Viertes Capitel.

Die Maſchinen zur Formgebung durch Materialentnahme.

§. 146. **Allgemeine Uebersicht.** Die in dieſem Capitel zu beſprechenden Maſchinen haben den Zweck, Gegenſtände von beſtimmter Form aus rohen oder in geeigneter Weiſe vorgerichteten Materialſtücken dadurch herzuſtellen, daß beſtimmte Materialtheile in Form von Spänen von der Oberfläche der Arbeitsſtücke abgetrennt werden. Es gehören zu dieſer Gruppe vornehmlich die zur Bearbeitung von Metallen dienenden Werkzeugmaſchinen, wie ſie zur Bearbeitung der durch Gießen oder Schmieden erzeugten Arbeitsſtücke vielfache Verwendung in den Maſchinenbauanſtalten und mechaniſchen Werkſtätten finden, ebenſo wie die Holzbearbeitungsmaſchinen, die aus zugeſchnittenen Holzſtücken verſchiedene Gegenſtände herſtellen ſollen. Dieſe beiden Verwendungsarten ſollen im Folgenden auch ganz beſonders ins Auge gefaßt werden, da der Gebrauch der in Betracht kommenden Maſchinen für andere Materialien, wie z. B. Stein, Horn, Elfenbein u. ſ. w., nur geringere Bedeutung hat und beſondere Eigenthümlichkeiten nicht darbietet.

Alle dieſe Maſchinen arbeiten mit einem Werkzeuge, das trotz aller durch die Beſchaffenheit der zu erzeugenden Flächen bedingten Verſchiedenheit immer auf der Wirkung des Keils beruht, deſſen ſcharfe Kante durch entſprechenden Druck zum Eindringen in das Material veranlaßt wird, ſo daß bei einer Bewegung dieſes Keils relativ gegen das Arbeitsſtück die ſich dieſer Bewegung entgegenſtellenden Materialtheile in Form von Spänen von dem zu bearbeitenden Gegenſtande abgelöſt werden. Dieſe Ablöſung geſchieht dabei je nach der Form und Stellung des zur Wirkung kommenden Keils bei den härteren Materialien, wie die Metalle ſind, mehr durch eine ſchabende als ſchneidende Wirkung, ſo daß hierbei die Schubfeſtigkeit des Materials zu überwinden iſt, während die für Holz und andere weichere Stoffe gebräuchlichen Werkzeuge eine mehr ſchneidende Wirkung unter Auf-

hebung der Spaltfestigkeit des Materials zu äußern haben. Durch die gedachte gegenseitige Bewegung des Werkzeuges gegen das Arbeitsstück entsteht an dem letzteren durch Ablösen der Späne eine von der Form der arbeitenden Kante des Werkzeuges abhängige Furche, Vertiefung oder Aushöhlung, und indem man durch wiederholte oder stetige Versetzung der Werkzeugkante gegen das Arbeitsstück viele solcher Furchen oder Vertiefungen neben einander entstehen läßt, wird schließlich die gewünschte Begrenzungsfläche des Arbeitsstückes hergestellt. Demgemäß kann man die gesammte, von dem Werkzeuge gegen das Arbeitsstück vollführte Bewegung aus zwei Einzelbewegungen zusammengesetzt denken, und zwar aus der Haupt- oder Arbeitsbewegung, vermöge deren der Span abgeschält wird, und aus der zur Versetzung des Werkzeuges dienenden Fortrückungs- oder Schaltbewegung, deren Zweck darin besteht, die Späne in regelmäßiger Aufeinanderfolge neben einander abzuschälen. Schaltbewegung nennt man die letztgedachte deswegen, weil sie für den Fall einer periodischen Versetzung meistens mit Hülfe der bekannten Schalträder ausgeführt wird. Es ist hieraus ersichtlich, daß man die an dem Arbeitsstücke hergestellte Begrenzung als diejenige Fläche bezeichnen kann, welche die Werkzeugkante vermöge der ihr gegen das Arbeitsstück ertheilten Gesammtbewegung beschreibt, oder daß man auch sagen kann, es entstehe an dem Arbeitsstücke die entsprechende Umhüllungsfläche des Werkzeuges.

Was die beiden hier angeführten Bewegungen anbetrifft, so ist festzuhalten, daß es sich dabei nur um die relativen oder gegenseitigen Bewegungen handelt, und es für den beabsichtigten Zweck gleichgültig ist, welche dieser beiden Bewegungen dem Arbeitsstücke oder dem Werkzeuge mitgetheilt wird. Man kann demnach wohl die folgenden Fälle in der Anordnung der zugehörigen Maschinen unterscheiden:

1. das Arbeitsstück macht beide Bewegungen;
2. das Werkzeug macht beide Bewegungen;
3. das Arbeitsstück macht die Arbeitsbewegung, während dem Werkzeuge die Schaltbewegung ertheilt wird, und
4. das Werkzeug erfährt die Arbeitsbewegung und man ertheilt dem Arbeitsstücke die zur Versetzung der Späne erforderliche Schaltbewegung.

Es mag hierzu nur bemerkt werden, daß alle diese Anordnungen bei den in Gebrauch befindlichen Arbeitsmaschinen auch wirklich vorkommen, doch ist auf diese Eintheilung ein besonderes Gewicht deswegen nicht zu legen, weil die Wirkungsart davon nicht abhängt, welchem der beiden Theile man die betreffenden Bewegungen mittheilt, insofern es, wie schon bemerkt wurde, für die Wirkungsweise immer nur auf die relative Bewegung des Werkzeuges gegen das Arbeitsstück ankommt.

Da die Arbeitsbewegung das Ablöſen des Spans bewirkt, ſo iſt erſichtlich, daß die Geſchwindigkeit dieſer Bewegung in erſter Reihe die Größe der Arbeitsleiſtung beſtimmen wird, indem unter der Vorausſetzung eines beſtimmten Spanquerſchnittes die Menge des abgetrennten Spanmaterials im geraden Verhältniſſe zu der Geſchwindigkeit der Arbeitsbewegung ſteht. Man wird die Größe dieſer Geſchwindigkeit daher natürlich immer ſo groß wählen, wie es erfahrungsmäßig mit der Herſtellung einer ſchönen Arbeitsfläche und mit der Dauerhaftigkeit der Werkzeuge verträglich iſt, welche letzteren bei übermäßig großer Geſchwindigkeit ſich ſtark erhitzen und abſtumpfen. Es hängt dieſe Geſchwindigkeit hauptſächlich von der Beſchaffenheit des zu bearbeitenden Materials ab; ſie kann im Allgemeinen um ſo größer gewählt werden, je weicher das Material iſt, zum Theil iſt auch die beſondere Wirkungsart des Werkzeuges darauf von Einfluß. Nähere Angaben ſiehe im folgenden Paragraphen.

Da nach dem Vorſtehenden die Schaltbewegung den Zweck hat, eine ſolche Verſetzung des Werkzeuges gegen das Arbeitsſtück hervorzurufen, daß die einzelnen Späne gleichmäßig neben einander abgetrennt werden, ſo muß dieſe Bewegung immer mit einer ſehr geringen Geſchwindigkeit erfolgen, da es mit Rückſicht auf die beſchränkte Widerſtandsfähigkeit des Werkzeuges ſowohl wie der ganzen Maſchine nur möglich iſt, Späne von geringem Querſchnitte abzutrennen. Es wird daher durch die Fortrückungsbewegung in der zwiſchen zwei auf einander folgenden Schnitten verſtreichenden Zeit eine Verſchiebung des Werkzeuges gegen das Arbeitsſtück bewirkt werden, deren Betrag gleich der in der Verſchiebungsrichtung gemeſſenen Dicke des Spans iſt. Was man hier unter zwei auf einander folgenden Schnitten zu verſtehen hat, wird ſich aus den ſpäteren Bemerkungen ergeben.

Man kann die hierher gehörigen Maſchinen eintheilen in ſolche mit geradliniger und mit kreisförmiger Arbeitsbewegung, wozu ſich folgendes bemerken läßt.

Wenn man dem Werkzeuge gegen das Arbeitsſtück eine geradlinig fortſchreitende Bewegung ertheilt, ſei es, daß dieſe Bewegung auf das Werkzeug bei ruhendem Arbeitsſtücke oder umgekehrt auf das letztere bei ſtillſtehendem Werkzeuge übertragen wird, ſo hebt das Werkzeug, welches in dieſem Falle den Namen Meißel oder Stichel erhält, eine geradlinige Rinne oder Furche aus dem Arbeitsſtücke aus, und es iſt nöthig, nach deren Vollendung dem Stichel die entgegengeſetzte Bewegung gegen das Arbeitsſtück zu ertheilen, um eine neue Furche dicht neben der erzeugten herzuſtellen. Während dieſes Rückganges kann der Stichel eine Wirkung nicht äußern, es ſei denn, daß man ihm vor dem Beginn des Rückganges eine halbe Umdrehung um ſeine eigene Axe ertheile, damit die Schneide ſich auch während des Rückganges in der für die Abtrennung eines Spans erforderlichen Stellung befinde.

Eine ſolche Wendung des Stichels nach erfolgtem Schnitte findet im Allgemeinen nicht ſtatt, es arbeitet vielmehr bei den hierher gehörigen Maſchinen, die man als **Hobelmaſchinen** und **Stoßmaſchinen** bezeichnet, der Stichel nur bei dem Vorgange, während die Rückführung ohne Arbeitsleiſtung erfolgt. Bei dieſen Maſchinen hat man daher den Stichel während eines Hin- und Herganges durch die Schaltbewegung um die Dicke des abzulöſenden Spans zu verſchieben, und es iſt bei dieſen Maſchinen mit geradliniger Arbeitsbewegung allgemein üblich, dieſe Verſtellung periodiſch vor dem jedesmaligen Beginn eines neuen Schnittes vorzunehmen. Wenn man, wie dies bei einer gewiſſen Ausführungsart der Fall iſt, dem Stichel nach vollendetem Schnitte die erwähnte Wendung um 180 Grad ertheilt, ſo muß natürlich die Verſetzung nach jedem Hingange ſowohl, wie nach jedem Rückgange ſtattfinden. In dieſem Falle läßt man auch den Rückgang mit derſelben Geſchwindigkeit wie den Vorwärtsgang erfolgen, während man in dem meiſt gebräuchlichen Falle des leeren Rückganges den letzteren mit einer größeren Geſchwindigkeit vorzunehmen pflegt, als den Vorwärtsgang, um durch die Verkleinerung der ungenutzt verſtreichenden Zeit die Leiſtungsfähigkeit der Maſchine zu erhöhen.

Die Richtung der behufs der Stichelverſetzung angewandten Schaltbewegung ſteht bei allen hier in Betracht kommenden Maſchinen mit geradliniger Arbeitsbewegung ſenkrecht zu dieſer letzteren. Es ergiebt ſich daraus, daß die von dem Stichel erzeugte Fläche eine Ebene ſein muß, ſobald die Schaltbewegung ebenfalls eine geradlinige iſt, daß man dagegen in der hier gedachten Art auch abwickelbare Flächen, wie **Cylinder**, **Kegel**, **gewiſſe Schraubenflächen** u. ſ. w., herſtellen kann, ſobald man eine paſſende Schaltbewegung für die Verſtellung des Stichels in Anwendung bringt.

Das bekannteſte Beiſpiel für die Verwendung einer **kreisförmigen** Arbeitsbewegung bietet die gewöhnliche **Drehbank**, bei welcher das feſtgehaltene Werkzeug, das hier ebenfalls Stichel genannt wird, aus der Oberfläche des Arbeitsſtückes eine ringförmige Furche aushebt. Hierbei iſt es allgemein gebräuchlich, dem Stichel gegen das Arbeitsſtück eine **ununterbrochene Fortrückungsbewegung** zu ertheilen, woraus man erkennt, daß der Stichel auf dem Arbeitsſtücke nicht viele einzelne in ſich zurücklaufende Rinnen, ſondern eine einzige **ſchraubenförmige** Furche mit vielen neben einander gelegenen Gängen ausarbeitet. Die Fortrückungsbewegung ſteht hierbei ebenfalls ſenkrecht auf der Arbeitsbewegung und es geſtattet daher dieſe Anordnung die Erzeugung von irgendwie geſtalteten **Umdrehungsflächen**, wie ſie erzeugt gedacht werden können, wenn man ſich die Bahn, die das Werkzeug vermöge der Schaltbewegung zurücklegt, als eine Erzeugungslinie um die Axe der rotirenden Arbeitsbewegung herum-

geführt denkt. Es entſtehen auf dieſe Art beiſpielsweiſe cylindriſche, kegelförmige oder ebene Flächen, je nachdem die Fortrückbewegung parallel zur Drehaxe gerichtet iſt oder dieſe unter einem ſchiefen und bezw. unter einem rechten Winkel ſchneidet. Wollte man die Fortrückung des Stichels in einer zur Drehaxe windſchiefen Geraden vornehmen, ſo würde das Arbeitsſtück die Form des zugehörigen Umdrehungshyperboloids annehmen. Bei einigen der hierher gehörenden Maſchinen hat man noch eine beſondere Mannigfaltigkeit der herſtellbaren Formen dadurch erzielt, daß man die Drehaxe der Arbeitsbewegung nicht wie bei der gewöhnlichen Drehbank unwandelbar feſt lagert, ſondern dieſer eine nach beſtimmtem Geſetze erfolgende Verſetzung ertheilt; hierauf gründet ſich die Herſtellung *ovaler* und verſchiedener ſogenannter *unrunder* Gegenſtände, wie ſie beiſpielsweiſe als Gewehrſchäfte, Schuhleiſten u. ſ. w. vorkommen.

Die vorſtehenden Bemerkungen gelten nicht nur für die Bearbeitung maſſiver ſtab- oder ſcheibenförmiger Arbeitsſtücke auf deren äußerer Oberfläche, ſondern ebenſo für das *Ausdrehen hohler* und das *Ausbohren röhrenförmiger Körper*, und es macht auch keinen weſentlichen Unterſchied, ob die Arbeitsbewegung, wie bei den gewöhnlichen Drehbänken üblich iſt, dem Arbeitsſtücke mitgetheilt wird, oder ob man das Werkzeug in Umdrehung ſetzt, und das Arbeitsſtück undrehbar befeſtigt. Die letztere Anordnung findet ſich ziemlich allgemein bei den zum Ausbohren cylindriſcher Höhlungen gebräuchlichen Bohrwerken, den ſogenannten *Cylinderbohrmaſchinen*, bei denen das aus einem oder mehreren Sticheln beſtehende Werkzeug um eine Axe gedreht und gleichzeitig längs derſelben einer Verſchiebung behufs der Verſetzung des Spans unterworfen wird.

Die eigentlichen *Bohrmaſchinen* unterſcheiden ſich von den vorgedachten Cylinderbohrmaſchinen dadurch, daß ſie cylindriſche Löcher oder Höhlungen in maſſiven Arbeitsſtücken erzeugen ſollen, während den letztgenannten Maſchinen das Ausarbeiten ſchon vorhandener Höhlungen obliegt. Zu dieſem Zwecke muß das Werkzeug der Bohrmaſchinen, der ſogenannte *Bohrer*, mit einer Schneide verſehen ſein, die von ſeiner Drehaxe bis an den Umfang des zu erzeugenden Loches reicht, wobei man zur Vermeidung einer einſeitigen Wirkung dieſe Schneide zu beiden Seiten der Bohreraxe ſymmetriſch anordnet, ſo daß bei der Umdrehung des Bohrers ſich der Schnitt am *Grunde* der entſtehenden cylindriſchen Höhlung diametral über die *ganze Breite* derſelben erſtreckt. Die Fortrückung des Bohrers geſchieht bei dem eigentlichen Lochbohren immer in der Richtung der Drehaxe, und faſt in allen Fällen in ſtetiger Bewegung, woraus ſich ergiebt, daß die in der Richtung der Bohreraxe gemeſſene Dicke des Spans gleich derjenigen Größe iſt, um welche die Fortrückung während einer *halben* Umdrehung des Bohrers ſtattfindet. In den meiſten Fällen ertheilt man dieſe

Fortrückungsbewegung dem Bohrer, nur ſelten wird das Arbeitsſtück gegen den Bohrer bewegt.

Wenn man dem rotirenden Bohrer eine Fortrückbewegung in gerader Linie *ſenkrecht* zu ſeiner Drehaxe mittheilt, ſo entſteht in dem Arbeitsſtücke eine geradlinige Furche oder *Nuth* von einer Breite gleich der des Bohrers und einer Tiefe gleich der Dicke des Spans, welche Tiefe man beliebig vergrößern kann, wenn man den Bohrer wiederholt hin- und zurückführt und ihn vor jedesmaliger Umkehr um die Dicke eines neuen Spans nach der Richtung ſeiner Axe verſchiebt. In dieſer Weiſe arbeiten die ſogenannten *Langlochbohrmaſchinen*, wie ſie zur Herſtellung von Nuthen oder Schlitzen verwendet werden, die zwar in der Regel eine geradlinige Erſtreckung haben, welche man aber ebenſo gut in anderer Form erzeugen kann, ſobald man nur die zur Axe ſenkrechte Verſchiebung des Bohrers in paſſender Art vornimmt.

Die zuletzt gedachte Wirkung des Bohrers in den Langlochbohrmaſchinen hat ſchon eine gewiſſe Aehnlichkeit mit derjenigen der ſogenannten *Fräſen*, unter welchen man im Allgemeinen Umdrehungskörper verſteht, die an ihrer Oberfläche eine größere Anzahl ringsum gleichmäßig vertheilter Schneidkanten tragen. Wird eine ſolche Fräſe in ſchnelle Umdrehung geſetzt, ſo nehmen die gedachten Schneiden von dem dargebotenen Arbeitsſtücke das ihnen im Wege befindliche Material in Geſtalt feiner Späne fort, ſo daß das Arbeitsſtück an der bearbeiteten Stelle eine die Fräſe berührende Hohlform annimmt. Die zur ununterbrochenen Arbeit erforderliche Fortrückbewegung, welche ebenſowohl dem Arbeitsſtücke wie der Fräſe mitgetheilt werden kann, findet hierbei in der Regel ſtetig und in einer Richtung ſenkrecht zur Fräſenaxe ſtatt, während eine Verſetzung nach der Axenrichtung meiſt nur herbeigeführt wird, um nach einem vollbrachten Schnitte eine neue Schicht abzufräſen. Wenn man bei einer Fräſe die Fortrückbewegung ſtetig nach der Axenrichtung vornimmt, ſo ſtimmt die Wirkung im Weſentlichen mit derjenigen der gewöhnlichen Lochbohrmaſchinen überein, und man erhält als das Ergebniß der Arbeit eine von der Form der Fräſe abhängige Höhlung oder Vertiefung.

Da die durch Fräſen herſtellbaren Flächen ſowohl durch die Geſtalt der Fräſen wie auch durch die Bahn der Fortrückung beliebig verändert werden können, ſo gewähren die Fräſen ein vergleichsweiſe bequemes und vielfach zur Verwendung kommendes Mittel zur Bearbeitung der verſchiedenſten Gegenſtände aus Metall und Holz; die Hobelmaſchinen für Holz beruhen ausſchließlich auf der Verwendung von rotirenden *Meſſerköpfen*, deren Wirkung mit derjenigen der Fräſen der Hauptſache nach übereinſtimmt.

Bezeichnet man durch w die Fortrückung der Fräſe während einer Umdrehung der letzteren, und hat dieſe ringsum z ſchneidende Kanten, ſo ergiebt ſich eine Dicke der abgelöſten Späne, nach der Richtung der Fortrückung gemeſſen, gleich $\frac{w}{z}$, und da w im Allgemeinen ſehr gering und die Zähnezahl z in der Regel ziemlich groß gewählt wird, ſo folgt hieraus, daß die Fräſen das Material in Form ſehr feiner Späne abtrennen, womit die Erzeugung ſehr glatter Flächen in Verbindung ſteht, wie dies etwa bei der Bearbeitung der Gegenſtände mit den bekannten Handfeilen der Fall iſt, deren Arbeit zu erſetzen die Fräſen daher beſonders geeignet ſind.

Wenn man anſtatt der aus Stahl gebildeten, mit mehr oder weniger feinen Zähnen verſehenen Fräſen Umdrehungskörper aus einem mehr oder minder harten Material, wie z. B. Sandſtein oder Schmirgel, verwendet, ſo erhält man bei einem in gleicher Art wie bei den Fräſen angewandten Betriebe Arbeitsflächen, die ſich durch beſondere Schönheit und Glätte auszeichnen, indem hierbei die einzelnen kleinen an dem Werkzeuge in Folge der natürlichen Rauhigkeit des Materials vorhandenen Hervorragungen wie ebenſo viele feine Zähne wirken, die bei ihrer ſchnellen Bewegung die ihnen im Wege ſtehenden Materialtheilchen des Arbeitsſtückes wegſtoßen. Die hierbei zur Verwendung kommenden *Schleifmaſchinen* werden nicht nur zur Darſtellung der glatteſten Flächen in Gebrauch genommen, ſondern ſie dienen insbeſondere auch für die Bearbeitung der härteſten Stoffe, wie Glas und ſolcher Gegenſtände, die vermöge ihrer geringen Widerſtandsfähigkeit nur eine äußerſt zarte Behandlung durch das Abſtoßen der feinſten Späne geſtatten. Als ein Beiſpiel hierfür können die aus feinen Drahthäkchen beſtehenden *Kratzenbeſchläge* gewiſſer in den Spinnereien gebräuchlichen Maſchinen angeführt werden. Streng genommen wären hierbei auch die zum *Poliren* von allerlei Gegenſtänden gebräuchlichen Maſchinen anzuführen, da auch das durch dieſelben bewirkte Poliren harter Stoffe weſentlich auf dem Abſtoßen äußerſt feiner Maſſentheilchen beruht, doch dürften die letzteren Maſchinen wegen ihres in der *Vollendung* der *Oberfläche* beſtehenden Zweckes, und ſofern ihre Einrichtung, wie z. B. bei den Polirtrommeln, eine von den der hier betrachteten Maſchinen weſentlich abweichende iſt, paſſend als zur Gruppe 9 der Maſchinen zur *Oberflächenbearbeitung* gehörig anzuſehen ſein, ebenſo durften die in Capitel I angeführten Schleifmaſchinen zur Erzeugung von *Holzſtoff* dort angeführt werden, indem der Zweck derſelben nicht ſowohl in einer Bearbeitung der Holzſtücke als vielmehr in der Erzeugung des entſtehenden Abſchliffes, alſo weſentlich in einer *Zerkleinerung* zu erkennen iſt.

Werkzeugmaschinen im Allgemeinen. Entsprechend dem vorstehend angegebenen Zwecke der Werkzeugmaschinen, der in der Herstellung von Gegenständen ganz bestimmter Form aus rohen Arbeitsstücken besteht, kommt es bei diesen Maschinen in erster Reihe darauf an, die Anordnung so zu treffen, daß diese Formen in möglichster Vollkommenheit wirklich erzeugt werden können. Hierzu ist vor allen Dingen eine thunlichst feste und sichere Unterstützung bezw. Befestigung sowohl des Arbeitsstückes wie auch des Werkzeuges anzustreben, und es sind die zur Arbeitsleistung erforderlichen Bewegungen dieser Theile in genau vorgeschriebenen Bahnen vorzunehmen. Um diese Zwecke zu erreichen, sind die unterstützenden Gestelle und sonstigen Maschinentheile in derartig kräftigen Abmessungen und Formen zu gestalten, daß dieselben möglichst widerstandsfähig sind, damit sie unter dem Einflusse der darauf wirkenden Kräfte Erzitterungen und Schwingungen in merklicher Art nicht unterliegen. Es wird hierzu im Allgemeinen nicht genügen, die Abmessungen dieser Maschinentheile lediglich mit Rücksicht auf ihre *Bruchsicherheit* zu bestimmen, sondern es muß meist eine über das dadurch gebotene Maß hinausgehende Anhäufung von Massen stattfinden, weil gerade durch die *Massenwirkung* in der geeignetsten Weise die Schwingungen herabgezogen werden können. Aus demselben Grunde wird für ein gehörig *sicheres Fundament* von genügender Masse zu sorgen sein, mit welchem schwerere Maschinen fest zu verbinden sind, während bei Maschinen, die nur geringeren Kräften unterworfen sind, und die nur mit mäßigen Geschwindigkeiten betrieben werden, in der Regel durch das Eigengewicht der frei auf das Fundament gestellten Maschinen die genügende Standfähigkeit erzielt werden kann. Daß man daher auch nur die leichteren Maschinen, wie z. B. kleine Drehbänke, in den oberen Etagen der Fabrikgebäude aufstellen und alle schweren Maschinen zu ebener Erde und nicht über Kellergewölben anbringen wird, ist von selbst klar. Im Allgemeinen wird man sagen können, daß die mit einer Werkzeugmaschine zu erreichende Genauigkeit unter sonst gleichen Verhältnissen um so größer sein wird, je massiger die einzelnen Theile, insbesondere die Gestelle ausgeführt sind, unter der Voraussetzung einer zweckmäßigen Vertheilung des Materials natürlich, wie sie sich aus den Anstrengungen der einzelnen Theile während der Arbeit ergiebt. §. 147.

Die in Bewegung zu versetzenden Theile der Werkzeugmaschinen bedürfen, damit die beabsichtigte Bewegung in möglichster Reinheit eintrete, einer sehr sorgfältigen *Lagerung* und *Führung*, wobei ganz besonders darauf zu achten ist, daß ein durch den Verschleiß veranlaßter sogenannter *todter Gang* möglichst nicht eintrete, oder, wenn er sich eingestellt haben sollte, durch geeignete Nachstellvorrichtungen wieder zu beseitigen sei. Daß durch die Wirksamkeit solcher Nachstellvorrichtungen die richtige Lage der betreffenden

Theile nicht beeinträchtigt werden darf, daß beiſpielsweiſe eine Drehbankſpindel durch etwaiges Verſtellen ihrer Lager nicht aus der Axe der Drehbank heraustreten darf, iſt eine Anforderung, mit welcher die Genauigkeit der erreichbaren Arbeit in engem Zuſammenhange ſteht. Am beſten wird man einem todten Gange oder einer durch den Verſchleiß einzelner Theile herbeigeführten ſchlotternden Bewegung dadurch zuvorkommen, daß man jene Theile nicht nur aus ſehr widerſtandsfähigem Material, z. B. aus gehärtetem Stahl, ausführt, ſondern auch die zur Unterſtützung dienenden Auflagerflächen möglichſt groß macht, ſo daß der auf jede Flächeneinheit entfallende Auflagerdruck entſprechend klein wird.

Von weſentlichem Einfluß auf die gute Wirkung aller Werkzeugmaſchinen iſt natürlich die Verwendung vorzüglicher Werkzeuge, weil durch deren zweckmäßige Anordnung und gute Schärfung nicht nur der zum Betriebe erforderliche Kraftbedarf auf ein möglichſt geringes Maß herabgezogen wird, ſondern weil dabei auch die auf die einzelnen Theile wirkenden Kräfte thunlichſt klein ausfallen, womit wiederum geringere Erzitterungen dieſer Theile und die Erzeugung ſchönerer Arbeit in Verbindung ſteht. Ueber die Grundſätze, wonach die einzelnen Werkzeuge mit Rückſicht auf möglichſte Verringerung des von ihnen zu überwindenden Widerſtandes auszuführen ſind, wird bei den einzelnen Maſchinen das Nähere angeführt werden.

Was die Geſchwindigkeiten der einzelnen Arbeitsmaſchinen anbetrifft, ſo wird indeſſen bei deren Bemeſſung nicht die Rückſicht auf den kleinſtmöglichen Arbeitsaufwand in erſter Reihe maßgebend ſein können, weil dieſe Rückſicht im Allgemeinen ſo kleine Geſchwindigkeiten erfordern würde, daß die Leiſtungsfähigkeit der Maſchinen auch nur entſprechend gering ſein würde. Denn da zu dem Betriebe der Werkzeugmaſchinen immer ein erheblicher Betrag menſchlicher Handarbeit nöthig iſt, deren Beſchaffung mit beträchtlichen Koſten für Arbeitslöhne u. ſ. w. verknüpft iſt, und weil gegen dieſe Koſten und die für Herſtellung, Unterhaltung und für den geſammten Betrieb der betreffenden Werkſtätten zu machenden Aufwendungen die Koſten der Betriebskraft in faſt allen Fällen nur gering ſind, ſo muß bei der Feſtſtellung der Geſchwindigkeiten die Rückſicht auf einen möglichſt wirthſchaftlichen Betrieb der ganzen Werkſtätte einerſeits und auf die Erzeugung vorzüglicher Arbeit andererſeits von hervorragender Bedeutung ſein. Man wird daher die Geſchwindigkeiten ſo groß wählen, wie dieſelben überhaupt noch gewählt werden können, ohne dadurch die Schönheit und Genauigkeit der zu erzeugenden Bearbeitungsflächen zu beeinträchtigen. Dieſe vortheilhafteſten Geſchwindigkeiten werden demnach nicht nur von der beſonderen Wirkungsart der einzelnen Werkzeuge, ſondern vornehmlich von den Eigenſchaften der zu bearbeitenden Stoffe abhängen, und ſie können nur auf Grund von vielfach damit gemachten Erfahrungen feſtgeſtellt werden. Als einen ungefähren Anhalt für die nach

dem Vorbemerkten vortheilhaftesten Geschwindigkeiten der Werkzeugmaschinen kann die folgende, dem Werke von Hart über Werkzeugmaschinen[1]) entnommene Zusammenstellung dienen.

Bezeichnung der Maschine	Material	Arbeitsgeschwindigkeit in Millimetern für 1 Secunde	Fortrückung in Millimetern für 1 Umdreh. oder 1 Schnitt
Kleine Drehbänke . . .	Schmiedeisen . . .	90 — 100	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$
„ „ . . .	Gußeisen	80 — 90	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$
„ „ . . .	Stahl	40 — 50	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$
„ „ . . .	Messing, Bronze . .	160 — 200	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$
„ „ . . .	Holz	300 — 400	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$
Große Drehbänke . . .	desgl.	desgl.	$\frac{1}{3}$ — 1
Plan- u. Räderdrehbänke	desgl.	desgl.	$\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$
Walzendrehbänke . . .	Hartguß	30 — 40	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{3}$
Vertical-Bohrmaschinen	Schmiedeisen . . .	70 — 80	$\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{4}$
„ „	Gußeisen	60 — 70	$\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{4}$
„ „	Stahl	30 — 40	$\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{4}$
„ „	Messing, Bronze . .	100 — 120	$\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{4}$
„ „	Holz	250 — 300	$\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{4}$
Horizont.-Bohrmaschinen	desgl.	desgl.	$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$
Langloch-Bohrmaschinen	desgl.	desgl.	Länge $\frac{1}{4}$—$\frac{4}{5}$ Tiefe $\frac{1}{10}$—$\frac{2}{5}$
Cylinder-Bohrmaschinen	Schmiedeisen . . .	60 — 70	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „	Gußeisen	50 — 60	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „	Stahl	25 — 35	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „	Messing, Bronze . .	90 — 100	$\frac{1}{4}$ — 1
Kleine Hobelmaschinen .	Guß- u. Schmiedeisen	90 — 100 Rückgang 2fach	$\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{4}$
Große Hobelmaschinen .	„ „	80 — 90 Rückg. $2\frac{1}{2}$—3f.	$\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$
Kleine Shapingmaschinen	Schmiedeisen . . .	150 — 170	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „	Gußeisen	130 — 150	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „	Stahl	80 — 100	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „	Messing, Bronze . .	180 — 220	$\frac{1}{4}$ — 1

[1]) J. Hart, Die Werkzeugmaschinen f. d. Maschinenbau zur Metall- und Holzbearbeitung. München 1879.

Bezeichnung der Maschine	Material	Arbeits-geschwindigkeit in Millimetern für 1 Secunde	Fortrückung in Millimetern für 1 Umdreh. oder 1 Schnitt
Große Shapingmaschinen	Schmiedeisen . . .	130 — 150	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
„ „	Gußeisen	110 — 130	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
„ „	Stahl	70 — 90	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
„ „	Messing, Bronze . .	160 — 220 Rückg. $1\frac{1}{3}$–$1\frac{1}{2}$ f.	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
Kleine Stoßmaschinen .	Schmiedeisen . . .	120 — 140	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „ .	Gußeisen	100 — 120	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „ .	Stahl	80 — 90	$\frac{1}{4}$ — 1
„ „ .	Messing, Bronze . .	140 — 160	$\frac{1}{4}$ — 1
Große Stoßmaschinen .	Schmiedeisen . . .	110 — 130	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
„ „ .	Gußeisen	90 — 110	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
„ „ .	Stahl	75 — 85	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
„ „ .	Messing, Bronze . .	130 — 150 Rückg. $1\frac{1}{3}$–$1\frac{1}{2}$ f.	$\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
Fräsmasch. m. Frässcheibe	Schmiedeisen . . .	150 — 180	$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$
„ „ „	Gußeisen	180 — 200	$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$
Fräsmasch. m. Messerkopf	Guß- u. Schmiedeisen	200 — 250	$\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$
Räderfräsmaschinen . .	„ „ „	300 — 400	$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$
„ . .	Holz	4000 — 5000	$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$
Schraubenschneidmasch. .	Schmiedeisen u. Stahl	25 — 35	—
Holz- u. Modelldrehbänke	Holz	400 — 600	$\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{4}$
Holzbohrmaschinen . .	„	300 — 400	$\frac{1}{4}$ — 1
Holzhobelmaschinen . .	„	15 — 20 m	$\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$
Holzfräsmaschinen . . .	„	8 — 10 m	$\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$
Zapfenschneid- u. Schlitz-maschinen	„	12 — 16 m	$\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{4}$
Gattersägen	„	$2\frac{1}{2}$ — 3 m	$1\frac{1}{2}$ — 3
Kreissägen	„	20 — 30 m	—
Bandsägen	„	10 — 12 m	—

Der Betrieb der in einer Werkstätte befindlichen Werkzeugmaschinen erfolgt der Regel nach von einer gemeinsamen Betriebswelle, und zwar fast immer durch Riemen, weil durch diese die Bewegung in der bequemsten Weise auf die in mehr oder minder großer Entfernung von einander aufgestellten Maschinen übertragen werden kann, und die Bewegung eine gleich-

mäßigere iſt, als durch Zahnräderübertragungen erreichbar wäre. Die letzteren finden zwar eine ausgedehnte Anwendung, doch immer nur innerhalb der einzelnen Maſchinen, indem nämlich die betreffenden Zahnradgetriebe in den Maſchinen ſelbſt als weſentliche Theile derſelben vorkommen, wo ſie zur Erzielung der langſameren Bewegungen nicht zu umgehen ſind. Jedenfalls wird man immer auf möglichſt ſorgfältige Ausführung der Zahnräder Werth zu legen haben, und nur Räder anwenden, deren Zähne durch Fräſen auf Räderſchneidmaſchinen hergeſtellt worden ſind.

Damit die von der Hauptbetriebswelle nach den einzelnen Werkzeugmaſchinen geführten Riemen den Raum in der Werkſtätte nicht in unzuläſſiger Art beengen, lagert man die Hauptwelle ſtets oberhalb und bewirkt die Uebertragung der Bewegung in der Regel durch Vermittelung einer ebenfalls oberhalb aufgehängten Vorgelegswelle, des ſogenannten Deckenvorgeleges. Indem dieſe Vorgelegswelle neben der feſt auf ihr befindlichen Antriebsriemſcheibe eine Los- oder Leerſcheibe erhält, iſt eine Ausrückung des Betriebes durch Verſetzung des Riemens auf dieſe Leerſcheibe jederzeit ermöglicht. Von der Vorgelegswelle aus erfolgt der Antrieb auf diejenigen Maſchinen, welche, wie die Drehbänke und Bohrmaſchinen, je nach dem Durchmeſſer der bearbeiteten Umdrehungsfläche mit verſchieden großer Umdrehungsgeſchwindigkeit bewegt werden müſſen, durch Vermittelung der aus Theil III, 1 bekannten Stufenſcheiben.

Die einzelnen, bei den Werkzeugmaſchinen zur Verwendung kommenden Getriebe ſind größtentheils ebenfalls aus Theil III, 1 bekannt, ſo daß hierauf an den entſprechenden Stellen verwieſen werden kann; nur gewiſſe Getriebe, wie z. B. die Umſteuerungsvorrichtungen der Hobelmaſchinen, werden eine beſondere Erläuterung nöthig machen.

Die Anwendung von Schwungrädern findet ſich im Allgemeinen nur bei den Werkzeugmaſchinen mit hin- und wiederkehrender Bewegung, die mittelſt eines Kurbelgetriebes dieſe Bewegung erlangen, ſo namentlich bei gewiſſen Arten von Hobelmaſchinen, während bei den Maſchinen mit rotirender Arbeitsbewegung wegen des gleichmäßigen Widerſtandes beſondere Schwungmaſſen in der Regel nicht zur Anwendung kommen. Die Betreibung der hier zu betrachtenden Arbeitsmaſchinen durch beſondere, mit dieſen Maſchinen vereinigte Dampfmaſchinen, wie ſie wohl für große Scheren oder Sägen zuweilen vorkommt, iſt im Allgemeinen nicht gebräuchlich.

Die Ermittelung der für eine Werkzeugmaſchine erforderliche Betriebskraft iſt nur auf Grund von Erfahrungen und Verſuchen mit einiger Annäherung vorzunehmen, da die aus der Beſchaffenheit des bearbeiteten Materials, ſowie aus der Wirkungsweiſe des Werkzeuges und der Einrichtung der Maſchine ſich ergebenden Einflüſſe ſich einer rechneriſchen Behandlung entziehen. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß der aus der eigent-

lichen Arbeitswirkung folgende Widerſtand unter ſonſt gleichen Umſtänden im geraden Verhältniſſe zu der Menge des in beſtimmter Zeit abgelöſten Spanmaterials ſteht, ſo daß man dieſen der eigentlichen Nutzleiſtung zugehörigen Arbeitsbetrag durch $L_n = a\,Q$ ausdrücken kann, wenn Q das Gewicht der in der Zeiteinheit erzeugten Späne und a eine Erfahrungszahl vorſtellt, die ſowohl von der Art der Maſchine wie von der Beſchaffenheit des Arbeitsſtoffes abhängt. Außer dieſem Nutzwiderſtande ſind aber natürlich noch die ſchädlichen Widerſtände der Reibung u. ſ. w. zu überwinden, wie ſie zwiſchen den einzelnen Getriebetheilen auftreten. Man pflegt hierbei wohl einen Unterſchied zwiſchen den ſchädlichen Widerſtänden des Leerganges und den während des Arbeitsvorganges in Folge der dabei ausgeübten Druckkräfte auftretenden Reibungen zu machen, und nimmt dann die letzteren in der Regel proportional mit der Nutzarbeit an, während man den Widerſtand der leer gehenden Maſchine durch einen conſtanten Werth berückſichtigt, deſſen Größe man für jede einzelne Maſchine durch Verſuche feſtſtellen kann. Hiernach würde man für den Arbeitsaufwand einer Werkzeugmaſchine im Allgemeinen einen Ausdruck von der Form

$$L = (1 + m)\,a\,Q + b$$

aufzuſtellen haben, worin b dem Leergangswiderſtande entſpricht und m das Verhältniß angiebt, in welchem die in Folge der Nutzarbeit $a\,Q$ neu hinzutretenden ſchädlichen Widerſtände zu jener Nutzarbeit ſtehen. Ueber die Größe der zum Betriebe der einzelnen Maſchinen erforderlichen Arbeit ſollen an den betreffenden Stellen nähere Angaben gemacht werden.

Bei denjenigen Maſchinen, welche, wie die Hobelmaſchinen, abwechſelnd nur während des Vorganges nützliche Arbeit verrichten, um darauf den Rückgang leer zu vollführen, hat man den Arbeitsbedarf für den Vorwärtsgang und für den Rückgang geſondert zu beſtimmen, und die Summe von beiden in Rechnung zu bringen.

Bei einer größeren Anzahl von gleichzeitig betriebenen Maſchinen, wie ſie in den bezüglichen Werkſtätten neben einander vorzukommen pflegen, iſt es nicht nöthig, die für alle dieſe Maſchinen erforderliche Betriebskraft der Summe der für alle einzelnen ermittelten gleich zu ſetzen, da niemals alle dieſe Maſchinen zu gleicher Zeit in Thätigkeit ſein werden. Da nämlich der Betrieb jeder Werkzeugmaſchine durch gewiſſe Pauſen unterbrochen wird, während deren ein Stillſtand zum Aufbringen, Vorrichten, Abnehmen u. ſ. w. des Arbeitsſtückes nöthig iſt, ſo ergiebt ſich hieraus, daß von einer größeren Anzahl neben einander aufgeſtellter Werkzeugmaſchinen immer nur ein gewiſſer Theil in Thätigkeit ſein wird, ſo daß der im Durchſchnitt nöthige Kraftaufwand entſprechend geringer ausfallen muß, als der für den ununterbrochenen Betrieb aller Maſchinen erforderliche.

Die Geſchwindigkeit der zum Betriebe von Werkzeugmaſchinen dienenden Hauptbetriebswelle kann man paſſend zu etwa 100 Umdrehungen in der Minute annehmen; bezüglich der den Deckenvorgelegen zu gebenden Umdrehungsgeſchwindigkeit giebt Hart die folgende Zuſammenſtellung an:

Angemeſſene Umdrehungsgeſchwindigkeiten der Deckenvorgelege in der Minute.

