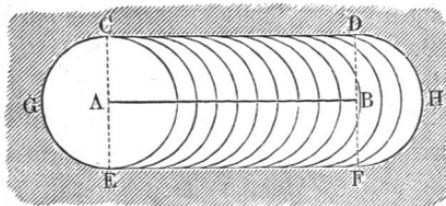


**Langlochbohrmaschinen.** Wenn man bei einer der im vorhergehenden Paragraphen besprochenen Krahnbohrmaschinen den Bohrschlitten während der Umdrehung des Bohrers längs des Querarmes langsam verschiebt, so bearbeitet der Bohrer das Material innerhalb einer Fläche, die nach Fig. 696 durch zwei parallele gerade Linien  $CD$  und  $EF$  von der Länge gleich der Verschiebung und durch zwei Halbkreise  $CGE$  und  $DHF$  begrenzt ist, deren Durchmesser mit dem des Bohrers übereinstimmt. War dabei der Bohrer in der Anfangsstellung  $A$  bis zu einer passenden, mit einer guten Schneidwirkung verträglichen Tiefe vorgestellt, so wird man bei der wagrechten Verschiebung von  $A$  bis  $B$  ein weiteres Vorschieben des Bohrers in seiner Axe nicht vornehmen dürfen, und der Bohrer wird bei der vorgenommenen Längsschiebung das Material nur einseitig wegarbeiten, wie dies in der Figur durch die gezeichneten Halbkreise angedeutet ist. Wenn der Bohrer in seiner Endlage  $B$  angekommen ist, kann man ihn in derselben Weise langsam in seine ursprüngliche Stellung  $A$  zurückführen, nachdem

Fig. 696.



man ihn zuvor in der Stellung  $B$  um eine entsprechende Größe in seiner Richtung vorgeschoben hat. Bei dieser Rückführung des Bohrers von  $B$  nach  $A$  arbeitet derselbe ebenfalls wiederum das Material nur einseitig auf der entgegengesetzten Seite weg.

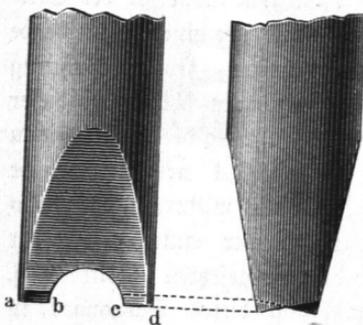
Es ist ersichtlich, daß man durch Wiederholung dieses Vorganges in das Material eine Furche von der gezeichneten Gestalt einarbeitet, die in einen Schliß übergeht, sobald der Bohrer das Arbeitsstück ganz durchdringt.

Man erhält aus dem Vorstehenden eine Vorstellung von der Wirkungsweise der sogenannten Langlochbohrmaschinen, wie sie z. B. dazu gebraucht werden, um die Keillöcher in den Köpfen von Lenkerstangen und ähnlichen Arbeitsstücken herzustellen. Aus der Betrachtung der Wirkungsweise geht zunächst hervor, daß der Bohrer bei derartigen Maschinen im Gegensatz zu den gewöhnlichen Bohrern mit stetigem Vorschube nur zeitweise vorgestellt werden darf, nämlich nur in den Augenblicken, in denen die Verschiebung des Bohrschlittens nach der einen Richtung in die entgegengesetzte verwandelt wird. Hierbei wird man den Bohrer jedesmal nur mäßig vorschieben dürfen, denn bei einem größeren Vorschube würde wegen des einseitigen Angriffes leicht ein zu großes biegendes Moment auf den Bohrer ausgeübt werden, der in Folge dessen stark federn würde, so daß die Arbeit schlecht ausfiele.

