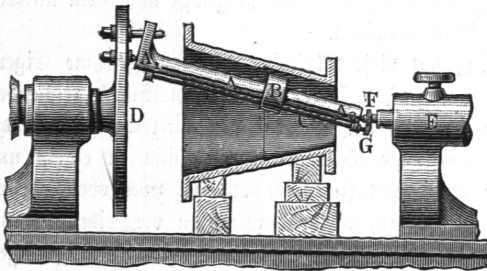


Wie schon bemerkt worden, läßt sich auf den vorstehend angeführten Maschinen nur die Herstellung cylindrischer Ausbohrungen ermöglichen. Um auch eine Anordnung anzuführen, wie sie für kegelförmige Höhlungen zur Anwendung gebracht werden kann, sei auf die Fig. 663 verwiesen. Man erkennt hier in *A* eine Bohrstange, auf welcher in ähnlicher Art, wie bei den vorbesprochenen Bohrwerken, ein Bohrkopf *B* durch eine Schraubenspindel *C* verschoben werden kann. Diese Bohrstange kann in der aus der Figur ersichtlichen Art so zwischen der Planscheibe *D* und dem Keitstocke *E* einer gewöhnlichen Drehbank angebracht werden, daß ihre Axenlinie *A*, *A*₂ parallel zu der auszubohrenden Kegelfläche gerichtet ist. Wenn man dann

Fig. 663.



an der Spindel des Keitstockes ein kleines Zahnrad *F* fest anbringt, und die Schraubenspindel *C* der Bohrstange mit einem um dieses Zahnrad kreisenden anderen Zahnrade *G* versieht, so erreicht man, wie nach dem Vorangegangenen deutlich ist,

eine selbständige Verschiebung des Bohrkopfes. Soll der letztere mit mehreren Schneiden versehen werden, so müssen dieselben natürlich alle in derselben Arenebene angebracht werden.

§. 182. **Bohrer.** Während die vorstehend besprochenen Maschinen dazu dienen, eine schon vorhandene Höhlung, wie sie bei dem Gießen hohler Cylinder hergestellt ist, innerlich genau zu bearbeiten, so daß die Wirksamkeit dabei im wesentlichen mit derjenigen des Abdrehens übereinstimmt, bedient man sich der eigentlichen Bohrer dazu, um in massiven Gegenständen Löcher dadurch zu erzeugen, daß alles Material beseitigt wird, welches sich innerhalb der zu bildenden Höhlung befindet. Dies geschieht in den meisten Fällen in der Weise, daß dieses Material in mehr oder minder feine Späne verwandelt wird, und nur selten kann man durch Ausführung eines ringförmigen Einschnittes zum Ziele kommen, innerhalb dessen ein kleinerer Cylinder oder ein scheibenförmiger Körper als ein Ganzes herausfällt. Dieser letzteren Darstellung bedient man sich nur bei dünneren Platten, wo der herausgeschnittene Theil in der Gestalt einer kreisrunden Scheibe gewonnen wird, oder auch zuweilen bei der Herstellung größerer Löcher in Stein, wo der in der Mitte verbleibende cylindrische Kern wegen der geringen Bruchfestigkeit des Materiales leicht abbricht, sobald er eine gewisse Länge erreicht hat. In

allen übrigen Fällen muß alles die Höhlung erfüllende Material in Späne verwandelt werden, wozu natürlich eine entsprechend große mechanische Arbeit erforderlich ist.