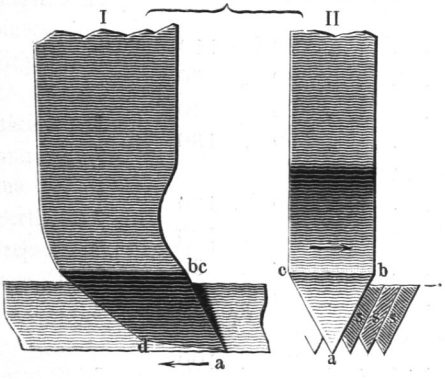
Für kleine Drehbänke	80	bis	110	Umdrehungen
„ große Drehbänke	30	„	60	„
„ Plandrehbänke	20	„	40	„
„ Wandbohrmaſchinen	100	„	130	„
„ Vertical-, Radial- und Langlochbohrmaſchinen	80	„	100	„
„ Hobel- und Stoßmaſchinen . .	80	„	100	„
„ Shapingmaſchinen	70	„	90	„
„ Fräsmaſchinen	60	„	80	„
„ Räderfräsmaſchinen				
a. Eiſen	90	„	100	„
b. Holz	200	„	220	„
„ Schraubenſchneidmaſchinen . .	80	„	90	„
„ Holzbearbeitungsmaſchinen . .	200	„	300	„

Stichel. Das zum Bearbeiten auf Hobelmaſchinen und Drehbänken allgemein angewandte Werkzeug iſt der Stichel oder Meißel, der nach ſeiner Verwendung wohl Drehſtichel, Drehmeißel, Hobelſtichel, Hobelmeißel genannt wird. Dieſes Werkzeug beſteht der Hauptſache nach aus einem Stahlſtabe, der an einem Ende gehärtet und durch Schleifen mit einer Schneide verſehen iſt, die ſich als die Durchſchnittslinie zweier Flächen darſtellt. Die Geſtalt dieſer Schneide hängt hauptſächlich von der jener beiden Flächen ab, die des Schleifens wegen niemals hohl, ſondern entweder eben oder convex ſein müſſen; die eine Fläche, durch deren Nachſchleifen das Schärfen des ſtumpf gewordenen Stichels zu geſchehen pflegt, iſt faſt immer eine Ebene. §. 148.

Eine ſehr gebräuchliche Form des Stichels iſt durch Fig. 518 (a. f. S.) dargeſtellt, woraus erſichtlich iſt, daß die Schneide durch die beiden Kanten ab und ac einer dreiſeitigen körperlichen Ecke $abcd$ gebildet wird, die dadurch entſteht, daß an das nach der Geſtalt eines dreiſeitigen Prismas geformte Ende des Stichels die Ebene abc ſchräg zur Axe dieſes Prismas angeſchliffen wird. Von dieſen beiden Schneidkanten kommt faſt immer nur die eine zur Wirkung, und zwar die linke oder die rechte, je nachdem die Fortrückung des Werkzeuges nach der einen oder anderen Seite erfolgt. Die

in Fig. II. angedeuteten kleinen Trapeze s machen die Wirkungsweiſe des Stichels bei dem Hobeln deutlich, indem dieſe Trapeze die Querſchnitte der nach einander von der Stichelkante ab abgelöſten Späne darſtellen, ſobald vorausgeſetzt wird, daß der Stichel in der Richtung des Pfeiles nach jedem vollendeten Schnitte um die Entfernung dieſer Trapeze verſetzt wird. Bei der entgegengeſetzten Fortrückung des Stichels kommt natürlich die andere Schneidkante ac in entſprechender Art zur Wirkung. Wie die Figur erkennen läßt, wird in dieſer Weiſe an das Arbeitsſtück eine Oberfläche gearbeitet, welche viele dicht neben einander liegende parallele Rippen oder Furchen zeigt, ſobald die Schneide des Stichels in eine ſcharfe Ecke a ausläuft.

Fig. 518.



Will man dieſe Rippenbildung vermeiden, ſo kann dies durch eine Form der Schneide nach Fig. 519 geſchehen, die aus derjenigen in Fig. 518 dadurch entſtanden gedacht werden kann, daß man die Kante ad des gedachten dreiſeitigen Prismas durch einen ebenen Schliff bis zu geringer Breite abgeſtumpft hat. Vielfach auch pflegt man eine Abrundung dieſer Kante vorzunehmen, und auch anſtatt des dreiſeitigen Prismas eine cylindriſche Begrenzung des Stichelendes zu wählen, wodurch man eine entſprechend gekrümmte Schneide, wie in Fig. 520, erhält. Es ergiebt ſich aus dieſer Figur, daß bei einer ſolchen Form der Schneide die Querſchnitte der einzelnen Späne die Geſtalt halber Sicheln annehmen, und daß die auf der bearbeiteten Fläche entſtehenden Rippen nur ſehr geringe Höhen haben. Daß dem Ende des Stichels eine entſprechend geänderte Stellung gegen das Arbeitsſtück gegeben werden muß, wenn es ſich darum handelt, durch abwärts gerichtete Fortrückung des Stichels ſenkrechte oder ſchräge Flächen des Arbeitsſtückes herzuſtellen, wird durch Fig. 521 verdeutlicht.

Fig. 519.

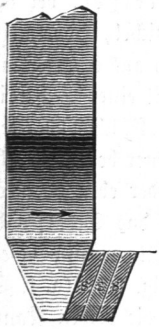
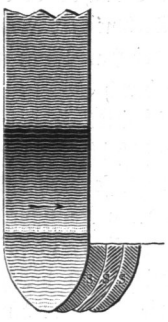


Fig. 520.



Aehnliche Bemerkungen gelten auch für das Abdrehen auf der Drehbank. Hierfür ist in Fig. 522 ein Stichel gezeichnet, welcher bei der gleichmäßigen Umdrehung des Arbeitsstückes A in der Richtung des Pfeiles einen Span s von einer Dicke ablöst, die gleich der dem Stichel während einer ganzen Umdrehung des Arbeitsstückes ertheilten Fortrückung ist. Wenn, wie in der Figur vorausgesetzt wurde, diese Fortrückung in der radialen Richtung erfolgt, so daß der Stichel eine zur Axe senkrechte Ebene bearbeitet, so ist der Durchschnitt durch das Arbeitsstück an der Stelle der Stichelschneide durch eine archimedische Spirale afg begrenzt, deren Richtung in a mit der Tangente des daselbst an den um C gelegten Kreis einen Winkel σ bildet, der durch die Beziehung gegeben ist $tg\,\sigma = \frac{\delta}{2\pi r}$, vorausgesetzt, daß r den Halbmesser Ca und δ die nach radialer Richtung gemessene Dicke des abgelösten Spans bedeutet, und unter der ferneren, bei Drehbänken in der Regel erfüllten Bedingung, daß die Fortrückung des Stichels ununterbrochen und mit einer der Drehbewegung stets proportionalen Geschwindigkeit erfolgt. Man ersieht hieraus, daß die Kante oder Fläche ad des Stichels nicht in die Tangente at an den durch a gelegten Kreis, in welcher die Arbeitsbewegung des Punktes a erfolgt, fallen darf, sondern daß diese Fläche des Stichels um einen gewissen Winkel dat, welcher mindestens dem

Fig. 521.

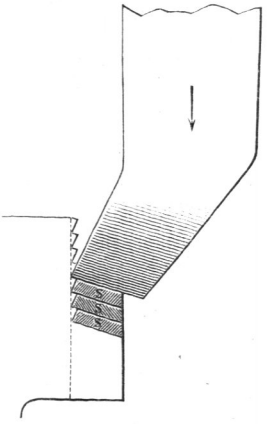
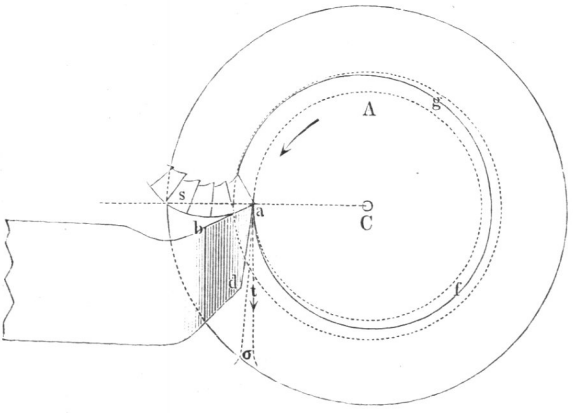


Fig. 522.



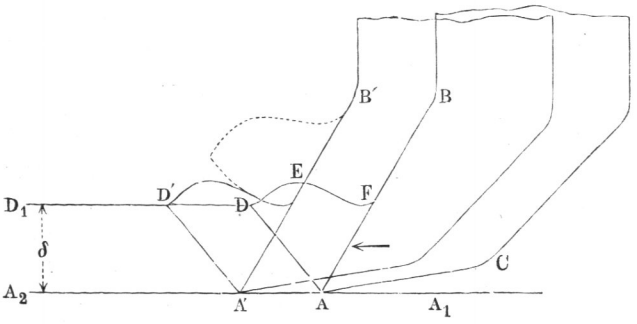
berechneten Werthe von σ gleich zu machen iſt, von der Bewegungsrichtung des Arbeitsſtückes abweichen muß. Man bezeichnet dieſen Winkel $dat = \gamma$ als den Anſtellungswinkel, und pflegt denſelben bei den gewöhnlichen Stichseln zum Drehen und Hobeln von Metallen etwa 3 bis 4^0 groß zu machen. Bei den Hobelmaſchinen würde zwar eine Abweichung der Stichelbegrenzung von der Bewegungsrichtung des Arbeitsſtückes mit Rückſicht auf die Fortrückung des Stichels nicht nöthig ſein, da hierbei dieſe Fortrückung erfolgt, während der Stichel ſich ganz außerhalb des Arbeitsſtückes befindet, doch pflegt man auch hierbei immer dem Anſtellwinkel eine gewiſſe Größe zu geben, um die Reibung zu umgehen, welche ſonſt in Folge einer Berührung der gedachten Rückfläche des Stichels mit der gehobelten Furche eintreten würde. Bei Drehbänken dagegen iſt eine Fortrückung des Stichels überhaupt nicht möglich, wenn der Anſtellwinkel nicht mindeſtens die oben beſtimmte Größe σ haben würde, und man erkennt leicht, daß auch bei geringer Dicke δ des Spans dieſer Werth ein erheblicher wird, ſobald ſich die Schneide des Stichels der Drehaxe nähert, was beſonders zu beachten iſt, wenn es ſich um das Abdrehen ebener Scheiben oder kegelförmiger Spitzen handelt.

Der durch den Stichel abgelöſte Span zerbröckelt bei ſpröden Metallen, wie Gußeiſen, ſogleich bei ſeiner Bildung in einzelne Stückchen, deren Größe mit der Dicke des Spans zunimmt. Bei zäheren Metallen, wie Schmiedeiſen, Stahl oder Kupfer dagegen erſcheinen zwar die Späne in Geſtalt zuſammenhängender, meiſt ſchraubenförmig gewundener Locken von oft ſehr bedeutender Länge, doch ſind dieſelben ſehr leicht zerbrechlich, und zerfallen bei einer Biegung in einzelne Bruchſtücke. Bei näherer Betrachtung zeigt ein ſolcher Span auf ſeiner äußeren Oberfläche eine einigermaßen glatte Beſchaffenheit, die wohl als eine Folge der Verſchiebung des Spans bei ſeiner Entſtehung auf der glatt geſchliffenen Fläche ab des Stichels anzuſehen iſt, da hierbei das Spanmaterial mit großem Drucke gegen den Stichel gepreßt wird. Die Innenfläche der Späne dagegen iſt immer ſehr rauh, und das Material des Spans zeigt ſich durchſetzt von vielen radialen Sprüngen, die in ſehr gleichmäßigen Abſtänden auftreten, wie dies in Fig. 522 angedeutet iſt. Nach den Flächen dieſer Sprünge, in denen der Zuſammenhang des Stoffes nahezu aufgehoben iſt, erfolgt denn auch die erwähnte Zerbröckelung; die Ränder des Spans erſcheinen gleichzeitig oftmals mit kleinen Zacken verſehen, die, den einzelnen Elementen entſprechend, häufig die Regelmäßigkeit feiner Perlenſchnüre zeigen.

Dieſe Eigenthümlichkeiten der Späne, wie man ſie bei dem Bearbeiten der meiſten Metalle, mit Ausnahme der weichſten, Blei, Zinn ꝛc., beobachten kann, läßt ſich in der folgenden Art erklären.

Es sei BAC, Fig. 523, der zur geradlinig anzunehmenden Schneidkante eines Stichels senkrechte Durchschnitt des letzteren, also der Neigungswinkel des Keils, als welchen man sich die Stichelschneide vorzustellen hat, und es möge sich in A die zur Zeichnung senkrechte Schneide projiciren. Es werde ferner angenommen, daß dieser Stichel von dem Arbeitsstücke, dessen obere Begrenzung durch die Ebene DD_1 dargestellt sein möge, einen Span von der Dicke $\delta = D_1A_2$ abhobeln solle, indem man dem Stichel gegen das Werkstück eine Verschiebung in der Richtung A_1A_2 ertheilt. In CAA_1 ist sonach der Anstellwinkel vorgestellt. Dabei soll zunächst vorausgesetzt werden, daß die Länge der Schneidkante A gleich oder größer sei, als die Breite des Arbeitsstückes, indem man sich das letztere vorläufig als eine schmale Schiene denken mag, deren Breite nicht größer ist, als die Schneide A, so daß bei einer Ablösung des Spans der Zusammenhang nur längs der

Fig. 523.



Grundfläche A_1A_2 aufzuheben ist. Wenn auch in Wirklichkeit die Verhältnisse insofern andere sind, als der abzulösende Span außer an dem Grunde auch noch an einer Seite abgetrennt werden muß, so wird es für die folgende Betrachtung behufs Erklärung des Vorganges zulässig sein, die erwähnte einschränkende Voraussetzung zu machen, da anderenfalls die Verhältnisse zu schwierig zu übersehen wären.

Wenn bei der Bewegung des Stichels dessen vordere Fläche AB mit bestimmtem Drucke gegen das vor ihm befindliche Material wirkt, so wird dasselbe in Folge seiner mehr oder minder großen Dehnbarkeit eine gewisse Verschiebung seiner Theilchen erleiden, derart, daß diese Theilchen nach derjenigen Seite hin ausweichen, nach welcher sie einen Widerstand nicht erfahren, d. h. hier also nach oben. Das Material nimmt daher in Folge der gedachten Einwirkung des Stichels eine Form an, wie sie etwa durch $ADEF$ angedeutet ist, wobei eine gewisse Biegung nach oben und ein Zusammendrücken, ein sogenanntes Stauchen des Materials eintritt. In

dem Maße, wie dieſes Stauchen und damit der Widerſtand zunimmt, den das Material einem ſolchen entgegenſetzt, muß auch die von dem Stichel ausgeübte Kraft wachſen, und es wird bei einer gewiſſen Größe dieſer Kraft der Fall eintreten, wo das Material dieſer Druckkraft nicht mehr widerſtehen kann, und daher nach einer gewiſſen Richtung abgeſchoben wird. Die Unterſuchung wird lehren, daß dieſes Abſchieben nach der Richtung einer Ebene AD ſtattfindet. In dem Augenblicke des Abſchiebens des Elementes ADF verſchwindet der dem Stichel ſich entgegenſetzende Widerſtand faſt vollſtändig, indem alsdann nicht mehr die Cohäſion des Metalles, ſondern nur die geringe Reibung zu überwinden iſt, die ſich der Fortſchiebung des von dem Arbeitsſtücke abgetrennten kleinen Prismas ADF längs der Flächen AD und AF entgegenſetzt. Bei der weiteren Bewegung wiederholt ſich der vorher beſprochene Vorgang, indem die Vorderfläche des Stichels das ſtehen gebliebene Material zunächſt in A und dann weiter hinauf zuſammendrängt, wobei wiederum die gedachte Stauchung und Aufbiegung ſtattfinden muß, bis in einer neuen Lage des Stichels, etwa in $A'B'$, die ausgeübte Preſſung wiederum einen Werth erreicht hat, bei welchem das Material in einer neuen Fläche $A'D'$ abgeſchoben wird. Hieraus erklären ſich nicht nur die in den Spänen vorhandenen Sprünge, die den Flächen des Abſchiebens AD, $A'D'$ entſprechen, ſondern auch die gezackte Oberfläche im Inneren des Spans, ſowie deſſen Krümmung, welche eine Folge der bei der Aufbiegung der Elemente an deren oberer Fläche eintretenden Verkürzung iſt. Es ſteht mit der Zuſammendrückung durch das Stauchen auch in Verbindung, daß die gebildeten Späne erfahrungsmäßig immer kürzer ſind, als der Weg des Stichels, eine Verkürzung, die unter Umſtänden bei ſehr nachgiebigem Metall wohl bis zu 40 Proc. betragen kann. Dagegen iſt die durchſchnittliche Dicke des Spans entſprechend größer als die Tiefe δ, um welche der Stichel behufs der Spanbildung vorgeſtellt wurde.

Man erkennt aus dem Vorangegangenen auch, daß der Stichel keineswegs, wie man auf den erſten Blick geneigt iſt, anzunehmen, einem fortgeſetzt gleichen Drucke ausgeſetzt iſt, ſondern daß der Druck auf den Stichel in regelmäßiger Wiederholung zwiſchen dem kleinſten, wenig mehr als Null betragenden Werthe unmittelbar nach dem Abſchieben eines Elementes bis zu dem größten Betrage ſteigt, wie er zum Abſchieben eines der beſagten kleinen Prismen erfordert wird. In Folge dieſes regelmäßig wachſenden Druckes geräth der Stichel in eine zitternde oder ſchwingende Bewegung, deren Periode genau übereinſtimmt mit derjenigen, in der ſich die Abſchiebung der kleinen Prismen vollzieht. Bei hinreichender Biegſamkeit des Stichels, wie ſie vorhanden iſt, wenn dieſer zwiſchen der Befeſtigungsſtelle und der Schneide eine große freie Länge hat, und bei dem Abtrennen ſtarker Späne iſt dieſe Erzitterung deutlich an der bearbeiteten Fläche zu erkennen,

die mit kleinen, den Schwingungen entsprechenden wellenförmigen Erhöhungen und Vertiefungen versehen ist, und es gründet sich hierauf die bei allem Hobeln und Drehen stets befolgte Regel, den Stichel möglichst unnachgiebig und starr zu befestigen, und seine freie Länge auf das thunlich geringste Maß zu beschränken. Man hat oftmals dieses Erzittern des Stichels der Verschiedenheit des Widerstandes zugeschrieben, wie sie aus der stets vorhandenen Ungleichförmigkeit des bearbeiteten Materials entsteht; daß hierin nicht der Grund liegen kann, folgt schon aus der Regelmäßigkeit, mit welcher die Schwingungen des Stichels stattfinden. Eine Vergleichung der besagten kleinen Wellen der bearbeiteten Fläche mit den Elementen des dabei fallenden Spans würde zweifellos auf übereinstimmende Zahlen führen.

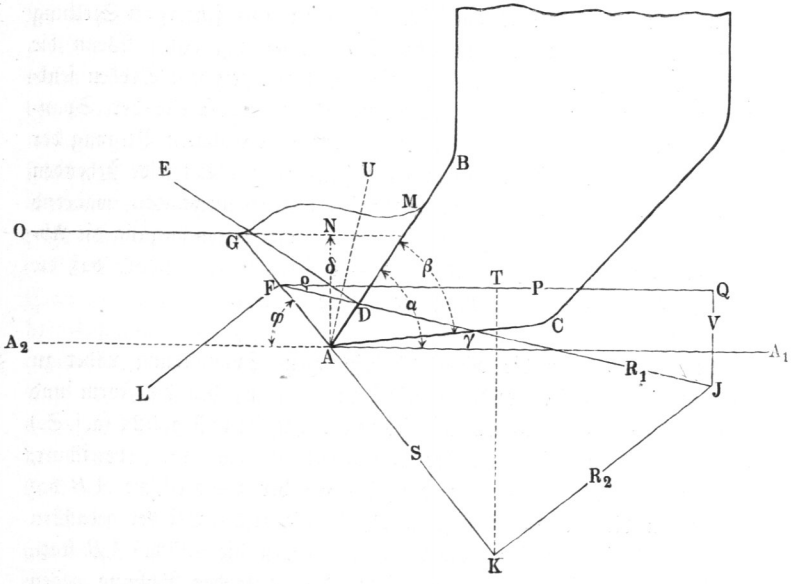
Es kann bemerkt werden, daß die schraubenförmige Windung der in Gestalt von Locken abfallenden Späne ihren Grund in einer schrägen Stellung der Schneide gegen die Richtung der Arbeitsbewegung hat. Wenn die Schneide senkrecht zur Bewegung des Hobelns bezw. bei dem Drehen senkrecht zur Umfangsbewegung des Arbeitsstückes an der Stelle der Spanbildung steht, so wird der Span in Folge der oben erwähnten Biegung der einzelnen Bruchstücke nach der Form eines senkrecht zur Schneide stehenden Kreises bezw. einer ebenen spiralförmigen Curve gewunden, während bei einer schrägen Stellung der Schneide gegen die Arbeitsbewegung die Abweisung des Spans von der Vorderfläche des Stichels so erfolgt, daß die bekannte schraubenförmige Windung der Späne entsteht.

§. 149

Fortsetzung. Um die vorstehend besprochene Spanbildung näher zu untersuchen, und insbesondere den Einfluß zu erkennen, den die Form und Stellung des die Schneide bildenden Keils hierbei hat, sei in Fig. 524 (a. f. S.) der Keilwinkel BAC mit β und der Anstellwinkel CAA_1 mit γ bezeichnet, so daß $\alpha = BAA_1 = \beta + \gamma$ die Neigung der Vorderfläche AB des Stichels gegen die Bewegungsrichtung A_1A_2 bedeutet. Bei der gedachten Wirkung findet eine Pressung des Materials gegen die Fläche AB statt, deren Richtung nach den bekannten Gesetzen der gleitenden Reibung gegen die Normale zur Ebene AB um den zugehörigen Reibungswinkel ϱ geneigt sein muß. Ist daher DE das Loth zur Ebene AB in einem Punkte D, der als der Mittelpunkt aller von dem Material gegen AB ausgeübten Kräfte gedacht werden kann, so findet man die gesammte Reaction des Materials gegen die Fläche AB in einer Geraden FD, die mit dem Lothe ED einen Winkel $FDE = \varrho$ bildet, und mit ED zusammen in einer zur Schneide A senkrechten Ebene gelegen ist. Es möge die Größe dieser von dem Material in der Richtung FD auf die Fläche AB ausgeübten Reaction oder Pressung mit R_1 bezeichnet werden. Setzt man den Augenblick voraus, in welchem das Material, wie beschrieben, längs einer

gewiſſen Fläche AG abgeſchoben wird, ſo wirkt dieſem Abſchieben ein Widerſtand entgegen, welcher nach der Richtung GA anzunehmen iſt, und deſſen Größe gleich $S = b\lambda s$ geſetzt werden muß, wenn $\lambda = AG$ die Länge der Abſchiebungsfläche, b deren Breite ſenkrecht zur Ebene der Figur und s die Scherfeſtigkeit des Materials für eine Flächeneinheit bedeutet. Auf das abzuſchiebende kleine Prisma GAM wirken daher die beiden Kräfte S in der Richtung von G nach A und eine der Reaction R_1 gleiche und entgegengeſetzte Kraft in der Richtung von D nach F hin. Dieſe beiden Kräfte, welche ſich in F ſchneiden, bedürfen zum Gleichgewichte, das unmittelbar vor dem eintretenden Abſchieben ſtattfindet, einer dritten, ebenfalls

Fig. 524.



durch F gehenden Kraft, als welche die Reaction oder Preſſung R_2 angeſehen werden muß, die von dem Arbeitsſtück gegen das Prisma GAM in deſſen Auflagerfläche AG ausgeübt wird. Dieſe Kraft kann nur ſenkrecht zu der Fläche AG angenommen werden, denn in dem vorausgeſetzten Augenblicke unmittelbar vor dem Abſchieben findet längs der Fläche AG noch keine gleitende Bewegung ſtatt, und ſobald dieſelbe eintritt, iſt bereits der Zuſammenhang des Materials an dieſer Trennungsfläche aufgehoben.

Wenn daher in der Figur die Kraft R_1 durch die Strecke FJ dargeſtellt iſt, ſo erhält man in der Projection FK derſelben auf die Richtung der Trennungsfläche AF die Größe des Scherwiderſtandes S, während das

Loth KJ das Maß der von dem Arbeitsstücke gegen das abzuschiebende Prisma ausgeübten Reaction R_2 vorstellt.

Um nun zu untersuchen, nach welcher von den unendlich vielen durch A gehenden Ebenen, nach denen ein Abschieben des Materials stattfinden kann, ein solches thatsächlich eintritt, hat man nur festzustellen, in welcher von diesen Ebenen die auf die Flächeneinheit bezogene Anstrengung den größten Werth erreicht, weil die Anstrengung für diese Ebene zuerst den zum Abschieben erforderlichen Betrag s annehmen muß. Bezeichnet man zu dem Ende den vorläufig noch unbekannten Winkel GAA_2, den die Trennungsebene mit der Bewegungsrichtung A_1A_2 bildet, mit φ, so ergiebt sich aus dem Dreieck JFK, dessen Winkel bei J, wie leicht zu ersehen ist, gleich $180^0 - (\alpha + \varrho + \varphi)$ ist, die Beziehung:

$$S = R_1 \sin(\alpha + \varrho + \varphi).$$

Bezeichnet ferner δ die Dicke AN des abzulösenden Spans senkrecht zur Bewegungsrichtung, so hat man $AG = \lambda = \frac{\delta}{\sin\varphi}$, und daher die Größe der Trennungsfläche von der Breite b gleich $\frac{b\,\delta}{\sin\varphi} = F$. Es ergiebt sich folglich allgemein die Anstrengung in dieser Fläche AG für jede Flächeneinheit zu $\sigma = \frac{S}{F} = \frac{R_1 \sin(\alpha + \varrho + \varphi)\sin\varphi}{b\,\delta}$.

Um denjenigen Werth von φ zu finden, für welchen diese Spannung zu einem Größten wird, bildet man $\frac{\partial\sigma}{\partial\varphi} = 0$, also:

$$\sin(\alpha + \varrho + \varphi)\cos\varphi + \cos(\alpha + \varrho + \varphi)\sin\varphi = 0,$$

oder

$$tg(\alpha + \varrho + \varphi) = -tg\,\varphi.$$

Hieraus ergiebt sich

$$\alpha + \varrho + \varphi = 180^0 - \varphi, \text{ oder } \varphi = \frac{180 - (\alpha + \varrho)}{2}$$

für diejenige Ebene, längs welcher das Abschieben stattfinden muß. Man findet daher die Gleitfläche, wenn man den Reibungswinkel $\varrho = BAU$ anträgt, und den Winkel $UAA_2 = 180 - (\alpha + \varrho)$ durch AG halbirt.

Mit diesem Werthe von φ erhält man

$$S = \frac{s\,b\,\delta}{\sin\varphi} = \frac{s\,b\,\delta}{\cos\frac{\alpha + \varrho}{2}} = R_1 \sin\left(\alpha + \varrho + 90^0 - \frac{\alpha + \varrho}{2}\right)$$

$$= R_1 \cos\frac{\alpha + \varrho}{2},$$

oder für bestimmte Werthe von s, b, δ und ϱ die Größe der von dem Stichel nach der Richtung JD auszuübenden Pressung:

$$R_1 = \frac{s\,b\,\delta}{\cos^2\frac{\alpha+\varrho}{2}}.$$

Da die Bewegung des Stichels durch eine nach der Richtung A_1A_2 wirkende Kraft P ausgeübt wird, so bestimmt sich diese bei rechtwinkeliger Zerlegung von JF zu

$$P = QF = R_1 \sin(\alpha+\varrho) = \frac{s\,b\,\delta\;2\sin\frac{\alpha+\varrho}{2}\cos\frac{\alpha+\varrho}{2}}{\cos^2\frac{\alpha+\varrho}{2}}$$

$$= s\,b\,\delta\;2\,tg\,\frac{\alpha+\varrho}{2},$$

während die zu QF senkrechte Seitenkraft JQ durch

$$V = JQ = R_1\cos(\alpha+\varrho) = s\,b\,\delta\,\frac{\cos(\alpha+\varrho)}{\cos^2\frac{\alpha+\varrho}{2}}$$

ausgedrückt wird. Diese letztere Seitenkraft ist nach der Figur gleich der Differenz der beiden nach derselben Richtung genommenen Componenten von $FK = S$ und $KJ = R_2$.

Um auch die Arbeit A zu bestimmen, die von dem Stichel verrichtet werden muß, um einen Span von den vorausgesetzten Verhältnissen auf eine Länge gleich l abzutrennen, hätte man $A = Pl$ zu setzen, wenn die Kraft P fortwährend in der oben berechneten Größe ausgeübt werden müßte; nach den vorangegangenen Bemerkungen ist dies aber nicht der Fall. Danach ist die aufzuwendende Kraft vielmehr regelmäßigen Veränderungen zwischen dem Anfangswerthe, der nur wenig größer als Null ist, und dem oben berechneten größten Werthe P unterworfen. Man wird daher die auszuübende Arbeit zu

$$A = \nu\,Pl = \nu\,s\,b\,\delta\,l\;2\,tg\,\frac{\alpha+\varrho}{2}$$

annehmen können, wenn unter ν ein Bruch, kleiner als Eins, verstanden wird. Dieser Werth ν würde gleich 0,5 zu setzen sein, wenn der Anfangswerth der Kraft P gleich Null wäre, und seine Steigerung zu dem größten Werthe im geraden Verhältnisse mit dem zurückgelegten Wege des Stichels stattfände. Man wird den Werth von ν vielleicht zwischen 0,6 und 0,7 annehmen können.

Aus der oben für den Winkel φ gefundenen Formel

$$\varphi = \frac{180^0 - (\alpha + \varrho)}{2}$$

ergiebt sich das bemerkenswerthe Resultat, daß die Neigung der Ebene AG, nach der die Trennung des Materials erfolgt, unabhängig von der Dicke und Breite des Spans sowohl, wie auch von der Beschaffenheit des Materials ist, und daß diese Neigung außer von der Größe der Reibung an der Vorderfläche des Stichels nur abhängt von dem Winkel α, unter welchem diese Fläche gegen die Bewegungsrichtung geneigt ist. Der Keilwinkel β der Schneide sowohl wie der Anstellungswinkel γ sind an sich ohne Einfluß, die Lage von AG hängt nur von der Summe dieser beiden Winkel ab. Es findet hier also ein wesentlicher Unterschied zwischen der Wirkung des Hobelns oder Drehens und dem Vorgange bei dem eigentlichen Schneiden durch Messer statt, bei welchem letzteren nach §. 54 der Keilwinkel eine wesentliche Rolle spielt.

Nennt man den Winkel BAG des abgeschobenen Prismas an der Schneide den Wirkungswinkel, und bezeichnet ihn mit w, so hat man für denselben:

$$w = 180^0 - \alpha - \varphi = \frac{180 - (\alpha - \varrho)}{2},$$

woraus man erkennt, daß dieser Winkel um so größer ausfällt, je kleiner der Schneidwinkel α gewählt wird. Dies stimmt auch mit den von Thime[1]) angegebenen Versuchen überein, und es wird an der unten angezeigten Stelle dieses Verhalten dadurch erklärt, daß der Wirkungswinkel um so größer werden müsse, je größer die von der Stichelfläche ausgeübte Normalkraft ist, die mit abnehmender Neigung α derselben zunimmt.

Ferner erkennt man aus der für die Kraft P gefundenen Formel

$$P = s b \delta \; 2 tg \frac{\alpha + \varrho}{2},$$

daß diese Kraft und damit auch die zum Abtrennen einer gewissen Materialmenge $b \delta l$ erforderliche Arbeit unter sonst gleichen Umständen, d. h. bei Bearbeitung desselben Materials, im geraden Verhältniß mit dem Werthe von $tg \frac{\alpha + \varrho}{2}$ steht, also mit dem Winkel α abnimmt. Die hier folgende Tabelle giebt eine Zusammenstellung der nach den vorstehenden Formeln berechneten Werthe von φ, w und P für eine Reihe von Winkeln α zwischen 30 und 120°, aus welcher man die Zunahme der Kraft P mit wachsender

[1]) Thime, Sur le rabotage de métaux, St. Petersbourg 1877. v. Hoyer, Lehrb. d. vergl. mechan. Technologie, Bd. 1, 1888.

Neigung α des Stichels gegen die Bewegungsrichtung erkennt. Es ist hierbei eine Größe des Reibungswinkels von $\varrho = 14^0$ vorausgesetzt, entsprechend einem Reibungscoëfficienten von etwa 0,25.

$$\varrho = arctg\ 14^0 = 0{,}25.$$

$\alpha =$	30^0	40^0	50^0	60^0	70^0	80^0	90^0	120^0
$\varphi = \frac{180 - (\alpha + \varrho)}{2}$	68^0	63^0	58^0	53^0	48^0	43^0	38^0	23^0
$w = \frac{180 - (\alpha - \varrho)}{2}$	82^0	77^0	72^0	67^0	62^0	57^0	52^0	37^0
$P = sbd\ 2tg\frac{\alpha + \varrho}{2}$								
$tg\frac{\alpha + \varrho}{2} =$	0,404	0,509	0,625	0,754	0,839	1,072	1,082	2,356

Wenn auch die hier ermittelten Formeln und Werthe aus verschiedenen, weiter unten näher angegebenen Gründen nur als Annäherungen betrachtet werden können, so sind sie doch geeignet, von der eigentlichen Wirkungsart bei der Abtrennung der Späne und von dem Einfluß der einzelnen Größen ein ungefähres Bild zu geben.

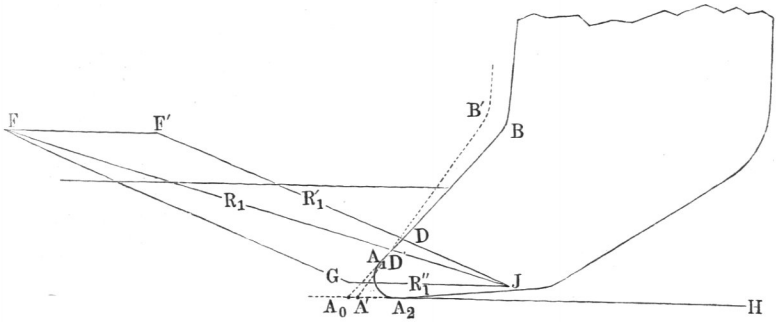
Die Gründe, weswegen die vorstehende Ermittelung nur als Annäherung betrachtet werden kann, sind der Hauptsache nach die folgenden: Zunächst wird bei der wirklichen Arbeit des Stichels der Span nicht nur, wie hier der Einfachheit wegen angenommen werden mußte, an der Fläche $A_1 A_2$ abgetrennt, sondern es muß auch ein Ablösen des Spans an seiner schmalen Seite stattfinden, wie aus einer Betrachtung der Figur 518 ersichtlich ist. Diese Seitenfläche hat zwar immer nur eine geringe Größe, da man im Allgemeinen die Dicke der Späne im Vergleich mit ihrer Breite nur klein wählt, doch wird zum Abreißen des Spans an seiner schmalen Kante immerhin eine gewisse Kraft erforderlich sein, die in der vorstehenden Ermittelung unberücksichtigt geblieben ist.

Ferner wird die Ablösung des Spans nicht, wie hier angenommen wurde, in einer reinen Scherwirkung bestehen; es wird vielmehr in Folge der aufbiegenden Wirkung, die von der Vorderfläche des Stichels vor der Abtrennung des betreffenden Prismas auf dasselbe ausgeübt wird, in demselben auch eine gewisse Biegungsspannung hervorgerufen werden, in Folge deren die Abtrennung bis zu gewissem Grade einem Abreißen entspricht. Diese Wirkung, welche sich bei der Arbeit des gewöhnlichen Handhobels der Tischler, besonders bei schrägem Faserlaufe des Holzes, durch ein Ausreißen einzelner

Fasern zuweilen zu erkennen giebt, wird indessen bei Metallen nur einen geringen Einfluß ausüben; die Erfahrung wenigstens zeigt, daß eine Neigung zum Ausreißen einzelner Metalltheile unter regelrechten Verhältnissen nicht vorhanden ist.

Endlich ist im Vorhergehenden immer angenommen worden, daß der Stichel vollkommen scharf sei, d. h. daß die Schneide wirklich eine geometrische Linie ohne Ausdehnung quer zu ihr sei, eine Voraussetzung, die natürlich auch bei der sorgfältigsten Schärfung niemals erfüllt ist, und die um so weniger vorausgesetzt werden kann, je mehr sich der Stichel während des Gebrauches abgestumpft hat. Es wird der Wirklichkeit daher immer mehr entsprechen, anzunehmen, daß die Schneide des Stichels durch eine gewisse Fläche etwa von cylindrischer Gestalt[1]) nach Fig. 525 dargestellt ist, und die mehr oder minder gute Schärfung kann nur den Zweck haben, die Breite $A_1 A_2$ dieser Fläche, d. h. also den Durchmesser der cylindrischen

Fig. 525.



Schneidenbegrenzung zu verkleinern. Man kann den Einfluß einer solchen mehr oder minder starken Abrundung der Schneide etwa in folgender Weise berücksichtigen. Man kann sich vorstellen, daß die Reaction des Materials gegen die cylindrische Fläche der abgestumpften Schneide durch eine Kraft $R_1'' = GJ$ dargestellt sei, die parallel zu der Bewegungsrichtung des Stichels angenommen wird. Denkt man dann ferner die Hauptreaction R_1' wieder wie oben in einem Punkte D angreifend und gegen die Normale zur Fläche $A_1 B$ unter dem Reibungswinkel ϱ geneigt, so kann man diese etwa durch $F'J$ dargestellte Kraft R_1' mit derjenigen R_1'' zu einer Mittelkraft zusammensetzen, die man durch das Parallelogramm der Kräfte in $FJ = R_1$ erhält. Es ist hierzu allerdings nöthig, für das gegenseitige Verhältniß der beiden Theilreactionen R_1' und R_1'' eine gewisse Annahme zu machen, die von der mehr oder minder guten Schärfung, sowie von der mehr oder minder großen

[1]) Hermann Fischer, Allg. Grundsätze des mechan. Aufbereitens, S. 372.

Dicke des Spans abhängig sein wird. Jedenfalls erkennt man aus dieser Betrachtung, daß in Folge der an der Schneide vorhandenen Abstumpfung die Wirkung des Stichels, dessen vordere Fläche unter dem Winkel BA_0H gegen die Bewegungsrichtung geneigt ist, wie diejenige eines vollkommen scharfen Stichels zu betrachten sein wird, dessen Neigung eine entsprechend größere ist, wie sie sich in der Figur durch den Winkel $B'A'H$ darstellt.

Nach den oben für die Größe der Kraft P und der zur Bewegung des Stichels erforderlichen Arbeit gefundenen Formeln hätte man, um diese Kraft und diese Arbeit möglichst klein zu erhalten, den Neigungswinkel α der Brustfläche des Stichels gegen die Bewegungsrichtung so klein wie möglich zu machen. Die Verkleinerung dieser Neigung α findet ihre natürliche Grenze dadurch, daß der Stichel nicht nur widerstandsfähig genug sein muß, um unter der auf ihn wirkenden Reaction R_1 des abzutrennenden Materials nicht zu zerbrechen, es muß auch die durch diesen Druck erzeugte Biegung des Stichels nur gering sein, weil sonst ein tieferes Eindringen der Schneide in das Arbeitsstück zu befürchten ist, so daß der Stichel sich fängt, womit in der Regel ein Abbrechen der Schneide verbunden ist. Aus diesen Gründen wird die Wahl der zweckmäßigsten Schneidwinkel nur mit Rücksicht auf praktische Erfahrungen getroffen werden können. Aus zahlreichen Versuchen, welche der Marineingenieur Jössel[1]) zu Indret anstellte, ergaben sich die in der folgenden Zusammenstellung enthaltenen Werthe für die vortheilhaftesten Anstellungs- und Keilwinkel der Stichel zur Bearbeitung von Schmiedeisen und Gußeisen. Die gleichfalls angegebenen Verhältnißzahlen für die zugehörigen Betriebskräfte wurden ebenfalls durch Versuche ermittelt.

Tabelle

der Kantenwinkel und Anstellungswinkel der Stichel.

Schmiedeisen	Kantenwinkel β	45^0	48^0	51^0	54^0	57^0
	Anstellungswinkel γ	—	6^0	3^0	0	—
	Verhältnißzahlen der Betriebskräfte	—	0,41	0,33	0,44	—
Gußeisen	Kantenwinkel β	45^0	48^0	51^0	54^0	57^0
	Anstellungswinkel γ	—	7^0	4^0	1^0	—
	Verhältnißzahlen der Betriebskräfte	—	0,285	0,28	0,285	—

Hiernach ist die Summe der Winkel $\beta + \gamma = \alpha$ constant zu 54 für Schmiedeisen und zu 55 für Gußeisen anzunehmen. Für Bronze scheinen sich als günstigste Werthe $\beta = 66^0$ und $\gamma = 3^0$ zu ergeben.

[1]) Bulletin de la soc. d'Encouragement, 1864, p. 595. Hieraus im Polyt. Centralblatt 1865, S. 353.

Für die bei den verschiedenen Maschinen zweckmäßig anzuwendenden Werthe jener Winkel giebt Jöſſel die nachstehende Tabelle und führt in Bezug auf die Ausführung der Stichel folgende Bedingungen an:

Tabelle

der Kantenwinkel und Anstellungswinkel der Stichel für die gebräuchlichsten Werkzeugmaschinen.

Material	Bezeichnung der Maschinen	Kantenwinkel β	Anstellungswinkel γ
Schmiedeisen und Gußeisen	Drehbänke, Cylinderbohrmaschinen, Hobelmaschinen, Shapingmaschinen (Beſtoßmaschinen)	51^0	4^0
	Stoßmaschinen	66^0	3^0
Bronze	Drehbänke, Cylinderbohrmaschinen, Hobelmaschinen, Shapingmaschinen (Beſtoßmaschinen)	66^0	3^0
	Stoßmaschinen	76^0	3^0

Das Werkzeug soll sich in wenig, etwa zwei oder drei Hitzen und ohne das für die Beschaffenheit des Stahls nachtheilige Stauchen schmieden lassen. Die Schneide soll frei liegen und nicht zu lang sein, etwa gleich der anderthalb- bis zweifachen Spanbreite, um ein bequemes Schärfen zu gestatten. Die Querschnitte des Stichels sollen mit Rücksicht auf die Biegung bemessen werden, welcher der Stichel durch den Widerstand des Materials ausgesetzt ist. Zur leichten Ablösung des Spans soll man die Schneidkante gegen die Bewegungsrichtung etwas schräg stellen, auch soll bei Maschinen mit abwechselnd hin- und hergehender Bewegung die Schneide so gestellt werden, daß dieselbe nicht plötzlich in ihrer ganzen Länge, sondern allmählich zur Wirkung kommt, um Stöße und Brüche zu vermeiden. Besonders ist darauf zu achten, daß durch die Biegung, welche der Stichel während der Arbeit erleidet, die Schneide nicht in das Arbeitsstück einzudringen veranlaßt wird, sondern aus dem Material herauszutreten strebt.