Man erkennt auch, daß es bei diesen Maschinen von großer Bedeutung ist, die Längsschiebung des Bohrschlittens während der ganzen Arbeit immer genau in demselben Betrage vorzunehmen, denn denkt man sich, daß der bereits bis zu gewisser Tiefe eingedrungene Bohrer einmal etwas mehr verschoben würde, als bisher, so würde der Bohrer abbrechen, anderenfalls würden bei einer zu kleinen Verschiebung störende Ansätze im Inneren des Loches an beiden Enden desselben auftreten.

Hieraus folgt, daß man zur Hin- und Herschiebung des Bohrschlittens ein solches Getriebe zu verwenden hat, durch welches der Schlitten immer genau um dieselbe Größe verschoben wird, eine Bedingung, die im Allgemeinen durch ein Kurbelgetriebe erfüllt wird, vorausgesetzt, daß in den Lagern der Axe und des Zapfens nicht ein unverhältnißmäßig großer todter Gang auftritt. Dagegen leidet das Kurbelgetriebe an dem Uebelstande, daß die durch dasselbe erzielte Verschiebung sehr ungleichförmig erfolgt, indem die

Fig. 697.



Geschwindigkeit des Kreuzkopfes oder Schlittenstückes dabei zwischen Null und einem größten ungefähr mit der Umfangsgeschwindigkeit des Zapfens übereinstimmenden Werthe regelmäßig schwankt. Eine solche Ungleichförmigkeit der Bewegung ist aber hier für den Bohrschlitten deswegen unerwünscht, weil damit nach dem Vorstehenden auch die Bohrschneide gegen das abzutrennende Material in demselben Maße ungleichförmig vorgerrückt wird. Um diesen Uebelstand möglichst unschädlich zu machen,

hat man mehrfach das zur Verschiebung des Bohrschlittens dienende Kurbelgetriebe so abgeändert, daß die Ungleichförmigkeit der Verschiebung dadurch verringert wird; eine vollständige Beseitigung derselben ist natürlich niemals möglich, da in den Todtlagen die Geschwindigkeit immer gleich Null sein wird. In welcher Weise man diesen Zweck zu erreichen gesucht hat, wird aus einem Beispiele weiter unten sich ergeben.

Man hat aber auch bei anderen Maschinen dieser Art den Bohrschlitten durch eine Schraubenspindel bewegt, die in diesem Falle durch eine geeignete Umsteuervorrichtung abwechselnd nach den entgegengesetzten Richtungen umgedreht wird. Hierdurch erhält man zwar die Verschiebung mit constanter Geschwindigkeit, doch ist dabei aus den schon angeführten Gründen die Bedingung einer äußerst sicher und genau wirkenden Umsteuerung zu stellen. Die Schwierigkeit, dieser letzteren Bedingung zu genügen, mag wohl die Ursache sein, warum man doch meistens das Kurbelgetriebe zur Schlittenbewegung benützt.

Die bei den Langlochbohrmaschinen angewandten Bohrer sind keine Spitzbohrer, wie sie zur Herstellung runder Löcher allgemein gebraucht werden, sondern solche, deren Schneiden in einer zur Axe des Bohrers senkrechten Ebene liegen, wie Fig. 697 zeigt. Die beiden gegenüber angeordneten Schneiden *ab* und *cd* gehen dabei in der Regel nicht bis zur Mitte, man läßt den mittleren Theil der Schneide zwischen *b* und *c* weg, da derselbe wegen der kleinen Geschwindigkeit doch nur wenig wirksam ist und bei der hier stattfindenden Arbeit des Bohrers ein mittlerer Kern nicht stehen bleibt, wie dies bei einem Lochbohrer in solchem Falle stattfinden würde. Es ist aus der oben besprochenen Wirkungsweise des Bohrers auch ersichtlich, daß die Seitenflächen unmittelbar über den Schneiden nicht cylindrisch gestaltet, sondern hinterdreht sein müssen, da diese Seitenflächen zum Angriffe kommen, und daher ohne das Vorhandensein eines geeigneten Anstellwinkels daselbst der Widerstand sehr groß sein müßte, der sich der Verschiebung des Bohrers entgegensetzt. Dieser Widerstand muß aber, wie schon gesagt, wegen der Durchbiegung des Bohrers so klein wie möglich gehalten werden. Das Weitere über diese Bohrmaschinen wird am besten bei der Besprechung eines Beispiels gesagt werden können.

