatische Theil  $D$  durch die Nabe des Schaltrades  $E$  hindurchtritt, so daß dessen Umdrehung durch die Schaltklinke  $e$  den Meißel umsetzt. Die Zuführung der Betriebsluft durch die ähnlich wie bei den gewöhnlichen Dampfmaschinen eingerichteten Canäle ist aus der Figur ersichtlich, ebenso wie die Vertheilung durch den Muschel-

schieber *F*, dessen Bewegung von der hinteren Führungsstange *D* aus durch die Schleife *G* und den Winkelhebel *H* erfolgt. Die Axe *J* dieses Winkelhebels, die bei jedem Hube des Kolbens eine Hin- oder Herschwingung vollführt, wird auch zur Bewegung der beiden Schubflinten *e* und *k* benutzt, von denen diejenige *e* für das Schaltrad *E* zur Umsezung des Meißels dient, während durch *k* ein Schaltrad *K* umgedreht wird, das die Vorschübung der Maschine bewirkt. Dieses letztgedachte Schaltrad *K* sitzt nämlich auf der an dem Cylinder *A* drehbar und unverschieblich gelagerten Mutter einer Schraubenspindel, die in dem Gestellrahmen angebracht ist. Die Zurückführung wird durch Umdrehen dieser Mutter vermittelst einer Handkurbel und einer Kegetradübersezung vorgenommen.

Durch die Fig. 709, welche die unter dem Namen Power Jumper bekannte Maschine von Brydon, Davidson und Warrington vorstellt, ist ein Beispiel für die Umsezung durch Drallzüge gegeben. Diese Maschine enthält zwei Kolben *A*<sub>1</sub> und *A*<sub>2</sub> von verschiedenem Durchmesser *a*<sub>1</sub> und *a*<sub>2</sub> in demselben Cylinder *C*. Da der Raum zwischen den beiden Kolben immer

Fig. 709.



mit der äußeren Atmosphäre in Verbindung steht, und die Betriebsluft durch die Canäle 1 und 2 nur in die nach außen gelegenen Cylinderräume geführt wird, so ist die wirksame Kolbenfläche für den Vorwärtsgang durch  $\pi \frac{a_2^2}{4} p$  und für den Rückgang durch  $\pi \frac{a_1^2 - b^2}{4} p$  dargestellt, wenn *b* den Durchmesser der Kolbenstange *B* und *p* den Ueberdruck der Luft bedeutet. Wie aus der Figur ersichtlich ist, hat man diese Anordnung gewählt, um in dem Zwischenraume zwischen beiden Kolben den Hebel *F* anbringen zu können, welcher von den Kolben durch Anstoßen abwechselnd hin und her bewegt wird, so daß er den Muschelschieber *G* in erforderlicher Weise verschiebt.

Zum Umsezen des Meißels ist der Dorn *D* fest mit dem in dem hinteren Cylinderdeckel drehbar gelagerten Sperrrade *E* verbunden und auf seinem Umfange mit einer schraubenförmigen Nuth versehen, in die ein Zahn eingreift, welcher im Inneren der hohlen Kolbenstange angebracht ist. Wenn der Kolben sich während des Rückganges also in der Figur von rechts nach

links bewegt, so nimmt die Kolbenstange *B* sammt dem mit ihr verbundenen Meißel in Folge dieser Schraubenfurche eine bestimmte Umdrehung an, da hierbei dem Sperrrade *E* und dem Dorne *D* durch einen in das Sperrrad eingreifenden Sperrkegel gewöhnlicher Anordnung die Drehung verwehrt ist. Der Meißel wird also bei diesem Rückgange umgesetzt. Bei dem darauf folgenden Vorwärtsgange der Kolbenstange wird sich dagegen der Dorn *D* drehen, und zwar in demselben Sinne, wie zuvor die Kolbenstange, da die Sperrklinke einer solchen Drehung nicht im Wege ist. Die Kolbenstange *B* nimmt daher in diesem Falle keine Drehung an, durch welche, wenn sie eintreten würde, die zuvor stattgehabte Umsezung des Meißels wieder aufgehoben werden müßte. Dies setzt indessen voraus, daß sich der Zurückdrehung der Kolbenstange während des Vorwärtsganges derselben ein größeres Widerstandsmoment entgegensetzt, als dem Gleiten der Sperrklinke über die Zähne des Sperrrades, und dies wird im allgemeinen auch der Fall sein, da die Widerstände, die sich einer Drehung der Kolbenstange in der Stopfbüchse und an den Umfängen der Kolben entgegenstellen, ziemlich erheblich sein werden, abgesehen von dem Widerstande, den der Meißel an den Wandungen des Bohrloches findet. Um aber ganz sicher die Rückdrehung der Kolbenstange zu vermeiden, ist der zwischen den beiden Kolben gelegene Theil *H* derselben mit Längsrißeln ringsum versehen, so daß dieser Theil gewissermaßen ein langes Sperrrad bildet, in welches eine im Cylinder angebrachte Sperrklinke eintritt, so daß hierdurch der Kolbenstange die besagte Rückwärtsdrehung vollständig verwehrt ist. Diese durch eine Feder gegen die geriffelte Stange angebrückte Sperrklinke gestattet der Kolbenstange dagegen die zur Umsezung des Meißels nöthige Umdrehung während des Kolbenrückganges.