Die Geſtalt, welche man den Sticheln zu geben hat, richtet ſich im Uebrigen natürlich nach den Zwecken, denen ſie zu dienen haben, vornehmlich nach der Form der von ihnen herzuſtellenden Arbeitsflächen; es mögen im Folgen-

Fig. 526.

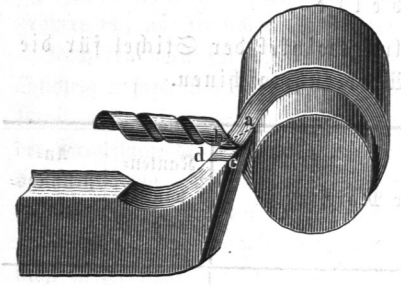


Fig. 527.

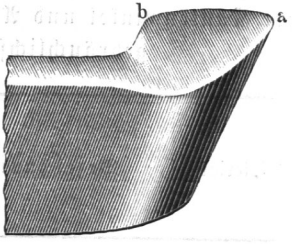
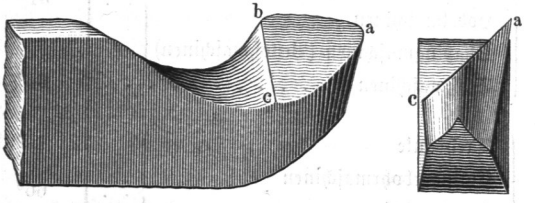


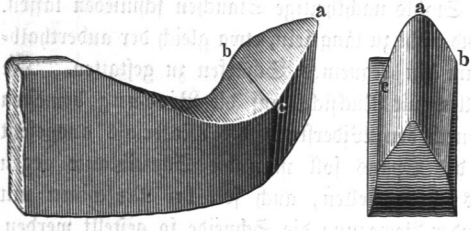
Fig. 528.



den einige der hauptſächlich zur Verwendung kommenden Stichel angeführt werden.

Für leichte Arbeiten ſchleift man die Stichel nach Fig. 526[1]) ſo an, daß die vordere Fläche oder Kappe *abcd* ſenkrecht zu der Mittelebene ſteht, wodurch man zwei ſymmetriſche Kanten *ab* und *ac* erhält, von denen die eine oder andere zum Angriffe kommt, je nachdem die Fortrückung nach rechts oder links erfolgt.

Fig. 529.



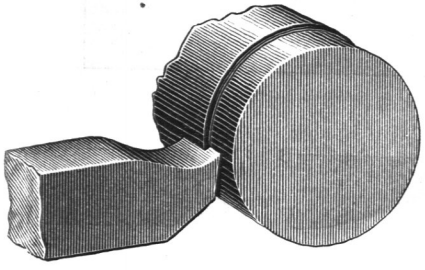
Für größere Arbeiten und zum Abtrennen ſtärkerer Späne pflegt man durch Neigung der Kappe gegen die Mittelebene eine einſeitig liegende Schneide zu erzeugen, wie durch die Fig. 527 bis 529 zur Anſchauung

[1]) Die Fig. 526 bis 534 und 536 ſind dem Werke von Joſhua Roſe, Modern Machine Shop Practice, London, entnommen.

gebracht ist. In allen diesen Figuren ist die zur Wirkung kommende Schneidkante mit *a b* bezeichnet.

In welcher Art ein zum Schlichten dienender Stichel auszuführen ist, wird durch Fig. 530 erläutert. Wenn es sich darum handelt, die Ecken zwischen zwei zusammenstoßenden Flächen zu bearbeiten, so muß der Schneide des Stichels eine entsprechende einseitige Lage gegeben werden, wie es durch die Figuren 531 bis 533 verdeutlicht wird. Selbstverständlich sind derartige Stichel ebenso wie die in Fig. 527 bis 529 dargestellten als rechte und linke auszuführen.

Fig. 530.



In Fig. 534 ist noch ein Stichel gezeichnet, wie er passend für Bronze Anwendung findet; die obere Fläche des Stichels steht hier ungefähr

Fig. 531.

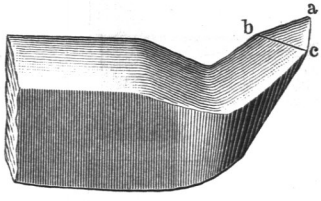
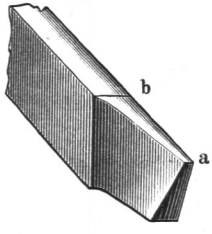


Fig. 532.



rechtwinkelig zu der Bewegungsrichtung des zu bearbeitenden Materials, dessen Späne in kleinen Bruchstücken abfliegen. Eine geringere Neigung des Stichels, wie sie für Eisen verwendet werden kann, würde bei Bronze zu einem Einreißen des Materials führen. Eine derartig große Neigung giebt man auch wohl dem Stichel bei der Verarbeitung von Eisen, wenn es sich um die Abtrennung sehr feiner Späne behufs Vollendung der Arbeitsfläche durch eine mehr schabende Wirkung handelt.

Fig. 533.

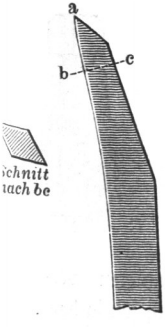
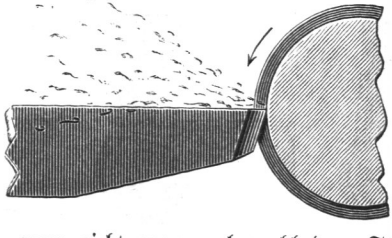


Fig. 534.



Um bei der Herſtellung der Stichel möglichſt an Material zu ſparen, bedient man ſich vielfach beſonderer Meißelhalter, die ſo vorgerichtet ſind, daß darin ein Stäbchen Stahl von dreieckigem oder auch wohl rundem

Fig. 535.

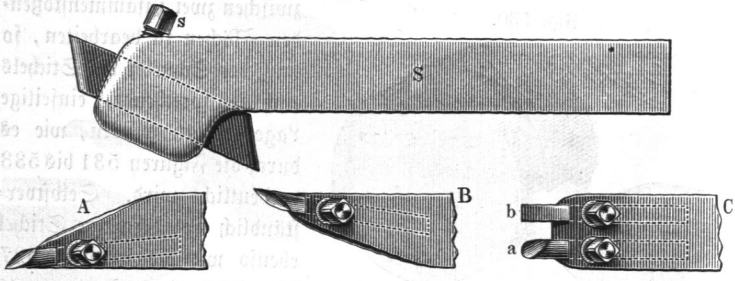
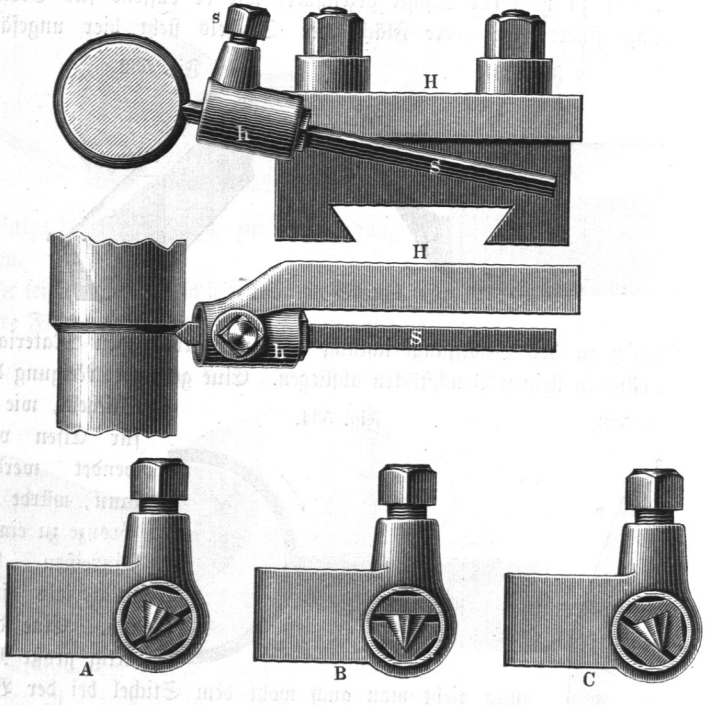


Fig. 536.

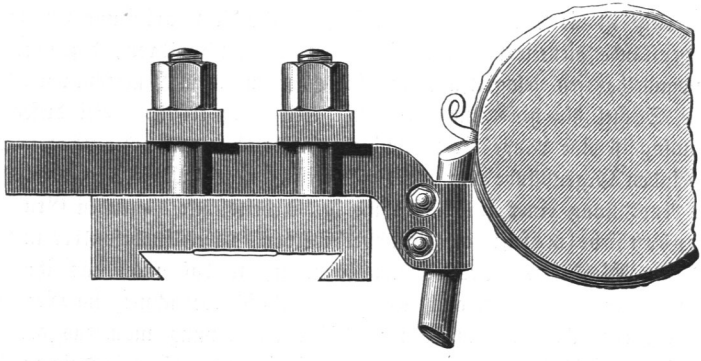


Querſchnitte durch Schrauben oder Keile in der geeigneten Neigung gegen das Arbeitsſtück befeſtigt werden kann, ſo daß durch einfaches Anſchleifen der Endfläche die gewünſchte Schneide erzeugt wird. In Fig. 535

iſt ein ſolcher Meißelhalter dargeſtellt, welcher im weſentlichen aus dem ſchmiedeiſernen Stab *S* beſteht, der am vorderen Ende mit einer oder auch wohl mit mehreren ſchrägen Durchbrechungen verſehen iſt, die zur Aufnahme kurzer Stahlmeſſer dienen, deren Befeſtigung durch Schrauben *s* geſchieht. In *A* iſt ein rechter, in *B* ein linker Seitenſtichel angegeben, während *C* die Anordnung von zwei hinter einander zur Wirkung kommenden Sticheln zeigt, von denen *a* zum Arbeiten aus dem Rohen, Schruppen, und *b* zum Vollenden der Fläche, Schlichten, gebraucht wird.

Ein Meißelhalter von abweichender Beſchaffenheit iſt in Fig. 536 gezeichnet. Der dreikantige Stahlſtab *S* wird hierbei mittelſt der Druck-

Fig. 537.



ſchraube *s* in der Hülſe *h* des eiſernen Halters *H* feſtgeſtellt, und zwar kann der Stichel *S* in verſchiedener Stellung eingeſetzt werden, wie durch *A*, *B* und *C* dargeſtellt iſt, ſo daß die Stellung in *C* bei der Bewegung nach rechts und die Stellung in *A* bei der Fortrückung nach links angewandt wird, während man die mittlere Stellung *B* für die Bearbeitung von Bronze gebrauchen kann. Die Möglichkeit, den Stichel in dieſen verſchiedenen Lagen feſtzuſtellen, iſt dadurch erreicht, daß der Stichel innerhalb der Büchſe *h* durch zwei Backen von geeigneter Form umfangen wird.

Der in Fig. 537 dargeſtellte Halter, welcher die Verwendung von Rundſtahl ermöglicht, dürfte hiernach von ſelbſt deutlich ſein.

Hobelmaſchinen. Alle Hobelmaſchinen für Metalle, von denen hier allein gehandelt werden ſoll, haben die geradlinig hin- und hergehende Arbeitsbewegung oder Verſchiebung des Stichels gegen das Arbeitsſtück gemeinſam, und ſie unterſcheiden ſich von einander weſentlich dadurch, daß bei einzelnen dieſe Bewegung dem Arbeitsſtücke, bei anderen dem Stichel mitgetheilt wird. Bei allen Maſchinen zur Bearbeitung von Gegenſtänden mittlerer Länge §. 150

werden die letzteren auf einer in wagerechten Prismenführungen verſchieblichen Platte, dem *Tiſche*, befeſtigt, während der Stichel an einem quer über dieſem Tiſche angebrachten Träger befindlich iſt, längs deſſen ihm nur die zur Spanverſetzung nöthige Verſchiebung in zwei zu einander ſenkrechten Richtungen ertheilt wird. Da hierbei der zu hobelnde Gegenſtand abwechſelnd zu beiden Seiten des Stichels befindlich iſt, ſo folgt hieraus, daß der von der Maſchine beanſpruchte Raum mindeſtens die *doppelte Länge* des längſten zu hobelnden Gegenſtandes haben muß, und ebenſo hat das die Führungen des Tiſches aufnehmende *Geſtell* oder *Bett* der Hobelmaſchine annähernd eine ſolche Länge zu erhalten. Dieſes für das Hobeln ſehr langer Gegenſtände, wie z. B. der Grundrahmen von Dampfmaſchinen und der Geſtelle langer Drehbänke oder Hobelmaſchinen, unbequeme Erforderniß iſt die Veranlaſſung geweſen, die für die Bearbeitung ſehr langer Gegenſtände dienenden Hobelmaſchinen derart auszuführen, daß über dem unwandelbar feſt gelagerten Arbeitsſtücke der in einem Querſchlitten befindliche Stichel die hin- und hergehende Bewegung erhält. Bei dieſer Anordnung iſt eine Länge der Maſchine erforderlich, welche die Länge der zu hobelnden Gegenſtände nur wenig übertrifft. Dieſe Maſchinen, welche von der Anordnung einer zur Aufnahme der Arbeitsſtücke dienenden Grube als *Grubenhobelmaſchinen* bezeichnet werden, haben insbeſondere in franzöſiſchen Werkſtätten Verwendung gefunden, ſo daß man das ihnen zu Grunde liegende Syſtem auch als das franzöſiſche bezeichnet, im Gegenſatze zu dem engliſchen Syſtem, unter welcher Bezeichnung man das der vorgedachten Tiſchhobelmaſchinen verſteht, die in England allgemeinere Verbreitung gefunden haben. Als Nachtheil der Grubenhobelmaſchinen pflegt man meiſtens den Umſtand anzuführen, daß auf ihnen eine ſo gute und genaue Arbeit wie auf den Tiſchhobelmaſchinen deswegen nicht zu erzielen iſt, weil der den Stichel tragende Querſchlitten in Folge ſeiner geringeren Maſſe und weniger ſicheren Führung leicht zu Erzitterungen des Stichels Veranlaſſung giebt, die bei den Tiſchhobelmaſchinen nicht in gleichem Maße auftreten.

Wenn andererſeits die Arbeitsbewegung bei der Bearbeitung ſehr ſchmaler Flächen nur ſehr kurz iſt, ſo pflegt man ebenfalls dem Stichel die Arbeitsbewegung zu ertheilen, zu welchem Behufe derſelbe in der Regel an dem freien Ende einer prismatiſchen Stange angebracht wird. Während dieſe Bauart der ſogenannten *Shapingmaſchinen* oder *Beſtoßmaſchinen* für geringe Hobellängen bis zu etwa 0,6 m große Bequemlichkeit in der Anordnung wie im Betriebe darbietet, eignet ſie ſich begreiflicherweiſe weniger in den Fällen, wo ein größerer Ausſchub erforderlich iſt, da alsdann das weit aus den Führungen frei hervortretende Ende der den Stichel tragenden Stange großen auf Klemmung und Biegung wirkenden Momenten aus-

gesetzt sein würde. Man nennt diese Maschinen wohl auch Feilmaschinen, weil sie vorzugsweise dazu dienen, die bei der Handarbeit mittelst der Feilen herzustellenden schmalen Flächen zu bearbeiten. In dieser Art, mit Verwendung einer den Stichel tragenden Stange oder Barre, werden immer die Nuthstoßmaschinen ausgeführt, bei denen die Arbeitsbewegung in senkrechter Linie erfolgt. Auch bei diesen Maschinen ist der Ausschub des Stichels aus dem angeführten Grunde nur gering, derselbe beträgt selten mehr als 0,5 m. Ebenso wendet man einen über oder neben dem Arbeitsstücke hin- und hergehenden Stichel bei den Specialmaschinen an, wie sie beispielsweise zum Hobeln von Radzähnen zuweilen im Gebrauch sind.

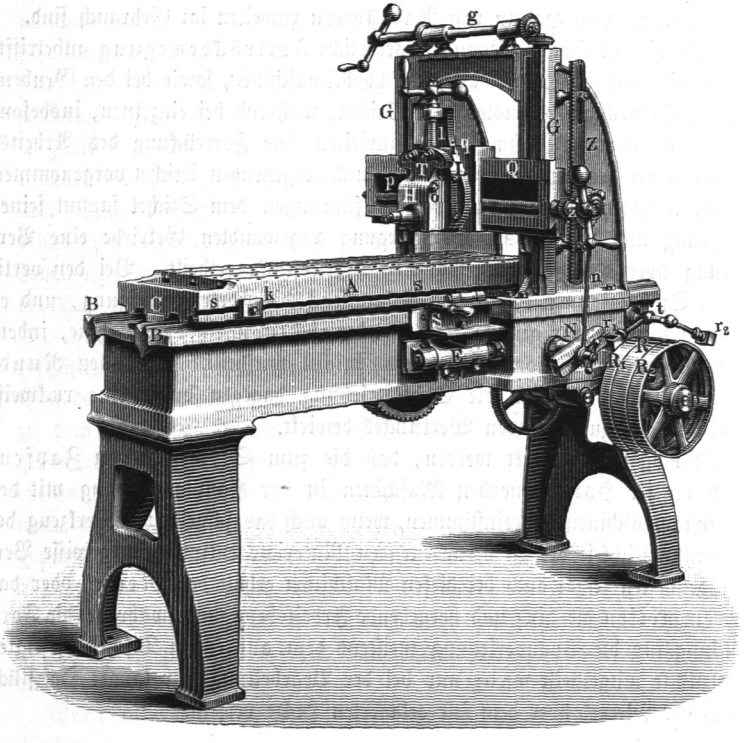
Was die zur Spanversetzung erforderliche Fortrückbewegung anbetrifft, so ertheilt man dieselbe bei allen Tischhobelmaschinen, sowie bei den Grubenhobelmaschinen ausnahmslos dem Stichel, während bei einzelnen, insbesondere den älteren Bestoßmaschinen zuweilen eine Fortrückung des Arbeitsstückes unter dem in fester Bahn hin- und hergehenden Stichel vorgenommen wird, wogegen man bei anderen Ausführungen dem Stichel sammt seiner Führung und dem zu seiner Bewegung angewandten Getriebe eine Versetzung über dem fest eingespannten Arbeitsstücke ertheilt. Bei den verticalen Stoßmaschinen erhält das Arbeitsstück die Fortrückbewegung, und es machen hiervon nur gewisse Zahnstoßmaschinen eine Ausnahme, indem man bei diesen die Fortrückung dem Stichel mittheilt. Bei allen Rundhobelmaschinen wird die Spanversetzung dagegen durch eine ruckweise Drehung des zu hobelnden Werkstückes bewirkt.

Es mag hier bemerkt werden, daß die zum Stemmen von Zapfenlöchern in Holz dienenden Maschinen in der Hauptanordnung mit den Nuthstoßmaschinen übereinstimmen, wenn auch das schneidende Werkzeug der Eigenthümlichkeit des zu verarbeitenden Materials entsprechend gewisse Verschiedenheiten zeigt; auch bei diesen Maschinen erhält der Meißel oder das Stemmeisen die hin- und hergehende Arbeitsbewegung, während die Fortrückung für die Spanversetzung meistens dem auf einem Tische befestigten Holzstücke mitgetheilt wird; nur bei der Bearbeitung sehr langer Holzstücke wird der Meißel über dem fest gelagerten Holze versetzt.

Tischhobelmaschinen. Eine kleine Tischhobelmaschine von einer §. 1
viel gebräuchlichen Anordnung von Frister u. Roßmann in Berlin ist durch Fig. 538 (a. f. S.) versinnlicht. Man erkennt daraus in *A* die horizontale, auf ihrer oberen Fläche genau ebene Tischplatte, auf der die zu bearbeitenden Gegenstände durch Schrauben befestigt werden, zu deren Anbringung entsprechende Löcher und Nuthen vorgesehen sind, die sich im Inneren des Tisches zur Aufnahme der vorstehenden Schraubenköpfe entsprechend erweitern. Vermittelst zweier parallelen, aus der Unterfläche

des Tiſches hervorragenden Rippen von V-förmigem Querſchnitte wird der Tiſch in den genau paſſend gearbeiteten Furchen B des Geſtelles oder Bettes der Maſchine ſehr ſicher gerade geführt, und es wird die Bewegung auf ihn durch eine ebenfalls an der unteren Seite angebrachte Zahnſtange C übertragen, in deren Zähne ein auf einer Queraxe angebrachtes Zahngetriebe eingreift. Die in der Figur nicht ſichtbare Axe dieſes Getriebes erhält ihre Umdrehung von der Betriebsaxe D aus durch zwiſchen geſchaltete Zahn-

Fig. 538.



rädervorgelege, wie aus den ſpäteren Erläuterungen ſich ergeben wird. Zum Antrieb der Axe D ſind auf derſelben neben einander drei gleiche Riemſcheiben R_1 R und R_2 von gleichem Durchmeſſer befindlich, von denen die mittlere R feſt aufgekeilt iſt, während die ſeitlichen R_1 und R_2 loſe auf der Axe laufen, da ſie als Leerſcheiben zu dienen haben. Zwei Riemen, ein offener und ein gekreuzter, ſind von der oberhalb aufgehängten Vorgelegswelle nach dieſen Scheiben geführt, und zwar gehen dieſelben auf die Leerſcheiben R_1 und R_2, ſobald die Maſchine ſich außer Betrieb befindet. Es

ist hieraus ersichtlich, daß die Axe D nach der einen oder anderen Richtung umgetrieben wird, je nachdem der offene oder der gekreuzte Riemen auf die mittlere Festscheibe R gelegt wird, und daß in Folge hiervon der Tisch hin- oder zurückgeführt wird.

Um das Versetzen der Riemen auf den Scheiben R in gehöriger Weise selbstthätig durch die Maschine zu bewirken, dient eine besondere Umsteuervorrichtung, die von dem Tische A in Wirksamkeit gesetzt wird, sobald derselbe sich dem Ende seines jedesmaligen Hubes auf der einen oder anderen Seite nähert. Bei der abgebildeten Maschine sind zu dem Ende in einem seitlich angebrachten Schlitze s zwei hervorstehende Knaggen oder Anstoßdaumen verstellbar angebracht, von welchen in der Figur nur der eine k sichtbar ist, und die den Zweck haben, bei dem Anstoßen gegen das kurze Schieberstück S demselben eine geringe Verschiebung nach der einen oder anderen Seite zu ertheilen. Diese Verschiebung des Stückes S kann in geeigneter Art zur Verschiebung der beiden Riemgabeln r_1 und r_2 benutzt werden, so daß dadurch die nöthige Umkehrung der Tischbewegung erzielt wird. Bei der abgebildeten Maschine bewirkt zu dem Ende der Schieber S mittelst eines hervorstehenden Zapfens, der in eine schraubenförmige Curvennuth der Axe E eintritt, eine geringe Drehung dieser Axe nach der einen oder anderen Richtung, wodurch ein auf dem inneren Ende dieser Axe angebrachter Arm die Verschiebung der die Riemgabeln tragenden Stange t vermittelt. Es ist leicht ersichtlich, daß man zu demselben Zwecke die Einrichtung noch in mannigfach geänderter Art treffen kann, so z. B. läßt man vielfach die Anstoßknaggen k abwechselnd von der einen oder anderen Seite gegen das obere Ende eines aufrecht stehenden Hebels wirken, der um einen darunter angebrachten wagerechten und zur Tischbewegung senkrechten Zapfen schwingt, und man kann dann durch passende Zugstangen oder Hebel die Schwingungen dieses Hebels auf die Riemgabeln übertragen.

Da die Arbeit des Hobelns nur stattfindet, während der Tisch nach der einen Seite verschoben wird, und zwar bei der abgebildeten Maschine während der Bewegung des Tisches von links nach rechts, so wird auch nur während dieses Hinganges die Geschwindigkeit des Tisches so klein bemessen, wie es für die gute Wirkung erforderlich ist, worüber in §. 147 die nöthigen Angaben gemacht wurden; dagegen pflegt man zur Verkürzung der ungenützt verstreichenden Zeit des leeren Rückganges den letzteren mit einer zwei- bis dreimal so großen Geschwindigkeit stattfinden zu lassen. Bei der hier betrachteten Maschine wird dies einfach dadurch erreicht, daß man auf der über der Maschine aufgehängten Vorgelegswelle für die beiden Riemen zwei besondere Riemscheiben von verschiedener Größe anordnet; wenn daher die Scheibe für den offenen Riemen, welcher den Rücklauf veranlaßt, doppelt so großen Durchmesser hat, wie diejenige des gekreuzten

Riemens, ſo muß der Rücklauf auch mit der doppelten Geſchwindigkeit des Vorlaufes erfolgen. Anſtatt dieſer Einrichtung verwendet man auch vielfach zwei beſondere Räderüberſetzungen von entſprechend verſchiedenem Ueberſetzungsverhältniſſe, und man kann in dieſem Falle den Betrieb der Hobelmaſchine mit einem einzigen Riemen bewirken, ſobald man die Anordnung ſo trifft, daß bei dem Vorlaufe eine zweimalige Räderübertragung und bei dem Rücklaufe nur eine einmalige zwiſchen der Axe der Riemſcheibe und der des Tiſchgetriebes zur Wirkſamkeit kommt, wie ſpäter noch näher angeführt werden ſoll.

Der Stichel wird in dem Stichelhalter H durch eine oder mehrere Schrauben unwandelbar befeſtigt, ſo zwar, daß er ſammt dem Stichelhalter eine geringe Drehung um den Querbolzen o annehmen kann, indem der Stichelhalter in Geſtalt einer um dieſen Querbolzen aufgehängten Klappe ausgeführt iſt. Der dieſe Klappe zwiſchen zwei ſeitlichen Wangen aufnehmende Klappenträger T iſt mit einem Schlittenſtücke i verbunden, das zwiſchen parallelen Führungen des mit dem Namen der Lyra bezeichneten Stückes L vertical verſchieblich iſt. Zur Erzielung einer ſolchen Verſchiebung dient eine in der Lyra befindliche Schraubenſpindel l, deren Mutter mit i verbunden iſt, ſo daß dieſer Theil mit der Klappe und dem Stichel ſich auf- oder abwärts bewegt, je nachdem die Schraube l an der oberhalb angebrachten Handhabe linksum oder rechtsum gedreht wird. Die Lyra ſelbſt iſt an dem Schlitten q angebracht, der quer über die ganze Tiſchbreite an dem mit prismatiſchen Führungen verſehenen Querträger Q einer Verſchiebung befähigt iſt, die mittelſt der Schraubenſpindel p in ähnlicher Weiſe zu bewirken iſt, wie die ſenkrechte Verſchiebung des Schiebers i durch die Schraube l. Es iſt hiernach erſichtlich, wie durch die Verſchiebung des Stichels mittelſt der Schraube p oder l die Erzeugung einer horizontalen oder verticalen Ebene an dem Arbeitsſtücke zu ermöglichen iſt. Um auch die Herſtellung geneigter Flächen zu geſtatten, hat man die Lyra L dergeſtalt um einen Mittelzapfen drehbar mit dem Querſchlitten q verbunden, daß dadurch die Schraube l und die Führung von i unter der gewünſchten Neigung gegen das Loth feſtgeſtellt werden kann.

Außer der gedachten Drehbarkeit der Lyra L auf dem Querſchlitten q iſt auch dem Klappenträger T die Möglichkeit gegeben, auf dem Verticalſchlitten i um einen kleinen Winkel verdreht zu werden, zu welchem Zwecke der Klappenträger an ſeinem oberen Ende mit einem zu ſeinem Drehzapfen concentriſchen Schlitze verſehen iſt, welcher die Feſtſtellung des Klappenträgers und der Klappe mittelſt zweier Schrauben geſtattet. Der Zweck dieſer Anordnung iſt folgender. Die Befeſtigung des Stichels in einer um den Querbolzen o drehbaren Klappe dient dazu, dem Stichel bei dem Rückgange des Tiſches eine mäßige Aufwärtsbewegung durch ein geringes Ueber-

kippen der Klappe nach vorn zu gestatten, damit die Stichelschneide, welche sonst mit großem Drucke in der soeben gehobelten Furche schleifen würde, sich nicht zu schnell abstumpfe. Es ist nun leicht zu ersehen, daß sich durch die mittelst der Klappe dem Stichel gewährte Beweglichkeit wohl dieser Zweck erreichen und ein Ablösen der Stichelschneide von dem Arbeitsstücke erzielen läßt, so lange man durch Benutzung der Querverschiebung auf Q eine horizontale Fläche hobelt. Wenn dagegen durch Benutzung der Schraube l eine verticale Fläche hergestellt wird, so kann durch das besagte Ueberkippen der Klappe bei dem Rücklaufe eine Ablösung der Stichelschneide nicht erfolgen, sobald der Querbolzen o senkrecht zu der Schraube und zu deren Verschiebungsrichtung steht. Der beabsichtigte Zweck wird in diesem Falle vielmehr nur erzielt werden können, sobald man den Querbolzen o gegen die zur Schraube l senkrechte Richtung ein wenig neigt, so daß die Stichelschneide sich bei dem Ueberkippen der Klappe in einer kreisbogenförmigen Bahn erhebt, welche von der an dem Arbeitsstücke erzeugten verticalen Fläche *heraus nach außen* gerichtet ist. Es ergiebt sich hieraus, daß die Neigung, die dem Querbolzen o bei Benutzung der Verticalverschiebung gegeben werden muß, entweder nach der einen oder nach der anderen Seite vorzunehmen ist, je nachdem der Stichel links oder rechts schneidet. Auch ergiebt sich, daß diese Bedingung nicht nur bei dem Hobeln verticaler Flächen, sondern überhaupt bei der Benutzung der Schraube l zur Stichelversetzung, also auch bei dem Hobeln geneigter Ebenen mittelst schräger Stellung der Lyra erfüllt werden muß.

Man bemerkt aus der Figur, daß der Querträger Q ebenfalls einer verticalen Verstellung an den beiden Gestellständern G befähigt ist, und zwar dienen hierzu zwei im Inneren dieser Ständer angebrachte Schraubenspindeln, denen durch die Queraxe g mittelst zweier Winkelradvorgelege eine gleichzeitige und gleich große Umdrehung ertheilt werden kann. Diese Verstellung dient nicht zur Stichelfortrückung während des Betriebes, sondern sie hat nur den Zweck, den Stichel mit seinem Halter oder *Support* in eine der Dicke des zu bearbeitenden Gegenstandes entsprechende Höhe über dem Tische zu stellen, um in allen Fällen den Stichel nur wenig aus dem Stichelhalter heraustreten lassen zu müssen.

Die Fortrückung des Stichels um die Spandicke erfolgt nicht unmittelbar nach geschehenem Schnitte, sondern sobald der *Rückgang beendet* ist, und bevor der neue Schnitt stattfindet, weil dem Stichel der Rückgang erschwert werden würde, wenn man noch vor der Vollführung desselben die Verstellung vornehmen wollte. Es ist daher nöthig, die Bewegung des Tisches etwas größer anzunehmen, als die Hobellänge des Schnittes beträgt, damit die gedachte Fortrückung in der Zeit geschehen kann, während welcher der Stichel ganz außer Berührung mit dem Arbeitsstücke ist. Diese Fortrückung wird

bei den kleineren Hobelmaſchinen in horizontaler Richtung immer ſelbſtſtändig von der Maſchine aus bewirkt, während man die verticale Verſchiebung häufig aus freier Hand durch Umdrehung der Schraube l an ihrer Handhabe ausführt. Bei den größeren Hobelmaſchinen pflegt man auch die Verſtellung des Stichels in ſenkrechter und ſchräger Richtung ſelbſtthätig vorzunehmen. Zur ſelbſtthätigen Verſtellung dient ein auf der Schraubenſpindel an deren äußerem Ende befindliches Zahnrad z, dem vermittelſt einer Schaltklinke eine geringe Drehung mitgetheilt wird, wie ſie der Größe der beabſichtigten Verſchiebung entſpricht. Dieſe Schaltklinke wird gleichzeitig mit der Umſteuerung der Maſchine bewegt, und zwar benutzt man in der Regel hierzu auch den Umſteuerungsmechanismus. Aus der Figur erkennt man das zu dieſem Zwecke vorhandene Schubſtängelchen n, deſſen abwechſelnd auf- und niedergehende Bewegung von dem geſchlitzten Hebel N bewirkt wird, auf deſſen Axe die Steuerungswelle E durch Kegelrädchen ihre ſchwingende Bewegung überträgt. Da der Hub dieſes Stängelchens durch Verſetzung ihres unteren Zapfens in dem Schlitze des Hebels N nach Belieben verändert werden kann, ſo iſt hierdurch das Mittel gegeben, dem Stichel die der Dicke des zu hobelnden Spans entſprechende Verſchiebung zu ertheilen. In Betreff dieſes Schaltgetriebes, deſſen Wirkſamkeit aus dem in Th. III, 1 Angegebenen ſich erklärt, möge hier nur bemerkt werden, daß durch beſondere Vorrichtungen die Möglichkeit gewahrt bleiben muß, die Bewegung auf das Schaltrad der Schraube p in jeder Höhenlage des Querträgers Q zu übertragen. Dies wird vielfach in einfacher Weiſe dadurch erzielt, daß man die Schubſtange n genau cylindriſch macht und nach oben hin verlängert, um ſie dort in einem Auge zu führen, ſo daß ſie mit dem von ihr bewegten Schalthebel in jeder Höhenlage des Querträgers durch eine Stellſchraube feſt verbunden werden kann. Bei der in der Figur dargeſtellten Maſchine iſt derſelbe Zweck durch die Anordnung einer ſenkrecht verſchieblichen Zahnſtange Z erreicht, die mit einem an dem Querträger angebrachten Zahnrädchen ſtetig im Eingriffe verbleibt, ſo daß dieſe von der Zugſtange n auf und nieder bewegte Zahnſtange auch immer dieſes Zahnrädchen in Schwingung verſetzt, wie hoch man den Querträger Q auch geſtellt haben möge. Die ſo veranlaßte Schwingung des zuletzt erwähnten Zahnrädchens kann dann zur Bewegung der Schaltklinke benutzt werden.

§. 152. **Bewegung des Tiſches.** In welcher Weiſe die hin- und hergehende Bewegung des Tiſches erzeugt wird, wenn derſelbe mit einer der Länge nach angebrachten Zahnſtange verſehen iſt, bedarf nach dem Vorhergehenden keiner weiteren Erläuterung, und es iſt danach auch deutlich, wie die Umkehrung vermittelſt zweier Riemen geſchieht, von denen der eine offen und der andere

gekreuzt iſt. Auch wurde ſchon angeführt, daß der Rücklauf einfach dadurch mit größerer Geſchwindigkeit bewirkt werden kann, daß die beiden auf der Deckenvorgelegswelle angeordneten Betriebsſcheiben entſprechend verſchiedene Durchmeſſer erhalten. Von den drei hierbei auf der Antriebswelle der Maſchine befindlichen Riemſcheiben iſt die mittlere die feſte, während die beiden ſeitlich vorhandenen loſe laufen. Wird, wie es meiſtens üblich iſt, die Verſetzung der beiden Riemgabeln gleichzeitig bewirkt, ſo hat jede von den drei Riemſcheiben eine Breite gleich der doppelten Riembreite zu erhalten, wogegen auf der treibenden Deckenvorgelegswelle zwei verſchieden große Scheiben anzubringen ſind, deren Breite zu je drei Riembreiten zu bemeſſen iſt, Fig. 539. In dieſer Figur ſind die Riemen für den Vorwärtsgang gezeichnet, und man erkennt daraus, daß zur Umſteuerung eine Verſchiebung beider Riemen um die doppelte Riembreite erfolgen muß, daß alſo in dem Augenblicke der mittleren Riemſtellung, wie ſie durch die Punktirung angedeutet iſt, auf die Hobelmaſchine von keinem der beiden Riemen Bewegung übertragen wird, ein Umſtand, auf den bei der Anordnung der Steuerung Rückſicht zu nehmen iſt.

Fig. 539.

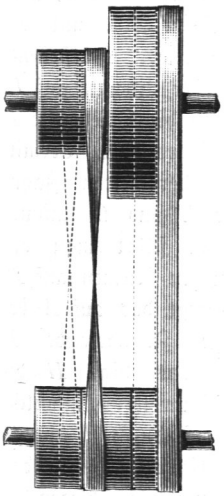
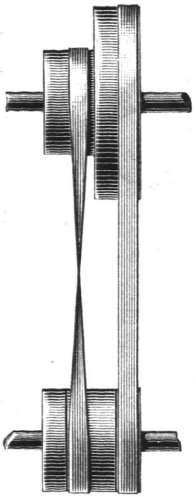


Fig. 540.

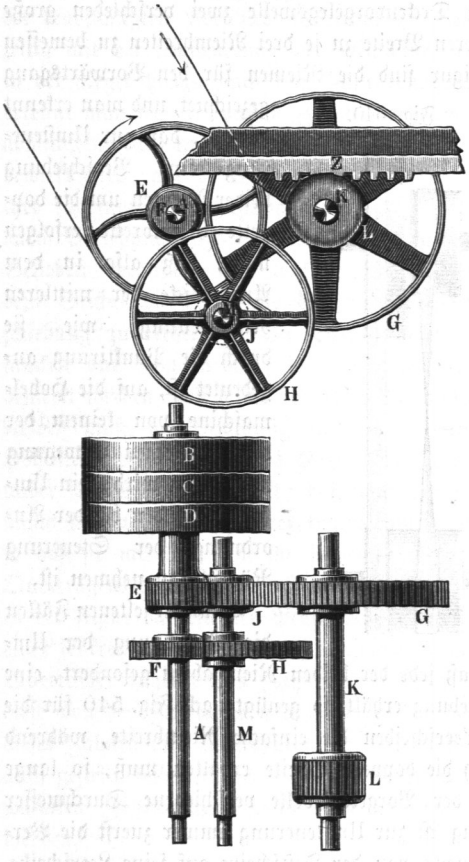


Wenn in ſeltenen Fällen die Anordnung der Umſteuerung ſo getroffen wird, daß jede der beiden Riemgabeln geſondert, eine nach der anderen, ihre Verſchiebung erhält, ſo genügt nach Fig. 540 für die beiden ſeitlich angebrachten Leerſcheiben die einfache Riembreite, während die mittlere feſte Scheibe doch die doppelte Breite erhalten muß, ſo lange die treibenden Scheiben auf der Vorgelegswelle verſchiedene Durchmeſſer haben. Bei dieſer Anordnung iſt zur Umſteuerung immer zuerſt die Verſchiebung des treibenden Riemens von der Feſtſcheibe auf ſeine Leerſcheibe, alſo im Betrage einer Riembreite, und darauf eine ebenſo große und gleichgerichtete Verſchiebung des anderen Riemens von ſeiner Leerſcheibe auf die feſte erforderlich. Die zur Erzielung dieſer Bewegung erforderliche Einrichtung iſt indeſſen nicht einfach genug, um durch ſie den Vortheil der geringeren Scheibenbreiten zu erkaufen, weswegen ſie nur ſelten Anwendung

findet. Es ergiebt ſich übrigens leicht aus den Figuren 539 und 540, daß die feſte Riemſcheibe nur die einfache Riembreite erfordert, ſobald die Geſchwindigkeit für den Rückgang die gleiche wie für den Vorgang iſt, die beiden Scheiben auf der Vorgelegswelle daher durch eine cylindriſche Trommel erſetzt werden können.

Um für den Betrieb der Hobelmaſchine nur einen einzigen Riemen nöthig zu haben, wird vielfach die in Th. III, 1, Fig. 674 dargeſtellte Einrichtung angewandt, wie ſie durch Fig. 541 verſinnlicht wird. Hierbei dient die mittlere Scheibe C als Leerſcheibe, B iſt feſt auf der Welle und D loſe darauf, aber aus einem Stück mit dem Zahngetriebe E beſtehend. Läuft der Riemen auf D, ſo wird die Triebwelle K des Tiſches durch Vermittelung der beiden Zahnräder E und G linksum gedreht; führt man dagegen den Riemen auf B, ſo bewegt das auf A befeſtigte Zahngetriebe F durch das Rad H die Zwiſchenwelle M, welche nun erſt durch J und G die Triebwelle K für den Tiſch umdreht. Wegen der zweimaligen Räderüberſetzung erfolgt dieſe Umdrehung nach rechts und mit entſprechend kleinerer Geſchwindigkeit, wie ſie für den Vorgang erforderlich iſt. Bezeichnet man durch die Buchſtaben die Durchmeſſer oder die Zähnezahlen dieſer Räder, ſo hat man das Verhältniß der beiden Geſchwindigkeiten für den Rücklauf und den Vorgang:

Fig. 541.

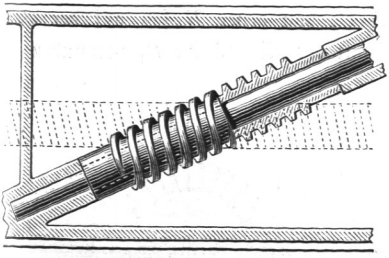


$$n = \frac{E}{G} : \frac{F}{H} \cdot \frac{J}{G} = \frac{E}{F}\,\frac{H}{J},$$

oder, wenn $F = E$ gemacht wird, $n = \frac{H}{J}$. Es iſt übrigens zu bemerken, daß jede der beiden Scheiben B und D, ſobald die andere den Betrieb übernimmt, in einer Richtung umläuft, die derjenigen der angetriebenen Scheibe entgegengeſetzt iſt, und zwar iſt hierbei die Umfangsgeſchwindigkeit der Scheibe D während des Vorgangs n mal kleiner und diejenige von B bei dem Rücklauf n mal größer als die Geſchwindigkeit des Riemens.