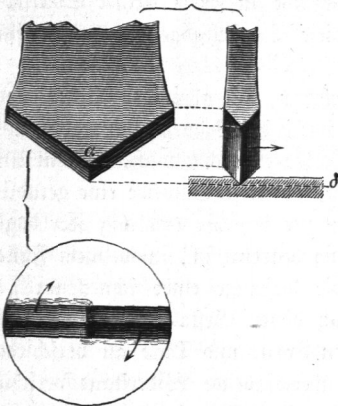
Die Art der Bildung dieser Späne hängt wesentlich von der Härte der zu bearbeitenden Materialien ab. Während bei weichen Stoffen, wie Holz, eine eigentlich schneidende Wirkung stattfindet, indem eine keilförmige Schneide sich zwischen das Material drängt und die Späne unter Ueberwindung der entsprechenden Spaltfestigkeit abhebt, findet die Ablösung bei den Metallen durch eine schabende Wirkung statt, wobei es sich um die Ueberwindung der Scherfestigkeit handelt. In allen diesen Fällen wird das Werkzeug durch eine stetig darauf wirkende Druckkraft bewegt, dagegen erzielt man die Bildung der Späne durch wiederholte Stöße der Schneide gegen das Material, wenn dasselbe sehr hart ist, wie z. B. die meisten Gesteinsarten. Bei der letztgedachten Arbeit wird nämlich das Material durch die mit gewisser Geschwindigkeit niederfallende Schneide in Form kleiner Splitter abgesprengt, woraus sich ergibt, daß diese Darstellungsart nur für spröde Stoffe verwendbar ist.

Es ist ersichtlich, daß bei allen Bohrern, mit alleiniger Ausnahme der zuerst gedachten ringförmigen, die Wirksamkeit der Schneide sich von der Mitte bis zum Umfange des zu erzeugenden Loches erstrecken muß, und ein Unterschied wird zunächst darin enthalten sein, ob diese Schneide eine geradlinige Gestalt hat, wobei sie entweder senkrecht zur Ase der Höhlung oder dagegen geneigt sein kann, oder ob sie krummlinig begrenzt ist, in welchem Falle sie ebensowohl die Form einer ebenen wie diejenige einer schneckenartig gewundenen Curve haben kann. Je nach dieser Gestalt der Schneide wird die Abtrennungsfläche der Späne, deren Form und Dicke an verschiedenen Stellen und der beim Abtrennen zu überwindende Widerstand verschieden sein; die Endfläche der in der Bildung befindlichen Höhlung ist dabei die jener Begrenzung der Schneide zugehörige Umdrehungsfläche, die also entweder eben oder kegelförmig oder napfförmig vertieft ist.

Von besonderer Wichtigkeit für jedes Bohren ist die regelmäßige Entfernung der gebildeten Bohrspäne aus dem Bohrloche, da diese Späne bei ihrem Verbleiben in der Höhlung der Bewegung des Bohrers einen so bedeutenden Reibungswiderstand entgegensetzen, daß die Arbeit nur mit großem Kraftaufwande ausführbar ist und schließlich ganz unmöglich wird. Da nämlich die Bohrspäne immer einen wesentlich größeren Raum einnehmen, als der von ihnen vor dem Bohren erfüllt ist, und da die hergestellte Höhlung zum Theil durch den Bohrer eingenommen wird, so werden die Späne mit erheblicher Kraft gegen die Wandung der Bohrung und gegen den Bohrer gedrückt, so daß sie wie Bremsbacken wirken, wodurch ein mit der Tiefe des gebohrten Loches zunehmender Widerstand hervor-

gerufen wird. Während bei geringer Tiefe der Bohrung der an der Grundfläche des Loches gegen die Späne ausgeübte Druck genügend ist, dieselben nach oben heraus zu treiben, muß bei schon mäßiger Lochtiefe ein wiederholtes Herausziehen des Bohrers aus der Höhlung und Ausräumen der letzteren stattfinden, was bei tiefen Löchern, wie sie bei den bergmännischen Bohrungen vorkommen, mit ganz erheblichem Zeitaufwande verbunden ist. Für die Herstellung von Löchern in Holz und Metall sind daher in dieser Beziehung die schraubenförmig gewundenen Bohrer sehr vortheilhaft, weil bei ihnen die Bohrspäne von selbst ununterbrochen in den Schraubengängen des Schaftes aus dem Loch herausbefördert werden. Man hatte früher zum selbstthätigen Herausfallen der Späne bei Kanonenbohrwerken die Einrichtung auch wohl so getroffen, daß die Schneide des Bohrers aufwärts gefehrt war, wobei das zu bohrende Rohr unter dem Einflusse seines Eigen-

Fig. 664.



gewichtes allmählich niedersank, doch ist man wegen anderweiter Uebelstände dieses Verfahrens von demselben jetzt zurückgekommen. Bei bergmännischen Tiefbohrungen hat man sich zur Entfernung der Bohrspäne auch mehrfach mit Erfolg eines stetigen Wasserstromes bedient, der die gebildeten Bohrspäne aus dem Bohrloche unausgesetzt herauspült (s. weiter unten).