Die Wirkung dieser Einrichtung mit Drallzügen ist leicht verständlich. Bezeichnet man mit *s* die Steigung eines solchen Drallzuges oder Schraubenganges, bezogen auf eine ganze Umwindung desselben, und ist *l* die Länge des Kolbenshubes, so ist mit demselben eine relative Verdrehung der Kolbenstange gegen den Dorn im Betrage von  $\frac{l}{s} = \frac{1}{n}$  einer Umdrehung verbunden. Es wird also, da bei dem Vorwärtsgange der Kolbenstange diese durch die Riffelung an jeder Drehung verhindert ist, die gedachte Drehung ausschließlich dem Dorne und Sperrrade *E* mitgetheilt. Gesezt nun,  $n = \frac{s}{l}$  wäre eine ganze Zahl und gleich der Zähnezahl *z* des Sperrrades *E*, so würde hierbei das Sperrrad gerade um einen Zahn unter der Sperrklinke versetzt werden, der Meißel daher jedesmal um den Winkel  $\frac{360^\circ}{z}$  umgesetzt. Diese Voraussetzung, daß  $n = z$  ist, wird aber natürlich nur

bei einem ganz bestimmten Hube  $l_0 = \frac{s}{z}$  erfüllt sein, und wenn der Kolbenhub  $l$  größer ist, so wird auch die Verdrehung des Sperrrades unter ihrer Klinken bei dem Kolbenvorgange mehr als eine Zahntheilung betragen müssen. Demungeachtet wird aber die Umsetzung des Meißels nach wie vor in dem Betrage von  $\frac{360^\circ}{z}$  erfolgen, indem nämlich, wie man leicht ersieht, bei dem darauf folgenden Rückgange des Kolbens die ganze relative Verdrehung  $\frac{l}{s} 360^\circ$  sich nunmehr auf beide Theile, auf den Dorn und auf die Kolbenstange vertheilt, so daß beim Beginne des Kolbenrückganges zunächst das Sperrrad um den Betrag  $\frac{l-l_0}{s} 360^\circ$  wieder in entgegengesetztem Sinne sich dreht, weil erst von diesem Augenblicke an die Klinken sich gegen den vor ihr befindlichen Zahn setzen kann. Man ersieht hieraus, daß die Zahl der Zähne der Sperrrades, die übrigens mit derjenigen der Niffelungen auf der Kolbenstange übereinstimmen muß, so zu bemessen ist, daß auch bei dem kleinsten vorkommenden Kolbenhube die zugehörige relative Verdrehung mindestens gleich dem Theilungswinkel des Sperrrades ist; andernfalls würde der Meißel gar nicht umgesetzt werden können.

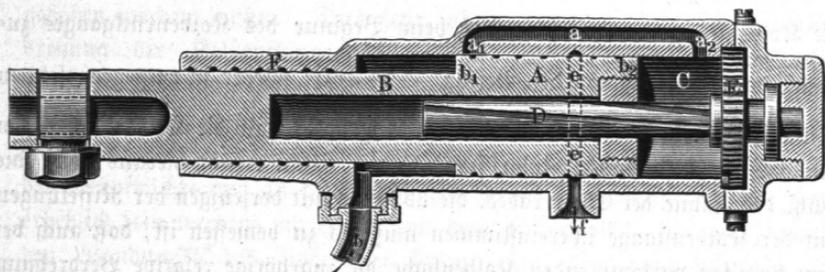
Man hat anstatt des Sperrrades auch wohl eine Frictionsscheibe angewendet, welche nur bei dem Rückgange des Kolbens, und zwar durch den Druck der gegen sie geführten Luft festgehalten wird. Für diese Anordnung, welche man als die eines Sperrrades mit unendlich vielen Zähnen ansehen kann, wird natürlich die Größe des Umsetzungswinkels lediglich durch die Größe  $\frac{l}{s} = \frac{1}{n}$  der dem Kolbenhube  $l$  zugehörigen relativen Verdrehung der Kolbenstange gegen den Dorn bestimmt.