Anſtatt des in die Zahnſtange des Tiſches eingreifenden Stirnrades wendet Sellers bei ſeinen Hobelmaſchinen eine Schnecke oder Schraube an, deren Gängen entſprechend die Zahnſtange mit ſchräg geſtellten Zähnen verſehen iſt, wie Fig. 542 verdeutlicht, in welcher die über der Schnecke befindliche Zahnſtange punktirt angegeben iſt. Dieſe Schrägſtellung der Zähne hat den Zweck, den Seitendruck zu vermeiden, welcher ſich bei Anwendung gerader, zur Verſchiebungsrichtung ſenkrecht ſtehender Zähne in Folge der gleitenden Reibung an den Gewindegängen der Schnecke einſtellen müßte, und wovon man ſich in folgender Art Rechenſchaft geben kann. Bezeichnet α den Winkel, unter dem die Gewindegänge der Schnecke gegen deren zur Axe ſenkrechten Querſchnitt geneigt ſind, ſo hätte man die Axe A der Schnecke unter demſelben Winkel gegen die Bewegungsrichtung des Tiſches zu neigen, wenn die Zahnſtange mit normalen, d. h. zur Länge der Zahnſtange ſenkrechten Zähnen verſehen ſein ſollte. In dieſem Falle würde die von den Gewindegängen der Schnecke gegen dieſe Zähne ausgeübte Wirkung nach dem bekannten Geſetze über die Reibung gegen die Bewegungsrichtung der Zahnſtange um den zugehörigen Reibungswinkel ϱ geneigt ſein, ſo daß der Druck P zwiſchen den Zähnen einen Seitendruck $P \sin \varrho$ auf den Tiſch ausüben würde, der von den Prismenführungen aufzunehmen wäre. Wenn man dagegen dieſen Seitendruck vermeiden will, ſo hat man der Axe der Schnecke eine Neigung $\alpha + \varrho$ gegen die Tiſchbewegung zu geben. Bei der in der Figur dargeſtellten Anordnung von Sellers, welche der unten angezeigten Quelle[1]) entnommen wurde, iſt der Neigungswinkel der Gewindegänge $\alpha = 12^0$ und derjenige der Schneckenaxe gegen die Tiſchführung 24^0, ſo daß unter der Annahme eines Reibungswinkels gleich $\varrho = 12^0$ der gedachte Seitendruck vermieden iſt.

Fig. 542.



[1]) Hart, Die Werkzeugmaſchinen f. d. Maſchinenbau.

Anſtatt der Zahnſtange wird bei den Hobelmaſchinen von Whitworth eine Schraubenſpindel zur Bewegung des Tiſches benutzt, wie aus Fig. 543[1]) erſichtlich iſt, worin A die unter dem Tiſche angebrachte Schraubenſpindel bedeutet, deren aus zwei Theilen M_1 und M_2 beſtehende Mutter mit dem Tiſche feſt verbunden iſt. Da dieſe Maſchinen mit einem drehbaren Stichelhalter verſehen ſind, welcher das Hobeln für beide Bewegungen des Tiſches geſtattet, ſo findet der Hingang und Hergang deſſelben mit gleicher Geſchwindigkeit ſtatt, und zwar wird zur Umkehr der Bewegung das in Th. III, 1, Fig. 650 angegebene coniſche Wechſelgetriebe angewandt, wie es in Fig. 544 dargeſtellt iſt. Hierbei empfängt das auf der Schraubenſpindel befeſtigte Kegelrad A die Bewegung abwechſelnd von dem Getriebe B oder C, von denen B feſt auf der Vorgelegswelle D angebracht, während C mit der Riemſcheibe R_1 verbunden iſt.

Fig. 543.

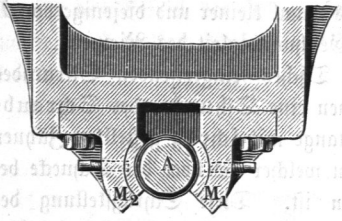
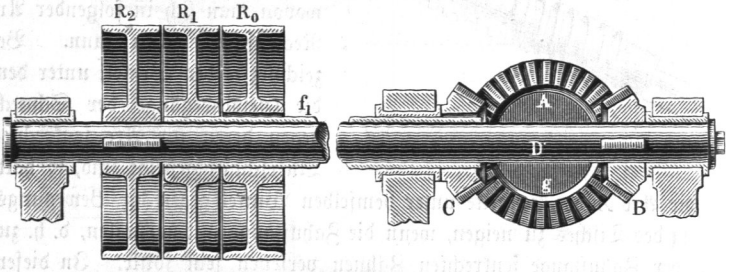


Fig. 544.



Die Riemſcheibe R_2 iſt ebenfalls auf der Axe D feſt, während die Leerſcheibe R_0 loſe auf der Röhre läuft, durch welche die Verbindung von C und R_1 bewirkt iſt.

Abweichend von den bisher beſchriebenen Einrichtungen hat man zur Bewegung des Tiſches von kleineren Hobelmaſchinen, ſowie namentlich auch zur Bewegung der den Stichel tragenden Barre von Feilmaſchinen und Stoßmaſchinen das Kurbelgetriebe verwendet. Um hierbei den Hub nach Bedarf zu verändern, iſt der Kurbelarm mit einem Schlitze oder einer Schleife verſehen, worin man den Kurbelzapfen verſtellen kann, um dem Kurbelhalbmeſſer die erforderliche Länge gleich dem halben Hub zu geben. Dieſem veränderlichen Kurbelhalbmeſſer entſprechend hat man, um die mittlere Geſchwindigkeit des Tiſches oder Stichelträgers in Einklang mit den

[1]) Hart, Die Werkzeugmaſchinen f. d. Maſchinenbau.

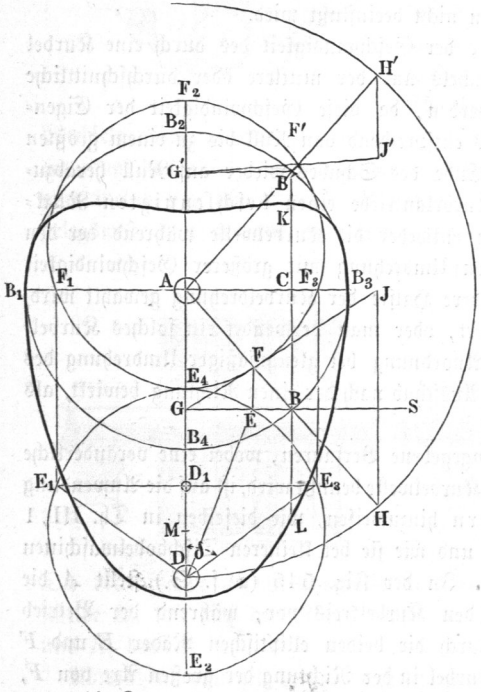
nach §. 147 für das Hobeln anzunehmenden Werthen zu bringen, auch die Umdrehungszahl der Kurbelwelle entſprechend zu verändern, derart, daß dieſe um ſo größer gewählt wird, je kleiner der Kurbelarm angenommen wird, und umgekehrt. Man bedient ſich hierzu allgemein der aus Th. III, 1 bekannten Stufenſcheiben, über deren Anordnung und Wirkungsweiſe an jener Stelle das Nähere angegeben wurde. Hierin unterſcheidet ſich der Antrieb der durch eine Kurbel bewegten Hobelmaſchinen weſentlich von den vorbeſprochenen Maſchinen mit Zahnſtangen oder Schraubenbewegung, welche Stufenſcheiben nicht erfordern, da bei ihnen die Geſchwindigkeit des Tiſches von der Ausſchublänge deſſelben nicht beeinflußt wird.

Selbſtverſtändlich kann unter der Geſchwindigkeit des durch eine Kurbel angetriebenen Tiſches oder Stichels nur der mittlere oder durchſchnittliche Werth derſelben verſtanden werden, da dieſe Geſchwindigkeit der Eigenthümlichkeit des Kurbelgetriebes entſprechend von Null bis zu einem größten Werthe zunimmt, um gegen Ende des Schubes wieder auf Null herabzuſinken. Um auch bei dem Kurbelantriebe einen beſchleunigten Rückgang zu erhalten, kann man entweder die Kurbelwelle während der den Rückgang veranlaſſenden halben Umdrehung mit größerer Geſchwindigkeit umdrehen, als ſie für die andere Hälfte der Kurbeldrehung gewählt wird, die dem Vorwärtsgange zugehört, oder man verwendet ein ſolches Kurbelgetriebe, das vermöge ſeiner Anordnung bei gleichmäßiger Umdrehung des Kurbelarmes einen ſchnelleren Ausſchub nach der einen Richtung bewirkt, als nach der entgegengeſetzten.

In Bezug auf das zuerſt angegebene Verfahren, wobei eine veränderliche Umdrehungsgeſchwindigkeit der Kurbelwelle benutzt wird, iſt auf die Anwendung von zwei elliptiſchen Rädern hinzuweiſen, wie dieſelben in Th. III, 1 näher beſprochen worden ſind, und wie ſie bei kleineren Tiſchhobelmaſchinen zuweilen Verwendung finden. In der Fig. 545 (a. f. S.) ſtellt A die Kurbelaxe und $B_1 B_2 B_3 B_4$ den Kurbelkreis vor, während der Betrieb auf A von der Axe D aus durch die beiden elliptiſchen Räder E und F übertragen wird. Steht die Kurbel in der Richtung der großen Axe von F, und geſchieht die Schiebung auf den Tiſch oder Stichelträger der Hobelmaſchine durch eine hinreichend lange Stange ſenkrecht zu AD nach der Richtung von $B_1 B_3$, ſo erfolgt der Vorwärtsgang während einer Umdrehung der Axe D durch den Bogen $E_1 E_2 E_3$ hindurch, wogegen die Bewegung des Rückganges dem kleineren Drehungswinkel $E_3 E_4 E_1$ entſpricht. In Th. III, 1 wurde angegeben, wie man für jede beliebige Stellung der Kurbel in AB oder AB' die zugehörige Geſchwindigkeit des Schlittens mittelſt der Conſtructionen $AHGJ$ und $AH'G'J'$ finden kann, und es ergab ſich durch Auftragen der ſo gefundenen Geſchwindigkeit HJ und $H'J'$ zu beiden Seiten von $B_1 B_2$ gleich CL und CK die Curve $B_1 K B_3 L$, die

von den Geſchwindigkeiten des Schlittens ein anſchauliches Bild giebt. Insbeſondere iſt aus dem Verlaufe des oberhalb von $B_1 B_3$ gelegenen Curventheils zu erſehen, daß die Geſchwindigkeit bei dem Hobeln von dem Nullwerthe in B_1 ſehr ſchnell ſich zu einem Betrage erhebt, der während des ganzen Vorwärtsganges nur wenig veränderlich iſt, um ſich gegen das Ende der Arbeitsbewegung ebenſo ſchnell wieder bis zu Null in B_3 zu verkleinern. Der Rückgang dagegen erfolgt entſprechend dem unteren Curvenzweige mit einer großen Beſchleunigung während der erſten Hälfte und einer gleichen Verzögerung in der zweiten. Bedeutet $2a$ die Entfernung der beiden Axen AD und bezeichnet δ den Winkel E_4DE_3, ſo iſt das Verhältniß der für den Vorwärts- und den Rückgang erforderlichen Zeiten durch $\frac{180 - \delta}{\delta}$ ausgedrückt.

Fig. 545.



Man erhält die Größe der Excentricität für die Ellipſen durch

$$e = a \frac{cos\ \delta}{1 + sin\ \delta}.$$

Bezeichnet w die conſtante Winkelgeſchwindigkeit von D und r die Länge des Kurbelarmes, ſo beſtimmen ſich die beiden Geſchwindigkeiten in der Mitte des Schubes bei dem Vor- und Rückgange zu

$$c_1 = rw \frac{a-e}{a+e} \text{ u. } c_2 = rw \frac{a+e}{a-e},$$

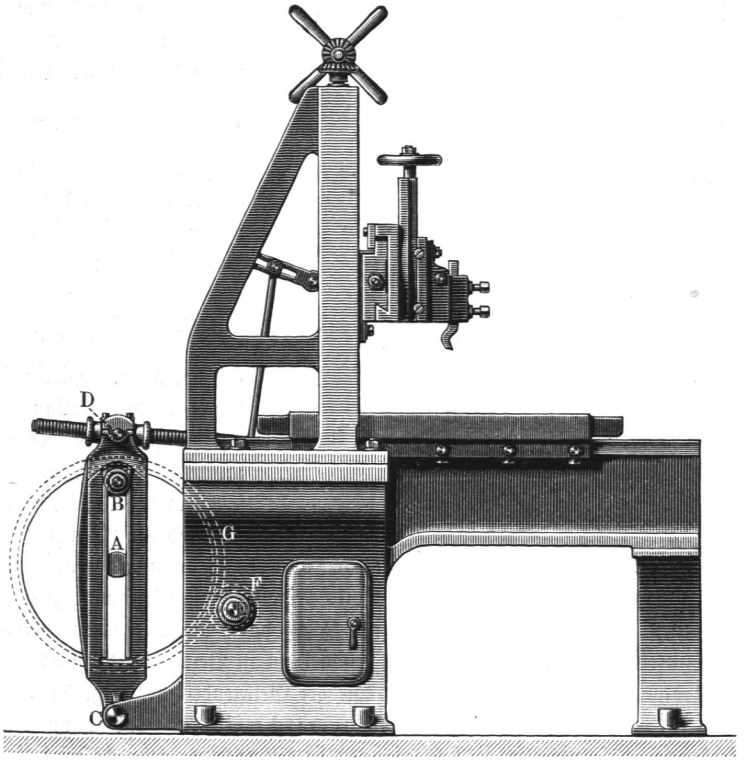
wenn die Länge der Schubſtange hinreichend groß vorausgeſetzt wird, um von deren Neigung gegen die Schubrichtung abſehen zu dürfen.

Zur Erzielung eines ſchnellen Rücklaufes hat man insbeſondere die Getriebe der oscillirenden und der rotirenden Kurbelſchleife in Anwendung gebracht, hinſichtlich deren auf das in Th. III, 1 darüber Geſagte verwieſen werden kann, ſo daß hier die folgenden Bemerkungen genügen.

Bei der Verwendung der oscillirenden Kurbelſchleife zu Hobelmaſchinen, Fig. 546, wird die Kurbelwelle A mit gleichmäßiger Geſchwindigkeit umgedreht, wobei der Kurbelzapfen B mit einem darauf befindlichen Gleitlager in dem Schlitze des um C ſchwingenden Hebels CD ſich verſchiebt, an

deſſen freiem Ende bei *D* die Schubſtange für die Bewegung des Hobelſchlittens angebracht iſt. Da der Kurbelzapfen *B* in verſchiedenem Abſtande von *A* befeſtigt werden kann, gemäß der jeweiligen Länge des zu erzielenden Ausſchubes, ſo empfängt die Kurbelwelle eine mehr oder minder große Umdrehungsgeſchwindigkeit vermittelſt einer Stufenſcheibe auf der Vorgelegswelle *E*, die der Kurbelwelle die Bewegung durch die beiden Stirnräder *F* und *G* mittheilt. Die Schubſtange iſt dabei mittelſt des auf ihr befind-

Fig. 546.

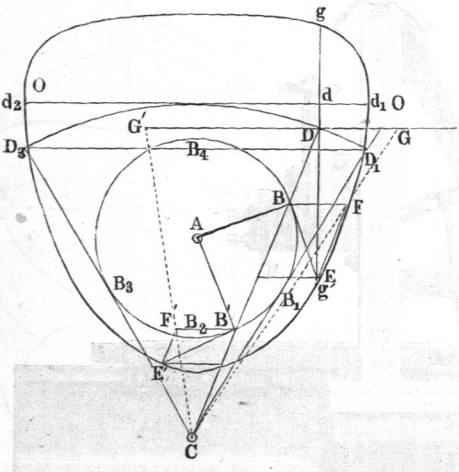


lichen Schraubengewindes und zweier Muttern derartig in ihrer Länge veränderlich gemacht, daß man das auf dem Tiſche befeſtigte Arbeitsſtück zu Beginn des Hubes immer in die richtige Stellung vor der Stichelſchneide bringen kann, wie groß man auch den Ausſchub gewählt haben möge. Bei den Beſtoßmaſchinen, bei welchen dieſer Mechanismus eine häufigere Verwendung findet, pflegt man den letztgedachten Zweck nicht durch eine Veränderung in der Länge der Schubſtange, ſondern in der Regel durch eine

Verſetzung des Zapfens zu erzielen, an dem die Schubſtange den Stichelträger ergreift.

Ueber die Wirkungsweiſe dieſes Getriebes giebt die Fig. 547 Aufklärung. Es iſt daraus erſichtlich, daß die Größe des Ausſchubes unter Annahme einer hinlänglichen Länge der Schubſtange, deren mittlere Lage etwa in GG' gegeben ſein mag, durch $D_1 D_3$ dargeſtellt iſt, ſo daß die dieſen Punkten zugehörigen Lagen der Schwinge CD den Kurbelkreis in B_1 und B_3 berühren. Daher verhalten ſich die Zeiten des Vorwärtsganges und des Rücklaufes wie die Kreisbögen $B_1 B_4 B_3$ und $B_3 B_2 B_1$, und man erhält die Geſchwindigkeit des Schlittens in den mittleren Lagen der Schwinge

Fig. 547.



bei dem Vorwärtsgange, wenn die Kurbelwarze in B_4 ſteht, zu $c_1 = v \dfrac{l}{a+r}$, während bei dem Rücklaufe, in der Stellung des Kurbelzapfens in B_2, dieſe Geſchwindigkeit zu

$$c_2 = v \frac{l}{a-r}$$

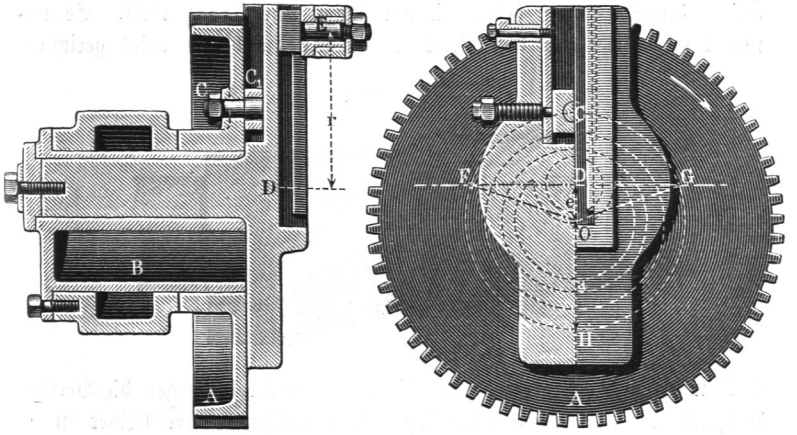
ſich berechnet. Hierin bedeutet v die Umfangsgeſchwindigkeit des Kurbelzapfens, r die Länge des Kurbelarmes AB, a den Abſtand der Axen AC und l die Länge CD der Schwinge. Die in der Figur angegebene Curve $d_1 g d_2 D_3 g$ ſtellt in ähnlicher Art wie in Fig. 545 die Geſchwindigkeit des Schlittens für jeden Punkt des Weges $D_1 D_3$ durch die Ordinaten oberhalb und unterhalb der Linie OO vor, und man kann in Bezug auf die Bewegung ganz ähnliche Bemerkungen machen, wie bei Gelegenheit der Fig. 545.

Die Art, wie die rotirende Kurbelſchleife zur Erzeugung eines ſchnellen Rücklaufes bei Beſtoßmaſchinen in Anwendung gebracht wird, zeigt Fig. 548[1]), welche die von Whitworth angegebene und nach ihm oft benannte Einrichtung vorſtellt. Der Antrieb erfolgt hierbei auf das Stirnrad A, das auf die in dem Lagergeſtell befeſtigte Hülſe B loſe aufgeſteckt und mit dem als Kurbelwarze dienenden Zapfen C verſehen iſt. In einer excentriſchen Bohrung dieſer Hülſe dreht ſich die vordere Schlitz-

[1]) Hart, Die Werkzeugmaſchinen f. d. Maſchinenbau. Dieſem Werke ſind auch die Figuren 550 bis 555 entnommen.

kurbel D mit ihrer Axe, und zwar empfängt dieſelbe ihre Bewegung von dem Kurbelzapfen C des Rades A, indem dieſer Zapfen mittelſt eines Gleitſtückes C_1 in eine auf der Rückſeite von D angebrachte Führungsnuth eingreift. Der zur Bewegung des Stichelträgers dienende Kurbelzapfen E iſt in dem vorderen Schlitz der Kurbel D verſtellbar gemacht, ſo daß man durch die Verſtellung dieſes Zapfens dem Ausſchub des Schlittens die gewünſchte Größe geben kann, die ſich gleich dem doppelten Abſtande des Zapfens E von der Axe D wie bei jeder gewöhnlichen Kurbel ergiebt. Offenbar beſtimmt die wagerechte Lage FG der Kurbel D in den beiden Schnitten F und G mit der Kreisbahn von C die den Wechſeln der Schlittenbewegung zugehörigen Stellungen des Zapfens C, und man erhält

Fig. 548.



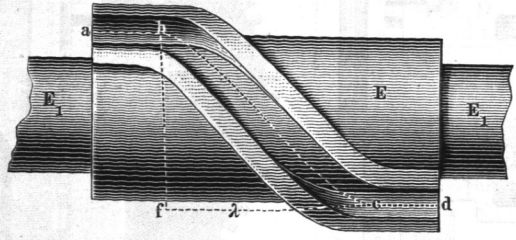
wiederum das Verhältniß der Zeiten für den Vorſchub und den Rücklauf gleich demjenigen der beiden Kreisbögen GHF und FCG.

Bezeichnet man hier mit e die Excentricität OD der beiden Axen von A und D, iſt a der Abſtand OC des Zapfens C von der Drehaxe des Rades A, und ſetzt man wieder den Kurbelhalbmeſſer DE gleich r, ſo ergiebt ſich bei einer Geſchwindigkeit v des Zapfens C die Geſchwindigkeit des Schlittens in der Wegmitte bei dem Vorwärtsgange zu: $c_1 = v\,\dfrac{r}{a+e}$ und für den Rückgang zu: $c_2 = v\,\dfrac{r}{a-e}$.

Die in den einzelnen Punkten der Bewegung ſtattfindenden Geſchwindigkeiten kann man durch ein Diagramm in ähnlicher Art, wie in Fig. 545 und 547, zur Anſchauung bringen, der Entwurf einer ſolchen graphiſchen Darſtellung wird Schwierigkeiten nicht bieten.

§. 153. **Umsteuerungen.** Wie ſchon in §. 151 angeführt worden iſt, erfolgt die ſelbſtthätige Umſteuerung der Tiſchbewegung bei den Hobelmaſchinen, deren Betrieb nicht durch eine Kurbel geſchieht, durch zwei an dem Tiſche angebrachte Anſchlagſtifte oder Stoßknaggen, deren Stellung an dem Tiſche nach Belieben dem jeweiligen Ausſchube deſſelben entſprechend verändert werden kann. Bei der durch Fig. 538 erläuterten Maſchine treffen dieſe Knaggen am Ende des Schubes gegen einen kleinen Schlitten, der mit einem nach unten hervorragenden Stifte in die Nuth $abcd$ des auf einer Hülfsaxe E_1 befindlichen Cylinderſtückes E eintritt, Fig. 549, wodurch dieſem Stücke und der Axe E_1 eine Umdrehung um einen beſtimmten Winkel α nach rechts oder links ertheilt wird. Wie man dieſe ſchwingende Bewegung von E_1 zur Verſchiebung der die Riemgabeln tragenden Schiene mit Hülfe eines Hebels benutzen kann, bedarf einer weiteren Ausführung nicht. Es mag nur bemerkt werden, daß die Nuth an der die beiden axial gerichteten

Fig. 549.

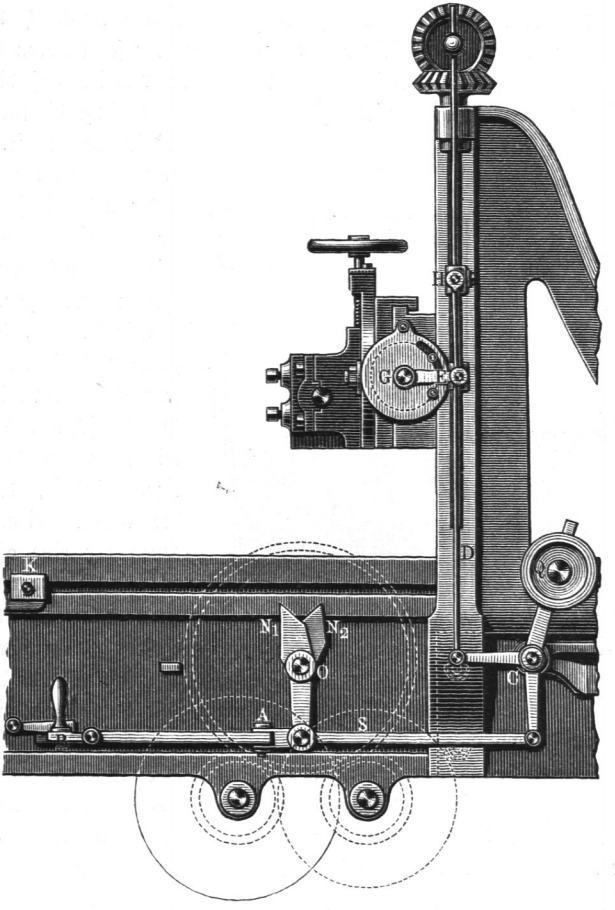


Stellen ab und cd verbindenden Uebergangsſtrecke bc gegen die Verſchiebungsrichtung unter einem Winkel geneigt ſein muß, der kleiner iſt als $90^0 - \varrho$, unter ϱ den Reibungswinkel verſtanden, wenn die beabſichtigte Wirkung überhaupt ſtattfinden ſoll. Die zu der gedachten Drehung des Curvenſtückes E um den Winkel α erforderliche Verſchiebung beſtimmt ſich durch die Länge $fc = \lambda$, um welche die Endpunkte der gedachten Uebergangsſtrecke in der Richtung der Axe von einander entfernt ſind. Da nun die Schwingung der Axe E_1 ebenfalls auch zur Fortrückung des Stichels benutzt wird, ſo iſt erſichtlich, daß die dem Tiſche mitzutheilende Bewegung die Arbeitslänge des Werkſtückes mindeſtens um jenen Betrag λ übertreffen muß, damit eine Schaltung des Stichels nicht erfolge, während derſelbe noch mit dem Arbeitsſtücke in Verbindung iſt.

Eine ſehr gebräuchliche Umſteuerung für Hobelmaſchinen iſt durch Fig. 550 dargeſtellt. Hierbei wirken die durch Klemmſchrauben an dem Tiſche befeſtigten Anſtoßknaggen K abwechſelnd gegen die eine oder andere der beiden Naſen N_1 und N_2 eines um O drehbaren Hebels, deſſen unteres Ende die entſprechende Verſchiebung der Stange S bewirkt. Dieſe Stange veranlaßt

durch einen bei *A* angeſchloſſenen Winkelhebel *B* die Verſtellung der Riemgabel in einer zur Zeichnungsebene ſenkrechten Richtung, während der Winkelhebel *C* dazu dient, die ſenkrechte Schubſtange *D* zu bewegen, wodurch der Schalthebel *E* mittelſt einer Schiebklaue das auf der Schraubenſpindel *G* befeſtigte Schaltrad um einen oder mehrere Zähne fortſchiebt, ſo daß hier-

Fig. 550.

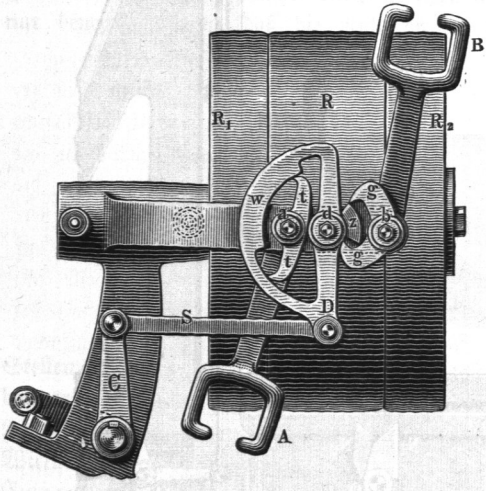


durch die gewünſchte Querverſtellung des Supports erzielt wird. Da der letztere je nach der Höhe des Arbeitsſtückes in verſchiedener Höhenlage eingeſtellt werden muß, ſo iſt die Möglichkeit einer ſteten Bewegungsübertragung auf die Querſchraube *G* dadurch erzielt, daß die Schubſtange *D* in der ganzen Höhe durchgeführt iſt, und mittelſt der darauf verſtellbaren

Hülſe H immer die Verbindung mit dem Schalthebel E bewirkt werden kann. Bei anderen Maſchinen wird dieſer Zweck durch die Verwendung einer ſenkrecht verſchieblichen Zahnſtange erreicht, die mit einem auf der Querſchraube befindlichen kleinen Zahnrade in ſtetigem Eingriffe iſt, wie dies bereits gelegentlich der Fig. 538 angeführt wurde. Dieſes während der Umſteuerung in kleinem Bogen ſchwingende Zahnrad iſt mit der Schiebklinke für die Querſchaltung verbunden.

Ein auf der Axe des Winkelhebels C angebrachtes Gewicht Q hält nicht nur den Steuerapparat in ſeinen beiden Grenzlagen feſt, ſondern hilft auch die mittlere Todtlage überwinden, in welcher ein Antrieb auf die Hobelmaſchine von dem Riemen nicht erfolgen kann, da derſelbe hierfür auf die Losſcheibe läuft. Denſelben Zweck hat man bei anderen Umſteuerungen auch durch Federn erreicht, wie aus den folgenden Beiſpielen hervorgeht.

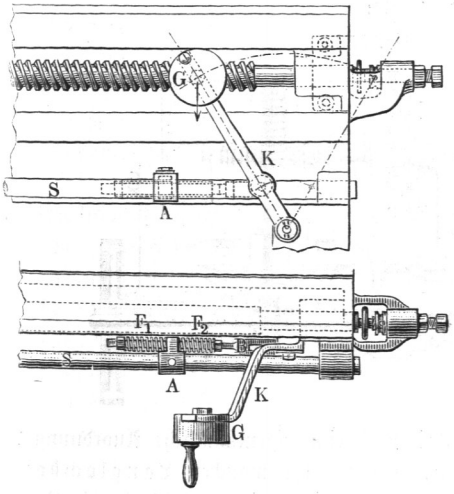
Fig. 551.



Die in Fig. 551 dargeſtellte Umſteuerung, wie ſie von Sellers bei ſeinen Hobelmaſchinen verwendet wird, iſt in der Weiſe eigenthümlich, daß jeder der beiden Riemen, von denen der eine offen und der andere gekreuzt iſt, unabhängig von dem anderen verſchoben wird, zu welchem Ende die beiden Riemgabeln A und B um geſonderte Bolzen a und b drehbar ſind. Die Umſteuerung bewirkt hierbei der Hebel D, der um einen zwiſchen den beiden Riemgabelaxen befindlichen Bolzen d ſchwingt, ſobald er durch die Wirkung der am Tiſche befeſtigten Anſtoßknaggen mittelſt des Winkelhebels C und der Schubſtange S bewegt wird. Dieſer Hebel iſt einerſeits mit dem Zahne z verſehen, der auf die Zinken einer auf der Axe von B befindlichen Gabel g einwirkt, während andererſeits mit dem Steuerhebel D der halbkreisförmige Bogen w verbunden iſt, deſſen beide Anſätze im Inneren auf die Zinken des mit a verbundenen Doppelarmes t einwirken. In der gezeichneten Lage, welche der mittleren Todtſtellung entſpricht, laufen die beiden Riemen auf die beiderſeits angeordneten Losſcheiben R_1 und R_2, ſo daß eine Bewegungsübertragung in dieſem Augenblicke durch die Riemen nicht erfolgt.

Schiebt man dagegen die Stange S nach links, ſo gelangt in Folge der Wirkung von z auf g der durch B laufende Riemen auf die rechte Hälfte der feſten Scheibe R, ſo daß der Tiſch nach der einen Richtung bewegt wird. Wenn man nach erfolgtem Ausſchube des Tiſches dann den Steuerhebel D aus ſeiner äußerſten Lage links wieder nach rechts bewegt, ſo wird zunächſt die Gabel B wieder über die Losſcheibe R_2 geführt, und bei einer weiteren Bewegung des Steuerhebels über die mittlere Lage hinaus gelangt die Gabel A durch die Wirkung der Anſätze von w auf den Doppelhebel t über die linke Hälfte der Feſtſcheibe R, ſo daß nunmehr dem Tiſche die entgegengeſetzte Bewegung ertheilt wird. Die Zähne des Steuerhebels und die Naſen der mit den Riemgabeln verbundenen Arme ſind demnach ſo zu formen, daß bei jeder Umſteuerung immer zunächſt der treibende Riemen vollſtändig auf ſeine Leerſcheibe übergeführt wird, und daß erſt, wenn dies geſchehen iſt, eine Ueberführung des anderen Riemens auf die Feſtſcheibe erfolgt. Da die beiden Riemen von zwei verſchieden großen Trommeln auf der Deckenvorgelegswelle ablaufen, ſo erreicht man bei dieſer Maſchine in einfacher Art den ſchnellen Rücklauf.

Fig. 552.



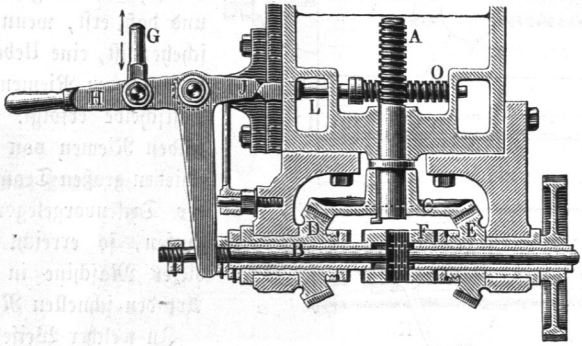
In welcher Weiſe man vermittelſt Federn die Ueberwindung des Todtpunktes erzielen kann, geht aus Fig. 552 hervor. Hierbei empfängt die an dem Bett der Maſchine entlang geführte Stange S durch die Wirkung der Anſtoßknaggen eine Verſchiebung, die ſie mittelſt eines Bolzens B auf den mit Fallgewicht verſehenen Kipphebel K überträgt. Dieſer Bolzen, der durch ein Gelenk an den Kipphebel K angeſchloſſen iſt, empfängt die Bewegung von dem auf der Stange S befeſtigten Auge A durch die Vermittelung von zwei Schraubenfedern F_1 und F_2, die, loſe auf den Bolzen B aufgeſchoben, zwiſchen dem Auge A und den beiderſeitigen Anſätzen des Bolzens befindlich ſind. Hiernach iſt es klar, daß bei einer Verſchiebung der Stange S nach rechts zunächſt ein Zuſammendrücken der Feder F_2 bis zu ſolchem Betrage ſtattfindet, daß die auf den Kipphebel K wirkſame Kraft eine Bewegung deſſelben nach rechts zur Folge hat, und daß in der mittleren Todtſtellung des Kipphebels die Spannung der Feder eine

weitere Bewegung über dieſe Lage hinaus und ein Ueberkippen nach rechts veranlaßt. Hat der Schwerpunkt des Gewichtes G den Abſtand l von der Axe des Kipphebels und iſt der Angriffspunkt des Bolzens um die Länge a von dieſer Axe entfernt, ſo erhält man die Kraft P, bis zu welcher die Feder zuſammengedrückt wird, bevor der Hebel ſich bewegt, durch die Gleichung

$$P a \cos\alpha = G l \sin\alpha \text{ zu } P = G \frac{l}{a} tg\,\alpha;$$

wenn G das Gewicht und α den Neigungswinkel des Kipphebels gegen die ſenkrechte Stellung in der äußerſten Grenzlage bedeutet. Da mit abnehmender Größe von α die zur Bewegung des Hebels erforderliche Kraft jener Formel gemäß ſtetig abnimmt, ſo erkennt man hieraus, daß die Feder die zuvor angegebene Wirkung ausübt.

Fig. 553.



Es möge bei dieſer Gelegenheit noch eine eigenthümliche Anordnung der Umſteuerung angeführt werden, wie ſie bei manchen Langlochbohrmaſchinen zur Anwendung gekommen iſt. Hierbei geſchieht die Längsbewegung des Schlittens, der die Bohrſpindel trägt, durch eine Schraubenſpindel A, Fig. 553, der von einer Queraxe B eine Drehung in dem einen oder anderen Sinne ertheilt wird, je nachdem das Kegelrad C der Schraubenſpindel von dem Getriebe D oder E der Queraxe angetrieben wird. Dieſe beiden Getriebe ſitzen loſe auf der Queraxe B, und können mit derſelben durch die verſchiebliche Kuppelungshülſe F verbunden werden, zu welchem Zwecke nicht nur dieſe Hülſe beiderſeits, ſondern auch die Naben der Getriebe mit entſprechenden Zähnen verſehen ſind. Zur Verſchiebung dient eine die hohle Queraxe B durchſetzende Stange, die mittelſt eines durch einen Schlitz heraustretenden Querkeils die Hülſe ergreift, und welche die zur Umſteuerung erforderliche Verſchiebung von dem Winkelhebel H empfängt, deſſen Schwingung durch die Zugſtange G von den Anſtoßknaggen des

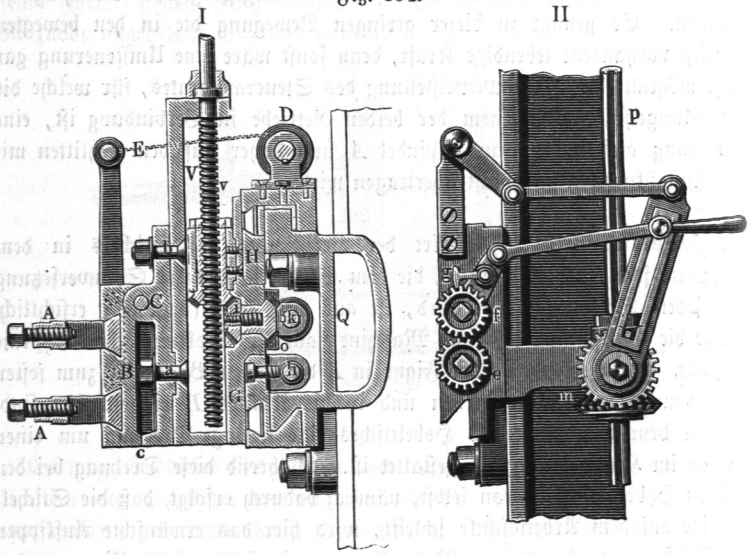
Bohrſchlittens in der gewöhnlichen Weiſe veranlaßt wird. Dieſer Winkelhebel H iſt rückwärts zu dem Arme J verlängert, der mit ſeiner keilförmigen Endigung gegen einen entſprechenden Keil oder eine Schneide trifft, die an dem freien Ende des Bolzens L befindlich iſt. Da dieſer Bolzen durch die auf ihn geſchobene Schraubenfeder O ſtetig nach außen gedrückt wird, ſo findet vermöge dieſer Anordnung ein Feſtſtellen des Winkelhebels in den beiden Grenzlagen ſtatt, die dem eingerückten Zuſtande der Kuppelung entſprechen. Bei erfolgender Umſteuerung drückt der Winkelhebel mittelſt der einen Seitenfläche der keilförmigen Endigung bei J zunächſt den Federbolzen zurück, ſo daß in der mittleren Stellung, in welcher die beiden Schneiden ſich ſcharf gegen einander ſtützen, die geringſte Bewegung genügt, um durch den Druck der Feder den Winkelhebel in die entgegengeſetzte Grenzlage zu verſetzen. Es genügt zu dieſer geringen Bewegung die in den bewegten Maſſen vorhandene lebendige Kraft, denn ſonſt wäre eine Umſteuerung gar nicht möglich, da in der Mittelſtellung des Steuerapparates, für welche die Kuppelungshülſe mit keinem der beiden Getriebe in Verbindung iſt, eine Bewegung auf die Schraubenſpindel A und daher auf den Schlitten mit den Anſtoßknaggen gar nicht übertragen wird.

Stichelführung. Die Art der Befeſtigung des Stichels in dem Support, ſowie die Bewegung, die dem Stichel behufs der Spanverſetzung nach jedem Schnitte ertheilt wird, iſt aus Fig. 554 (a. f. S.) erſichtlich, welche die Einrichtung bei einer Maſchine nach dem Sellers'ſchen Syſteme darſtellt. Man erkennt in der Figur in A die beiden Bügel, die zum feſten Einſpannen des Stichels dienen und in die Klappe B eingeſchoben ſind, der bei dem Rückgange des Hobeltiſches eine geringe Drehung um einen Bolzen im Klappenträger C geſtattet iſt. Während dieſe Drehung bei den meiſten Hobelmaſchinen von ſelbſt, nämlich dadurch erfolgt, daß die Stichelſchneide auf dem Arbeitsſtücke ſchleift, wird hier das erwünſchte Aufkippen des Stichels von der kleinen Rolle D aus mit Hülfe eines Riemens oder einer Schnur E erzielt, die einerſeits an der Rolle D und andererſeits an einem mit der Klappe B verbundenen Arme befeſtigt iſt. Dieſer Rolle wird nach jedesmaligem Wechſel der Tiſchbewegung durch den Umſteuerapparat eine geringe Drehung in der einen oder anderen Richtung ertheilt, ſo daß vor dem beginnenden Rückgange des Tiſches durch Aufwickelung der Schnur auf die Rolle D die Klappe B aufgekippt und die Stichelſchneide in eine erhobene Lage gebracht wird, in der ſie während des ganzen Rückganges verbleibt, bis vor dem Beginne des darauf folgenden Vorwärtsganges durch die entgegengeſetzte Umdrehung von D und Abwickelung der Schnur der Stichel wieder in die für den Schnitt erforderliche Stellung zurückkehrt. Die Klappe ſtemmt ſich hierbei in Folge des bei dem Schneiden auf den §. 154

Stichel ausgeübten Widerſtandes feſt gegen den Anſatz *c* an dem Klappenträger.