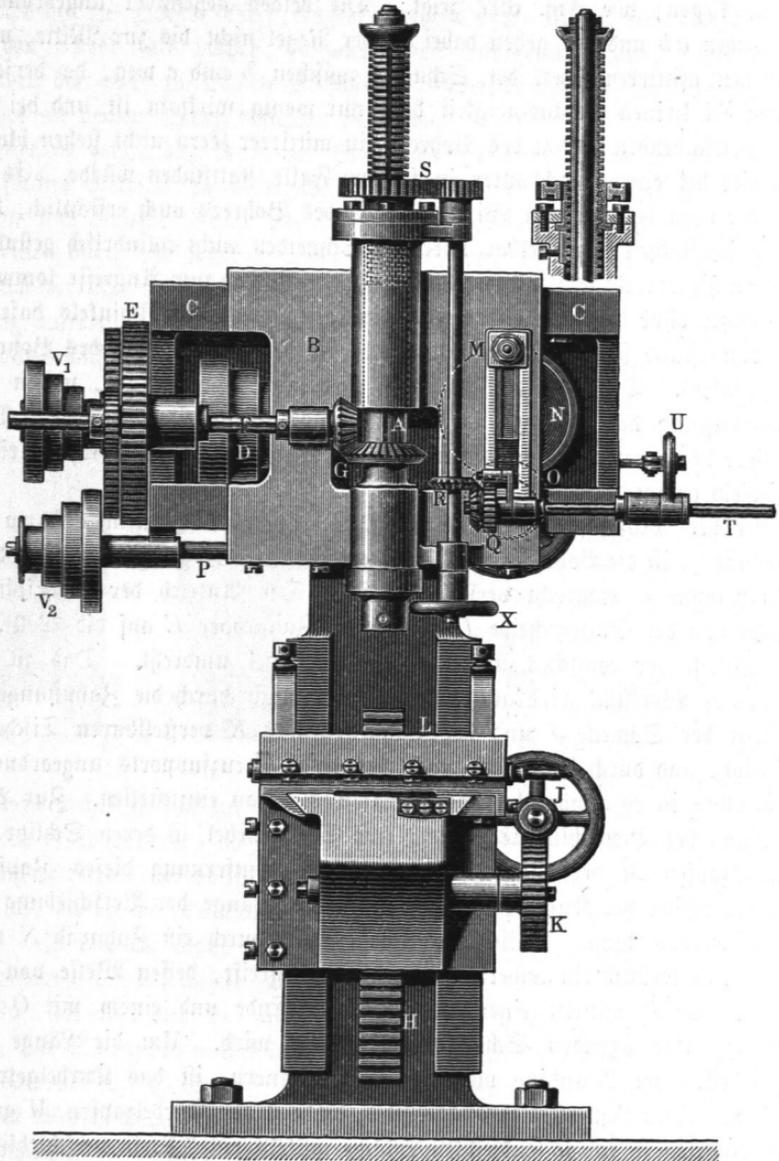
Bei der Maschine, Fig. 698 (a. f. S.), von J. Zimmermann in Chemnitz<sup>1)</sup>, ist die Bohrspindel *A* in einem Schlitten *B* gelagert, der an dem Querprisma *C* wagrecht verschieblich ist. Der Antrieb der Bohrspindel erfolgt von der Stufenscheibe *D* aus durch Zahnräder *E* auf die Welle *F*, die mittelst der conischen Räder *G* die Spindel umdreht. Das zu bearbeitende Werkstück wird auf dem der Höhe nach durch die Zahnstange *H* mittelst der Schnecke *J* und des Schneckenrades *K* verstellbaren Tische *L* befestigt, und durch die beiden nach Art eines Kreuzsupports angeordneten Schrauben ist es ermöglicht, das Arbeitsstück genau einzustellen. Zur Verschiebung des Bohrerschlittens *B* dient eine Schlißkurbel, in deren Schliße der Kurbelzapfen *M* verstellbar ist, so daß die Entfernung dieses Zapfens von der Mitte der Kurbelaxe gleich der halben Länge der Verschiebung gemacht werden kann. Diese Kurbelwelle wird durch ein Zahnrad *N* umgedreht, in welches ein anderes Zahnrad *O* eingreift, dessen Welle von der Zwischenaxe *P* mittelst einer Schraube ohne Ende und einem mit *O* auf derselben Axe sitzenden Schneckenrade bewegt wird. Um die Länge des Obertheiles der Maschine möglichst zu verkleinern, ist das Kurbelgetriebe nicht mit einer Lenkerstange ausgerüstet, sondern der Kurbelzapfen *M* greift den Schlitten in einem senkrechten Schliße mittelst eines darin verschieblichen Gleitstückes an, wie dies bei der bekannten Schleifenkurbel gebräuchlich ist.