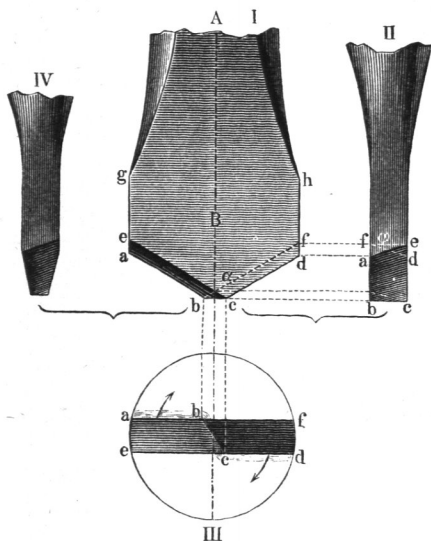
Die Einrichtung eines gewöhnlichen Bohrers, wie er zur Herstellung der kleinsten Löcher von den Metallarbeitern benutzt wird, ist aus

Fig. 664 ersichtlich. Hiernach trägt der unterhalb flach geschlagene Stahlstab an seinem Ende zwei gerade, unter einem Winkel α von 80 bis 120° gegen einander geneigte Schneiden, welche durch Zuschärfung von beiden Seiten her gebildet sind. Wenn dieses Werkzeug einem in seiner Axe wirkenden Drucke ausgesetzt wird, so dringen diese Schneiden bis zu einer entsprechenden Tiefe d in das Material ein, so daß bei einer Umdrehung des Bohrers vor jeder dieser Schneidkanten ein Span von dieser Dicke d gebildet wird, indem die Schneide das vor ihr befindliche Material vor sich her schiebt. Wegen der beiderseits gleichen Abschrägung der Schneiden findet diese Wirkung bei der Umdrehung sowohl nach der einen wie nach der anderen Richtung statt. Deshalb wendet man diese zweischneidigen Bohrer an, wenn man sich zu ihrer Bewegung eines Geräthes bedient, das wie der bekannte Bohrbogen der Uhrmacher den Bohrer abwechselnd nach links

und rechts umdreht. Doch ist es klar, daß die Wirkung dieser Bohrer eine sehr unvollkommene sein muß, da der für die Abtrennung der Späne in Betracht kommende Winkel für das Abschaben wenig geeignet ist.

Deshalb führt man alle Bohrer, die nur nach einer Richtung umgedreht werden, auch nur als einschneidig wirkende aus, wobei man den schneidenden Kanten eine für das leichte Ablösen der Späne zweckdienlichere Form geben kann. Aus Fig. 665, welche einen gewöhnlichen einschneidigen Bohrer darstellt, ersieht man, daß die beiden in der Spitze zusammenlaufenden Flächen ab und cd so angeschliffen sind, daß sie mit den anstoßenden breiten Flächen Winkel α von etwa 80 bis 85° bilden. Hierdurch ent-

Fig. 665.



stehen seitlich zwei Schneidkanten ab und cd , die in der Mitte durch die schräg dagegen stehende Schneide bc verbunden sind, und es findet bei der Umdrehung des Bohrers in der Pfeilrichtung ein Ablösen der Späne entlang der gebrochenen Linie $abcd$ statt. Dabei ist der Schneidwinkel für die Schneidenden ab und cd gleich 90 Grad, also von der Größe, wie er dem reinen Abschaben zugehört, während für den mittleren Theil bc der Schneide dieser Winkel stumpf und daher weniger vortheilhaft ist. Es muß dabei in-

dessen bemerkt werden, daß gerade dieser mittlere Theil der Schneide bei der Drehung des Bohrers nur mit sehr geringer Geschwindigkeit bewegt wird und auch nur entsprechend wenig Arbeit zu verrichten hat, auch pflegt man wohl die Länge von bc dadurch zu verringern, daß man die Dicke des Bohrers nach der Spitze hin so weit abnehmen läßt, Fig. IV, wie die Haltbarkeit der Spitze gestattet. Es ist zu bemerken, daß es nicht vortheilhaft sein würde, den Keilwinkel φ an den Schneidkanten ab und cd kleiner zu machen, wie angegeben, denn dadurch würde die Wirkung bei dem Abschaben nicht günstiger, dagegen die Haltbarkeit der Schneiden geringer werden, auch ein leichteres Abstumpfen zu befürchten sein. Daß dieser Winkel kleiner als 90 Grad gewählt wird, hat nicht nur den Zweck, die Schlißfläche nicht auf dem Grunde