Die Figur läßt erkennen, wie der Klappenträger *C* mittelſt der beiden Schrauben *a* und *b* mit dem Verticalſchlitten *V* verbunden iſt, und man kann der Klappe dabei eine kleine Drehung um den Bolzen *a* nach links oder rechts ertheilen, zu welchem Ende der Träger *C* für den Bolzen *b* mit einem kreisbogenförmigen, um *a* concentriſchen Schlitze verſehen iſt. Es wurde ſchon oben angegeben, daß eine dem entſprechende Neigung der Klappe erforderlich iſt, ſobald die Verſetzung des Stichels durch die Schraube *v* des Verticalſchlittens *V* geſchieht, weil man durch das Aufkippen der Klappe ein Ablöſen der Stichelſchneide von der gehobelten Fläche nicht würde erreichen können, wenn die Drehaxe, um welche dieſes Aufklappen erfolgt, ſenkrecht zu der Schraube *v* wäre. Die Verſtellung des Stichels in verticaler Richtung wird durch die Umdrehung der Schraubenſpindel *v* bewirkt, indem dieſe Spindel mit dem verſchieblichen Schlittenſtücke *V* derart verbunden iſt, daß ſie wohl einer Drehung, aber nicht einer Verſchiebung gegen dieſes Schlittenſtück befähigt iſt, und da andererſeits die zugehörige Mutter dieſer Spindel unwandelbar feſt mit dem Führungsſtücke *G* vereinigt iſt, ſo wird bei einer Umdrehung der Spindel dieſelbe und mit ihr auch das Schlittenſtück *V* die beabſichtigte Verſchiebung annehmen. Man hat in dem vorliegenden Falle dieſe Anordnung einer an der Verſchiebung theilnehmenden Schraubenſpindel gewählt, entgegen der meiſt gebräuchlichen Einrichtung

Fig. 554.



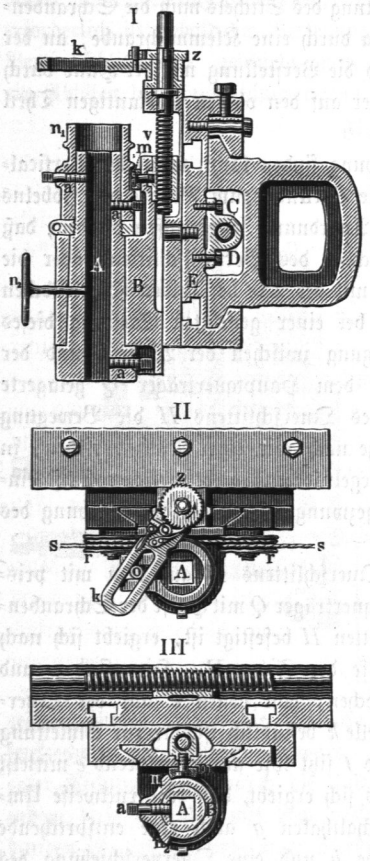
einer verſchieblichen Mutter, wie ſie auch für die horizontale Bewegung durch die Schraubenſpindel *h* in Anwendung gebracht iſt, weil man dadurch in bequemer Weiſe eine ſelbſtthätige Verticalverſchiebung des Stichels erzielen kann. Zu dieſem Behufe iſt nämlich das Muttergewinde für die Schraube *v* in einer cylindriſchen Hülſe *l* enthalten, die in einem Halslager am feſten Führungsſtücke *G* drehbar gelagert iſt, und der man mit Hülfe der kleinen Kegelradgetriebe *i* und *o* von der Axe *k* aus eine Umdrehung ertheilen kann. In dieſem Falle der ſelbſtthätigen Schaltung des Stichels muß die Schraubenſpindel *v* in irgend welcher Weiſe, etwa durch eine Klemmſchraube, an der Umdrehung verhindert werden, während die Verſtellung mit der Hand durch Umdrehung der Schraube *v* mittelſt einer auf den oberen vierkantigen Theil geſetzten Handkurbel geſchieht.

Damit der Selbſtgang auch Verwendung finden kann, wenn der Verticalſchlitten in eine gegen das Loth geneigte Stellung zum Behufe des Hobelns ſchräger Flächen gebracht iſt, muß die Anordnung ſo getroffen werden, daß die Axe, um welche das Führungsſtück *G* des Verticalſchlittens oder die ſogenannte Lyra gedreht werden kann, mit der Axe der beiden Kegelrädchen *i* und *o* zuſammenfällt, damit auch bei einer geneigten Stellung dieſes Führungsſtückes die Bewegungsübertragung zwiſchen der Welle *k* und der Mutter *l* ermöglicht bleibt. Die in dem Hauptquerträger *Q* gelagerte Welle *k* iſt, um in jeder Stellung des Querſchlittens *H* die Bewegung vermitteln zu können, der ganzen Länge nach mit einer Nuth verſehen, in die ein im Inneren des treibenden Kegelrädchens *o* befindlicher Stift eingreift; dieſes Rädchen wird natürlich gezwungen, an der Verſchiebung des Horizontalſchlittens Theil zu nehmen.

Die wagerechte Verſchiebung des Querſchlittens *H* auf dem mit prismatiſchen Führungen verſehenen Hauptquerträger *Q* mit Hülfe der Schraubenſpindel *h*, deren Mutter an dem Schlitten *H* befeſtigt iſt, ergiebt ſich nach dem Vorangegangenen leicht mit Hülfe der Figur II. Hier ſind *e* und *f* zwei in einander greifende Zahnrädchen, von denen *e* auf der Querſchraube *h* und *f* auf der gedachten Welle *k* befindlich iſt, die zur Einleitung der Verticalverſtellung dient. Das Rad *f* ſitzt loſe auf *k*, während *e* mittelſt eines Keiles auf *h* befeſtigt iſt, woraus ſich ergiebt, daß eine ruckweiſe Umdrehung des Rades *f* durch den Schalthaken *g* auch eine entſprechende ſchrittweiſe Drehung der Querſchraube *h* und eine Querverſchiebung des Stichels zur Folge hat. Zur Erzielung der Verticalverſchiebung iſt neben *f* noch ein zweites ihm gleiches Rädchen angebracht, das feſt auf der Welle *k* befindlich iſt und nicht mit *e* im Eingriffe ſteht. Wenn man daher einen zweiten für dieſes Rad beſtimmten Schalthaken in daſſelbe einlegt, nachdem derjenige für *f* durch Umſchlagen aufgelöſt iſt, ſo wird die ruckweiſe Bewegung von *g* unmittelbar auf die Welle *k* übertragen, ohne daß die Schraube *h*

gedreht wird. Es iſt natürlich, daß man die Verſchiebung des Stichels niemals durch die beiden Schraubenſpindeln zugleich, ſondern ſtets nur mittelſt der einen vornehmen darf. Da die Schiebeklinke g zu beiden Seiten mit Naſen verſehen iſt, ſo kann man durch Umlegen derſelben die Fortrückung nach Belieben in der einen oder anderen Richtung vornehmen. Die Größe dieſer Fortrückung und damit die Stärke des abzunehmenden Spans beſtimmt ſich aus der Steigung s der die Verſchiebung bewirkenden Schraube und aus der Zähnezahl z des Schaltrades zu $\frac{s}{z}$ für jeden Zahn des Schaltrades.

Fig. 555.



Dadurch, daß man den Schub der Schiebeklinke veränderlich machen kann, hat man es in der Gewalt, je nachdem man das Schaltrad um einen, zwei oder mehrere Zähne dreht, die Dicke des Spanes entſprechend zu beſtimmen. Wie die Bewegung der Schaltklinke von der durch die Umſteuerungsvorrichtung in Schwingungen verſetzten ſtehenden Welle p mit Hülfe der Kegelrädchen m bewirkt wird, iſt aus der Figur nach dem Vorhergegangenen deutlich.

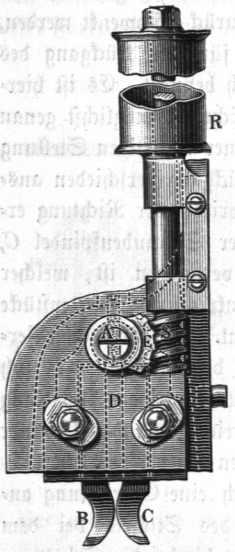
Die Einrichtung, welche von Whitworth gewählt iſt, um ein Hobeln ſowohl bei dem Hingange wie auch bei dem Rückgange des Tiſches zu ermöglichen, iſt durch Fig. 555 zur Anſchauung gebracht. Der Stichel findet hierbei Aufnahme in dem ſeiner ganzen Länge nach mit einer vierkantigen Höhlung durchſetzten Dorne A, in welchem die Befeſtigung des Stichels durch die Schrauben a bewirkt werden kann. Der außen ſchwach coniſch gebildete Dorn A iſt in dem Halter B drehbar gelagert, und zwar kann die Drehung genau um 180 Grad rückwärts und vorwärts geſchehen, indem zwei am oberen Theile des Dornes A befindliche Naſen n_1 und n_2, Fig. III, dadurch, daß ſie gegen den feſten Anſtoß m treffen, die Drehung genau auf eine halbe Umdrehung beſchränken. Die Drehung erhält der Stichel durch eine Schnur s, die in einer vollen Windung um den Hals des Stichelhalters

geſchlungen iſt, und deren beide Enden über Führungsrollen, wie *r* geleitet und an dem Umfange einer in der Figur nicht abgebildeten Rolle befeſtigt ſind. Wird dieſer Rolle durch den Umſteuerungsapparat bei jedesmaliger Umſteuerung eine Drehung in beſtimmtem Betrage abwechſelnd nach links und rechts ertheilt, ſo muß in Folge der angegebenen Einrichtung der Stichel jedesmal genau um eine halbe Umdrehung hin und zurück geſchwenkt werden, ſo daß die Schneide ſowohl für den Hingang wie für den Rückgang des Tiſches in der zur Arbeit erforderlichen Stellung ſich befindet. Es iſt hierbei nöthig, den Stichel ſo einzuſtellen, daß ſeine Schneide möglichſt genau in die Drehaxe des Halters *A* hineinfällt, weil bei einer einſeitigen Stellung die Spandicken für den Hingang von denen beim Rückgang verſchieden ausfallen würden. Die Fortrückung des Stichels in horizontaler Richtung erfolgt hier bei jedesmaliger Umſteuerung mittelſt der Schraubenſpindel *C*, deren Mutter *D* feſt mit dem Querſchlitten *E* verbunden iſt, welcher zwiſchen verticalen Führungsleiſten das zu dem ſenkrechten Schlittenſtücke ausgebildete Lager *B* des Stichelhalters *A* aufnimmt. Die ſenkrechte Verſchiebung des Stichels durch die Schraube *v* dient in dem Falle, wo es ſich um das Hobeln wagerechter Flächen handelt, nur zur gehörigen Anſtellung des Stichels im Beginne der Arbeit und wird aus freier Hand mittelſt einer auf das obere Vierkant der Schraubenſpindel geſteckten Kurbel bewirkt.

Es iſt jedoch an der vorliegenden Maſchine auch eine Einrichtung angegeben, um eine ſelbſtthätige Verticalverſtellung des Stichels bei dem Hobeln ſenkrechter Flächen zu erzielen, und zwar geht hierbei die Schaltung von dem Stichelhalter bei deſſen Drehung aus, wie Fig. II erkennen läßt. Es wird nämlich der auf das obere Ende der Schraubenſpindel *v* loſe aufgeſteckte Schalthebel *k* von einem Bolzen *o* ergriffen, der mittelſt eines beſonderen Aufſatzſtückes *l* mit dem Stichelhalter *A* verbunden iſt und in einem Schlitze des Schalthebels *k* freies Spiel hat, ſo daß die hin- und zurückſchwingende Bewegung des Stichelhalters auf den Schalthebel übertragen wird. Es muß übrigens bemerkt werden, daß bei dem Hobeln verticaler Flächen der Stichel wegen ſeiner einſeitigen Form und Stellung nur nach einer Richtung ſchneiden kann. Dies entſpricht einem Uebelſtande derartiger Maſchinen gegenüber den gewöhnlichen ſtets nur nach einer Richtung hin arbeitenden, inſofern man bei den letzteren durch die Anwendung eines beſchleunigten Rückganges den Zeitverluſt herabziehen kann, wogegen bei der vorliegenden Maſchine ſelbſtverſtändlich die Geſchwindigkeit der Tiſchbewegung für den Hin- und Rückgang von derſelben Größe iſt. Dieſem Umſtande und der ſchwierigen Behandlung der Maſchine insbeſondere hinſichtlich der genauen Einſtellung des Stichels dürfte es wohl hauptſächlich zuzuſchreiben ſein, warum derartige Maſchinen nur wenig Verwendung gefunden haben.

In Fig. 556[1]) iſt noch eine andere Einrichtung angegeben, die den Zweck einer Nutzleiſtung nach beiden Richtungen hin erfüllen ſoll. Hierbei ſind zwei Stichel B und C in demſelben Halter angebracht, deren Schneiden entgegengeſetzt gerichtet ſind. Um von dieſen beiden Sticheln immer nur den einen zur Wirkung zu bringen, iſt der Stichelhalter D um den Bolzen A drehbar gemacht, und es empfängt derſelbe aus der gezeichneten Mittellage eine Schwenkung nach links oder rechts mittelſt des auf dem Bolzen A befeſtigten Schneckenradſegmentes E, in das eine Schraube ohne Ende S eingreift, die durch eine um die Rolle R gewundene Schnur bei jedesmaligem Wechſel der Tiſchbewegung durch den Umſteuerapparat entſprechend gedreht wird.

Fig. 556.



§. 155. Grubenhobelmaſchinen[2]).

Für die Bearbeitung ſehr langer Gegenſtände, wie z. B. Geſtellrahmen von Maſchinen, würde die Anordnung der Hobelmaſchine in der bisher beſprochenen Bauart der Tiſchhobelmaſchinen eine ſehr beträchtliche Länge des Bettes erfordern, da hierbei die Führungsprismen eine Länge haben müſſen, die im Allgemeinen nahezu das Doppelte der größten Arbeitslänge beträgt. Um dieſen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, hat man die Grubenhobelmaſchinen ausgeführt, ſo genannt von der Grube, welche hierbei in der Regel zur Aufnahme der zu bearbeitenden Werkſtücke vorgeſehen wird. In Fig. 557 iſt eine Skizze von der Anordnung einer derartigen Maſchine gegeben, wie ſie in der Elſäſſiſchen Maſchinenfabrik zu Grafenſtaden für die größten Gegenſtände Verwendung findet. Man erſieht daraus die zu beiden Seiten der 13 m langen und 2,8 m breiten Grube feſt gelagerten gußeiſernen Längsrahmen A, in deren Führungsfurchen Querträger B mit hinreichend langen Führungsſtücken ſich verſchieben können. Jeder dieſer Querträger iſt auf beiden Seiten mit prismatiſchen Führungsleiſten verſehen, um auf jeder Seite einem Querſchlitten Aufnahme zu gewähren, der in gewöhnlicher Weiſe den Stichelhalter mit Verticalſchlitten u. ſ. w. trägt. Hierdurch iſt ebenfalls die Möglichkeit gegeben, bei der Bewegung des Querträgers ſowohl nach der einen wie nach der anderen Richtung zu hobeln.

[1]) J. Roſe, Modern Machine-Shop Practice, London.

[2]) ſ. u. A.: Armengaud, Publ. ind. T. I, Pl. 9—10; T. III, Pl. 13 etc.

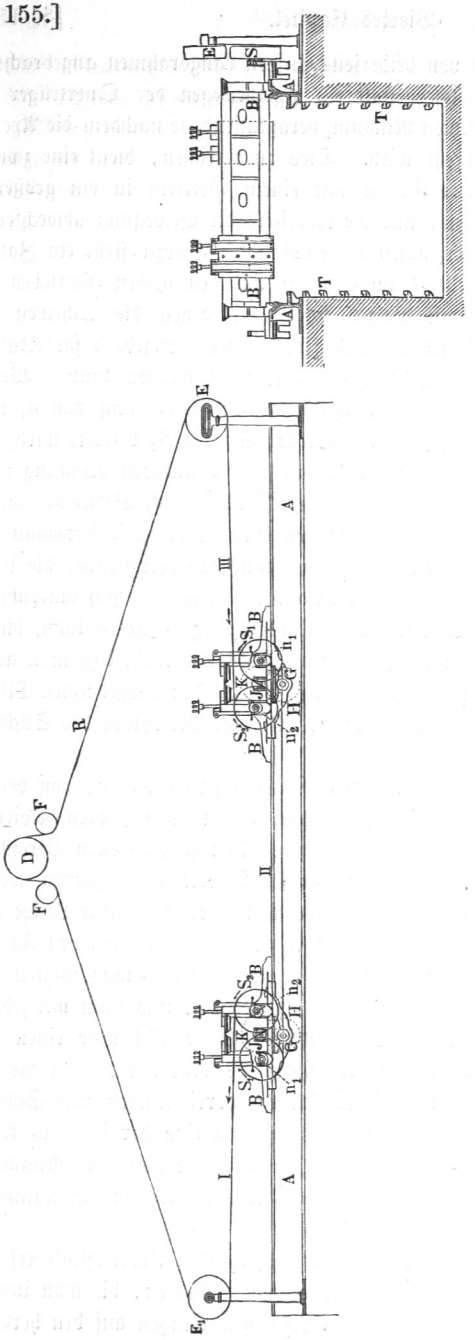


Fig. 557.

Die einem ſolchen Querträger und den damit verbundenen Sticheln zu ertheilende Verſchiebung erfolgt durch einen endloſen Riemen R, welcher von der Antriebſcheibe D oberhalb der Maſchine über die Leitrollen E und F geführt iſt, und der an jedem der gedachten Querträger zwei Scheiben S_1 und S_2 in entgegengeſetzten Richtungen umſchlingt. Es iſt leicht zu erſehen, daß bei dieſer Anordnung eine Umdrehung der beiden Scheiben S_1 und S_2 nach entgegengeſetzten Richtungen, wie die Pfeile ſie andeuten, eintreten muß, an welcher Stelle dieſe Querträger auch befindlich ſein mögen, indem wegen der parallelen Lage der Riemenſtücke I, II und III die erforderliche Länge des Riemens ganz unabhängig von der Stellung der Querträger eine conſtante Größe iſt. Zur Erzeugung der hin- und hergehenden Bewegung des Querträgers dient eine in demſelben gelagerte Axe G, die auf beiden Seiten Zahnrädchen

trägt, welche in die Zähne von beiderſeits an den Längsrahmen angebrachten Zahnſtangen eingreifen, ſolchergeſtalt ein Fortbewegen der Querträger in der einen oder entgegengeſetzten Richtung veranlaſſend, je nachdem die Axe G rechtsum oder linksum gedreht wird. Dies zu erreichen, dient eine zweite parallel zu G gelagerte Axe J, die mit einem Getriebe in ein größeres Zahnrad H und G einwirkt, und die ihrerſeits die Bewegung abwechſelnd von der Scheibe S_1 oder derjenigen S_2 empfängt. Hierzu ſteht ein Zahnrad K auf der Zwiſchenwelle J im Eingriff mit den beiden Getrieben n_1 und n_2, welche loſe auf den Bolzen ſitzen, auf denen die Scheiben S_1 und S_2 angebracht ſind, ſo jedoch, daß jedes dieſer Getriebe erforderlichen Falles mit der betreffenden Scheibe feſt verkuppelt werden kann. Wenn daher durch den Umſteuerapparat abwechſelnd die Kuppelung von n_1 mit der Scheibe S_1 oder des Getriebes n_2 mit der Scheibe S_2 bewirkt wird, ſo wird der Querträger bald in der einen, bald in der anderen Richtung verſchoben. Man kann die Größe dieſer Verſchiebung nach Bedürfniß durch Anſtoßknaggen regeln, die an den führenden Grundrahmen in gewöhnlicher Art verſtellbar angebracht ſind, und gegen welche das betreffende, die Umſteuerung veranlaſſende Glied trifft, ſobald der Querträger ſich hinreichend weit verſchoben hat. Die Art, wie dieſe Umſteuerung geſchehen kann, bietet beſondere Eigenthümlichkeiten nicht dar, auch iſt es natürlich, daß man auch hier den Umſteuerapparat in ähnlicher Weiſe wie bei den vorgedachten Tiſchhobelmaſchinen dazu benutzen kann, eine ſelbſtthätige Verſetzung des Stichels herbeizuführen.

Die beſprochene Maſchine iſt mit zwei Querträgern verſehen, von denen jeder einzelne vollſtändig unabhängig von dem anderen das Hobeln bewirken kann, ſelbſtverſtändlich jeder nur innerhalb des ihm zugewieſenen Bereiches der ganzen Länge. Man muß den einen dieſer Querträger entfernen, wenn es darauf ankommt, mit einem Stichel Furchen durch die ganze Länge der Maſchine zu hobeln. Da dies aber nur in vergleichsweiſe ſeltenen Fällen nöthig ſein wird, ſo hat man zur Vergrößerung der Leiſtungsfähigkeit der ganzen Maſchine die beiden Hobelapparate angeordnet, und kann mit jedem derſelben je nach Erforderniß ein beſonderes Arbeitsſtück oder einen beſtimmten Theil eines und deſſelben Arbeitsſtückes bearbeiten. Da hierbei dieſe beiden Apparate in Betreff ihrer Umſteuervorrichtungen und Schaltwerke zur Stichelverſchiebung ganz unabhängig von einander ſind, ſo kann auch die Arbeitslänge und daher die Anzahl der Schnitte in einer beſtimmten Zeit verſchieden ſein; die Geſchwindigkeit der Arbeitsbewegung iſt natürlich für alle Stichel dieſelbe.

Die Aufſpannung oder Befeſtigung der zu hobelnden Arbeitsſtücke erfolgt bei der gedachten Maſchine auf Querbalken von Gußeiſen, die man innerhalb der Grube einlegt und die ihre beiderſeitigen Stützen auf den hervor-

ragenden Knaggen T finden, mit denen die Seitenwände der Grube in verſchiedenen Höhen ausgerüſtet ſind, entſprechend den verſchieden großen Höhenabmeſſungen der zu bearbeitenden Gegenſtände. Daß man zur beſſeren Ausnutzung der Maſchine dieſelbe auch zum gleichzeitigen Abhobeln von zwei verſchiedenen hinter einander in der Grube aufgeſtellten Gegenſtänden von geringerer Länge benutzen kann, wurde ſchon bemerkt.

Als Haupterforderniß derartiger Hobelmaſchinen muß eine ſehr ſichere Führung der Querträger auf den Grundrahmen betrachtet werden, welche ein ſeitliches Schwanken möglichſt ausſchließt. Wenn dieſe Bedingung an ſich für alle Hobelmaſchinen gültig iſt, ſo hat ihre genaue Erfüllung bei der vorliegenden Bauart um ſo mehr Bedeutung, als hierbei die bewegte, in den Querträgern enthaltene Maſſe nur gering iſt im Vergleich zu derjenigen, die bei Tiſchhobelmaſchinen in Bewegung geſetzt wird, und ſomit durch das Beharrungsvermögen der Maſſe auch nur eine entſprechend geringere Gewähr für die Erzielung eines tadelloſen Schnittes geboten iſt. Hierzu tritt der Umſtand, daß gerade dieſe für die allergrößten Gegenſtände beſtimmten Maſchinen in der Regel auch beſonders großen Kräften unterworfen ſind, wie ſie dem Abſchälen der entſprechend dicken Späne entſprechen. Dieſe Umſtände dürften die Veranlaſſung ſein, weshalb man die hier beſprochene Bauart der Hobelmaſchinen mit feſtliegendem Arbeitsſtück und darüber hin beweglichem Stichel nur ſelten und nur da zur Verwendung bringt, wo, wie bereits angegeben, die Anordnung eines beweglichen Tiſches eine unbequeme Länge der ganzen Maſchine im Gefolge haben würde.

Blechkantenhobelmaſchinen. Zum Abhobeln der für den Bau von Dampfkeſſeln u. ſ. w. erforderlichen Bleche an ihren Rändern bedient man ſich einfacher Maſchinen, die mit den zuletzt angeführten Grubenhobelmaſchinen inſofern eine gewiſſe Uebereinſtimmung zeigen, als auch bei ihnen der zu bearbeitende Gegenſtand, die Blechtafel, unwandelbar feſtgelegt wird, und man das arbeitende Werkzeug an demſelben entlang führt. Das letztere iſt hierbei meiſt ein Stichel mit einer mehr meſſerartigen Schneide von genügender Länge, um das betreffende Blech in ſeiner ganzen Dicke zu bearbeiten. Demgemäß handelt es ſich dabei um die Verſchiebung dieſes Stichels nur in einer Richtung, wodurch die Einrichtung des den Stichel aufnehmenden Supports weſentlich vereinfacht wird. Da auch dieſe Maſchinen in der Regel beim Vorwärts- und Rückwärtsgange gleichmäßig arbeiten ſollen, ſo giebt man dem Stichel zwei Schneidekanten, von denen man durch eine geringe Verſtellung des Stichels bei jeder Umkehr abwechſelnd die eine oder andere in die zum Schneiden geeignete Lage bringt. §. 156.

In Fig. 558 (a. f. S.) iſt die allgemeine Anordnung einer derartigen Maſchine veranſchaulicht, wie ſie in dem Werke von Hart ausführlicher

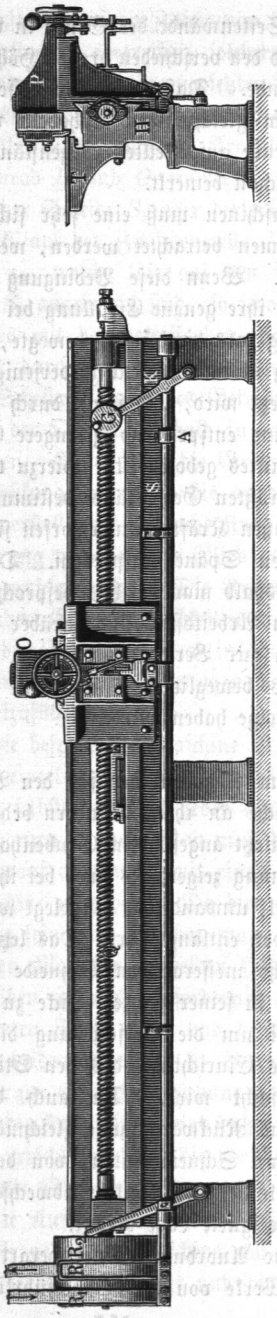


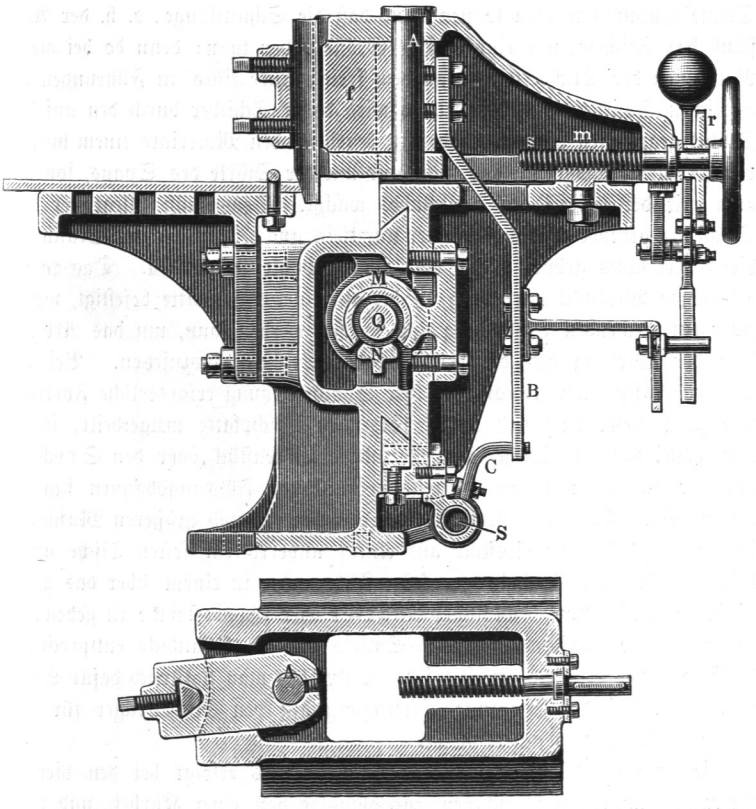
Fig. 558.

dargeſtellt iſt. Die an den Kanten gerade zu hobelnde Blechtafel wird hierbei feſt auf die Tiſchplatte T geſchraubt und der in den Support P eingeſpannte Stichel dadurch an dieſer Kante entlang geführt, daß der die prismatiſchen Führungsleiſten des Geſtelles H umfangende Support mittelſt der Schraubenſpindel Q verſchoben wird, wozu natürlich die Mutter dieſer Schraube mit dem Support undrehbar verbunden ſein muß. Wie die abwechſelnde Drehung der Schraubenſpindel nach rechts und links durch zwei Riemen, einen offenen und einen gekreuzten, und drei Riemſcheiben R_1, R und R_2, von denen die mittlere feſt iſt, erzielt wird, iſt nach dem früher Angegebenen aus der Figur erſichtlich, und auch die Art der Umſteuerung mittelſt der auf der Stange S befindlichen Stoßknaggen und des Kipphebels K wurde ſchon beſprochen und durch Fig. 552 erläutert.

Von einigem Intereſſe iſt die Anordnung des Stichels, wie dieſelbe durch Fig. 559 näher veranſchaulicht wird. Danach beſteht der Stichel aus einem Stahlſtücke von trapezförmigem Querſchnitt, das in der um den Bolzen A drehbaren Klappe f befeſtigt iſt, ſo daß, je nachdem dieſe Klappe nach links oder rechts umgelegt wird, abwechſelnd die eine oder andere Kante des Stichels zur Wirkung kommt. Das erforderliche Umlegen der den Stichel tragenden Klappe wird bei jedesmaligem Wechſel durch Anſtoßen des mit der Klappe verbundenen Hebels B gegen den Stoßknaggen C auf der Steuerſtange S bewirkt, und gleichzeitig wird hiermit ein Schalträdchen r um einen oder mehrere Zähne gedreht, welche Drehung der Schraubenſpindel s mitgetheilt wird. Da dieſe in dem Support gelagerte Schraube an dem

Geſtell eine feſte Mutter *m* findet, ſo wird durch die gedachte Schaltung der Stichel um eine geringe, der Dicke des folgenden Spans entſprechende Größe vorgeſchoben, ein Vorgang, der ſich bei jedem Wechſel wiederholt und ſo lange andauert, bis der Stichel einen über die ganze Breite der Blechkante hin reinen Schnitt giebt.

Fig. 559.



Aus der Figur erſieht man noch, daß die Mutter *M* der für die Supportbewegung angeordneten Schraube *Q* mit einem nach unten hin offenen Ausſchnitt verſehen iſt, um der langen Schraubenſpindel in der Mitte ihrer Länge eine Stütze *N* geben zu können, über welche die Mutter *M* ſich ungehindert hinwegſchiebt.

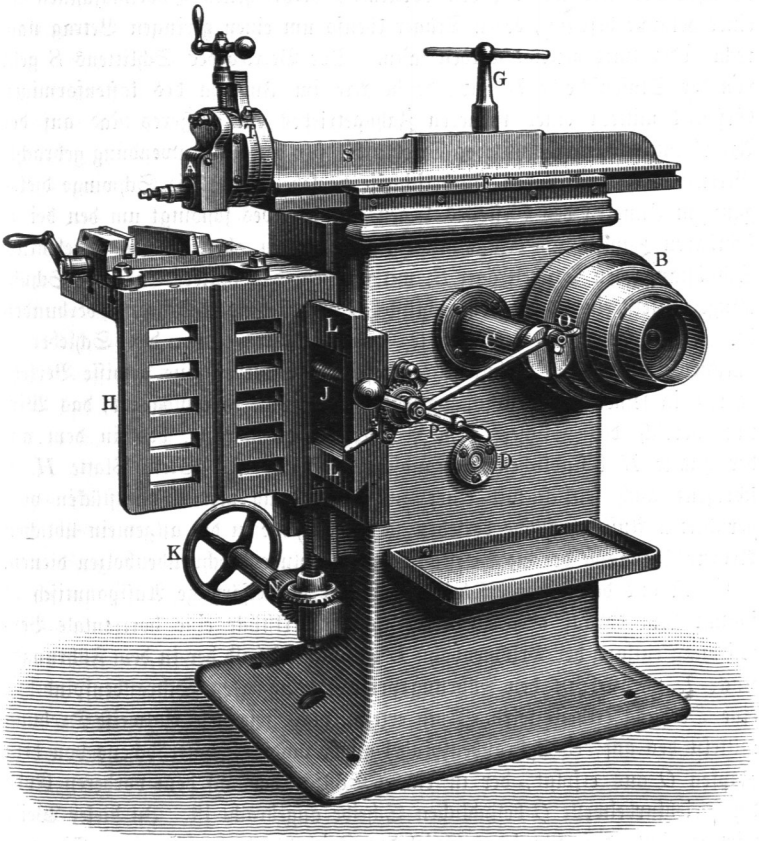
Feilmaſchinen. Unter dieſer Bezeichnung verſteht man, wie ſchon bemerkt, diejenigen Hobelmaſchinen, bei denen die Bearbeitung des Werk- §. 157.

ſtückes durch einen hin- und hergehenden Stichel bewirkt wird, weil dieſe Bearbeitung vielfach die Handarbeit mittelſt Feilen zu erſetzen geeignet iſt. Auch der Name *Shapingmaſchine* iſt dafür wohl gebräuchlich, zuweilen hat man auch die Benennung *Beſtoßmaſchinen* dafür angewandt, eine Bezeichnung, die der eigentlichen Wirkungsart dieſer Maſchinen, d. h. dem Bearbeiten ſchmaler Flächen, *Beſtoßen*, recht wohl entſpricht. Es liegt in der Natur der Sache, daß dieſe Maſchinen nur zum Abnehmen feinerer Späne gebraucht werden können, und daß die Schnittlänge, d. h. der Ausſchub des Stichels, nur eine mäßige Größe haben kann; denn da bei dieſen Maſchinen der Stichel immer an dem freien Ende eines in Führungen beweglichen Schiebers ſich befindet, ſo wird dieſer Schieber durch den auf den Stichel geäußerten Widerſtand des zu bearbeitenden Materials einem biegenden Momente ausgeſetzt, das nicht nur mit der Stärke des Spans, ſondern auch mit der Größe des Ausſchubes wächſt. Demgemäß pflegt der dem Stichel zu gebende Ausſchub immer nur klein und bei den größten Maſchinen dieſer Art kaum größer als etwa 0,6 m gewählt zu werden. Das zu bearbeitende Werkſtück wird auch hierbei auf einer Tiſchplatte befeſtigt, welche einer entſprechenden Verſtellung unterworfen werden kann, um das Arbeitsſtück der Wirkung des darüber bewegten Stichels auszuſetzen. Bei den älteren Maſchinen wird auch die zur Spanverſetzung erforderliche Fortrückbewegung dieſer das Arbeitsſtück tragenden Tiſchplatte mitgetheilt, indem man dabei das den Stichel aufnehmende Schlittenſtück oder den *Stichelträger* in feſt mit dem Geſtelle verbundenen Führungsbahnen ſich bewegen läßt. Dagegen pflegt man bei den neueren und größeren Maſchinen in der Regel das Arbeitsſtück auf einem unverrückbar feſten Tiſche anzubringen und dem Stichelträger ſeine Führungen in einem über das ganze Geſtell der Maſchine beweglichen *Sattel* oder *Gleitſtücke* zu geben, ſo daß durch die Verſchiebung dieſes Sattels die der Spandicke entſprechende Verſetzung des Stichels erzielt wird. Dabei hat man natürlich dafür Sorge zu tragen, daß die Bewegungsübertragung auf den Stichelträger für jede Stellung deſſelben geſichert bleibt.

Die ſchwingende Bewegung des Stichelträgers erfolgt bei den hier in Betracht kommenden Maſchinen ausnahmslos von einer Kurbel, und zwar pflegt man in den meiſten Fällen den Rückgang mit beſchleunigter Geſchwindigkeit vor ſich gehen zu laſſen, zu welchem Zwecke man ſich entweder des *Whitworth*'ſchen Getriebes, Fig. 548, oder der in Fig. 546 dargeſtellten *oscillirenden Kurbelſchleife* zu bedienen pflegt. Nur etwa bei den kleinſten und einfachſten Feilmaſchinen bewegt man den Stichelträger unmittelbar durch die Lenkerſtange einer Kurbel ohne eine Vorkehrung zur Erzielung eines beſchleunigten Rückganges. In jedem einzelnen Falle wird man die Größe des Stichelausſchubes auf den durch die Abmeſſungen des

Arbeitsſtückes bedingten Hub beſchränken, weshalb immer die Anordnung ſo getroffen iſt, daß man die Länge der Kurbel verändern kann. Zu dieſem Zwecke wird in der Regel die Kurbel mit einer Furche oder einem Schlitze verſehen, worin der Kurbelzapfen in dem paſſenden Abſtande von dem Mittelpunkte feſtgeſtellt werden kann. Die Umdrehung der Kurbelwelle erfolgt dann mit einer der Kurbellänge entſprechenden Geſchwindigkeit in der

Fig. 560.



Art, daß die mittlere Geſchwindigkeit des Stichels den in §. 147 angegebenen, zweckmäßig zu wählenden Beträgen entſpricht. Zu dieſem Ende wird die Bewegung der Kurbelwelle von dem Deckenvorgelege aus mittelſt zweier Stufenſcheiben hervorgebracht.

Eine Feilmaſchine mit feſter Stichelführung und Fortrückung des Arbeitsſtückes aus der Fabrik von Friſter u. Roßmann in Berlin zeigt die Fig. 560.

Man erkennt in dieſer Figur den auf der oberen Fläche des gußeiſernen Hohlgußgeſtelles zwiſchen feſten Führungsleiſten *F* beweglichen Schieber *S*, der an ſeinem vorderen Kopfe zu einer kreisförmigen Scheibe gebildet iſt, an welchem der den Stichel aufnehmende Support *T* ſo befeſtigt iſt, daß dem daran befindlichen Verticalſchlitten des Stichels gegen das Loth nach Erforderniß bis zu gewiſſem Grade eine Neigung nach der einen oder anderen Seite gegeben werden kann. Der Stichel ſelbſt iſt mittelſt des Halters *A* in ähnlicher Art wie bei den vorſtehend beſprochenen Hobelmaſchinen an einer Klappe befeſtigt, deren Träger ebenſo um einen geringen Betrag nach rechts oder links geneigt werden kann. Der Betrieb des Schlittens *S* geht von der Stufenſcheibe *B* aus, deren Axe im Inneren des kaſtenförmigen Geſtelles mittelſt eines kleineren Zahngetriebes ein größeres Rad auf der Axe *C* umtreibt, welche mit der Triebkurbel für das zur Anwendung gebrachte Getriebe der oſcillirenden Kurbelſchleife verſehen iſt. Die Schwinge dieſes ganz im Inneren des Geſtelles liegenden Getriebes ſchwingt um den bei *D* ſichtbaren Zapfen und erfaßt mit einer an ihrem oberen Ende angelenkten Schubſtange den Sticheläger *S*, mit welchem das hintere Ende der Schubſtange mittelſt einer durch den Schlüſſel *G* anzuziehenden Schraube verbunden iſt. Dabei geht dieſe letztgedachte Schraube durch einen den Schieber *S* durchſetzenden Schlitz hindurch, ſo daß dem Schieber eine gewiſſe Verſetzbarkeit in ſeiner Längsrichtung gewahrt iſt, welche es ermöglicht, das Wirkungsbereich des Stichels dem Arbeitsſtück anzupaſſen, das in dem auf der Platte *H* befindlichen Schraubſtocke befeſtigt iſt. Dieſe Platte *H* iſt übrigens auch ſeitlich mit einer zur Befeſtigung von Arbeitsſtücken vorgerichteten Aufſpannfläche verſehen, deren Schlitze in der allgemein üblichen Art zur Aufnahme der die Befeſtigung vermittelnden Schraubenbolzen dienen.

Es iſt aus der Figur erſichtlich, wie der winkelförmige Aufſpanntiſch *H* ſammt dem darauf oder daran befeſtigten Werkſtücke eine horizontale Verſchiebung entlang der Prismenbahn *L* annimmt, ſobald der in dem Führungsſtücke *L* parallel zu den Führungsprismen gelagerten Schraubenſpindel *J* eine Drehung ertheilt wird. Auch erkennt man, wie dieſe ruckweiſe Drehung mittelſt des auf der Schraubenſpindel angebrachten Schalträdchens von dem Zapfen *O* aus erfolgt, der in einem Schlitze der auf dem vorderen Ende der Triebkurbelwelle *C* befindlichen Scheibe angebracht iſt. In dieſer Weiſe wird erreicht, daß für jedes Spiel des Stichels, d. h. für einen Hingang und Rückgang, die Schraubenſpindel *J* einmal um einen oder einige Zähne geſchaltet wird. Die Größe dieſer Schaltung hat man durch die paſſende Stellung des Zapfens *O* in dem Scheibenſchlitze in der Gewalt, und man hat dieſen Zapfen natürlich ſo zu ſtellen, daß die Fortrückung des Werkſtückes nach geſchehenem Schnitt während des leeren Rückganges erfolgt, d. h. man hat den Zapfen *O* auf die eine oder andere Seite von der Mitte der

Axe C zu ſetzen, je nachdem die Schraube J nach rechts oder links umgedreht werden ſoll, oder je nachdem das Schubſtängelchen ſchiebend oder ziehend auf die Schaltklinke wirkt.