Um den Bohrer bei jeder Umkehr der Schlittenbewegung in seiner Rich-

<sup>1)</sup> J. Hart, Die Werkzeugmaschinen.

tung vorzuschieben, wird jedesmal das Schaltrad Q durch eine in dasselbe eingreifende Schaltklinke um einen Zahn weiter gedreht, wodurch vermittelt

Fig. 698.



der Kegekrädchen R die Mutter S der Rohrschraube ein wenig gedreht wird, so daß sie die auf den Bohrer wirkende Rohrschraube entsprechend verschiebt. Diese Einrichtung stimmt im wesentlichen mit den vorstehend besprochenen

überein. Zur Bewegung der Schaltklinke dient die kleine Hülfswelle  $T$ , die durch einen Hebel  $U$  von einer in der Nabe des Rades  $O$  angebrachten Curvennuth jedesmal in der Todtlage der Kurbel  $M$  eine kurze Schwingung erhält. Da das Rad  $O$  halb so viel Zähne hat wie dasjenige  $N$ , also für eine volle Kurbeldrehung zwei Umgänge machen muß, so findet die gedachte Schaltung in jedem der beiden Todtlagen der Kurbel statt, wie es vorstehend als nöthig angeführt wurde. Wegen der Verschiebung des Schlittens  $B$  müssen die beiden Wellen  $F$  und  $T$  mit durchlaufenden Ruthen versehen sein, so daß sie immer mit dem Rade  $E$  und dem Hebel  $U$  auf Drehung gekuppelt bleiben, wenn sie sich durch deren Naben hindurchschieben. Es ist ersichtlich, daß die Stufenscheiben  $V_1$  und  $V_2$  die Möglichkeit gewähren, die Geschwindigkeit der Verschiebung des Schlittens entsprechend dem veränderlichen Hube der Kurbel zu regeln.

Soll die Maschine als gewöhnliche Bohrmaschine zur Herstellung von Rundlöchern benutzt werden, so hat man das Schneckenrad auf der Ase von  $O$  aus seiner Schnecke auszurücken und die Schaltung durch die Hand an dem Rade  $X$  vorzunehmen, nachdem man zuvor die Schaltklinke zurückgeschlagen hat.

Damit die Geschwindigkeit der Schlittenbewegung weniger ungleichmäßig werde, als dies bei dem gewöhnlichen Kurbelgetriebe der Fall ist, hat man hier das Mittel angewandt, der Kurbelwelle eine veränderliche Geschwindigkeit zu geben, derart, daß deren Drehung in der Nähe der todten Punkte schneller erfolgt, als bei der mittleren Stellung der Kurbel und des Schlittens. Die hierzu dienende Einrichtung ist wie folgt beschaffen. Das auf der Antriebswelle für die Kurbel befestigte Zahnrad  $O$  ist kreisrund, aber excentrisch auf der Ase befestigt, und enthält auf seinem Umfange genau halb so viel Zähne wie das ebenfalls kreisrunde und centrisch auf die Kurbelwelle gefetzte Zahnrad  $N$ .