Die Vorschiebung erfolgt bei der vorstehend besprochenen Maschine durch die Hand des Führers an einer Kurbelwelle  $J$ , die mittels zweier Schrauben ohne Ende die zu Schneckenrädern ausgebildeten Muttern  $K$  von zwei parallelen Schraubenspindeln in langsame Umdrehung setzt.

Die wegen ihrer Einfachheit bemerkenswerthe Maschine von Darlington ist in Fig. 710 (a. f. S.) dargestellt. Hierbei steht die vordere ringförmige Fläche zwischen dem Kolben  $A$  und der Kolbenstange  $B$  beständig unter dem Drucke der durch die Röhre  $b$  zugeführten Betriebsluft, während die hintere Kolbenfläche in  $C$  nur für den Vorwärtsgang dem Drucke der durch den Verbindungschanal  $a$  zufließenden Luft ausgesetzt wird. Der lange Kolben  $A$  dient dabei gleichzeitig zum Abschlusse dieses Canals  $a$ , der erst freigegeben wird, sobald die vordere Kante  $b_1$  hinter die Deffnung  $a_1$  getreten ist. Wenn dadurch die Verbindung der Cylinderräume vor und hinter dem Kolben her-

gestellt ist, so wird der letztere durch den Ueberdruck gegen die hintere Fläche in *C* vorwärts geworfen, so lange, bis die hintere Kante  $b_2$  des Kolbens über die im Cylinderinneren ausgedrehte Ringnuth *e* tritt, die der treibenden Luft den Ausweg ins Freie durch die Oeffnung *f* gestattet, worauf der Rückgang wieder erfolgt. Zum Umsetzen dient der mit drei Drallzügen versehene Dorn *D*, der mit dem drehbar im Cylinderdeckel gelagerten Sperrrade *E* fest verbunden ist. Zwei durch Federn gegen dieses Rad gelegte Sperrklinken sorgen für die Umsetzung in der vorstehend angeführten Weise;

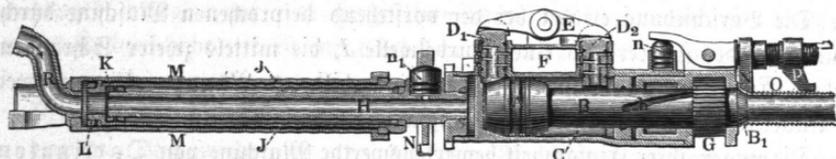
Fig. 710.



die Zurückdrehung des bei dem Rückgange umgesetzten Kolbens während seines Vorwärtsganges wird hier durch die Reibung verhindert, die sich einer Verdrehung des Kolbens in der Stopfbüchse *F* und an der Cylinderwandung entgegenstellt.

Die Art, wie durch den Druck der Betriebsluft die Maschine unmittelbar vorgeschoben wird, ist aus der Fig. 711 ersichtlich, durch welche die Maschine von Ferrouy verdeutlicht wird. Die Steuerung der Betriebs-

Fig. 711.



luft wird hierbei durch die beiden Kolbenschieber  $D_1$  und  $D_2$  vermittelt, von denen abwechselnd der eine durch die schrägen Kolbenenden emporgetrieben wird, in Folge wovon der andere mittels des doppelarmigen Hebels *E* niedergeschoben wird. Hierdurch ist der in den Raum *F* geführten Preßluft Gelegenheit geboten, durch die Oeffnungen des jeweilig emporgehobenen Schiebers auf die eine Seite des Kolbens zu treten, während die auf der anderen Seite desselben befindliche Luft durch die Oeffnungen des nieder-

gedrückten Schiebers aus dem Cylinder ins Freie gelangen kann. Die Umsehung wird wieder durch die beiden auf der Kolbenstange *B* angebrachten gewundenen Nuthen oder Drallzüge *b* vermittelt, in welche zwei Rassen oder Vorsprünge in der Nabe des Sperrrades *G* eintreten, welches letztere durch eine gewöhnliche Klinke während des Kolbenrückganges an der Drehung verhindert wird.