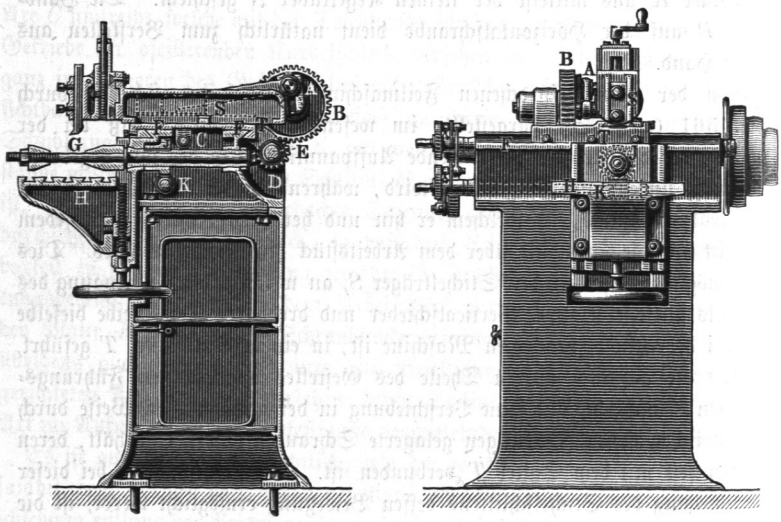
Dadurch, daß man dem horizontalen Querprisma L noch eine Verſchiebung in ſenkrechter Richtung an den vorn am Geſtell angebrachten Führungen ermöglicht hat, iſt man in der Lage, das zu bearbeitende Werkſtück immer in die richtige Entfernung von der Stichelſchneide zu bringen, ohne dem Stichel ſelbſt eine übermäßig große freie Länge geben zu müſſen. Die ſenkrechte Verſetzung des Querprismas mit dem Aufſpanntiſche geſchieht durch die zwiſchen den vorderen Führungsleiſten gelagerte Schraubenſpindel, deren Mutter im Querprisma befindlich iſt, und deren Umdrehung von dem Handrade K aus mittelſt der kleinen Kegelräder N geſchieht. Die Handhabe P auf der Horizontalſchraube dient natürlich zum Verſtellen aus freier Hand.

Von der oben beſprochenen Feilmaſchine unterſcheidet ſich die durch Fig. 561 (a. f. S.) dargeſtellte im weſentlichen dadurch, daß bei der letzteren der das Arbeitsſtück tragende Aufſpanntiſch H in der ihm gegebenen Stellung unbeweglich feſtgehalten wird, während der Sticheltäger ſammt dem Führungsſtücke, in welchem er hin und her bewegt wird, nach jedem Schnitt um die Spandicke über dem Arbeitsſtück hin verſchoben wird. Dies zu ermöglichen, iſt hier der Sticheltäger S, an welchem die Anbringung des Stichels mittelſt Klappe, Verticalſchieber und drehbarer Kopfſcheibe dieſelbe wie bei der eben beſprochenen Maſchine iſt, in einem Sattelſtück T geführt, welches die auf dem oberen Theile des Geſtelles angebrachten Führungsprismen F umfängt, und ſeine Verſchiebung in der gewöhnlichen Weiſe durch eine zwiſchen dieſen Führungen gelagerte Schraubenſpindel C erhält, deren Mutter feſt mit dem Sattel T verbunden iſt. Damit nun aber bei dieſer Verſchiebung des Stichelſchlittens deſſen Bewegung ermöglicht werde, iſt die den Antrieb bewirkende Kurbel A ebenfalls in dem beſagten Sattelſtücke T gelagert, und zwar erhält dieſe Kurbel ihre Umdrehung vermittelſt eines daran befeſtigten Stirnrades B, in das ein kleineres Zahngetriebe D auf der Betriebswelle E eingreift. Auch dieſes Getriebe D nimmt an der Verſchiebung des Sattels T Theil, wozu es zwiſchen zwei umfaſſende Anſätze des letzteren gelegt iſt, und wobei es mit einer im Inneren angebrachten Nuth auf einer Längsfeder der Triebwelle E gleitet, ſo daß in jeder Stellung des Sattels und des Getriebes D dem letzteren die zur Umdrehung der Triebkurbel erforderliche Bewegung von der Triebwelle mitgetheilt wird.

Dieſe Maſchine iſt außerdem noch mit einer Vorrichtung verſehen, um cylindriſche Flächen durch Hobeln herzuſtellen, wovon man namentlich in ſolchen Fällen Gebrauch macht, wo dieſe Flächen durch Bearbeiten auf der

Drehbank deswegen nicht hergeſtellt werden können, weil ſie nicht vollſtändige Umdrehungsflächen, ſondern nur Theile von ſolchen darſtellen, und weil hervorragende Theile ſich einer vollſtändigen Umdrehung des Arbeitsſtückes widerſetzen, wie dies beiſpielsweiſe bei den Naben von Kurbelarmen der Fall iſt. Die Einrichtung eines ſolchen Rundhobelapparates iſt auch aus der Figur erſichtlich. Hier ſtellt nämlich *G* einen unter der Bahn *F* für den Sattel zu derſelben ſenkrecht, alſo zur Stichelbewegung parallel gerichteten Bolzen vor, auf deſſen vorderem Ende das mit einer Bohrung verſehene Arbeitsſtück mittelſt zweier Aufſpannkegel befeſtigt werden kann, nachdem zuvor der Aufſpanntiſch *H* entfernt wurde. Stellt man

Fig. 561.



alsdann den Sattel mit dem Hobelſchlitten ſo, daß die Schneide des Stichels genau ſenkrecht über der Axe dieſes Bolzens ſich befindet, ſo muß durch die Arbeit des Stichels offenbar eine zu *G* concentriſche Cylinderfläche hergeſtellt werden, ſobald man den Sattel unverrückt an ſeiner Stelle beläßt, und nach jedem Schnitte dem das Arbeitsſtück tragenden Bolzen eine geringe Drehung um ſeine Axe mittheilt. Zu dieſem Behufe iſt auf dem Bolzen *G* das Schneckenrad *J* angebracht, in deſſen Zähne die Gewinde einer Schraube ohne Ende *K* eingreifen, wonach deutlich iſt, daß durch die Schaltung dieſer Schraube ohne Ende dem Dorne *G* und dem darauf befindlichen Arbeitsſtücke die zum Rundhobeln erforderliche Verſetzung mitgetheilt wird.

Die Schaltung oder Fortrückbewegung wird hier wegen der Verſchiebung der Kurbelwelle nicht von dieſer, ſondern von einer beſonderen Hülfswelle

abgeleitet, die, wie die Kurbelwelle von der Hauptbetriebsaxe *E* ihre Umdrehung empfängt, und deren Umdrehungszahl genau mit derjenigen der Kurbel *A* für die Stichelbewegung übereinſtimmen muß. Die Schaltung iſt ſelbſtverſtändlich ſo einzurichten, daß entweder die Schraubenſpindel *C* für die Verſchiebung des Sattels bei dem Planhobeln oder die Schraube ohne Ende *K* zur Umdrehung des Dorns *G* beim Rundhobeln bewegt wird. Im Uebrigen dürfte die Einrichtung dieſer Maſchine nach dem Vorhergegangenen deutlich ſein.

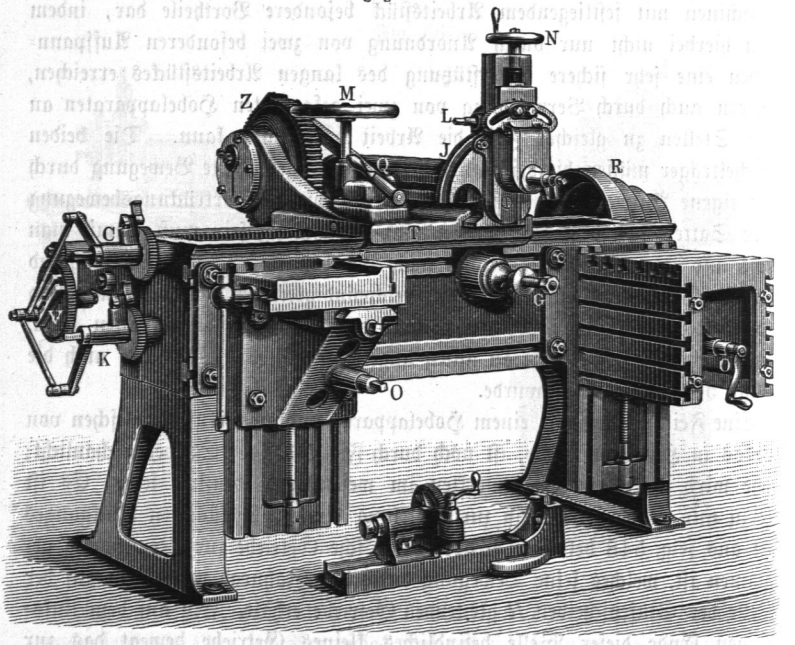
Für die Bearbeitung langer Gegenſtände, wie z. B. der Lenkerſtangen, deren Köpfe geeignetes Arbeitsmaterial für Feilmaſchinen ſind, bieten die Maſchinen mit feſtliegendem Arbeitsſtück beſondere Vortheile dar, indem man hierbei nicht nur durch Anordnung von zwei beſonderen Aufſpanntiſchen eine ſehr ſichere Unterſtützung des langen Arbeitsſtückes erreichen, ſondern auch durch Verwendung von zwei geſonderten Hobelapparaten an zwei Stellen zu gleicher Zeit die Arbeit vornehmen kann. Die beiden Stichelträger müſſen hierbei natürlich jeder ſeine geſonderte Bewegung durch eine eigene Antriebswelle empfangen, ebenſo wie die Fortrückungsbewegung jedes Sattels von dem des anderen ganz unabhängig ſein muß, damit man nicht nur jeden einzelnen Stichel nach Belieben ausrücken kann, während der andere arbeitet, ſondern auch die Geſchwindigkeit der Hobelbewegung und der Sattelfortrückung für jeden Stichel den Verhältniſſen anpaſſen kann. Eine ſolche Maſchine ſiehe an unten angezeigter Stelle[1]), welcher auch die Figur 561 entnommen wurde.

Eine Feilmaſchine mit einem Hobelapparat und zwei Aufſpanntiſchen von Niles in Hamilton, Ohio, iſt noch durch Fig. 562 (a. f. S.) veranſchaulicht; dieſe wird nach dem Vorbemerkten im weſentlichen deutlich ſein. Es iſt hierzu nur zu bemerken, daß zur Erzielung eines beſchleunigten Rückganges das aus Fig. 548 bekannte Whitworth'ſche Getriebe zur Verwendung gekommen iſt, welches ſeine Bewegung durch das Zahnrad von einem auf der Welle der Stufenſcheiben *R* gleitenden Getriebe erhält. Ein auf dem linksſeitigen Ende dieſer Welle befindliches kleines Getriebe bewegt das zur Schaltung dienende Zahnrad *V*, in deſſen Schlitze ein Kurbelzapfen verſtellt werden kann; das Verhältniß der Räderumſetzungen iſt von gleicher Größe, ſo daß die Räder *Z* und *V* die gleiche Umdrehungszahl haben. Man erkennt aus der Figur, wie die Schaltung nach Belieben auf die Schraubenſpindel *C* zur Fortrückung des Sattels *T* bei dem Planhobeln oder auf die Axe *K* übermittelt werden kann, die im Inneren des Geſtelles mit einer Schraube ohne Ende verſehen iſt, durch welche ein auf dem Dorne *G* befeſtigtes Schneckenrad die für das Rundhobeln erforderliche Umdrehung dieſes

[1]) Hart, Die Werkzeugmaſchinen für den Maſchinenbau.

Dorns veranlaßt. Die Verticalverſchiebung des Stichels geſchieht aus freier Hand mittelſt des Handrades *N*, und vermöge des gezahnten Sectors *J* läßt ſich gleichfalls durch die Hand mittelſt der Schraube ohne Ende *L* die Schrägſtellung des Verticalſchlittens genau in dem gewünſchten Betrage herſtellen. Die Hebung und Senkung jedes der beiden, auch der Länge nach verſchieblichen Tiſche, von denen der linksſeitige einen Parallelſchraubſtock trägt, während der rechte auf drei Seiten zum Aufſpannen eingerichtet iſt, kann bequem mittelſt der Handkurbel *O* geſchehen, indem durch ein im Inneren des Tiſches angebrachtes kleines Kegelräderpaar die Mutter der an

Fig. 562.

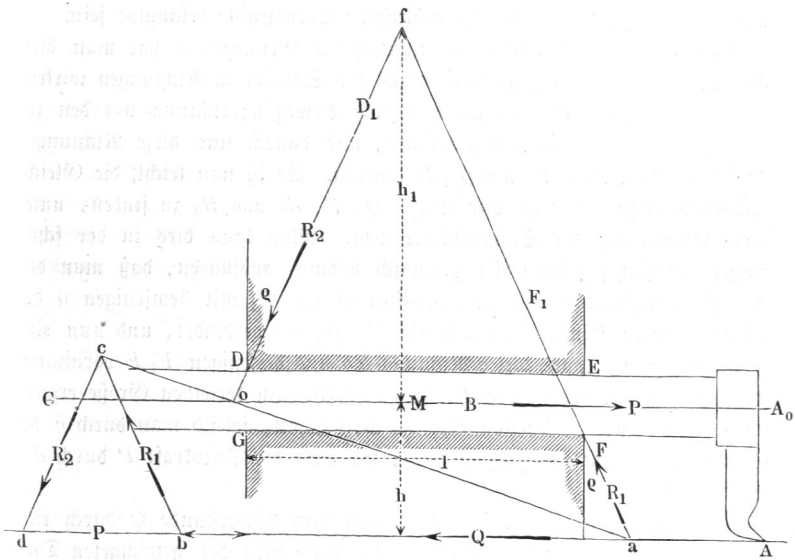


der Drehung verhinderten Schraubenſpindel umgedreht wird. Zur ſchnellen Bewegung des Sattels *T* dient eine im Inneren des Geſtelles an deſſen hinterer Wange angegoſſene Zahnſtange, in die ein Getriebe eingreift, deſſen Bewegung mittelſt des Handrades *M* vorgenommen werden kann, nachdem man zuvor durch Bewegung des kleinen Ausrückhebels *Q* eine Trennung der zweitheiligen Mutter für die Spindel der Längsbewegung bewirkt hat, wodurch der Sattel von der Schraube *C* ganz abgelöſt werden kann.

158. **Bewegungsverhältnisse.** Um über die auf die Barre des Stichels wirkenden Kräfte ein Urtheil zu gewinnen, ſei in Fig. 563 der Stichel an

ſeiner Schneide bei A einem Widerſtande ausgeſetzt, welcher durch Q bezeichnet und in der Figur nach einem beliebigen Maßſtabe für die Kräfte durch die Strecke ab dargeſtellt ſein möge. Wenn nun der Stichelſchlitten in dem Punkte B durch die Lenkſtange des Kurbelgetriebes ergriffen wird, ſo wirkt dieſe Stange zwar im Allgemeinen in einer gegen die Bewegungsrichtung des Stichels etwas geneigten Richtung, doch fällt in den Todtlagen der Kurbel die Richtung der Schubſtange mit derjenigen der Stichelbewegung zuſammen, und da in der einen Todtlage der Schlitten am weiteſten aus ſeinen Führungen herausgeſchoben iſt, dies alſo der ungünſtigſten Beanſpruchung der Barre entſpricht, ſo möge die Richtung der von der Schubſtange auf die Barre ausgeübten Kraft P parallel zu Q und in die Gerade CB fallend angenommen werden.

Fig. 563.



Unter dem Einfluſſe der beiden Kräfte P und Q erhält die den Stichel tragende Barre oder der Schlitten das Beſtreben zu einer Rechtsdrehung, welchem Beſtreben durch die von der feſten Führung auf die Barre ausgeübten Reactionen oder Druckkräfte entgegengewirkt werden muß. Wenn die Führung in dem Prisma $DEFG$ ſtattfindet, ſo wird in Folge einer ſehr kleinen Drehung die untere Führungsbahn mit einer Kraft R_1 gegen den Schlitten wirken, die man annähernd in dem Endpunkte F angreifend denken kann, während ebenſo die obere Bahn durch eine in dem hinteren

Endpunkte D angreifende und abwärts gerichtete Kraft R_2 erſetzt gedacht werden kann. In Wirklichkeit werden dieſe Kräfte, die als die Reſultanten aus allen von den Führungsbahnen auf die Barre ausgeübten Reactionen anzuſehen ſind, zwar nicht genau in den Endpunkten angreifen, vielmehr werden die Angriffspunkte von dieſen Enden um gewiſſe, von der Nachgiebigkeit des Materials abhängige Größen entfernt bleiben, doch wird dieſer Abſtand immer nur gering ſein, und man kann, falls man Bedenken trägt, ihn zu vernachläſſigen, die Angriffspunkte G und D der Führungsreactionen um eine für angemeſſen erachtete Größe von etwa einem oder einigen Centimetern von den Enden der Führungsprismen entfernt annehmen; eine rechneriſche Feſtſtellung der Angriffspunkte würde nur unter genauer Kenntniß der Elaſticitätsverhältniſſe möglich ſein und wäre kaum auszuführen, auch in ihrem Reſultate für die praktiſchen Verhältniſſe belanglos ſein.

Nach einem ſchon wiederholt angeführten Grundgeſetze hat man dieſe Reactionen der Führungsprismen gegen den Schieber in Richtungen wirkend zu denken, die von den Normalen zu der Bewegungsrichtung um den zugehörigen Reibungswinkel ϱ abweichen, und danach ſind dieſe Richtungen durch die Geraden FF_1 und D_1D gegeben. Es iſt nun leicht, die Gleichgewichtsbedingung für die vier Kräfte Q, P, R_1 und R_2 zu finden, unter deren Einwirkung der Stichelſchieber ſteht. Man kann dies in der ſchon früher mehrfach gezeigten Art graphiſch dadurch ausführen, daß man den Durchſchnittspunkt a von zwei Kräften Q und R_1 mit demjenigen o der beiden anderen P und R_2 durch die Gerade ao verbindet, und nun eine Zerlegung von Q nach dieſer Richtung ao und derjenigen F_1F vornimmt, wodurch man die Größe von R_1 in bc erhält. In derſelben Größe ergiebt ſich auch die andere Reaction R_2, die man erhält, ſobald man durch c die Gerade cd parallel mit D_1D zieht, während die Triebkraft P durch da gefunden wird.

Um auch die Größe der Kraft P aus dem Widerſtande Q durch eine Formel zu beſtimmen, kann man ſich am einfachſten des gezeichneten Diagramms bedienen. Verlängert man nämlich die beiden Druckkräfte R_1 und R_2 der Führungen bis zu ihrem Durchſchnittspunkte f, ſo muß für dieſen Punkt Gleichheit der ſtatiſchen Momente von P und Q beſtehen, und man hat daher $Ph_1 = Q(h + h_1)$, unter h den ſenkrechten Abſtand der Stichelſchneide A und unter h_1 die Entfernung des Durchſchnittspunktes f von der Richtung der Triebkraft P verſtanden. Dieſer letztere Abſtand h_1 beſtimmt ſich aus der horizontalen Entfernung l der Angriffspunkte D und F der Führungsreactionen, wenn die Kraft P mitten zwiſchen DE und FG angreifend angenommen wird, durch

$$h_1 = \frac{l}{2}\,cotg\,\varrho = \frac{l}{2\,tg\,\varrho},$$

ſo daß mit dieſem Werthe von h_1 die Kraft P ſich ergiebt zu $P = Q\,\frac{h + h_1}{h_1} = Q\,\frac{2\,h\,tg\,\varrho + l}{l} = Q + 2\,Q\,\frac{h\,tg\,\varrho}{l}$. Jede der beiden gleichen Führungsreactionen dagegen folgt, wenn o als Mittelpunkt der ſtatiſchen Momente angenommen wird, aus: $Q\,h = R\,l\,cos\,\varrho$ zu $R_1 = R_2 = Q\,\frac{h}{l\,cos\,\varrho}$.

Man ſieht aus dem obigen Ausdrucke für P, daß die zur Bewegung des Stichels erforderliche Kraft um ſo größer ausfällt, je kleiner h und je größer l iſt. Hieraus erklärt ſich die Forderung einer möglichſt langen Schlittenführung und einer thunlichſt geringen freien Länge des Stichels, auch iſt die letztere Größe von hervorragender Bedeutung für die Genauigkeit der zu erzielenden Arbeit der Maſchine, wie ſich aus der folgenden Betrachtung ergiebt.

Abgeſehen davon, daß die Stichelbarre unter dem Einfluß der an der Stichelſchneide einſeitig auf ſie wirkenden Kraft Q einer Durchbiegung oder Federung ausgeſetzt iſt, deren Betrag mit der freien Länge des Stichels zunimmt, muß durch die auf die Führungen entfallenden Drucke R_1 und R_2 nothwendig eine gewiſſe, wenn auch nur kleine Zuſammendrückung des Materials hervorgerufen werden, in Folge deren die Axe der Stichelbarre ſich gegen ihre urſprüngliche Lage um den kleinen Winkel γ neigt, der durch $\gamma = \frac{2\,\delta}{l}$ beſtimmt iſt, wenn δ die geringe Zuſammendrückung in D und in F bedeutet. In Folge dieſer kleinen Neigung bewegt ſich die Stichelſpitze in einem Kreisbogen, deſſen Mittelpunkt in der Mitte M zwiſchen D und F anzunehmen iſt, und hierdurch erfährt die Schneide des Stichels eine Senkung im Betrage $\sigma = M A_0 \,.\, \gamma = M A_0\,\frac{2\,\delta}{l}$, die alſo um ſo größer ausfällt, je länger $M A_0$ und je kürzer l iſt. Es ergiebt ſich alſo auch mit Rückſicht auf eine möglichſt genaue Arbeit des Hobelns die Nothwendigkeit thunlichſt langer Führungen, und man erkennt aus der vorſtehenden Betrachtung, warum der Schub des Stichels bei allen Feilmaſchinen nur eine mäßige Größe haben darf.

In Betreff der Geſchwindigkeit dieſer Maſchine kann Folgendes bemerkt werden. Wenn der größte Ausſchub des Stichels durch s_1 gegeben iſt, ſo folgt die Zeit eines ſolchen Ausſchubes zu $t = \frac{s_1}{v}$, worin v die nach §. 147 zu beſtimmende Geſchwindigkeit während des Hobelns bedeutet. Wenn dabei ein gewöhnliches Kurbelgetriebe zur Verwendung kommt, bei welchem der Rückgang mit derſelben Geſchwindigkeit erfolgt, wie der Vorwärtsgang, ſo iſt dieſe Zeit t für eine halbe Kurbelumdrehung anzu-

nehmen, und daher folgt die Umdrehungszahl der Kurbelwelle in der Minute zu $n = \frac{60\,v}{2\,s_1}$.

Für den Fall jedoch, daß der Rückgang ein beſchleunigter iſt, gilt die oben gefundene Zeit $t = \frac{s_1}{v}$ für eine Drehung der Kurbel um den dem Vorgange entſprechenden Winkel, ſo daß, wenn dieſer Winkel durch α bezeichnet wird, die Zeit einer ganzen Kurbelumdrehung zu

$$t_1 = \frac{2\pi}{\alpha} t = \frac{2\pi}{\alpha} \frac{s_1}{v}$$

ſich ergiebt, woraus die in jeder Minute anzuordnende Umdrehungszahl zu

$$n = \frac{\alpha}{2\pi} \frac{60\,v}{s_1}$$

folgt. Dieſe dem größten Ausſchube s_1 des Stichels zugehörige Umdrehungszahl der Kurbel iſt zu erreichen bei dem langſamſten Gange der Betriebsſcheibe, alſo, wenn der Riemen über den größten Lauf der an der Hobelmaſchine und über den kleinſten Lauf der auf dem Deckenvorgelege befindlichen Stufenſcheibe geführt wird. Bezeichnet man hierbei die Umdrehungszahl der Stufenſcheibe durch n_1, ſo ergiebt ſich das Umſetzungsverhältniß für die zwiſchen der Antriebswelle und der Kurbelaxe befindlichen Zahnräder zu $\frac{n}{n_1}$.

Es iſt leicht zu erſehen, daß bei Benutzung der übrigen Läufe der Stufenſcheiben, wofür die Umdrehungszahlen der Stufenſcheibe durch $n_2, n_3, n_4 \ldots$ bezeichnet werden mögen, die paſſende Größe des Stichelausſchubes ſich zu bezw.

$$s_2 = \frac{n_1}{n_2} s_1;\; s_3 = \frac{n_1}{n_3} s_1;\; s_4 = \frac{n_1}{n_4} s_1 \ldots$$

ergiebt. Es iſt auch erſichtlich, daß wegen der Anwendung des Kurbelgetriebes die Geſchwindigkeit des Stichels hierbei nicht gleichmäßig die zu Grunde gelegte Größe von v haben kann, daß vielmehr dieſer Werth nur als der mittlere während jedes Ausſchubes anzuſehen iſt, da die wirkliche Geſchwindigkeit von Null in den Todtlagen der Kurbel bis zu einem den Werth von v entſprechend überſteigenden Betrage ſich erhebt.

Beiſpiel. Beträgt der größte Ausſchub des Stichels bei einer vorliegenden Feilmaſchine $s_1 = 0{,}3$ m und ſoll die mittlere Arbeitsgeſchwindigkeit gleich 0,120 m angenommen werden, ſo muß die Kurbelwelle, wenn der Rückgang nicht beſchleunigt iſt, in jeder Minute $n = \frac{60\,.\,0{,}12}{2\,.\,0{,}3} = 12$ Umdrehungen machen. Wenn dagegen bei der Verwendung einer oſcillirenden Kurbelſchleife nach Fig. 547 oder des

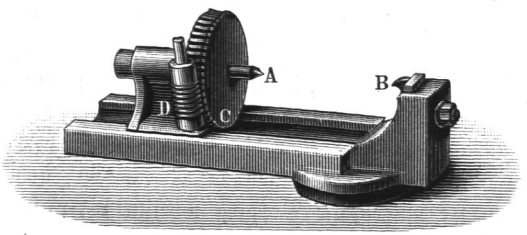
Whitworth'schen Getriebes nach Fig. 548 der Vorschub eine Kurbelumdrehung um $\alpha = 240^0$ erfordert, daher die mittleren Geschwindigkeiten bei dem Vorschube und Rückgange sich wie 2 : 1 verhalten, so darf der Kurbelwelle eine Umdrehungszahl von $n = \frac{240}{360}\,\frac{60\,.\,0{,}12}{0{,}3} = 16$ gegeben werden, die daher in dem Verhältniß 4 : 3 größer ist als im ersteren Falle. Macht die Stufenscheibe der Feilmaschine bei dem langsamsten Gange 50 Umdrehungen in der Minute, so hat man zwei Zahnräder im Verhältniß 12 : 50 oder 16 : 50 anzuordnen. Gesetzt nun, die Durchmesser der drei Läufe der beiderseits gleichen Stufenscheiben wären zu 200, 300 und 400 mm gewählt worden, so ergiebt sich zunächst für das Deckenvorgelege eine Umdrehungszahl von $z = 50 \cdot \frac{400}{200} = 100$.

Daraus folgt weiter die mittlere Geschwindigkeit der Stufenscheibe an der Feilmaschine zu ebenfalls 100 Umdrehungen, während sie für den schnellsten Gang zu 200 Umdrehungen sich berechnet. Es würden daher diese beiden Geschwindigkeiten passend für einen Ausschub des Stichels von 0,15 m und bezw. 0,075 m zu wählen sein. Es ist aus der ganzen Darstellung übrigens ersichtlich, daß man die in §. 147 als passend angegebenen Geschwindigkeiten in allen Fällen der Praxis nur als annähernd festzuhaltende Werthe anzusehen hat.

Rundhobelapparate. Zum Hobeln runder Gegenstände verwendet man außer der im §. 157 angegebenen Einrichtung noch verschiedene Apparate, von denen hier einige angeführt werden sollen. §. 159.

In Fig. 564 ist eine Vorrichtung dargestellt, welche, auf dem Tische der Hobelmaschine befestigt, die Aufnahme des zu bearbeitenden Gegenstandes

Fig. 564.

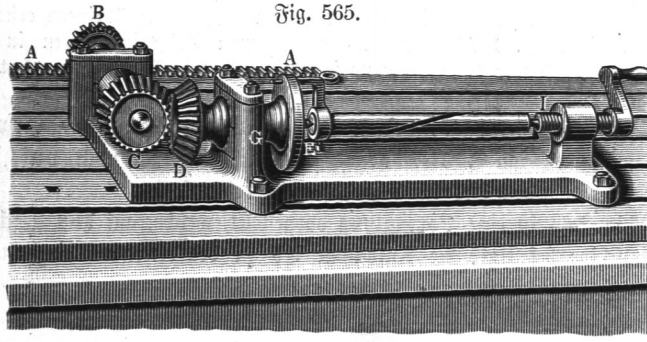


zwischen den beiden Spitzen A und B gestattet, so daß durch das Schneckenrad C und die eingreifende Schraube ohne Ende D dem Arbeitsstücke jede beliebige Drehung um die gerade Verbindungslinie der beiden Spitzen mitgetheilt werden kann. In Folge dieser Anordnung ist es möglich, mittelst der gewöhnlichen Tischhobelmaschine eine cylindrische Fläche herzustellen, oder auch in einer solchen einzelne axiale Rillen oder Furchen zu erzeugen, wie dies beispielsweise bei der Herstellung der geriffelten Streckcylinder von Spinnmaschinen geschieht. In diesem Falle kann auch die Umdrehung des Arbeitsstückes vor jedem Schnitte selbständig mittelst eines Schaltrades erfolgen, das bei dem Wechsel der Tischbewegung durch einen Anstoßknaggen

jedesmal um einen Zahn verſtellt wird. Bei Feilmaſchinen kann man den Apparat dazu benutzen, um an den eingeſpannten Gegenſtand unter beſtimmtem Winkel gegen einander geneigte Ebenen anzuarbeiten, wenn man die Verſtellung durch die Umdrehung der Schnecke mittelſt einer aufgeſteckten Handkurbel bewirkt, und den Stichel ſenkrecht zu der Axe der Spitzen arbeiten läßt.

Wenn es ſich dabei um die Herſtellung ſchraubenförmig gewundener Nuthen auf einem Cylinder handelt, ſo hat man die Einrichtung in der Weiſe zu treffen, daß *während des Hobelns* dem Gegenſtande eine gleichmäßige Drehung um die Axe ertheilt wird, zu welchem Zwecke der Apparat eine Einrichtung erhalten kann, wie ſie durch Fig. 565[1]) veranſchaulicht wird. Die Figur läßt erkennen, wie der zwiſchen die Spitzen E und I

Fig. 565.



geſpannte Gegenſtand bei der Längsbewegung des den Apparat tragenden Hobeltiſches eine gleichmäßige Umdrehung dadurch erhält, daß ein auf einer Queraxe befindliches Zahnrad B in die Zähne einer auf dem feſten Geſtell der Hobelmaſchine angebrachten Zahnſtange A eingreift, und daß die hierdurch der Queraxe mitgetheilte Drehung vermittelſt der Kegelräder C, D auf den Gegenſtand übertragen wird. Es iſt erſichtlich, daß die Ganghöhe der auf ſolche Art erzeugten Schraubenfurche ſich durch $h = \pi b \frac{d}{c}$ ausdrücken läßt, wenn b, c und d die Theilkreisdurchmeſſer der gleich bezeichneten Räder bedeuten, und daß man daher durch Veränderung des Umſetzungsverhältniſſes zwiſchen den Kegelrädern die Möglichkeit hat, Schraubenfurchen von beliebiger Neigung zu hobeln. Man wird ſich dieſer Erzeugungsart aber immer nur bei *ſehr ſteilen* Schrauben bedienen, da ſolche von geringerer Neigung, wie ſie meiſtens vorzukommen pflegen, beſſer auf den

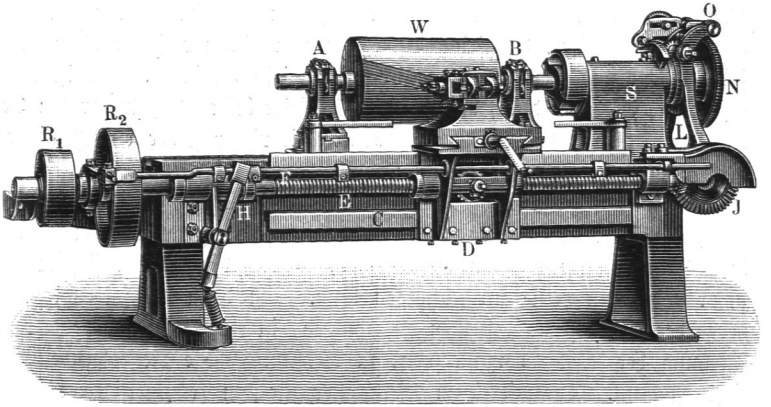
[1]) J. Roſe, Modern Machine-Shop Practice.

dazu eingerichteten Drehbänken hergeſtellt werden können, worüber an der betreffenden Stelle das Weitere angegeben werden wird.

In einer im weſentlichen übereinſtimmenden Weiſe arbeiten auch die Maſchinen zum Ziehen der Läufe von Gewehren und Geſchützen, d. h. zum Ausſchaben oder Einhobeln der im Inneren des Rohres anzubringenden ſchraubenförmig gewundenen Nuthen, was immer durch die Vereinigung einer geradlinigen Verſchiebung und einer Verdrehung des Stichels relativ gegen das betreffende Rohr erreicht wird.

Eine beſondere Maſchine, die ganz ausſchließlich zur Herſtellung der ſchraubenförmigen Riffeln in den Hartgußwalzen der Mahlmühlen angewandt wird, zeigt Fig. 566 nach der Ausführung von Eſcher, Wyß & Cie. in Ravensburg. Die zu riffelnde Walze W findet ihre Unterſtützung in den Lagern A und B der einer Drehbank ähnlichen

Fig. 566.



Maſchine, deren Geſtell C an der Vorderſeite mit prismatiſchen Führungen verſehen iſt, an denen der den Stichel tragende Support D mittelſt der Längsſchraube E entlang geführt wird. Die Umdrehung dieſer Schraube erfolgt von einer der beiden Riemſcheiben R_1 und R_2, die durch einen offenen und einen gekreuzten Riemen in entgegengeſetzter Richtung umgedreht werden, und zwar wird durch die kleinere Scheibe R_1 der Rückgang des Supports mit größerer Geſchwindigkeit bewirkt, als der durch die größere Scheibe R_2 veranlaßte Arbeitsgang bei dem Hobeln. Der Support iſt mit der Querbewegungsvorrichtung zum richtigen Anſtellen des Stichels verſehen, wodurch es ermöglicht iſt, Walzen von verſchiedenem Durchmeſſer zu riffeln. Die ſelbſtthätige Umſteuerung des Supports erfolgt in gewöhnlicher Art durch die Steuerſtange F, gegen deren verſetzbare Anſtoßknaggen der Support trifft, und durch deren abwechſelnde Verſchiebung der Steuerhebel H eine

zwiſchen den Scheiben verſchiebliche Kuppelungsmuffe bald mit der einen, bald mit der anderen Riemſcheibe in Verbindung bringt. Eigenthümlich iſt hierbei die zur Ueberwindung der Todtlagen an der nach unten hin fortgeſetzten Verlängerung des Ausrückhebels H angebrachte Feder, die in der ſenkrechten Stellung dieſes Hebels geſpannt iſt, und bei der geringſten Bewegung über dieſe Todtlage hinaus durch Kniehebelwirkung die vollſtändige Aus- und bezw. Einrückung der Kuppelung veranlaßt.

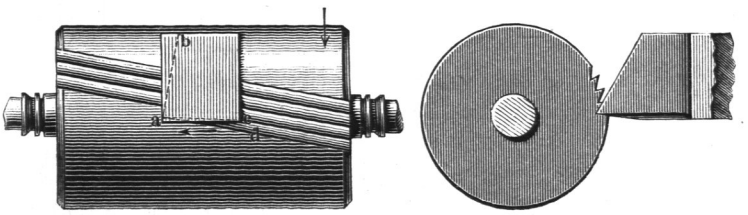
Die Spindel S, mit welcher die Walze W durch einen Mitnehmer auf Drehung verbunden iſt, erhält während jedes Stichelganges eine geringe Drehung mit gleichförmiger Geſchwindigkeit dadurch, daß auf dem hinteren Ende dieſer Spindel ſich ein ſectorenförmiger Arm L befindet, der an ſeinem Umfange mit Schneckenzähnen verſehen iſt, in die eine auf der darunter befindlichen Querwelle angebrachte Schraube ohne Ende eingreift. Von dieſer in der Höhe der Längsſpindel E ſenkrecht zu derſelben gelagerten Querwelle iſt in der Figur nur das auf dem vorderen Ende angebrachte Kegelrad J ſichtbar, das ſeine Bewegung von einem auf der Schraubenſpindel E befindlichen kleinen coniſchen Getriebe empfängt. Es iſt leicht erſichtlich, wie man durch das Verhältniß dieſer beiden Kegelräder den Betrag der Drehung der Walze und dadurch die Neigung der einzuhobelnden Riffeln nach Erfordern regeln kann.

Nachdem durch den Stichel eine Rille eingehobelt worden iſt, wird der Support wieder zurückgeführt, bei welcher Rückführung ſich auch die Walze in entgegengeſetzter Richtung zurückdreht, ſo daß der Stichel ſich in der zuvor gehobelten Rille zurückbewegen kann. Um dann die folgende Rille neben der ſoeben fertig geſtellten zu erzeugen, iſt eine entſprechende geringe Drehung der Walze vorzunehmen, zu welchem Zwecke die folgende Einrichtung dient. Die mit einem Mitnehmer für den rechtsſeitigen Walzenzapfen verſehene Spindel S iſt auf ihrem hinteren Ende mit einem Schneckenrade N feſt verbunden, in das eine Schraube ohne Ende eingreift, deren ruckweiſe Umdrehung von einem Schaltrade aus durch Vermittelung zwiſchengelegter Wechſelräder bewirkt wird, ſobald der Support ſeine Rückwärtsbewegung nahezu vollendet hat, und nachdem der Stichel aus der gehobelten Rille ſchon herausgetreten iſt. Die Lager für die gedachte Schraube ohne Ende, ſowie für das Schaltrad und die Wechſelräder ſind an dem erwähnten Sector L angebracht, welcher ſelbſt loſe drehbar auf dem Halſe der Spindel S befindlich iſt. Vermöge dieſer Anordnung iſt eine Umdrehung des Schneckenrades N durch ſeine Schraube ohne Ende erzielbar, ohne daß der Sector L an dieſer Drehung ſich betheiligen müßte, während dagegen eine Drehung des letzteren, wie ſie während des Hobelns durch die Queraxe erfolgt, vermöge der Schnecke O und des Schneckenrades N auch die Walze W zu dieſer Drehung nöthigt. Es iſt auch erſichtlich, daß man

durch die Auswahl der zwiſchen dem Schaltrade und der Schnecke O angebrachten Wechſelräder den Winkel, um den die Walze jedesmal verdreht wird, und damit die Anzahl der auf dem Umfange herzuſtellenden Riffeln verändern kann.

Da das Material der zu riffelnden Walzen meiſtens ſehr hart iſt, ſo erfolgt die Bewegung des Stichels mit nur geringer Geſchwindigkeit, ſiehe §. 147, und man pflegt dem Stichel eine Form zu geben, welche mehr eine ſchabende als eigentlich ſchneidende Wirkung zur Folge hat. Aus Fig. 567 iſt die Geſtalt eines ſolchen Stichels zu erkennen, woraus man erſieht, wie der Querſchnitt der Schneide der zu erzeugenden Form der Riffeln angepaßt iſt. Dabei ſteht die vordere Fläche der Schneide, wie ſie in der Figur durch die punktirte Linie ab angedeutet iſt, ſenkrecht zu der einzuhobelnden Schraubenfurche, während die untere Fläche ac, wie bei

Fig. 567.



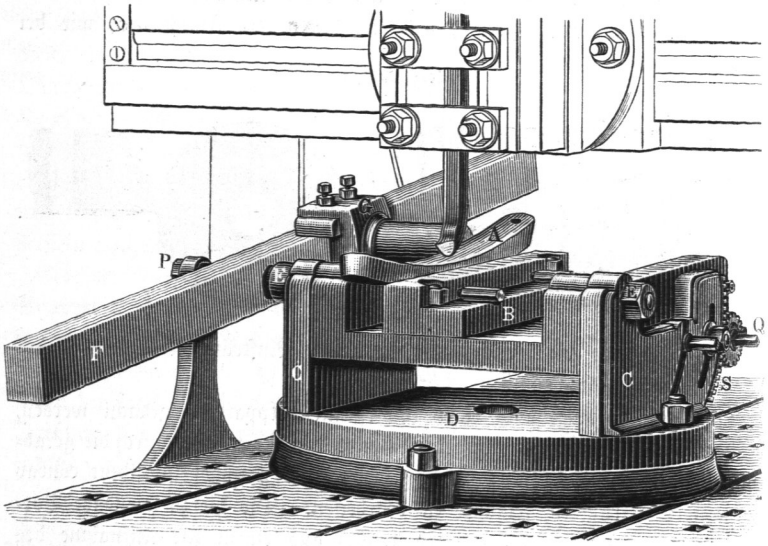
Sticheln allgemein erforderlich, um den kleinen Anſtellwinkel dac von der gehobelten Furche abweicht.