Damit bei dieser Anordnung ein steter Eingriff der Räder möglich wird, darf die Kurbelwelle nicht in festen Lagern unterstützt sein, sondern muß während der Umdrehung eine solche auf und nieder gehende Bewegung empfangen, daß ihr Abstand von der festen Ase des Rades  $O$  immer gerade die für einen richtigen Zahneingriff erforderliche Größe erhält. Zu dem Ende ist auf der Ase  $a$  des excentrischen Rades  $O$ , Fig. 699 (a. f. S.), ein besonderes kleines Kreisexcenter  $b$  befestigt, dessen Excentricität mit derjenigen des Rades  $O$  der Größe und Lage nach genau übereinstimmt. Der dieses Excenter umgreifende Bügel oder Ring  $c$  ist nun in seinem oberen Theile zu dem Lager  $d$  ausgebildet, das zur Aufnahme der Kurbelaxe  $f$  dient. Hiernach ist es deutlich, wie bei jeder Umdrehung des excentrischen Rades  $O$  vermöge des Excenters  $b$  die Kurbelaxe um den Betrag  $2e$  aufwärts und wieder zurück geführt wird, wenn  $e$  die Excentricität vorstellt. Die Kurbel-

are  $f$  ist hierfür in den senkrechten Schlitzen  $g$  des Gestelles beweglich. Da der Mittelpunkt des Excenters und des dasselbe umfangenden Auges ver-

Fig. 699.

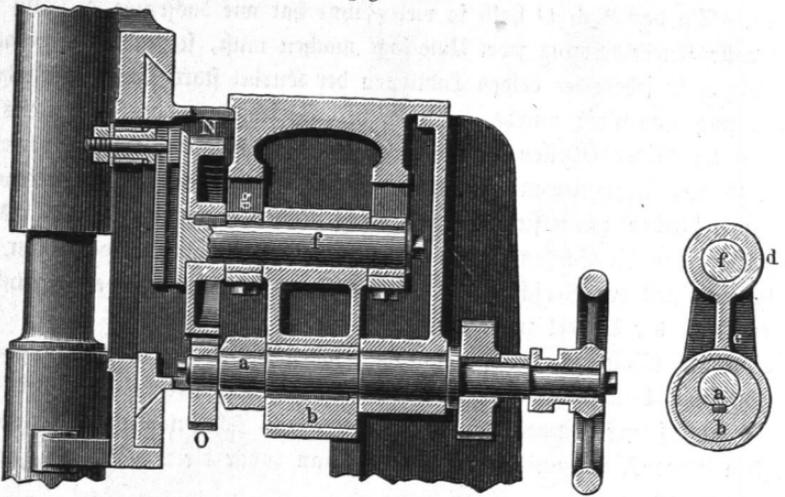
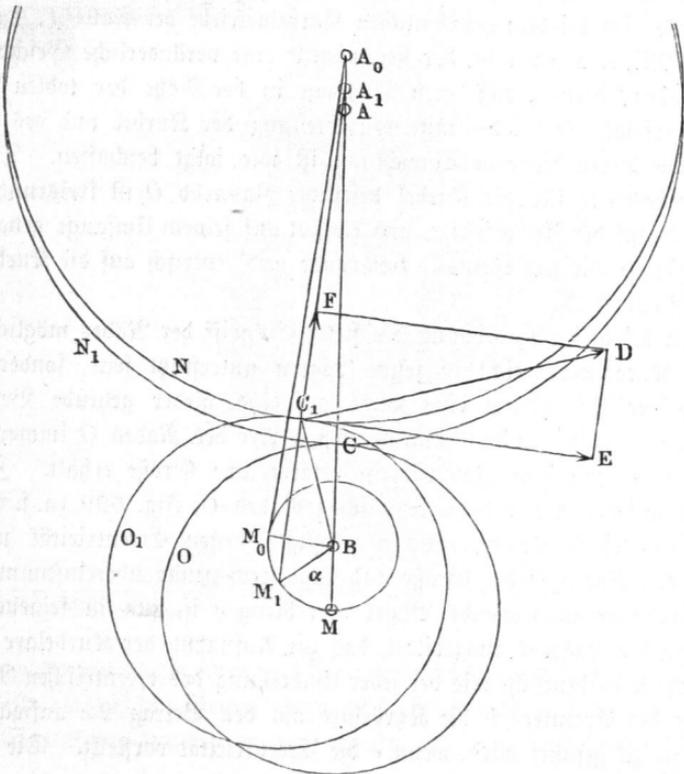