Für den Vorschub ist die Maschine mit der Röhre *H* fest verbunden, die am hinteren Ende mit einem Kolben *K* in dem Cylinder *J* verschieblich ist. Der letztere ist in ähnlicher Art mit dem Kolben *L* versehen, der sich in dem äußeren Vorschubcylinder *M* verschieben kann. Da die Betriebsluft bei *R* eingeführt wird, so erhält der Schlagcylinder *C* durch den Druck gegen die erwähnten Vorschubkolben *K* und *L* stetig das Bestreben, sich von links nach rechts zu verschieben, welchem Bestreben er aber nicht früher folgen kann, als bis die Sperrklinke *N* ausgehoben ist, die in die Zähne von zwei beiderseits vom Schlagcylinder an dem Gestelle festen Zahnstangen *O* einfällt, wozu sie durch den Druck der fortwährend unter den kleinen Sperrkolben *n* tretenden Preßluft genöthigt wird. Sobald jedoch bei genügender Vertiefung des Bohrloches der Kolben hinreichend weit nach rechts bewegt wird, um mittels des schrägen Ansatzes *B*<sub>1</sub> den Anstoßknaggen *P* und damit die Klinke *N* zu heben, wird die Sperrung aufgehoben, so daß unter dem Einflusse des Druckes der Luft gegen die Vorschubkolben *K* und *L* die Maschine nach rechts geschoben wird. Da hierbei der Knaggen *P* sofort frei gegeben wird, so fällt die Klinke *N* unter dem Einflusse des Kolbens *n* sogleich wieder nieder, so daß nur um eine Zahntheilung vorgeschoben wird. Um hierbei eine Rückwärtsbewegung des Schlagcylinders unter dem bei dem Stoße des Meißels auftretenden Rückstoße auszuschließen, sind die Zahnstangen auch unterhalb mit entgegengesetzt gestellten Sperrzähnen versehen, in welche eine bügelförmige Gegenklinke *N*<sub>1</sub> durch den Druck der Preßluft auf den darüber angeordneten kleinen Kolben *n*<sub>1</sub> eingedrückt wird. Diesen Kolben *n*<sub>1</sub> hat man niederzudrücken, wenn nach vollendetem Ausschub der beiden Vorschubkolben *K* und *L* die Maschine zum Zwecke der Einschaltung einer Bohrstangenverlängerung wieder zurückgeholt werden soll.

Die hier angeführten Beispiele von Steinbohrmaschinen mögen genügen, um über das Wesen und die Wirkungsweise von diesen Maschinen Klarheit zu erhalten; in Betreff der vielen noch zur Ausführung gekommenen anderen Maschinen dieser Art muß auf die angeführten Werke verwiesen werden.

In Bezug auf die Wirkungsweise dieser Bohrmaschinen mögen noch folgende Bemerkungen angeführt werden. Als die treibende Flüssigkeit wird bei allen unter Tage arbeitenden Bohrmaschinen, wie vorstehend immer an-

genommen wurde, nicht Dampf, sondern gepresste Luft von etwa 3 bis 5 Atm. Ueberdruck verwendet, weil bei Dampftrieb der ausblasende Dampf in der Grube lästig sein würde, während bei dem Betriebe mit Luft die ausblasende Luft gleichzeitig für die Beseitigung der bei dem Sprengen sich bildenden Gase und für eine wünschenswerthe Lüftung der Grube von Vortheil ist. Nur über Tage, z. B. in Steinbrüchen, wendet man auch Dampf zum Betriebe der Bohrmaschinen an. Die Anwendung von Wasser, das unter sehr hohem Drucke steht (bis zu 150 Atm.), ist nur als ein Ausnahmefall<sup>1)</sup> zu betrachten. Da man bei der Herstellung der gepressten Luft durch die Compressoren eine bestimmte Arbeit zur Zusammendrückung aufwenden muß, welche in der Bohrmaschine gar nicht oder doch nur in geringem Maße wieder gewonnen werden kann, weil sich darin die Expansionswirkung wegen der Eisbildung verbietet, so ist von dem Luftbetriebe immer nur ein verhältnißmäßig geringer Wirkungsgrad zu erwarten. Es kann in dieser Hinsicht auf das in Th. III, 2 gelegentlich der pneumatischen Hebevorrichtungen Gesagte verwiesen werden.