Zum Schluſſe möge noch eines intereſſanten Apparates gedacht werden, welcher von Greenwood angegeben iſt und den Zweck hat, durch die geradlinige Bewegung des Tiſches einer gewöhnlichen Tiſchhobelmaſchine concav oder convex gekrümmte Flächen zu bearbeiten. Die hierzu dienende Vorrichtung beſteht nach Fig. 568[1]) (a. f. S.) aus einem zur Aufnahme des Arbeitsſtückes A dienenden Parallelſchraubſtocke B, der zwiſchen den beiden Seitenwangen C einer auf dem Tiſche der Hobelmaſchine zu befeſtigenden Platte D um eine Axe ſchwingend aufgehängt iſt, die durch die beiden Bolzen E dargeſtellt iſt. Außer in dieſen beiden Bolzen iſt die beſagte Einſpannvorrichtung noch in einem dritten Punkte dadurch unterſtützt, daß ein mit dem Schraubſtocke feſt verbundenes Gabelſtück G eine Führungsſchiene F umfaßt, die auf dem Geſtelle der Hobelmaſchine unwandelbar befeſtigt iſt. Wenn nun, wie aus der Figur erſichtlich iſt, dieſe Führungsſchiene in einer gegen die Bewegung des Hobeltiſches geneigten Richtung feſtgeſtellt wird, ſo muß bei der Hin- und Rückbewegung des Tiſches und

[1]) J. Roſe, Modern Machine-Shope Practice.

der Einſpannvorrichtung ein Heben oder Senken des Gabelſtückes G erfolgen, wodurch der Schraubſtock B mit dem darin befindlichen Arbeitsſtücke eine um die Queraxe EE ſchwingende Bewegung erhält. Beiſpielsweiſe wird bei einer Bewegung des Tiſches, wie ſie nach der Figur dem Abſchälen eines Spanes entſpricht, die Gabel G auf der nach hinten anſteigenden Führungsſchiene F ſich erheben und bei der entgegengeſetzten Bewegung ſich wieder ſenken, wodurch der Stichel eine concave Fläche bearbeitet, wie die Figur erkennen läßt. Wenn man dagegen der Führungsſchiene F nach hinten eine Senkung ertheilt, was dadurch ermöglicht wird, daß dieſe Schiene an dem feſten Ständer P drehbar angebracht und in beſtimmter Lage daran zu

Fig. 568.



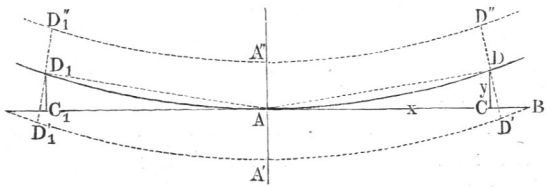
befeſtigen iſt, ſo wird die pendelnde Bewegung des Arbeitsſtückes eine ſolche ſein, daß der Stichel eine convexe Fläche bearbeitet.

Der um die Bolzen E drehbaren Einſpannvorrichtung kann man mittelſt einer Queraxe Q, die durch kleine Zahnräder beiderſeits in die gezahnten Sectoren S eingreift, eine beliebige Neigung gegen den Tiſch der Hobelmaſchine geben, wovon man Gebrauch macht, wenn man die Vorrichtung als einfache Spannkluppe bei dem Planhobeln unter Wegnahme der Führungsſchiene F gebrauchen will, und der Gegenſtand eine keilförmige Geſtalt hat.

Es iſt übrigens nicht ſchwer zu erkennen, daß der angegebene Apparat nicht zur Erzeugung von Kreiscylindern dienen kann, da die durch die

gewählte Bewegungsart erzeugten Flächen eine andere als kreisförmige Krümmung haben müssen. Um dies zu untersuchen, sei zuvörderst angenommen, die schneidende Stichelspitze stehe in derselben Höhe, wie die Axe der beiden Bolzen E, um welche die Schwingung des Arbeitsstückes erfolgt, und es möge diejenige Stellung des Arbeitsstückes ins Auge gefaßt werden, in welcher diese Axe gerade in die Stichelschneide getreten ist. In A, Fig. 569, sei die Stichelspitze und die Schwingungsaxe dargestellt, und AB bedeute die Bewegungsrichtung des Tisches, so daß also die Spitze A in der Geraden AB eine Furche einarbeiten würde, wenn das Arbeitsstück unwandelbar fest mit der Tischplatte verbunden wäre. Denkt man sich nun dem Tische eine Verschiebung um einen beliebige Größe $CA = x$ nach links ertheilt, so daß der Punkt C des Arbeitsstückes unter den Stichel tritt, so hat eine Senkung des Arbeitsstückes an dieser Stelle C um eine gewisse Größe $y = DC$ stattgefunden, in Folge deren nun der Stichel in dem Punkte D das Material bearbeitet. Diese Senkung läßt sich wie folgt

Fig. 569.



bestimmen. Wenn die Neigung der Führungsschiene gegen die Tischbewegung für jede Längeneinheit durch c ausgedrückt wird, so beträgt die Senkung der Führungsgabel in Folge der Bewegung um x die Größe cx. Diese Senkung gilt für denjenigen Punkt, um welchen die drehbar mit der Einspannvorrichtung verbundene Führungsgabel sich drehen kann, und wenn daher a den Abstand dieses Punktes von der Schwingungsaxe der Einspannvorrichtung bedeutet, so hat der Punkt C eine Senkung erhalten, die man durch $y = cx\,\frac{x}{a} = \frac{c}{a}x^2$ ausdrücken kann.

Dieselbe Betrachtung gilt übrigens auch für eine Bewegung des Tisches nach rechts, denn hierbei erfährt die Führungsgabel zwar eine Erhebung im Betrage von cx, aber der jetzt unter den Stichel gelangende Punkt C_1 des Arbeitsstückes wird, weil er auf der anderen Seite der Schwingungsaxe gelegen ist, ebenfalls einer Senkung im Betrage $D_1C_1 = \frac{c}{a}x^2$ ausgesetzt sein. Man hat daher die Beziehung $y = \frac{c}{a}x^2$, woraus man schließt, daß die Curve, welche die Relativbewegung der Stichelspitze gegen das Arbeits-

ſtück darſtellt, eine Parabel ſein muß. Hiernach läßt ſich denn auch leicht die Form finden, die der Stichel erzeugen muß, wenn er um eine beliebige Größe $b = AA' = AA''$ unter oder über der Schwingungsaxe A befindlich iſt. Da nämlich bei einer Bewegung des Tiſches um $CA = C_1A = x$ der Punkt D oder D_1 nach A gekommen iſt, alſo die gerade Verbindungslinie AD oder AD_1 dann horizontal ſteht, ſo hat man nur in D oder D_1 das Loth zu AD und bezw. AD_1 zu zeichnen, und darauf nach unten oder oben den Abſtand b anzutragen, um einen Punkt für die geſuchte Curve $D'A'D_1'$ oder $D''A''D_1''$ zu erhalten.

§. 160. **Stossmaschinen.** Auch bei den Stoßmaſchinen erhält der Stichel oder Meißel die hin- und hergehende Arbeitsbewegung gegen das feſtliegende Arbeitsſtück, und es beſteht zwiſchen ihnen und den Feilmaſchinen zunächſt nur der Unterſchied, daß der Stichel hierbei in ſenkrechter Richtung auf- und niedergeführt wird, wodurch die äußere Form der ganzen Maſchine, insbeſondere des Geſtelles, weſentlich beeinflußt wird. Der Stichel iſt hierbei meiſtens als ein ſenkrecht geſtellter Stahlſtab ausgeführt, derart, daß an ſeinem unteren Ende die Schneide befindlich iſt, und die Bewegungsrichtung mit ſeiner Länge zuſammenfällt. Hierdurch iſt ſchon bedingt, daß der Hub nur ein mäßiger ſein darf, bei welchem die Erzitterung und Federung des frei aus dem Werkzeugträger oder Stößel heraustretenden Stichels nur von geringem Betrage iſt. Demgemäß eignen ſich Stoßmaſchinen auch nur für die Bearbeitung von Gegenſtänden, deren ſenkrechte Abmeſſungen gering ſind; namentlich wendet man ſie an, um die Keilnuthen in Radnaben herzuſtellen, woher der Name Nuthſtoßmaſchinen für ſie gebräuchlich iſt. Bei geeigneter Einrichtung der Schaltbewegung zur Spanverſetzung, welche faſt immer dem Arbeitsſtücke und nur ausnahmsweiſe dem Werkzeugträger mitgetheilt wird, kann man auf den Stoßmaſchinen irgend welche ebene oder allgemein cylindriſche Flächen von beliebiger Querſchnittsform herſtellen. Vielfach benutzt man ſolche Maſchine auch zum Ausarbeiten der Zahnlücken in Zahnrädern, in welchem Falle die arbeitende Stichelſchneide genau nach dem Querſchnitte der zu erzeugenden Zahnlücken geſchliffen ſein muß.

In Betreff der dem Stichel mitzutheilenden Arbeitsbewegung gelten die für Feilmaſchinen gemachten Bemerkungen inſofern, als man ſich hierzu ſtets einer Kurbel mit veränderlicher Armlänge bedient, deren Bewegung unter Zuhülfenahme von Stufenſcheiben durch einen Riemen bewirkt wird. Bei den größeren Maſchinen läßt man den Rückgang mit größerer Geſchwindigkeit als den Niedergang erfolgen, und wendet zu dieſem Zwecke meiſtens das Whitworth'ſche Getriebe, zuweilen auch elliptiſche Räder an.

Da der Stichel bei dieſen Maſchinen in der Regel unwandelbar feſt mit der ihn tragenden Stange oder Barre verbunden iſt, daher eine Ablöſung

der Stichelſchneide von der Arbeitsfläche nicht ſtattfindet, wie dies bei den gewöhnlichen vorbeſprochenen Feil- und Hobelmaſchinen in Folge der Befeſtigung des Stichels in einer ſchwingenden Klappe möglich iſt, ſo kann die Vorrückung des Stichels nicht während des Rückganges erfolgen, ſondern ſie muß in der kurzen Zeit ſtattfinden, während welcher der Stichel ſich gar nicht in Berührung mit der Arbeitsfläche befindet. Zu dem Behufe hat man daher den Hub des Stichels immer entſprechend größer als die eigentliche Schnittlänge zu wählen und für die Fortrückung ein Getriebe anzuordnen, das bei einem nur kleinen Drehungswinkel die erforderliche Schaltung bewirkt. Es giebt indeſſen auch ſolche Einrichtungen, die eine Ablöſung der Stichelſchneide von der Arbeitsfläche während des Aufganges bewirken, hierbei kann die Vorſchiebung während des ganzen Rückganges ſtattfinden, alſo durch eine gewöhnliche Kurbel erzielt werden.

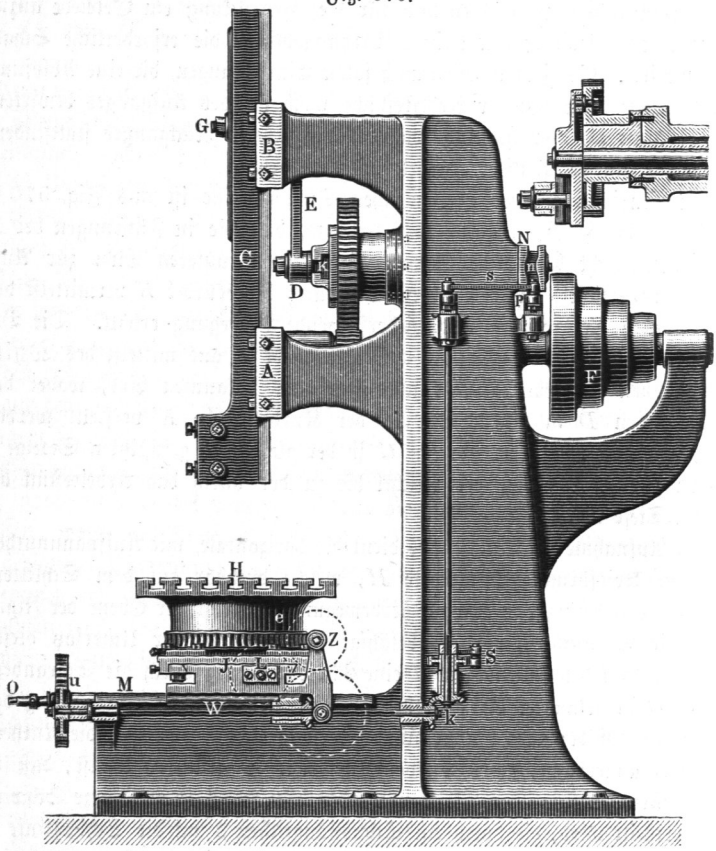
Die Einrichtung einer gewöhnlichen Stoßmaſchine iſt aus Fig. 570 [1]) (a. f. S.) erſichtlich, woraus man erkennt, daß die in Führungen bei A und B ſenkrecht bewegliche Stange C an ihrem unteren Ende zur Aufnahme des Stichels eingerichtet iſt und durch die Kurbel K vermittelſt der Schubſtange E ihre auf- und niederſteigende Bewegung erhält. Die Bewegung erfolgt von der Welle der Stufenſcheibe F aus mittelſt des Whitworth'ſchen Getriebes in der aus Fig. 548 bekannten Art, wobei der Kurbelzapfen D in einem Schlitze der Kurbelſcheibe K verſtellt werden kann, während ebenſo der Zapfen G in der gleichfalls geſchlitzten Stange C ſo zu verſtellen iſt, daß der Stichel bis zu der durch das Arbeitsſtück bedingten Tiefe niedergeht.

Zur Aufnahme des Werkſtückes dient die horizontale, mit Aufſpannnuthen verſehene kreisförmige Tiſchplatte H, welche drehbar auf dem Schlittenſtücke J gelagert iſt, das einer Querbewegung ſenkrecht zur Ebene der Figur durch die Schraubenſpindel L befähigt iſt, während der Unterſatz dieſes Schlittens auf den Führungen M eine Längsbewegung durch die Schraubenſpindel O in bekannter Art empfängt. Zur ſelbſtthätigen Fortrückung des Tiſches iſt auf der nach hinten hinaus verlängerten Kurbelwelle die Nuthenſcheibe N angebracht, deren Curvennuth bei n ſo ausgebuchtet iſt, daß in der höchſten Stellung des Werkzeugträgers dem Hebel P eine kurze Schwingung ertheilt wird, die durch ein Schubſtängelchen s auf die Schiebklinke S übertragen wird, durch deren Einwirkung das zugehörige Schaltrad ſeine abſetzende Bewegung erhält. Wie durch die Kegelrädchen k dieſe Bewegung auf die wagerechte Axe W weiter fortgepflanzt wird, zeigt die Figur, und es iſt auch deutlich, wie dieſe Umdrehung entweder durch die Stirnrädchen u zur Längsbewegung des Schlittens auf die Schraube O übertragen werden

[1]) Hart, Die Werkzeugmaſchinen für den Maſchinenbau.

oder wie die Schraube L bezw. die Schneckenwelle Z umgedreht werden kann. Im letzteren Falle wird durch eine auf Z befindliche Schraube ohne Ende der ringsum mit Schneckenradzähnen verſehene Tiſch H um ſeine Axe gedreht, ſo daß der auf- und niedergehende Stichel an dem Arbeitsſtücke eine zur Drehaxe des Tiſches concentriſche Cylinderfläche bearbeitet. Es iſt hierdurch alſo die Möglichkeit des Rundhobelns von Radkränzen oder

Fig. 570.

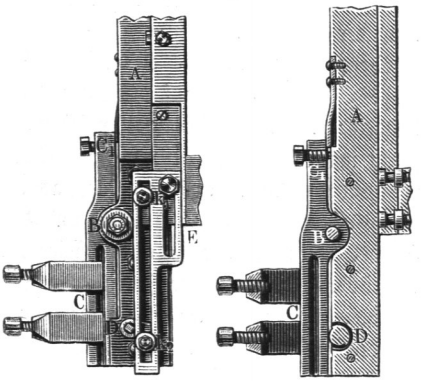


Kurbelnaben u. ſ. w. gegeben, wobei es natürlich darauf ankommt, das betreffende Arbeitsſtück möglichſt centriſch auf dem Tiſche H zu befeſtigen.

Um dem Stichel, der bei der vorbeſprochenen Maſchine mit dem Werkzeugträger unwandelbar feſt verbunden iſt, eine gewiſſe Beweglichkeit zu geben, die ein Ablöſen der Schneide von der Arbeitsfläche während des Rückganges ermöglicht, haben Gſchwindt & Zimmermann in Karlsruhe

eine Einrichtung getroffen, wie ſie durch Fig. 571 zur Anſchauung gebracht wird. Zur Aufnahme des Stichels dient hierbei die um einen am Stößel A feſten Bolzen B drehbare Klappe C, die ſich unterhalb gegen einen excentriſchen Bolzen D ſtützt. Eine gegen den oberen Schwanz C_1 der Klappe wirkende Feder veranlaßt ein ſtetiges Anlegen der Klappe gegen dieſe excentriſche Scheibe. Der excentriſche Bolzen D erhält bei jedem Bewegungswechſel der Stichelſtange eine kleine Drehung abwechſelnd nach rechts oder links dadurch, daß ein kleiner Arm dieſes Bolzens gegen einen der Anſtoßknaggen k_1 oder k_2 trifft, die man zuvor in dem Schlitze einer an dem Geſtell feſten Schiene E in paſſender Entfernung von einander feſtgeſtellt hat. In Folge dieſer Anordnung tritt der Stichel bei dem Hinaufgehen von der Arbeitsfläche zurück, ſo daß die Fortrückung des Tiſches während der ganzen Zeit des Stichelaufganges erfolgen kann. Zu dem Ende wird die Schaltung durch eine Kurbel bewirkt, deren Umdrehungszahl natürlich mit der Anzahl der Schnitte des Stichels übereinſtimmt.

Fig. 571.

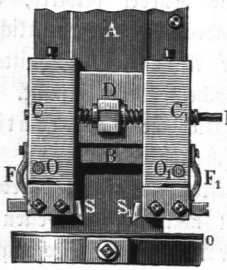


Um die ſechskantigen Schraubenmuttern und Schraubenköpfe zu bearbeiten, hat man auch zuweilen von der Wirkung der Stoßmaſchine Gebrauch gemacht, und zwar wendet man dabei zwei Stichel an, deren Abſtand von einander gleich der Weite des zugehörigen Schraubenſchlüſſels, d. h. gleich dem Abſtande von zwei gegenüberſtehenden Flächen der ſechskantigen Schraubenmutter iſt. Die hierzu dienende Einrichtung des Werkzeugträgers iſt in Fig. 572 (a. f. S.) angegeben. Mit dem ſenkrecht auf und nieder geführten Stößel A iſt am unteren Ende ein Querſtück B feſt verbunden, auf dem an prismatiſchen Führungsleiſten die beiden Schieber C und C_1 verſtellbar ſind, in denen die Stichel S befeſtigt werden. Vermittelſt der mit rechtem und linkem Gewinde verſehenen, in dem Kloben D drehbar gelagerten Schraubenſpindel E kann die Entfernung der beiden Stichel genau geregelt werden, ſo daß die zwiſchen den Sticheln auf dem darunter befindlichen Tiſche befeſtigte Mutter auf beiden Seiten gleichzeitig mit ebenen Flächen im Abſtande der Stichelſchneiden verſehen wird, ſobald man eine Fortrückbewegung der Mutter in der zur Ebene der Figur ſenkrechten Richtung vornimmt. Jeder Stichel iſt hierbei in einer um einen Bolzen O drehbaren Klappe befeſtigt, ſo daß bei

dem Rückgange ein Ablöſen der Stichelſchneide von der Arbeitsfläche ſtattfindet, während die Feder *F* bei dem beginnenden Niedergange den Stichel wieder in die für die Arbeit erforderliche Stellung zurückführt.

Zur Aufnahme der zu bearbeitenden Mutter iſt die dazu dienende Tiſchplatte um eine ſenkrechte Axe drehbar, die genau in die Mittelebene zwiſchen den beiden Stichelſchneiden einzuſtellen iſt, und es muß das Aufſpannen der zu bearbeitenden Mutter ſo geſchehen, daß deren geometriſche Axe mit dieſer Drehaxe der Tiſchplatte zuſammenfällt. Hiernach iſt es erſichtlich, wie man nach der Bearbeitung von zwei gegenüberſtehenden Flächen und darauf folgender Rückführung des Tiſches durch eine Drehung des letzteren im Betrage von 60 Grad die beiden folgenden Seitenflächen bearbeiten kann. Man wendet übrigens dieſes Verfahren des Hobelns bei Muttern nur ſeltener und zwar nur bei den größten Sorten derſelben an, in den meiſten Fällen bedient man ſich der ſpäter zu beſprechenden Fräsmaſchinen zur Bearbeitung der Muttern.

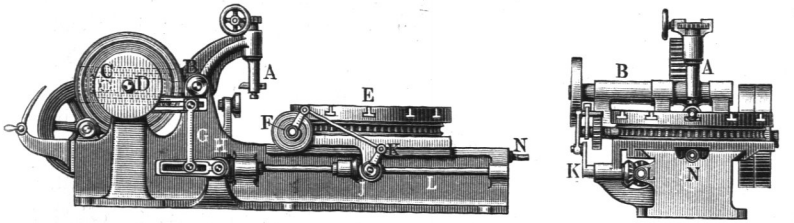
Fig. 572.



Wenn es ſich um die Bearbeitung ſehr langer Gegenſtände auf Stoßmaſchinen handelt, z. B. der Locomotivrahmen, ſo pflegt man den Maſchinen eine ſolche Einrichtung zu geben, vermöge deren das Arbeitsſtück ganz feſtgehalten wird und dem Stichel außer ſeiner auf- und abſteigenden Arbeitsbewegung auch die Fortrückung nach zwei wagerechten zu einander ſenkrechten Richtungen ertheilt werden kann. Das Geſtell der Maſchine erhält hierbei die Geſtalt eines entſprechend langen Rahmens, an deſſen prismatiſchen Führungsleiſten in der Regel zwei bis drei verſchiedene von einander unabhängige Stoßapparate verſchoben werden können. Jeder dieſer Apparate beſteht im weſentlichen aus einem Ständer, der auf den Wangen des Geſtellrahmens eine hinreichend lange Führung findet, um ſicher darauf entlang geführt zu werden. Zu dem letzteren Zwecke dient eine an dem Geſtell befeſtigte Zahnſtange, in die ein Getriebe eingreift, deſſen Axe in dem Ständer gelagert iſt und durch ein Schaltrad von der Kurbelwelle bewegt wird, die dem Stichel die auf- und niederſteigende Bewegung ertheilt. Die Führung der Stichelſtange ebenſo wie die zur Bewegung der letzteren dienende Kurbelwelle findet ſich an einem Querſchlitten, der an dem Ständer in einer horizontalen, zur Längsrichtung der ganzen Maſchine ſenkrechten Richtung verſchoben werden kann, und zwar iſt die Anordnung ſo getroffen, daß man die gedachte Schaltbewegung entweder zur Längsverſchiebung des Ständers auf dem Grundrahmen oder zur Querverſchiebung des die Stoßſtange tragenden Schlittens benutzen kann.

In Fig. 573 iſt eine Maſchine von R. Hartmann in Chemnitz verſinnlicht, bei der dem Stichel anſtatt der geradlinigen Bewegung eine Schwingung im Bogen um einen beſtimmten Mittelpunkt ertheilt wird. Dieſe Maſchine dient dem beſonderen Zwecke der Bearbeitung der Radkränze von Eiſenbahnwagenrädern im Inneren, wenn der Querſchnitt daſelbſt durch einen Kreisbogen begrenzt ſein ſoll, wie es vielfach der Fall iſt. Aus der Figur iſt erſichtlich, daß der Stichel quer durch die Stoßſtange A geſteckt iſt, die in dem um B drehbaren Winkelhebel CBD befindlich iſt. Da der horizontale Arm CB dieſes Winkelhebels zu einer Schleife ausgebildet iſt, in welcher der Kurbelzapfen der treibenden Kurbelwelle D ſich verſchieben kann, ſo muß durch die Umdrehung dieſer Welle der Winkelhebel in Schwingungen verſetzt werden, in Folge wovon der Stichel ſich concentriſch zu B bewegt und daher die Innenfläche eines auf dem Tiſche E befeſtigten Radkranzes nach dem zugehörigen Kreisprofile bearbeitet. Zu dieſem Zwecke bedarf es nur einer abſatzweiſen geringen

Fig. 573.

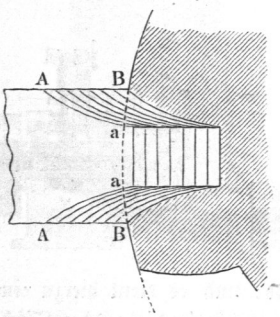


Drehung der Tiſchplatte E nach jedem Schnitte, und es dient hierzu eine auf der Axe F befindliche Schraube ohne Ende, welche in die an der Tiſchplatte angebrachten Schneckenzähne eingreift. Es iſt auch aus der Figur zu erkennen, wie dieſe Drehung von dem ſchwingenden Hebel durch das Schubſtängelchen G erfolgt, das mittelſt der Kegelrädchen H und J dem Hebel K eine ſchwingende Bewegung mittheilt. Die Anordnung der liegenden, mit einer Längsnuth verſehenen Zwiſchenwelle L, auf welcher die Kegelrädchen J und der Hebel K ſich verſchieben können, iſt offenbar deswegen nöthig, um die Bewegungsübertragung immer zu ſichern, in welche Entfernung von dem Stichel auch die Mitte der Tiſchplatte gebracht wird. Wie die Verſtellung der Tiſchplatte entſprechend dem Durchmeſſer des zu bearbeitenden Radkranzes mittelſt der Schraubenſpindel N geſchehen kann, bedarf nach dem Vorhergegangenen keiner beſonderen Erläuterung.

Man hat die Stoßmaſchinen auch dazu verwendet, um die Zahnlücken kleinerer Stirnräder aus dem vollen Material (Gußeiſen) auszuarbeiten, zu welchem Zwecke man dem Stichel die genaue Form der herzuſtellenden Zahnlücke giebt. Selbſtredend iſt es nicht möglich, das ganze, die Lücke

erfüllende Material mit einem Schnitte zu beſeitigen, man kann den Zweck nur dadurch erreichen, daß man den Stichel aus ſeiner anfänglichen Stellung AA in Fig. 574, wo er den Radkranz nur mit der äußerſten Schneide aa berührt, in die Endſtellung BB, die er bei vollendeter Zahnlücke einnimmt, durch ſchrittweiſe Verſchiebung nach jedem gemachten Schnitte überführt. Zu dieſem Ende wird bei derartigen Maſchinen der Sticheleträger in einem Schlittenſtänder geführt, der auf dem betreffenden Geſtelle einer ſelbſtthätigen Verſchiebung durch ein entſprechendes, von der Kurbelwelle der Stoßſtange bewegtes Schaltwerk unterworfen wird, während das zu bearbeitende Rad auf einem Bolzen befeſtigt während des Stoßens einer Bewegung nicht ausgeſetzt wird. Wenn in dieſer Art eine Zahnlücke ausgearbeitet iſt, empfängt der den Stößel tragende Schlitten eine ſchnelle Rückwärtsbewegung, wodurch der Stichel aus der erzeugten Zahnlücke ganz heraustritt, ſo daß nunmehr dem zu bearbeitenden Rade eine Drehung um ſeinen centralen Bolzen in demjenigen Winkelbetrage ertheilt werden kann, welcher der beabſichtigten Zähnezahl entſpricht. Die Skizze einer ſolchen von Evringhaus[1]) in Barmen gebauten Maſchine, in welcher die gedachten Bewegungen ſämmtlich ganz ſelbſtändig von der Maſchine ausgeführt werden, iſt in Fig. 575 gegeben. Der zur Aufnahme des Sticheleträgers A dienende Ständer B iſt, wie aus der Figur erſichtlich iſt, zu einem auf den horizontalen Bahnen des Geſtelles C verſchieblichen Schlitten ausgebildet, ſo daß ihm und dem Stichel eine Bewegung gegen das auf dem drehbaren Bolzen D befeſtigte Rad E ertheilt werden kann, in welches die Zähne eingeſtoßen werden ſollen. Da die hierzu nöthige Verſchiebung nur gering, nämlich nur gleich der Tiefe der zu erzeugenden Zahnlücken iſt, ſo konnte die Kurbelwelle F, die dem Sticheleträger die auf- und niedergehende Bewegung mittheilt, feſt an dem Geſtelle gelagert werden, indem die den Sticheleträger bewegende Schubſtange G in Folge dieſer geringen Verſchiebung in ihrer Mittellage nur unmerklich von der ſenkrechten Richtung abweichen kann.

Fig. 574.

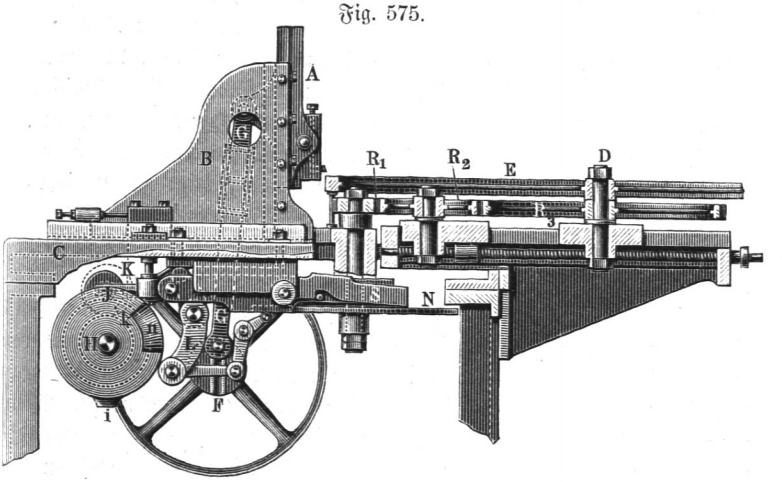


Von der Kurbelwelle F aus wird durch ein Excenter, deſſen Stange eine Schaltklinke bewegt, mittelſt des zugehörigen Schaltrades die Hülfsaxe H in ſchrittweiſe Umdrehung verſetzt, und dieſe Bewegung wird durch zwei gleich große kleine Stirnräder auch der darüber gelagerten anderen Hülfswelle J mitgetheilt. Eine auf dieſer Welle J befeſtigte ſpiralförmige

[1]) D. R.-P. Nr. 56011.

Scheibe K drückt bei ihrer Bewegung langſam den Schlitten B nach rechts, ſo daß der Stichel bei jedem folgenden Schnitte etwas tiefer in den Radkranz eindringt, wie durch Fig. 574 erläutert wurde. Nach einer ganzen Umdrehung dieſer Scheibe K tritt deren Anſatz oder Stufe k gegen den betreffenden Anſtoßknaggen des Schlittens, ſo daß in dieſem Augenblicke eine Rückführung deſſelben geſchehen kann. Dieſe zu bewirken, dient die Hülfswelle H, die wegen der gleichen Räder in derſelben Zeit wie J eine Umdrehung macht. Eine auf dieſer Welle befindliche Scheibe trägt am Umfange den Daumen i, welcher, gegen den Hebel L wirkend, die Rückführung des Schlittens beſorgt, während unmittelbar darauf eine Curvennuth bei n einen anderen Hebel zum Ausſchlagen nöthigt, wodurch die Schiebklaue S für eine Theilſcheibe N in ſolche Bewegung verſetzt wird, daß dadurch dieſe Theil-

Fig. 575.



ſcheibe um eine Theilung herumgedreht wird. Da dieſe Drehung durch die Stirnräder R_1, R_2, R_3 auf den das Rad E tragenden Bolzen und damit auf dieſes Rad übertragen wird, ſo wird bei der nun folgenden wiederholten Wirkung des Stichels die nächſte Zahnlücke in dem gehörigen Abſtande neben der vorher erzeugten eingeſtoßen.

Die Zahl der dem Rade zu gebenden Zähne beſtimmt ſich hiernach aus der Eintheilung der Theilſcheibe N und aus den Zähnezahlen der Räder R_1 und R_2 wie folgt. Iſt die Theilſcheibe in gleichmäßiger Eintheilung mit n Löchern verſehen, und wird ſie durch die Schiebklinke jedesmal um ein Loch weiter gedreht, ſo erfolgt hierbei eine Drehung des zu bearbeitenden Rades auf dem Bolzen D in dem Betrage $\frac{1}{n}\frac{r_1}{r_3} = \frac{1}{z}$ einer Umdrehung,

wenn r_1 und r_3 die Zähnezahlen von R_1 und R_3 vorſtellen, ſo daß das Rad z Zähne erhält. Das zwiſchen R_1 und R_3 befindliche Rad R_2 iſt offenbar ohne Einfluß auf die Zähnezahl, daſſelbe wird nur verwendet, um bei großem Durchmeſſer von E die Bewegung von N auf E bequem übertragen zu können, ohne deswegen ſehr große Zahnräder anwenden zu müſſen. Hat das zu bearbeitende Rad kleineren Durchmeſſer, ſo kann daſſelbe auch auf der Axe von N oder von R_2 befeſtigt werden. Da die Theilſcheibe N in mehreren concentriſchen Kreiſen verſchiedene Eintheilungen aufweiſt, und da die Räder R_1 und R_3 als ſogenannte Wechſelräder dem Bedürfniß entſprechend ausgewählt werden können, ſo iſt dadurch die Möglichkeit geboten, die Zähnezahl des zu zahnenden Rades in gewiſſen Grenzen beliebig zu beſtimmen. Die Bolzen von R_2 und R_3 ſind, um den richtigen Eingriff der Wechſelräder zu erzielen, auf Schlittenſtücke geſtellt, denen durch geſonderte Schrauben die erforderliche Verſtellung mitgetheilt werden kann. Die Tiefe der Zahnlücken hat man dadurch zu beſtimmen in der Hand, daß man den Anſtoßknaggen des Schlittens B, gegen den die Spiralſcheibe K trifft, bei dem Rückführen des Schlittens dieſer Scheibe mehr oder weniger nähert.

Die Verwendung dieſer Maſchine ſetzt zur Erzeugung genauer Zähne voraus, daß der Schneide des Stichels die genau richtige Form nicht nur anfänglich ertheilt, ſondern auch dauernd erhalten werde, worauf bei dem Schärfen des ſtumpf gewordenen Stichels eine beſondere Sorgfalt zu verwenden iſt.

Es iſt leicht erſichtlich, daß es nicht möglich iſt, in dieſer Art mit Hülfe eines dem Profil der Zahnlücke entſprechenden Stichels die Zähne von Kegelrädern zu erzeugen, da bei denſelben die Querſchnitte der Zähne an verſchiedenen Stellen ſich wie deren Abſtände von der Axe verändern. Wenn man doch beſondere Stoß- oder Hobelmaſchinen zur Erzeugung von Kegelradzähnen ausgeführt hat, ſo ſtimmen dieſelben, ſo verſchieden ſie auch in den Einzelheiten ſein mögen, immer darin überein, daß dem Stichel, der ſich meiſt, wie bei den Feilmaſchinen, in einer horizontalen Bahn hin und her bewegt, eine ſolche Beweglichkeit mitgetheilt wird, vermöge deren ſeine Spitze ſtets nach einem und demſelben Punkte, nämlich nach der Spitze des betreffenden Kegels, gerichtet iſt, der die Grundform des herzuſtellenden Rades bildet. Zu dem Behufe macht man die Führungsbahn des Stichelträgers meiſt um dieſen Punkt drehbar und ertheilt derſelben bei feſtgehaltenem Rade gegen das auf einer Axe aufgeſpannte Rad eine ſolche relative Bewegung nach zwei zu einander ſenkrechten Richtungen, wie ſie den Coordinaten der Zahncurve entſpricht, wozu man ſich paſſend einer der Zahnform entſprechenden Schablone bedient. In Folge hiervon ſchabt die Stichelſpitze in einzelnen dicht neben einander liegenden, den Erzeugungslinien der Zahnflächen entſprechenden Zügen die gewünſchte Zahnform aus.

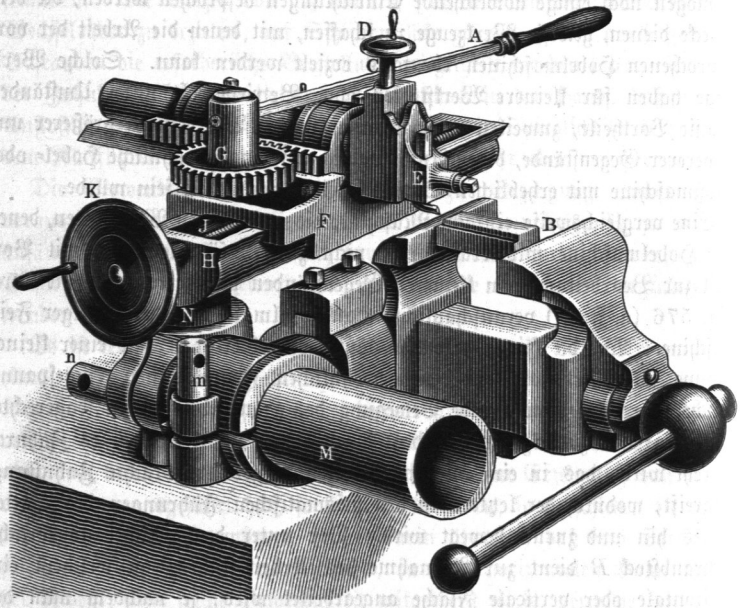
Dieſe Maſchinen, welche in allen Fällen eine ſehr verwickelte Anordnung zeigen, werden indeſſen vergleichsweiſe nur ſelten ausgeführt, und ſie bedürfen, wenn ſie ihrem Zwecke, der Herſtellung genauer Zahnformen, dienen ſollen, einer ſehr aufmerkſamen und geſchickten Bedienung.

Handhobelmaſchinen. Es ſollen unter dieſem Titel nicht diejenigen Hobel- oder Feilmaſchinen beſprochen werden, welche ſich bei weſentlich derſelben Anordnung, wie ſie vorſtehend beſprochen wurde, dadurch kennzeichnen, daß die Bewegung, d. h. die Umdrehung der betreffenden Betriebswelle, anſtatt durch Elementarkräfte, durch die Hand des Arbeiters bewirkt wird, weil hierin ein weſentlicher Unterſchied nicht begründet ſein kann, ſondern es mögen noch einige abweichende Einrichtungen beſprochen werden, die dem Zwecke dienen, gewiſſe Werkzeuge zu ſchaffen, mit denen die Arbeit der vorbeſprochenen Hobelmaſchinen ebenfalls erzielt werden kann. Solche Werkzeuge haben für kleinere Werkſtätten ohne Betriebskraft unter Umſtänden gewiſſe Vortheile, zuweilen auch geſtatten ſie die Bearbeitung größerer und ſchwererer Gegenſtände, deren Aufbringung auf eine gewöhnliche Hobel- oder Stoßmaſchine mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ſein würde. §. 161.

Eine vergleichsweiſe einfache Maſchine, die in kleineren Werkſtätten, denen eine Hobelmaſchine mit Kraftbetrieb nicht zur Verfügung ſteht, mit Vortheil zur Bearbeitung von kleineren Gegenſtänden benutzt wird, iſt die durch Fig. 576 (a. f. S.) veranſchaulichte Handhobelmaſchine, oder richtiger Feilmaſchine. Wie die Figur erkennen läßt, wird hierbei der in einer kleinen Klappe nach Art wie bei den gewöhnlichen Feilmaſchinen eingeſpannte Stichel durch die ſchwingende Bewegung des Handhebels A in wagerechter Linie hin- und zurückgeführt, indem durch dieſen Hebel ein kleines Zahnrad gedreht wird, das in eine an dem Werkzeugträger angebrachte Zahnſtange eingreift, wodurch der letztere in den prismatiſchen Führungen des Sattelſtückes hin und zurück bewegt wird. Der unter dem Stichel angebrachte Schraubſtock B dient zur Aufnahme des Arbeitsſtückes, an welchem eine horizontale oder verticale Fläche angearbeitet wird, je nachdem man den Stichel in der einen oder anderen Richtung fortrückt. Zur ſenkrechten Verſtellung dient die Schraubenſpindel C mit Handrad D, durch deren Umdrehung der die Klappe E aufnehmende Schieber entſprechend verſchoben werden kann, und zwar muß dieſe Verſchiebung nach jedem Schnitt von der Hand des Arbeiters ausgeführt werden. Dagegen erfolgt die horizontale Verſchiebung ſelbſtſtändig bei dem Hobeln dadurch, daß der Sattel F, welcher die Führungsprismen für den Sticheltäger ſowie das treibende Zahnrad G trägt, auf der horizontalen Bahn H mittelſt einer zwiſchen deren Wangen enthaltenen Schraubenſpindel J bewegt wird. Dieſe Bewegung erfolgt durch eine an der hinteren Seite dieſes Sattels angebrachte Mutter (in

der Figur verdeckt), die durch ein an ihr befindliches Schaltrad vor jedem Schnitte ein wenig gedreht wird. Dieſe Drehung bewirkt ein an dem Sticheltträger befindlicher Stift, der bei dem Stichelrückgange gegen den Schalthaken ſtößt. Wird dabei die Schraubenſpindel J an der Drehung verhindert, etwa durch Feſthalten des Handrades K, ſo muß dieſe Drehung der Mutter eine Verſchiebung derſelben und des ganzen Sattels F quer über das Werkſtück zur Folge haben. Das Handrad K kann natürlich dazu dienen, dieſe Verſchiebung auch freihändig zu bewirken. Wie man durch Verdrehung der cylindriſchen Stangen M und N in den ſie umſchließenden Hülſen und darauf folgenden Feſtſtellung mittelſt der Schrauben m und n

Fig. 576.



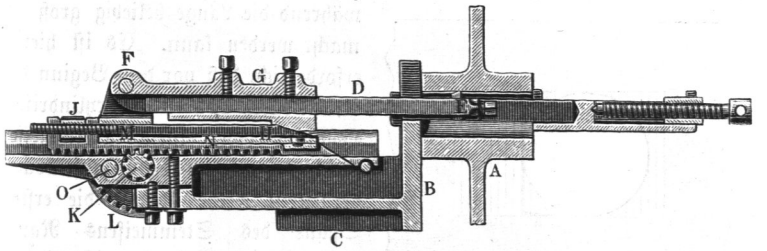
die Möglichkeit erhält, die Querbewegung auf dem Prisma gegen den Horizont zu neigen und bezw. ſchräg gegen das Arbeitsſtück zu richten, iſt aus der Figur erſichtlich.