Fig. 700.



möge dieser Anordnung immer mit dem Mittelpunkte des excentrischen Rades  $O$  zusammenfällt, so haben auch die Mittelpunkte der beiden Zahnräder  $O$  und  $N$  stets dieselbe Entfernung von einander und bleiben immer im Eingriffe, wenn auch der Berührungspunkt ihrer Theilkreise dabei abwechselnd nach links und rechts aus der Lothrechten heraustritt, wie man aus Fig. 700 ersehen kann.

Hierin stellt  $B$  die Aze und  $M$  die Mitte des excentrischen Zahnrades  $O$ , sowie des Excenters vor, während die Mitte des größeren Rades  $N$  auf der Kurbelwelle durch  $A$  gegeben ist. Denkt man sich das excentrische Rad in der tiefsten Lage, so findet die Berührung der Theilkreise in  $C$ , einem Punkte der Senkrechten  $AB$  statt, in welcher die Aze  $A$  der Kurbel geführt wird.

Die Winkelgeschwindigkeit der Kurbel ist für diese Stellung durch  $\omega \frac{r-e}{2r}$  ausgedrückt, wenn  $r$  den Halbmesser von  $O$ , und  $2r$  den von  $N$  bezeichnet, und unter  $e$  die Excentricität  $BM$ , sowie unter  $\omega$  die Winkelgeschwindigkeit der Aze  $B$  verstanden wird. Der Kurbelzapfen steht in diesem Augenblicke in der höchsten oder tiefsten Lage, entsprechend der mittleren Stellung des Bohrschlittens.

Wird jetzt die Aze des excentrischen Rades um einen beliebigen Winkel  $MBM_1 = \alpha$  gedreht, so kommt die Mitte dieses Rades und des Excenters nach  $M_1$ , während die Kurbelaxe in  $A_1$  gefunden wird, wenn man  $M_1A_1 = MA$  macht. Die beiden Zahnräder berühren sich daher jetzt in  $C_1$  außerhalb der Senkrechten  $AB$ , und man findet die Winkelgeschwindigkeit der Kurbel wie folgt. Der Punkt  $C_1$  des excentrischen Rades bewegt sich in der Richtung  $C_1D$  senkrecht zu  $C_1B$  mit einer Geschwindigkeit  $BC_1 \cdot \omega = C_1D$ . Zerlegt man diese Geschwindigkeit nach den beiden Richtungen  $C_1E$  senkrecht zur Mittellinie  $M_1A_1$  beider Räder und  $C_1F$  parallel dazu, so wird die Componente  $C_1E$  dem Rade  $N$  mitgetheilt, während die andere Componente  $C_1F$  einem Verschieben der Zähne gegen einander nach den Radmitten hin entspricht, worauf man bei der Bemessung der Zahnlangen zu achten hat. Den größten Werth erreicht die letztgedachte Seitengeschwindigkeit  $C_1F$  in der Stellung  $M_0$ , in welcher die Verbindung der beiden Radmitten  $M_0A_0$  den mit der Excentricität  $e$  beschriebenen Kreis berührt. Hiernach ist es leicht, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Kurbelwelle für jede Stellung derselben und daraus die Geschwindigkeit der Schlittenbewegung zu bestimmen, und man kann diese Geschwindigkeiten in ähnlicher Art durch ein Diagramm zur Anschauung bringen, wie es in §. 152 für die Bewegung des Tisches einer Hobelmaschine geschehen ist. Man wird dann finden, daß die Ungleichmäßigkeit dieser Bewegung geringer ist, als die einem gewöhnlichen Kurbelgetriebe entsprechende, daß aber eine vollständig gleichmäßige Bewegung nicht erreicht werden kann, indem die Geschwindigkeit des Schlittens