des Bohrloches gleiten zu lassen, sondern ist auch wegen der Vorrückung des Bohrers nöthig; es entspricht also die Abweichung der besagten Flächen von der Bodenfläche des Bohrloches dem Anstellwinkel der Stichel, siehe §. 148.

Wenn man die Seitenflächen *ag* und *dh* des Bohrers concentrisch zur Ase *AB* bildet, so reiben sich diese Seiten zwar an den Wandungen des entstehenden cylindrischen Loches, doch ist damit ein wesentlicher Uebelstand nicht verbunden, da der zur Wirkung kommende Druck hier jedenfalls nur klein ist. Andererseits bietet diese Art der Ausführung des Bohrers auf der Drehbank eine bessere Gewähr dafür, daß die Spitze des Bohrers möglichst genau in dessen Ase liegt. Daß dies der Fall und daß auch die Neigung der beiden Flächen *abce* und *cdfb* gegen die Ase gleich groß sei, ist für die gute Wirkung des Bohrers unerläßlich, wie man sich leicht durch die Betrachtung von Fig. 666 und 667 überzeugt, welche diesen Bedingungen nicht entsprechen. Man ersieht daraus, daß bei einer Form, wie in Fig. 666, die eine Schneide *ab* die ganze Wirkung ausüben muß, womit ein einseitiger

Fig. 666.

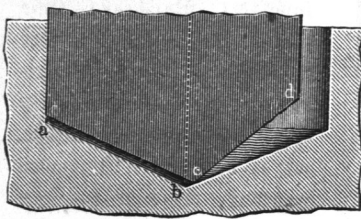
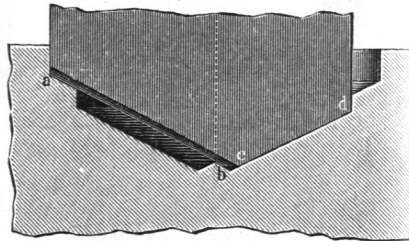


Fig. 667.

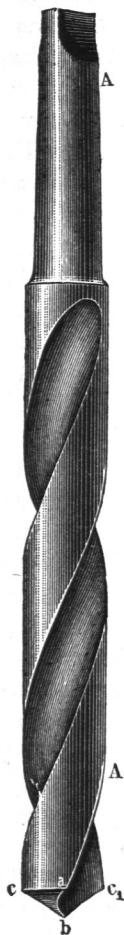


Druck auf den Bohrer verbunden ist, der eine Abweichung des Bohrers von der geraden Richtung des Vordringens, ein Verlaufen zur Folge haben kann. Auch bei einer Form des Bohrers, wie Fig. 667 angeht, wirken die beiden Schneiden in sehr verschiedener Weise.

Um den Schneidwinkel zu verkleinern und dadurch eine mehr schneidende als schabende Wirkung zu erzielen, hat man wohl zuweilen bei derartigen Bohrern die breiten Flächen unmittelbar über jeder Schneidkante mit einer feichten Rinne oder Hohlkehle versehen, doch ist dieses Hülfsmittel deswegen nur wenig angewandt, weil, abgesehen von der Verschwächung des Bohrers an den Schneidkanten, diese Ausführungsart ein Nachschleifen nur wenig oder gar nicht gestattet. Dagegen gewähren die schraubenförmig gewundenen Bohrer, die oft unrichtig als Spiralbohrer bezeichnet werden, ein ausgezeichnetes Mittel, den Schneidwinkel in einfacher Art zu verkleinern, so daß diese Bohrer viel vortheilhafter wirken können, weswegen sie eine große Verbreitung gefunden haben. Ein solcher Bohrer stellt sich nach