Die Wirkungsweise der Luft in den Bohrmaschinen ist in gleicher Art zu beurtheilen, wie diejenige des Dampfes in den mit Volldruck arbeitenden Maschinen. Dabei wird die während des Kolbenvorganges zur Wirkung kommende Arbeit  $A$  zur Beschleunigung der stoßenden Masse  $G$  verwendet, die aus dem Meißel, der Bohrstange, Kolbenstange und dem Kolben besteht, und deren Gewicht bei den gewöhnlichen Maschinen etwa zwischen 8 und 32 kg schwankt. Man hat daher, unter  $v$  die dieser Masse ertheilte Endgeschwindigkeit verstanden, die Beziehung  $A = G \frac{v^2}{2g}$ ; worin  $g = 9,81$  m

die Beschleunigung durch die Schwere vorstellt. Die während des Kolbenvorganges ausgeübte Arbeit dient dagegen außer zur Ueberwindung der schädlichen Widerstände hauptsächlich zu einer solchen Beschleunigung der Masse, wie sie zur Erzielung der gewünschten Schlagzahl erforderlich ist. Zur Aufnahme der dieser Masse bei dem Ende des Rücklaufes innewohnenden Arbeit wird man für eine geeignete Prallung, etwa durch ein abgeschlossenes Luftkissen, zu sorgen haben. Die Arbeit bei dem Vorgange und Rücklauf hängt außer von der Pressung der Luft hauptsächlich von den Kolbenflächen, dem Kolbenhube und der minutlichen Schlagzahl ab, für welche Größen etwa die folgenden Durchschnittszahlen angenommen werden mögen. Nach einer an unten angezeigter Stelle<sup>2)</sup> enthaltenen Zusammenstellung von 19 verschiedenen Bohrmaschinen liegt die Größe der hinteren, für den Vorwärtsgang zur Wirkung kommenden Kolbenfläche zwischen 31 und

1) A. Riedler, Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine. Wien 1877.

2) W. Schulz, Gesteinsbohrmaschinen.

101 qcm, während die vordere Kolbenfläche zwischen 17 und 82 qcm und das Verhältniß beider etwa zwischen 1 und 2,5 gelegen ist. Der Kolbenhub schwankt ungefähr zwischen 0,1 und 0,29 m und die Zahl der Schläge in der Minute, deren geringster Werth zu 125 angegeben wird, erhebt sich bei einzelnen Maschinen bis zu 600. Die Leistungsfähigkeit, d. h. die Menge des zerkleinerten Materials, hängt natürlich in erster Reihe von der Widerstandsfähigkeit des zu bearbeitenden Gesteins ab, in Betreff derselben muß auf die besonderen Veröffentlichungen verwiesen werden.

Zur Unterstützung der Bohrmaschinen bedient man sich geeigneter Gestelle, welche der Bedingung genügen müssen, bei hinreichender Standfähigkeit leicht versetzt werden zu können, und an denen die Bohrmaschinen bequem in beliebiger Stellung und unter jedem gewünschten Winkel gegen den Horizont befestigt werden können. Bei den langen Bohrmaschinen, wie sie bei Tunnelbauten in größerer Anzahl neben einander verwendet werden, hat das Gestell dabei im allgemeinen die Form eines auf Schienen laufenden Wagens, welcher etagenförmig über einander angeordnete Rahmen trägt, von denen jeder mehrere Bohrmaschinen aufnimmt, denen mittels universalgelenkartiger Verbindungen die erforderliche Stellung gegeben werden kann. Um den festen Stand des Gestelles zu erzielen, bedient man sich dabei einzelner Spreizen, mittels deren das ganze Gestell gegen die Decke des Tunnels festgespannt werden kann, zu welchem Zwecke entweder Schrauben angewandt werden, oder durch Wasserdruck angepreßte Kolben dienen. Da, wo eine solche feste Verspannung gegen die Decke oder gegen feste Wände nicht möglich ist, wie z. B. in Steinbrüchen, muß dem Gestelle nöthigenfalls durch angehängte oder aufgelegte Gewichte eine hinreichende Masse gegeben werden, um gegen die durch die Stöße bei dem Bohren veranlaßten Ersitterungen genügende Standfähigkeit zu erzielen. In der Regel ist dies aber nur möglich, wenn das Bohrloch in ganz oder nahezu senkrechter Richtung abwärts hergestellt wird, während für das Bohren in wagrecht oder stark gegen das Loth geneigter Richtung solche Gestelle von genügender Standfähigkeit und leichter Verfahrbarkeit bisher nicht ausgeführt werden konnten. Hierin ist einer der Hauptgründe zu erblicken, warum die Bohrmaschinen in Steinbrüchen und auf Baustellen weniger Verwendung gefunden haben.