selbstverständlich immer in den Umkehrpunkten oder Todtlagen der Kurbel durch Null ausgedrückt wird.

Man hat auch den vorstehend angegebenen Zweck dadurch erreicht, daß man das excentrische Zahnrad  $O$  in ein solches von elliptischer Form eingreifen läßt, dessen Aze durch die Mitte der Ellipse geht, und dessen Zähnezahl ebenfalls doppelt so groß ist, wie diejenige des excentrischen Rades. In diesem Falle können die Azen der beiden Räder durch feste Lager gehalten werden, und man erreicht denselben Zweck, wie durch die vorher beschriebene Einrichtung.

Es wurde schon angeführt, daß man sich zur Hin- und Herbewegung des Bohrschlittens auch einer Schraubenspindel bedient hat, die abwechselnd nach rechts und links gedreht wird. Eine derartige Maschine findet sich abgebildet und beschrieben an der unten bezeichneten Stelle<sup>1)</sup>. Es ist bei dieser Maschine noch zu bemerken, daß bei ihr gleichzeitig zwei Bohrer zur Wirkung kommen, deren Azen in derselben wagrechten Linie gelegen sind, und deren Schneiden einander zugewendet sind, so daß sie das zu durchschlitzende Arbeitsstück gleichzeitig von beiden Seiten angreifen. Selbstverständlich müssen diese beiden Bohrer bei jeder Umkehr des Bohrschlittens auch um den gleichen Betrag vorgeschoben werden, bis ihre Schneiden in der Mitte des Arbeitsstückes einander nahe stehen. Zu einem eigentlichen Zusammentreffen darf es aber nicht kommen; um einer Beschädigung der harten Bohrschneiden vorzubeugen, hat man die Einrichtung so getroffen, daß kurz vor dem Zusammentreffen der Schneiden nur noch der eine Bohrer vorgeschoben wird, und daß er bei dieser Bewegung den anderen Bohrer wieder aus dem Schlitz zurückzieht, indem er ihn vor sich herschiebt.

## §. 190.

**Das Stossbohren.** Das zur Herstellung von Löchern in Stein, wie sie beispielsweise zu Sprengarbeiten erforderlich sind, angewandte Verfahren des Stoßbohrens unterscheidet sich von dem bisher besprochenen Bohren in Metall oder Holz wesentlich dadurch, daß dabei die Abtrennung des Materials durch die stoßende Wirkung eines Meißels, Fig. 701, geschieht. Stellt  $AB$  in Fig. 702 die Schneidkante eines solchen von beiden Seiten angeschliffenen Meißels oder Steinbohrers vor, und denkt man dem letzteren in der Richtung seiner Länge eine gewisse Geschwindigkeit  $v$  erteilt, mit welcher er auf das darunter befindliche Gestein trifft, so erzeugt die Schneide in dem Steine eine bestimmte rinnenförmige Vertiefung, indem die in dem Meißel enthaltene mechanische Arbeit dazu verwendet wird, das unter der Schneide befindliche Material zu zermalmen und seitwärts fortzudrücken. Die Tiefe des so gebildeten Einschnittes hängt dabei sowohl von der Wider-

1) J. Hart, Die Werkzeugmaschinen.