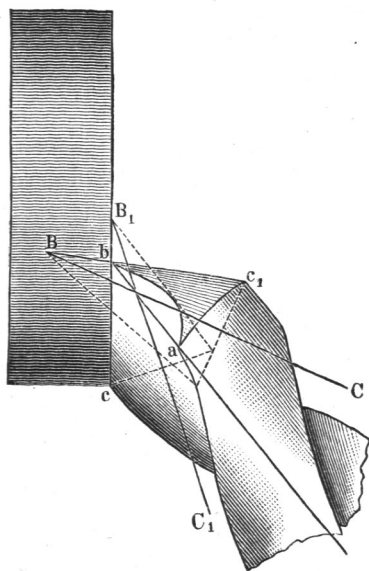
Fig. 668 als ein cylindrischer Stahlstab dar, in dessen Umfang zwei rechts-
gängige Schraubenfurchen diametral gegenüber eingefräst sind, deren Quer-
schnitt durch einen Kreisbogen begrenzt wird. Wenn dieser Stab an dem
Ende kegelförmig abgedreht wird, so entstehen daselbst zu jeder Seite zwei
gebogene Durchschnitsskanten ab und bc , an denen bei bc die Kantenwinkel

Fig. 668.



spitz und bei ab stumpf sind. Damit nun aber an den
Kanten bc , die das Material abzulösen haben, der erforder-
liche Anstellungswinkel vorhanden ist, wird die Spitze nicht
durch eine zur Axe des Bohrers concentrische Kegelfläche ge-
bildet, sondern man schleift den Bohrer derart an, daß jede
Hälfte der Schlißfläche einer von zwei Kegelflächen zugehört,

Fig. 669.



deren Axen in BC
und B_1C_1 , Fig. 669,
gelegen sind. Hier-
durch erreicht man
nicht nur, daß die
Schlißflächen abc

um den betreffenden
Anstellungswinkel
von der Grundfläche
des gebohrten Loches
abweichen, sondern
man erhält auch in
der Durchschnitss-
linie der beiden kegel-
förmigen Schliße die
für den mittleren
Theil des Loches er-
forderliche Schneid-
kante, für die ganz
ähnliche Betrachtun-
gen gelten, wie sie

für den mittleren Theil bc des gewöhnlichen Flachbohrers,
Fig. 665, angeführt worden sind. Ein Haupterforderniß dieser
Bohrer besteht daher in dem genauen Anschleifen derselben;
durch sinnreiche Schleifmaschinen (s. weiter unten) hat man die
dabei auftretenden Schwierigkeiten in vorzüglicher Weise zu

überwinden gewußt, so daß diese Bohrer nach dem Stumpfwerden mit
großer Genauigkeit leicht wieder angeschliffen werden können.

Auf einen besonderen Vorzug dieser Schraubenbohrer wurde schon oben
hingewiesen, darin bestehend, daß die sich bildenden Bohrspäne sich von selbst

in den Schraubenfurchen nach oben aus dem Loche herauschieben. Man hat sich diese Wirkung in der Art zu erklären, daß auf die in einer solchen Furche befindlichen und an der Umdrehung theilnehmenden Späne an der Bodenfläche des Loches ein Druck nach oben ausgeübt wird, sobald die schneidende Kante, sich unter das Material zwängend, den Span abhebt und sich wie ein Keil unter ihn schiebt. In Folge dieser Wirkung wird die ganze darüber lastende Spansäule in dem gewundenen Canale nach oben geschoben, und man ersieht hieraus, wie wichtig es dazu ist, daß die Furchen des Bohrers möglichst glatt und schön polirt sind, weil dadurch die Reibung vermindert wird. Es ist nicht wohl anzunehmen, die Späne würden wegen der Schraubenform der Furchen in ähnlicher Weise aus dem Loche herausgeschraubt, wie eine Schraubennutter sich längs der Gewindgänge einer sich drehenden Schraubenspindel verschiebt, sobald man die Mutter hindert, an dieser Drehung theilzunehmen, weil die Späne sich an der Umdrehung des Bohrers betheiligen, soweit sie nicht durch die Reibung an der Bohrlochswandung theilweise daran verhindert werden. Die Schraubenform der Furchen hat daher hier für die Entfernung der Späne nur insofern Bedeutung, als dadurch den Spänen bei dem Aufsteigen ein möglichst kleiner Widerstand entgegengesetzt wird, die treibende Bewegung aber wird an der Schneidkante ausgeübt.