Es mag hier noch bemerkt werden, daß man die Steinbohrmaschinen auch zur Herstellung von Schlüzen oder Schrämen verwendet hat, indem man entweder eine größere Anzahl von nahe neben einander gelegenen Löchern bohrte und die zwischen den Löchern stehen bleibenden Stege des Gesteins durch Keile wegtrieb, oder dadurch, daß man der Maschine eine hin- und zurückgehende Bewegung in der Art mitgetheilt hat, wie dies mit der Spindel von Langlochbohrmaschinen geschieht. Ueber derartige Schräme

maschinen, die nur geringe Anwendung gefunden haben, kann an unten angezeigter Stelle<sup>1)</sup> ein weiteres nachgesehen werden.

§. 193. **Tiefbohranlagen.** Während die im vorhergehenden Paragraphen besprochenen Bohrmaschinen nur dazu dienen, Bohrlöcher von geringer Tiefe herzustellen, wie sie für die Sprengarbeit in Gruben und bei Bauausführungen erforderlich sind, ist es andererseits oft nöthig, Bohrlöcher bis zu sehr großen Tiefen von vielen hundert Metern senkrecht in die Erde zu treiben, theils, um sich von dem Vorkommen nützlicher Mineralien zu überzeugen, theils zur Gewinnung von Wasser (artefische Brunnen) oder Petroleum. Die Art des Bohrens kann hierbei, sofern es sich um die Durchdringung harter felsiger Massen handelt, dieselbe sein, wie diejenige bei der Verwendung der vorbesprochenen Steinbohrmaschinen, d. h. man bedient sich des Stoßbohrens mittels der Meißelbohrer, doch hat man sich auch vielfach mit Vortheil des drehenden Bohrens bedient, wovon weiter unten noch gehandelt werden soll.

Bei der großen Tiefe, bis zu welcher man hierbei die Bohrlöcher herstellt, ist natürlich ein entsprechend langes, aus einzelnen Theilen von 6 bis 10 m Länge zusammengesetztes Gestänge nöthig, welches an sich ein bedeutendes Gewicht hat. Man hat daher hier nur dieses am unteren Ende den Meißel tragende Gestänge wiederholt auf eine gewisse Höhe zu erheben und von dieser niederfallen zu lassen, ohne bei dem Fallen einen besonderen Druck auf das Gestänge auszuüben, da das eigene Gewicht des Gestänges zur Erzeugung der erforderlichen Stoßwirkung mehr als genügend ist. Man wird sogar bei allen einigermäßen beträchtlichen Tiefen das Gestängengewicht theilweise durch ein Gegengewicht auszugleichen haben. Die große Länge des Gestänges verbietet auch von vornherein eine große Anzahl von Schlägen in der Minute, wie sie bei den vorbesprochenen Steinbohrmaschinen gebräuchlich ist; man wird im allgemeinen in der Minute zwischen 20 und 36 Hebungen voraussetzen können. Daraus folgt dann weiter, daß das Umsetzen des Meißels von der Hand des betreffenden Arbeiters erfolgen kann, wenn es auch solche Einrichtungen giebt, die selbständig umsetzen.

In Betreff der Vorschubung des Meißels muß bemerkt werden, daß es hierbei natürlich geboten ist, den Vorschub auf das Gestänge zu beschränken, indem die betreibende Maschine oberhalb des Bohrloches fest aufzustellen ist. Zu diesem Zwecke wird das Gestänge in der Regel oberhalb mit dem freien Ende eines schwingenden Hebels, des Schwengels, in solcher Art verbunden, daß es um eine gewisse Größe nachgelassen werden kann, worauf

<sup>1)</sup> Schräg- und Schlißmaschinen von Dr. Ph. Forchheimer. Viertes Band des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften 1885.