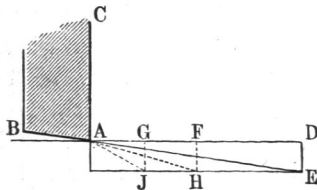
Ein fernerer großer Vorzug dieser Schraubenbohrer besteht in der guten Führung, die der Bohrer in dem hergestellten Loche ringsum an den Wandungen findet, wodurch einem Verlaufen in der besten Weise vorgebeugt wird. Wenn man die cylindrische Umfläche dieser Bohrer derartig hinterdreht (s. §. 174), daß nur die vorangehenden schraubensförmigen Kanten den Lochumfang berühren, und hinter ihnen der Bohrer um einen kleinen Anstellwinkel von dem Umfange des Loches abweicht, so geschieht dies zu dem Zwecke, die Reibung des Bohrers am Umfange des Bohrloches zu verringern. Dagegen ist die Abweichung der hinter den schneidenden Kanten sich anschließenden Schlißflächen von der Endfläche des Bohrloches um den mehrbesagten Anstellwinkel, besonders auch deswegen nöthig, weil ohne diese Abweichung das Bohren überhaupt nicht oder doch nur in sehr unvollkommener Weise möglich sein würde, wie man sich durch die folgende Betrachtung leicht überzeugt.

Es sei BAC in Fig. 670 der zur Schneidkante senkrechte Durchschnitt durch einen Bohrer in einem Punkte, dessen Entfernung von der Ase des Loches oder Bohrers a sein mag. Wenn die Winkelgeschwindigkeit des Bohrers durch ω bezeichnet wird, so ist die Umfangsgeschwindigkeit für den betreffenden Querschnitt in A zu $a\omega$ gegeben. Es möge der Anschaulichkeit wegen diese Geschwindigkeit, die man sich unendlich klein vorstellen kann, als geradlinig angesehen und gleich AD angetragen werden. Gesezt nun, der

Bohrer werde bei jeder vollen Umdrehung um eine Größe s in der Axenrichtung des Loches vorgeschoben, so ist die Vorschübung während der Drehung um den Winkel ω zu $s \frac{\omega}{2\pi}$ anzunehmen. Trägt man daher diese

Größe als DE an, so sieht man, daß die Schneide A des Bohrers den Weg AE durchläuft, und daß daher auch AE der Durchschnitt durch die Grundfläche des Loches an der von A durchlaufenen Stelle ist. Es muß daher auch die Schlißfläche AB des Bohrers rückwärts der Schneidkante mindestens um den Winkel DAE von der zur Axe senkrechten Ebene AD abweichen, wenn überhaupt die gedachte Wirkung möglich sein soll, d. h. es darf an der betreffenden Stelle der Keilwinkel der Schneide höchstens den Betrag CAB haben. Wäre dieser Winkel größer, so könnte der Bohrer nur mit großer Kraft vorgeschoben werden, da in Folge desselben das unterhalb der Schlißfläche befindliche Material einer gewaltsamen Zusammen-

Fig. 670.



pressung ausgesetzt wäre. Es geht hieraus hervor, wie wichtig es für alle Bohrer ist, sie so anzuschleifen, daß die Schlißflächen hinterhalb der Schneidkanten genügend von der Bodenfläche im Loch abweichen, die von diesen Schneidkanten erzeugt wird. Wenn auch der Winkel DAE , Fig. 670, an dem äußeren Umfange des Loches für ge-

wöhnlich bei dem geringen Vorschube nur klein sein wird, so muß man doch bemerken, daß dieser Winkel um so größer ausfällt, je näher der betrachtete Punkt der Axe des Loches liegt, es wird beispielsweise dieser Winkel für die Punkte F und G in den Abständen $\frac{1}{4}a$ und $\frac{1}{4}a$ von der Mitte durch die

Linien AH und AJ gefunden. Man ersieht aus dieser Betrachtung, daß ein gewöhnlicher Flachbohrer von der Form, wie Fig. 665 sie zeigt, nur äußerst schwer zum Angriff gebracht werden könnte, wenn die beiden Flächen $abce$ und $cdfb$ senkrecht zur Ebene des Papiers angeschliffen wären; denn wenn auch die Schneiden bei einem Kantenwinkel von 90 Grad in derselben Weise schabend wirken, wie bei einem Keilwinkel von 85 Grad und bei einem Anstellwinkel von 5 Grad, so würde doch die Vorschübung, wie schon bemerkt, dabei nicht möglich sein. Ebenso ergibt sich, daß ein Schraubensbohrer nach Fig. 668 ganz unbrauchbar wäre, wenn man das Ende durch eine Kegelfläche zur Axe des Bohrers bilden wollte.

Von den sonstigen Bohrern für Metall, wie sie z. B. als Zapfenbohrer zum Erweitern vorhandener Bohrungen angewendet werden, braucht nach dem Vorhergegangenen und dem über die Stichel Gesagten nicht weiter

gehandelt zu werden, da die Wirkung dieser Bohrer ebenso, wie die der bekannten halbcylindrischen sogenannten Kanonenbohrer im allgemeinen nach den Grundfätzen zu beurtheilen ist, die für das Drehen und Ausbohren von Cylindern gelten.

183. **Bohrer für Holz.** Die für Holz gebräuchlichen Bohrer unterscheiden sich in verschiedenen Punkten wesentlich von den für Metalle in Anwendung kommenden. Zunächst ist bei dem Bohren in Holz, mit alleiniger Ausnahme etwa der härtesten Hölzer, die Wirkung der Bohrschneide vielmehr eine eigentlich schneidende, bei welcher die viel schärfere Schneide sich zwischen die Holztheile schiebt und unter Ueberwindung der absoluten oder Spaltfestigkeit die Späne abhebt. Bei dem verhältnißmäßig geringen Widerstande, den das Holz darbietet, kann der Keilwinkel der Schneide die zu einer solchen Wirkung erforderliche geringere Größe erhalten. Ferner ist zu beachten, daß das Holz nicht wie Metall ein nach allen Richtungen gleichmäßiges Material ist, sondern daß wegen der darin enthaltenen Fasern der Zusammenhang nach verschiedenen Richtungen ein sehr verschiedener ist. Gerade die Rücksicht auf den Fasernlauf hat verschiedene Anordnungen bei den Bohrern für Holz nöthig gemacht, die bei den Bohrern für Metall nicht vorkommen; so ist z. B. bei vielen Holzbohrern deutlich das Bestreben wahrzunehmen, einen schrägen oder gezogenen Schnitt zu erzielen, indem man die zur Wirkung kommende Schneide in einer gegen die Fasern geneigten Richtung wirken läßt. Bei anderen Bohrern wieder hat man den vorliegenden Zweck durch Anwendung von zwei gesonderten Schneiden erreicht, von denen die eine lediglich die Fasern am Umfange des Loches durchschneidet, während die andere die vorher durchschnittenen Fasern abhebt. Der Vorschub ist entsprechend dem geringeren Widerstande auch bei Holz immer viel größer als bei Metall, und man bedient sich häufig des Mittels, den Bohrer in der Mitte mit einer kleinen kegelförmigen Spitze zu versehen, die sich vermöge der auf ihr befindlichen Schraubengewinde nach Art der bekannten Holzschrauben in das Holz einschraubt und den Bohrer nach sich zieht.

Inwiefern der Fasernlauf des Holzes von Einfluß auf die Stellung der Bohrschneide ist, kann man sich durch die Fig. 671 verdeutlichen. Hier möge *AB* eine gerade Schneide von der Art des Hobeleisens sein, wie es sich in jedem gewöhnlichen Handhobel der Holzarbeiter (s. weiter unten) vorfindet. Wenn, wie es bei dem Hobeln geschieht, diese Schneide durch einen gewissen, darauf ausgeübten Druck in geringem Maße in das darunter liegende Holz eingedrückt wird, so schält die Schneide bei ihrer Bewegung, in dem Sinne des Pfeiles von dem Holze einen Span ab, dessen Dicke gleich dem besagten Eindringen ist. In ähnlicher Art wirkt auch die Schneide eines Bohrers