Zum Einſtoßen der Keilnuthen in die Innenflächen der ausgebohrten Radnaben, wie ſolche Nuthen zur Befeſtigung der Räder auf ihren Axen mittelſt der dazu paſſenden Keile nöthig ſind, bedient man ſich vielfach in Ermangelung einer geeigneten Stoßmaſchine des in Fig. 577 dargeſtellten einfachen Apparates von Weitmann[1]). Hierin ſtellt A die Nabe des zu

[1]) D. R.-P. Nr. 26898.

nuthenden Rades vor, das in geeigneter Art durch Kloben oder Bolzen an der Stirnplatte *B* des Werkzeuges befeſtigt iſt, welches letztere ſelbſt etwa in einen Schraubſtock bei *C* eingeſpannt werden mag. In *D* iſt die eigentliche Stoßſtange dargeſtellt, welche an ihrem vorderen Ende den quer hindurchgeſteckten Stichel *E* mit einer geraden Schneide von ſolcher Breite trägt, wie die herzuſtellende Nuth ſie haben ſoll. Die Stichelſtange *D* iſt in der um den Bolzen *F* drehbaren Klappe *G* befeſtigt, welche letztere ſich bei dem Vorſchube von links nach rechts in Folge des auf den Stichel wirkenden Widerſtandes mit der ſchrägen Fläche unterhalb auf den verſchiebbaren Keil *H* ſtützt. Es iſt hieraus erſichtlich, wie durch eine geringe Verſchiebung dieſes Keiles von links nach rechts, die durch die Umdrehung der Mutter *J* aus freier Hand zu bewirken iſt, eine Erhebung der Stichelſchneide veranlaßt wird, deren Betrag die Dicke des bei dem folgenden Schnitte abzulöſenden Spanes beſtimmt. Die Arbeitsbewegung des Stichels erfolgt durch Umdrehung einer auf die Axe *O* geſteckten Handkurbel, wodurch

Fig. 577.



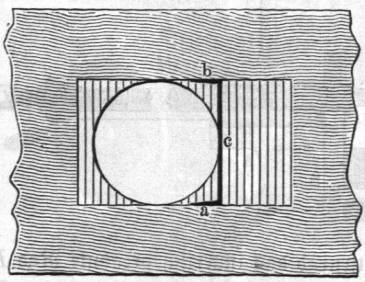
ein auf dieſer Axe befeſtigtes kleines Stirnrad das innerlich gezahnte Rad *L* umdreht, und da mit dieſem letzteren Rade das kleine in die Zahnſtange *N* eingreifende Getriebe *K* feſt verbunden iſt, ſo erfolgt je nach der Drehungsrichtung der Kurbel die Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung des Schlittens *M* mit der Klappe *G* und dem Stichel. Die Wirkungsweiſe des Apparates iſt hiernach deutlich.

Stemmmaschinen für Holz. Alle bisher beſprochenen Maſchinen §. 162.
ſind nur für die Bearbeitung von Metallen oder anderen harten Materialien, wie z. B. auch von Steinen mittlerer Härte geeignet, während ſie für Hölzer nicht verwendbar ſind. Die ſogenannten Holzhobelmaſchinen arbeiten immer in einer anderen Art, als die für Eiſen gebräuchlichen, indem dabei ſtets ein ſehr ſchnell rotirendes Werkzeug in Anwendung tritt, wie es ſpäter, gelegentlich der Fräſen, näher beſprochen werden ſoll. Diejenigen Maſchinen, welche die Bearbeitung des Holzes mittelſt eines geradlinig bewegten Meſſers von der Wirkungsweiſe des gewöhnlichen Handhobels bearbeiten, dienen meiſtens dem Zwecke einer Zertheilung der Blöcke in dünne Blätter, wie

ſie bei der Darſtellung der geſchnittenen Fourniere durch die in §. 88 beſprochenen Schälmaſchinen angeführt wurde, ſo daß dieſe Art der Hobelmaſchinen hier nicht angeführt werden muß. Dagegen wendet man in einzelnen Fällen die Stoßmaſchinen auch für Holz an, und zwar inſonderheit zur Erzeugung der rechteckigen Zapfenlöcher, wie ſie zur Verbindung einzelner Holztheile ſo vielfach gebraucht werden. Die hierzu dienenden Maſchinen führen den Namen Stemmmaſchinen, weil ſie die unter dem Namen des Stemmens bekannte Handarbeit zu erſetzen dienen, durch welche die beſagten ſchlitzartigen Zapfenlöcher für gewöhnlich hergeſtellt werden.

Auch dieſe Stemmmaſchinen arbeiten wie die vorgedachten Stoßmaſchinen mit einem hin- und hergehenden Meißel, deſſen Schneide indeſſen abweichend von derjenigen der bisher beſprochenen Stichel eine U-förmige zu ſein pflegt, Fig. 578, ſo daß daran drei Schneidkanten *a*, *b* und *c* vorhanden ſind. Es geht daraus hervor, daß durch die dicht neben einander gelegenen Schnitte eine ſchlitzförmige Vertiefung entſteht, deren Breite mit der Länge der Hauptſchneide *c* des Meißels übereinſtimmt, während die Länge beliebig groß gemacht werden kann. Es iſt hierzu erforderlich, daß vor dem Beginn der Arbeit durch Bohren eine cylindriſche Höhlung von einem Durchmeſſer gleich der Breite des Zapfenloches hergeſtellt werde, damit die erſten Späne des Stemmeiſens Raum finden, weshalb in der Regel jede Stemmmaſchine mit einer Bohrſpindel nach Art der ſpäter zu beſprechenden Bohrmaſchinen zur Herſtellung dieſes Loches verſehen iſt. Die Tiefe dieſer Bohrung wird dann gleich der zu erzielenden Tiefe des Zapfenloches gemacht, und dem Stemmeiſen der zugehörige bis zum Grunde dieſer Bohrung reichende Hub gegeben. Um den Schlitz nach beiden Seiten hin rechtwinkelig zu begrenzen, iſt es nöthig, das Stemmeiſen ſo mit der Stoßſtange zu verbinden, daß jederzeit bequem eine Wendung deſſelben um 180 Grad erfolgen kann. Dieſe Maſchinen werden ebenſowohl liegend wie ſtehend ausgeführt.

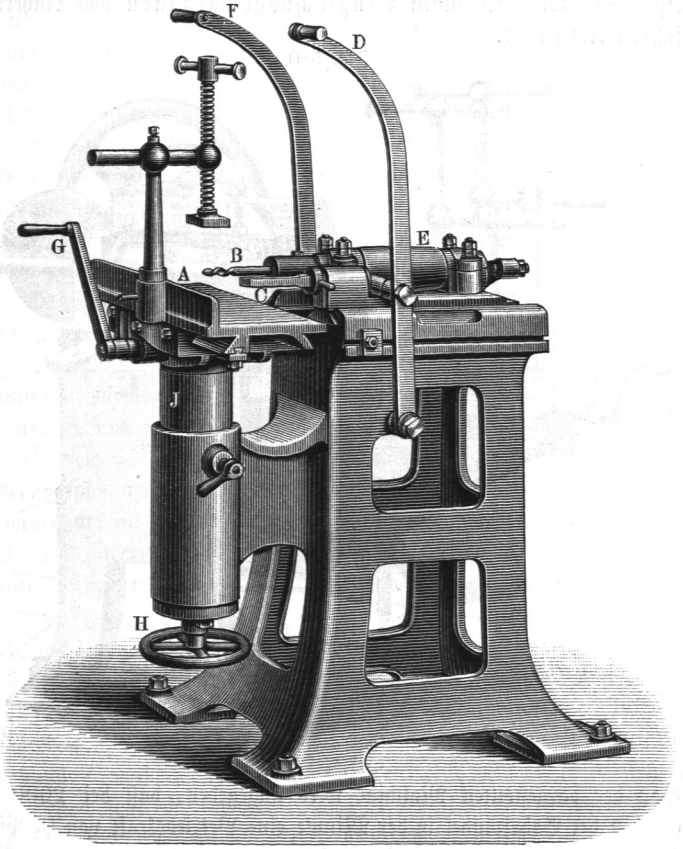
Fig. 578.



Eine liegende Maſchine dieſer Art ſtellt Fig. 579 vor, welche der Preisliſte der Sächſiſchen Stickmaſchinenfabrik in Kappel-Chemnitz entnommen iſt. Das auf dem Tiſche *A* befindliche Holzſtück iſt, wie aus der Figur erſichtlich, der Wirkung entweder des Bohrers *B* oder des Stemmeiſens *C* ausgeſetzt, welches letztere die hin- und zurückgehende Bewegung von der Hand des Arbeiters mittelſt des Hebels *D* erhält, während die Bohrſpindel durch einen auf die Scheibe *E* laufenden Riemen von der

Betriebswelle umgedreht wird. Der hintere Handhebel *F* dient dabei zur Vorführung der in ihren Lagern verſchieblichen Bohrſpindel in deren Axenrichtung entſprechend der gewünſchten Bohrtiefe. Durch ſtellbare Anſtoßknaggen läßt ſich dieſe Verſchiebung der Bohrſpindel ebenſo wie diejenige des Stemmeiſens genau begrenzen. Es iſt erſichtlich, wie der beabſichtigte Zweck durch langſame Verſchiebung der das Arbeitsſtück tragenden Tiſch-

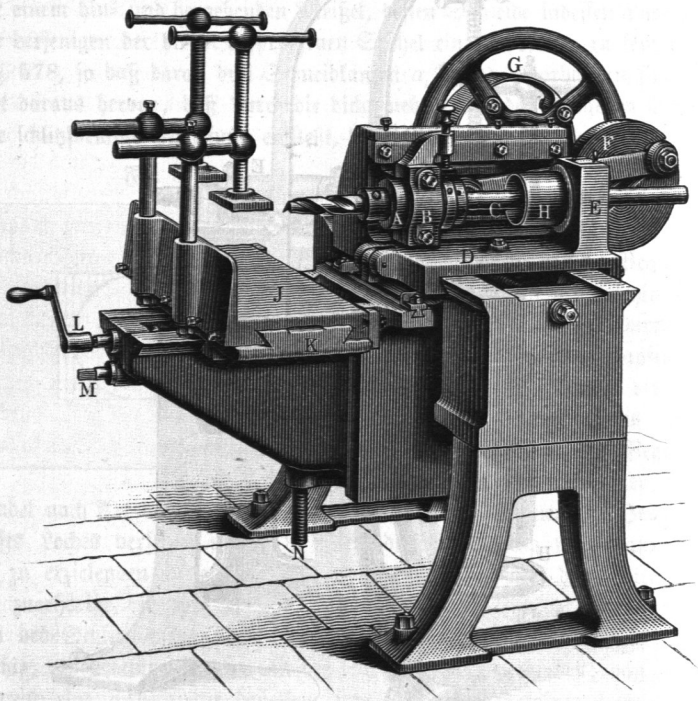
Fig. 579.



platte *A* in den unter derſelben angebrachten prismatiſchen Führungen zu erreichen iſt, und zwar wird dieſe Verſchiebung durch Umdrehung der Handkurbel *G* bewirkt, deren Axe ein Zahngetriebe trägt, das in eine an der Tiſchplatte befindliche Zahnſtange eingreift. Daß der Tiſch ſich vermittelſt der durch das Handrad *H* umzudrehenden Schraubenſpindel höher und tiefer ſtellen läßt, je nach der Stelle, wo das Zapfenloch hergeſtellt werden ſoll,

iſt aus der Figur erſichtlich, ebenſo wie die Drehbarkeit des Tiſches um den cylindriſchen Fuß *J*, wodurch ein Schrägſtellen des Holzes und ſomit die Herſtellung ſchräger Schlitze ermöglicht wird. Das Stemmeiſen iſt in dem daſſelbe führenden Stößel ſo befeſtigt, daß die erforderliche Wendung um 180° leicht erfolgen kann. Es mag bemerkt werden, daß eine Bewegung des Tiſches durch die Handkurbel *G* während der Wirkung des Bohrers die Herſtellung langer Löcher ebenfalls geſtattet, worüber bei der Beſprechung der ſogenannten Langlochbohrmaſchinen das Nähere angeführt werden wird.

Fig. 580.



Von der dargeſtellten Maſchine wird angegeben, daß bei 2000 Umdrehungen der Bohrſpindel in der Minute eine Betriebskraft von $^1/_2$ Pferdekraft erforderlich iſt, und daß die Maſchine Schlitze bis zu 35 mm Breite und 150 mm Tiefe bei einer Länge von 200 mm herzuſtellen geſtattet. Durch Umwenden der Hölzer und Stemmen von beiden Seiten kann man demzufolge Hölzer bis zu 250 mm Dicke der ganzen Stärke nach durchſtemmen.

Eine aus derſelben Fabrik ſtammende, gleichfalls horizontale Stemmmaſchine zeigt die Fig. 580. Hierbei iſt der in Schwalbenſchwanzführungen

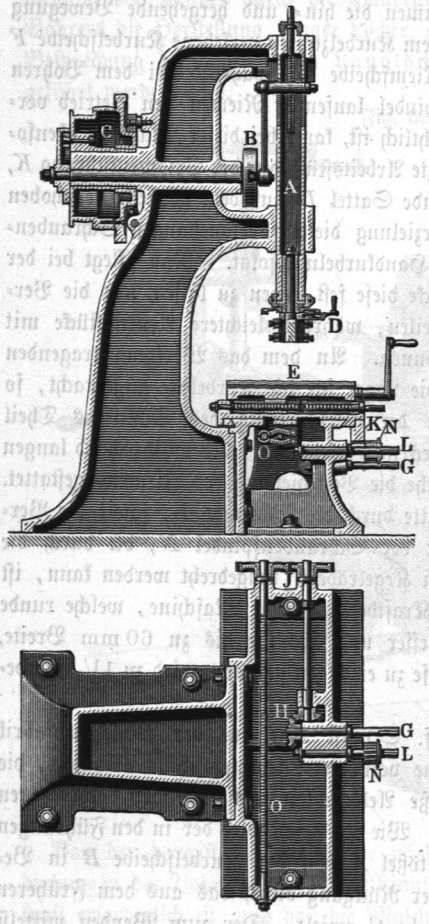
horizontal bewegliche Schlitten oder Stößel *A* mit einem Lager *B* verſehen, in dem die drehbare Spindel *C* ihre Unterſtützung findet, und es iſt die Einrichtung ſo getroffen, daß dieſe Spindel ebenſowohl einen Bohrer wie auch das Stemmeiſen aufnehmen kann. Die zweite Unterſtützung findet die Spindel in dem an dem Sattel *D* befindlichen Lager *E*, durch welches die Spindel ſich der Länge nach hindurchziehen kann, wenn dem Stößel *A* durch die Kurbelſtange zum Stemmen die hin- und hergehende Bewegung mitgetheilt wird. Die mit ſtellbarem Kurbelzapfen verſehene Kurbelſcheibe *F* erhält ihre Umdrehung von der Riemſcheibe *G*, während bei dem Bohren ein auf die Scheibe *H* der Bohrſpindel laufender Riemen den Betrieb vermittelt. Wie aus der Figur erſichtlich iſt, kann bei dieſer Maſchine ebenſowohl das auf dem Tiſche *J* befeſtigte Arbeitsſtück auf der Prismenführung *K*, wie auch der das Werkzeug tragende Sattel *D* auf dem Geſtelle verſchoben werden, und zwar dienen zur Erzielung dieſer Verſchiebungen Schraubenſpindeln, deren Umdrehung durch Handkurbeln erfolgt. Man pflegt bei der Bearbeitung ſchwererer Arbeitsſtücke dieſe feſt liegen zu laſſen, und die Verſchiebung dem Werkzeuge mitzutheilen, während leichtere Arbeitsſtücke mit dem Tiſche verſchoben werden können. An dem das Werkzeug tragenden Schlitten *D* ſind natürlich auch die Lager für die Kurbelaxe angebracht, ſo daß der ganze Triebapparat an der Verſchiebung des Schlittens Theil nimmt, zu welchem Zwecke das Deckenvorgelege mit einer entſprechend langen Riementrommel verſehen iſt, welche die Verſchiebung des Riemens geſtattet. Die Querverſtellung der Tiſchplatte durch die Schraube *L*, ſowie die Veränderung der Höhenlage mittelſt der Schraubenſpindel *N*, die durch die Queraxe *M* mit Hülfe von zwei Kegelrädern umgedreht werden kann, iſt aus der Figur erſichtlich. Der Kraftbedarf dieſer Maſchine, welche runde Löcher bis zu 100 mm Durchmeſſer und Schlitze bis zu 60 mm Breite, 300 mm Länge und 250 mm Tiefe zu erzeugen geſtattet, wird zu $1^1/_2$ Pferdekraft angegeben.

Durch die Fig. 581[1]) (a. f. S.) iſt eine aus der Maſchinenfabrik Grafenſtaden hervorgegangene verticale Stemmmaſchine erläutert, die in ihrer ganzen Einrichtung große Aehnlichkeit mit den oben beſprochenen Stoßmaſchinen für Metalle zeigt. Wie bei dieſen wird der in den Führungen am Geſtell ſenkrecht bewegte Stößel *A* von der Kurbelſcheibe *B* in Bewegung geſetzt, und ein ſchnellerer Rückgang durch das aus dem Früheren bekannte Whitworth'ſche Getriebe *C* erzielt. Der zum Wenden mittelſt der Handhabe *D* eingerichtete Meißelhalter kann zwei Stemmeiſen aufnehmen, um für den Fall der Verwendung von Doppelzapfen die beiden Zapfenlöcher gleichzeitig ſtemmen zu können. Wie das auf dem Tiſche *E*

[1]) Hartl, Die Werkzeugmaſchinen für den Maſchinenbau.

befeſtigte Arbeitsſtück durch die Schraubenſpindel O von der Handkurbelwelle G aus mittelſt der Kegelräder H und der Stirnräder J der Länge nach unter dem Stemmeiſen bewegt werden kann, iſt nach dem Früheren aus der Figur zu erkennen. Um bei langen Schlitzen eine ſchnellere Rückführung des Tiſches zu ermöglichen, iſt der letztere unterhalb noch mit einer Zahnſtange K verſehen, in die das auf der Handkurbelwelle L befindliche Zahnrad N eingreift, ſo daß durch Umdrehung dieſes Zahnrades die Rückführung des Tiſches mit größerer Geſchwindigkeit bewirkt werden kann, ſobald zuvor die Schraubenſpindel O von ihrer Mutter gelöſt worden iſt, zu welchem Zwecke die letztere aus zwei Theilen beſteht, die von einander ſo weit entfernt werden können, daß die Muttergewinde außer Eingriff mit den Schraubengängen der Spindel treten. Dieſe Einrichtung wird auch bei den ſpäter zu beſprechenden Drehbänken wieder vorkommen.

Fig. 581.

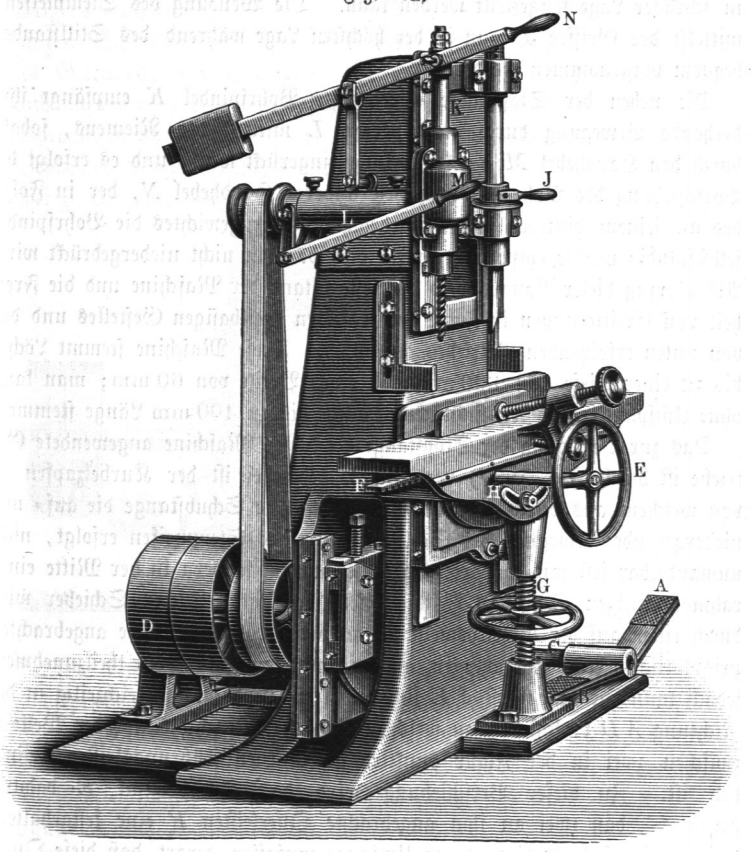


Bei der hier beſprochenen Maſchine entſpricht dem größten Hube des Stößels von 170 mm und einer Anzahl von 136,7 Umdrehungen der Kurbelwelle eine mittlere Geſchwindigkeit des Werkzeuges bei dem Niedergange von 649 mm in der Secunde, während die mittlere Aufgangsgeſchwindigkeit 961 mm beträgt, ſo daß ſich das Verhältniß der mittleren Geſchwindigkeiten für den Niedergang und den Rückgang zu 1,48 beſtimmt. Die Fortrückung beträgt dabei für jeden Hub des Werkzeuges etwa 0,53 mm.

Von der vorſtehend beſprochenen Maſchine unterſcheidet ſich die durch Fig. 582 erläuterte von Ernſt Kirchner & Co. in Leipzig in verſchiedener Hinſicht. Zunächſt iſt bei derſelben die Antriebswelle D im

unteren Theile des aus einem kräftigen Hohlgußſtänder gebildeten Geſtelles gelagert, und es iſt die Einrichtung ſo getroffen, daß nach der Ueberführung des Betriebsriemens auf die feſte Riemſcheibe zwar die Welle derſelben in Umdrehung geräth, der Stößel aber noch ſtill ſteht und erſt in auf- und abgehende Bewegung kommt, ſobald der Fußtritt *A* niedergedrückt wird. Das hierzu dienende Getriebe, das im Folgenden näher erläutert wird,

Fig. 582.



wirkt dabei derartig, daß der Hub des Stößels um ſo größer wird, je tiefer der Fußtritt niedergetreten wird, wogegen die Stoßſtange in der höchſten Lage in Ruhe kommt, ſobald man durch Niedertreten des anderen Fußtrittes *B* in die in der Figur dargeſtellte Lage der Axe *C* dieſer Tritte eine entgegengeſetzte Drehung ertheilt. Auch iſt die Wirkung dieſes Getriebes inſofern eigenthümlich, als vermöge deſſelben dem Stemmeiſen bei jeder

einzelnen Umdrehung der Triebaxe zwei Doppelhübe ertheilt werden, ſo daß die Antriebswelle D entſprechend langſamer umgehen kann. Die Einrichtung der das Holz aufnehmenden Tiſchplatte iſt aus der Figur erſichtlich, inſonderheit iſt es deutlich, wie durch die Umdrehung des Handrades E eine Längsverſchiebung der Tiſchplatte mit Hülfe einer unterhalb angebrachten Zahnſtange F zu ermöglichen iſt, und wie der Tiſch durch die Schraube G höher oder tiefer geſtellt werden, auch vermöge des bogenförmigen Schlitzes H in ſchräger Lage feſtgeſtellt werden kann. Die Wendung des Stemmeiſens mittelſt des Griffes J kann in der höchſten Lage während des Stillſtandes bequem vorgenommen werden.

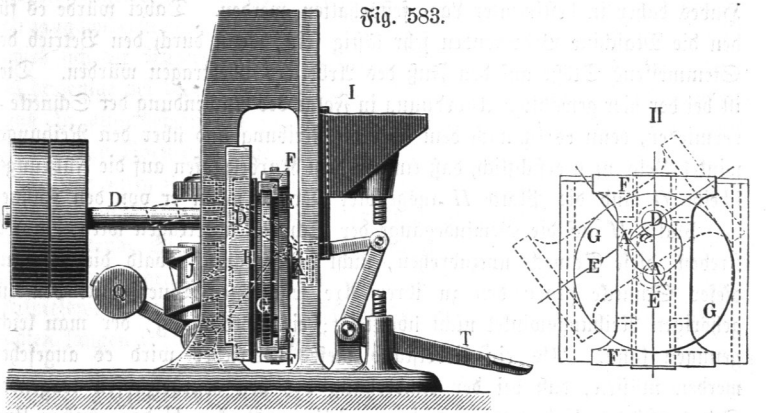
Die neben der Stoßſtange angebrachte Bohrſpindel K empfängt ihre drehende Bewegung durch die Queraxe L mittelſt des Riemens, ſobald durch den Handhebel M die Kuppelung eingerückt wird, und es erfolgt die Vorſchiebung des Bohrers durch den anderen Handhebel N, der in Folge des an ſeinem hinteren Ende angebrachten Gegengewichtes die Bohrſpindel ſelbſtſtändig wieder emporzieht, wenn dieſelbe vorn nicht niedergedrückt wird. Als Vorzug dieſer Bauart wird der feſte Stand der Maſchine und die Freiheit von Erzitterungen in Folge des kräftigen breitbaſigen Geſtelles und des von unten erfolgenden Betriebes angeführt. Dieſe Maſchine ſtemmt Löcher bis zu einer Tiefe von 300 mm und einer Breite von 60 mm; man kann ohne Umſpannen des Arbeitsſtückes Schlitze bis zu 400 mm Länge ſtemmen.

Das zur Bewegung der Stoßſtange bei dieſer Maſchine angewendete Getriebe iſt durch Fig. 583 [1]) verdeutlicht. Hierbei iſt der Kurbelzapfen A, von welchem aus durch eine nach oben geführte Schubſtange die auf- und niedergehende Bewegung des Schlittens für das Stemmeiſen erfolgt, nicht unwandelbar feſt mit der Triebaxe D verbunden, ſondern in der Mitte eines rahmenförmigen Schiebers E an dieſem befeſtigt. Dieſer Schieber wird durch einen auf der Betriebswelle D an deren vorderem Ende angebrachten prismatiſchen Anſatz gezwungen, an der Umdrehung der Welle theilzunehmen, jedoch kann das Schieberſtück E ſich bei dieſer Umdrehung gleichzeitig in der Richtung AD verſchieben, zu welchem Ende der gedachte Anſatz der Welle D zwiſchen zwei in der Figur punktirt gezeichneten Führungsleiſten befindlich iſt. Zu dieſer Verſchiebung wird das Schieberſtück E dadurch veranlaßt, daß zwei an ihm angebrachte Querleiſten F eine feſtgehaltene kreisförmige Scheibe G an deren Umfange umfaſſen, derart, daß dieſe Querleiſten in jeder Lage des Stückes immer die feſte Scheibe in zwei diametral gegenüber liegenden Punkten berühren. Denkt man beiſpielsweiſe die Triebaxe und damit das Schieberſtück E um einen beliebigen Winkel $EDE' = \alpha$, Fig. II, gedreht, ſo ſteht der Kurbelzapfen in dem Fußpunkte A' des durch

[1]) D. R.-P. Nr. 35988.

die Mitte A der feſten Führungsſcheibe auf die Richtung DE' des Schiebers gezogenen Lothes, da, wie leicht zu erſehen iſt, eine mitten zwiſchen den beiden Führungsbacken F zu dieſen parallel gezogene gerade Linie immer durch die Mitte der feſten Scheibe A hindurchgehen muß. Hieraus folgt, daß bei der gedachten Bewegung der Zapfen A ſich in einem Kreiſe bewegt, deſſen Durchmeſſer durch den Abſtand AD gegeben iſt, um welchen die Führungsſcheibe G excentriſch zur Triebaxe D geſtellt iſt. Man erkennt übrigens auch leicht, daß der Kurbelzapfen A dieſen Kreis während einer ganzen Umdrehung der Triebaxe D zweimal durchläuft, eine Eigenſchaft des Getriebes, worauf bereits oben aufmerkſam gemacht wurde. Es iſt auch unſchwer zu erkennen, daß dieſes Getriebe mit dem in Th. III, 1, §. 11 beſprochenen übereinſtimmt, das der Hauptſache nach aus einer Stange von beſtimmter Länge beſteht, deren beide Endpunkte gezwungen ſind, ſich in zwei zu einander ſenkrechten Geraden oder Axen zu bewegen, und welches

Fig. 583.



Getriebe den bekannten Ellipſenlenkern (Th. III, 1), ſowie dem ſpäter zu beſprechenden Ovalwerke der Drehbänke zu Grunde liegt. Der Unterſchied beſteht nur darin, daß hier das Axenkreuz drehbar iſt, und unter der Stange die feſte Entfernung DA gedacht werden muß, indem jede der beiden Richtungen des beſagten Axenkreuzes ſtets durch einen der beiden Punkte A und D hindurchgeht.

Es wurde im Vorſtehenden die Führungsſcheibe G als feſtliegend angenommen, eine Vorausſetzung, welche auch während der regelmäßigen Arbeit der Maſchine zutrifft. Es läßt ſich aber der Abſtand oder die Excentricität AD dieſer Scheibe von dem Werthe Null bis zu einem gewiſſen Betrage verändern, und dadurch iſt das Mittel gegeben, auch den Hub des Stemmeiſens innerhalb dieſer Grenzen beliebig feſtzuſetzen. Dieſe Veränderlichkeit der Excentricität wird dadurch ermöglicht, daß die kreisförmige Führungs-

ſcheibe G an einer Platte H befindlich iſt, welche ſich in ſenkrechten Führungen verſchieben läßt, und zwar erhält ſie eine Verſchiebung mittelſt einer Schraubenſpindel J, in deren Gewindegänge einige an der Platte H befindliche entſprechend geſtaltete Zähne eingreifen. Da dieſe Schraubenſpindel ihre Umdrehung von dem Fußtritte T aus unter Vermittelung eines Zahnrechens und einiger Stirnräder erhält, ſo iſt hiernach erſichtlich, wie man vermittelſt dieſes Fußtrittes den Hub des Stemmeiſens beliebig groß machen kann. Wenn man einen Druck auf den Tritt nicht ausübt, ſo wird durch die Wirkung des Gegengewichtes Q die Schnecke J ſo gedreht, daß die Platte ihre höchſte Stellung einnimmt, für welche ſie centriſch zur Triebaxe D ſteht, ſo daß in dieſem Falle das Stemmeiſen ſtillſteht, auch wenn die Triebaxe in Bewegung verbleibt. Durch Niedertreten des Fußtrittes wird der Hub des Stemmeiſens in dem Maße vergrößert, in welchem die Neigung des Trittes erfolgt, und es muß dieſer zur Erzielung eines gleichbleibenden Hubes daher in beſtimmter Lage feſtgehalten werden. Dabei würde es für den die Maſchine Bedienenden ſehr läſtig ſein, wenn durch den Betrieb des Stemmeiſens Stöße auf den Fuß des Arbeiters übertragen würden. Dies iſt bei der hier gewählten Anordnung in Folge der Anwendung der Schnecke J vermieden, denn es iſt nach dem über die Reibung und über den Reibungswinkel Bekannten erſichtlich, daß ein von dem Kurbelzapfen auf die Führungsſcheibe G und die Platte H ausgeübter Druck, wenn er von den Zähnen der Platte H auf die Gewindegänge der Schnecke übertragen wird, ein Beſtreben, dieſe Schnecke umzudrehen, nicht haben kann, ſobald die Neigung dieſer Schnecke gegen den zu ihrer Axe ſenkrechten Querſchnitt den zugehörigen Reibungswinkel nicht überſteigt; eine Bedingung, der man leicht genügen kann. Als ein Uebelſtand dieſes Getriebes wird es angeſehen werden müſſen, daß bei der Umdrehung des den Kurbelzapfen tragenden Schieberſtückes E daſſelbe mit ſeinen Führungsbacken F den großen Umfang der Führungsſcheibe G gleitend umkreiſt, womit ein beträchtlicher Reibungswiderſtand verbunden ſein wird.

§. 163. **Kraftbedarf der Hobelmaſchinen.** Um den zum Betriebe der Hobelmaſchinen erforderlichen Kraftbedarf zu ermitteln, ſind von Hartig ausgedehnte Verſuche[1]) angeſtellt worden, und zwar an vier Hobelmaſchinen, drei Shapingmaſchinen, drei Nuthſtoßmaſchinen, einer Mutterhobelmaſchine, einer Holzabziehmaſchine (Schälmaſchine) und einer Stemmmaſchine für Holz. Nach dieſen Verſuchen, die eingehend an der unten angegebenen Stelle angeführt ſind, kann man den ganzen, zum Betriebe erforderlichen Kraftbedarf durch eine Formel $N = N_0 + \varepsilon\, G$ Pfkr. darſtellen, worin N_0

[1]) E. Hartig, Mittheilungen d. k. ſächſ. polyt. Schule zu Dresden, 1873.

die für den Leergang nöthige Betriebskraft vorſtellt, während unter G das in einer Stunde in Späne verwandelte Gewicht des Eiſens bedeutet. Bei den Maſchinen zur Bearbeitung des Holzes empfiehlt es ſich mehr, anſtatt des Spangewichtes das Volumen V des in Späne verwandelten Holzes der Beſtimmung zu Grunde zu legen, und bei der nach Art des gewöhnlichen Handhobels arbeitenden Holzſchälmaſchine kann man in den Fällen, wo die abgeſchälten Späne als das eigentliche Arbeitsproduct anzuſehen ſind, die Betriebskraft auch von der Größe F der ſtündlichen Schnittfläche abhängig machen, wie dies bei den Scheren und Sägen angegeben wurde.

In Betreff der Größe der beim Leergange aufzuwendenden Arbeit ergab ſich natürlich eine große Verſchiedenheit nicht nur nach der Größe der unterſuchten Maſchinen und dem Gewicht der bewegten Maſchinentheile, ſondern namentlich auch nach der verſchiedenartigen Conſtruction. Insbeſondere zeigte ſich die Art des zur Bewegung des Tiſches oder des Stößels angewandten Getriebes von großem Einfluß auf den Betrag des Leergangswiderſtandes. Bei den Maſchinen mit beſchleunigtem Rücklauf erwies ſich der Widerſtand während des Rücklaufes immer erheblich größer, als derjenige bei dem Vorwärtsgange, und zwar zeigte ſich dieſer Widerſtand im allgemeinen um ſo größer, je mehr die Rücklaufsgeſchwindigkeit diejenige des Vorwärtsganges übertraf.

Bei den durch Zahnſtangen vermittelſt einer Umſteuervorrichtung bewegten Hobelmaſchinen ergab ſich während der Umſteuerungen an beiden Enden eine ſehr bedeutende Steigerung des Widerſtandes, noch über denjenigen Widerſtand hinaus, dem die Maſchine während des Arbeitens ausgeſetzt war. Beiſpielsweiſe entſprach der Widerſtand des Leerganges bei einer unterſuchten langen Grubenhobelmaſchine einer Betriebsarbeit von:

0,73 Pfkr. während der Zeit t_1 des Vorwärtsganges,
1,22 „ „ „ „ t_2 „ ſchnelleren Rücklaufes,
4,03 „ „ „ „ t_0 der Umſteuerungen.

Man erhält daher einen Durchſchnittswerth für den mittleren Widerſtand des Leerganges durch den Ausdruck:

$$N_0 = \frac{0{,}73\,t_1 + 1{,}22\,t_2 + 4{,}03\,t_0}{t_1 + t_2 + t_0}.$$

Da in dieſem Ausdrucke nur die Zeit t_0 der Umſteuerungen einen conſtanten Werth hat, wogegen die Zeiten t_1 und t_2 von der Länge L des Ausſchubes abhängig ſind, indem ſich $t_1 = \frac{L}{v_1}$ und $t_2 = \frac{L}{v_2}$ ſetzen läßt, wenn v_1 und v_2 die Geſchwindigkeiten für den Vorwärtsgang und für den Rücklauf bedeuten, ſo ergiebt ſich, daß die Leergangsarbeit bei dieſen Maſchinen auch von der Länge der Tiſch- oder Supportbewegung abhängig iſt. Dieſe Verſchieden-

heit war bei der angeführten Art der Maſchine jedoch nur gering, ſo daß man dabei für die Leergangsarbeit einen von der Größe des Ausſchubes unabhängigen mittleren Werth annehmen kann.

Dagegen wird bei den Nuthſtoßmaſchinen die Leergangsarbeit ganz erheblich durch die Größe des Stößelhubes beeinflußt. Bezeichnet man dieſelbe durch h und bedeutet n die Anzahl der Stichelſpiele oder die Umdrehungszahl der den Stößel bewegenden Kurbel in der Minute, ſo kann man die Leergangsarbeit für dieſe Maſchinen durch einen Ausdruck von der Form $N_0 = An + Bnh$ Pfkr. zur Darſtellung bringen, worin A und B beſtimmte, aus den Verſuchen herzuleitende Coëfficienten ſind.

Bei der durch eine Kurbelſchwinge bewegten Tiſchhobelmaſchine ergab ſich ebenfalls der bei dem beſchleunigten Rücklaufe auftretende Widerſtand entſprechend der bedeutenden Ungleichförmigkeit der Maſchine ſehr groß.

Was den Widerſtand betrifft, welcher der eigentlichen Nutzarbeit bei dem Hobeln zugehört, ſo fand ſich, daß der Coëfficient ε für Gußeiſen kleiner wurde, wenn der Querſchnitt des abgelöſten Spans zunahm, während bei Schmiedeiſen im Gegentheil eine Zunahme dieſes Werthes mit dem Spanquerſchnitte nachweisbar war. Man kann ſich dieſes abweichende Verhalten etwa damit erklären, daß die Gußeiſenſpäne in kurze Bruchſtücke zerfallen, ſo daß dem in §. 149 angegebenen Verhalten gemäß der Widerſtand ſich in kurzen Zwiſchenräumen zu Null verringert, während das zähe Schmiedeiſen lange lockenförmige Späne bildet, die ſich von dem Stichel abbiegen, wobei ſie mit um ſo größerem Drucke gegen die Fläche des Stichels gepreßt werden, je dicker dieſe Späne ſind. Die hierdurch an der Fläche des Stichels erzeugte Reibung iſt die Urſache des vermehrten Widerſtandes. Auf Grund der angeſtellten Verſuche findet Hartig den Arbeitsaufwand für jedes Kilogramm ſtündlich abgehobelten Gußeiſens bei einem Querſchnitt des Spans von f qmm durch den Ausdruck $\varepsilon = 0{,}077 + \frac{0{,}125}{f}$ Pfkr. dargeſtellt, welcher Ausdruck die zuſammengehörigen Werthe von ε und f ergiebt:

$f =$	0,5	1	5	10	20	qmm
$\varepsilon =$	0,327	0,202	0,102	0,090	0,083	Pfkr.

Daß der bei verſchiedenen Hobelmaſchinen gefundene Werth von ε nicht durchweg dieſelbe Größe hat, dürfte namentlich aus der verſchiedenen Form und Zuſchärfung der verwendeten Stichel, ſowie aus der nicht übereinſtimmenden Arbeitsgeſchwindigkeit derſelben zu erklären ſein.

Das Verhältniß $\mu = \frac{N_1}{N}$ der zur eigentlichen Hobelarbeit verwendeten Betriebskraft $N_1 = \varepsilon G$ zu der ganzen zum Betriebe erforderlichen N kann man als den Wirkungsgrad der betreffenden Maſchine anſehen. Dieſer

Bruch ſchwankt bei den unterſuchten Maſchinen zwiſchen 0,24 und 0,776; er kann im Durchſchnitt aller Verſuche zu etwa $\mu = 0{,}553$ angenommen werden. In der umſtehenden Zuſammenſtellung ſind die hauptſächlich in Betracht kommenden Ergebniſſe der Hartig'ſchen Verſuche wiedergegeben, wobei zu bemerken iſt, daß L den Ausſchub des Tiſches oder Stichels in Metern, n die Anzahl der Schnitte in der Minute, v die Schnittgeſchwindigkeit, δ die Dicke des Spans, d. h. die Vorſtellung des Stichels nach dem Abhobeln einer Schicht, und β die Schnittbreite, d. h. die Querverſetzung des Stichels nach jedem Schnitte in Millimetern, alſo $f = \beta\,\delta$ den Querſchnitt des Spans in Quadratmillimetern bedeutet. In Betreff der weiteren Einzelheiten muß auf die angeführte Quelle verwieſen werden. Wie die hier gefundenen Werthe zur ungefähren Ermittelung der für eine Maſchine erforderlichen Betriebskraft zu verwerthen ſind, mag weiter unten an einem Beiſpiele gezeigt werden.

Es kann hier noch erwähnt werden, daß man nach J. Hart[1]) den Widerſtand, den das Werkzeug bei dem Ablöſen eines Spans vom Querſchnitte q findet, zu $p = a\,q\,K$ kg ſetzen ſoll, worin K die Feſtigkeit (abſolute) des bearbeiteten Materials bezeichnet, während a einen von der Maſchine abhängigen Coëfficienten bedeutet, den man annehmen ſoll zu

$a = 2$ für Drehbänke und Hobelmaſchinen,
$a = 2{,}5$ für Stoßmaſchinen, Shapingmaſchinen und Cylinderbohrmaſchinen.

Der Einfachheit wegen ſoll man dann die beiden ſchädlichen Widerſtände des Leerganges und der durch die Nutzwirkung hervorgerufenen zuſätzlichen Reibung zuſammenfaſſen, indem man die zur Ueberwindung aller ſchädlichen Widerſtände an dem Stichel anzunehmende Kraft zu $p_1 = m\,p$ vorausſetzt, ſo daß man die Geſammtkraft zu

$$P = p + p_1 = (1 + m)\,p = (1 + m)\,a\,q\,K \text{ kg}$$

und bei einer Geſchwindigkeit v des Stichels die erforderliche Arbeit zu $P\,v = (1 + m)\,a\,q\,K\,v$ mkg findet. Für den Werth, den man hierbei m beizulegen hat, giebt Hart an, daß derſelbe zu

$m = 0{,}5$ für große Maſchinen,
$m = 0{,}7$ für Maſchinen mittlerer Größe und
$m = 1{,}0$ für kleine Maſchinen und ſolche mit complicirten Mechanismen, Schneckengetrieben u. ſ. w.

gewählt werden könne. Dieſer Werth m ſteht offenbar mit dem vorſtehend als Wirkungsgrad bezeichneten Bruche $\mu = \frac{N_1}{N}$ in dem Zuſammenhange

[1]) Die Werkzeugmaſchinen f. d. Maſchinenbau von J. Hart.

Nummer	Maschine	Geschwindigk. b. Arbeiten v_1 mm	Geschwindigkeit beim Rücklauf v_2	Leergangsarbeit N_0 Pfk.	Betriebsarbeit N Pfk.	Wirkungsgrad $\mu = \frac{N-N_0}{N}$	Spangewicht stündlich G kg	Spandicke δ mm	Spanbreite β mm	Arbeit für 1 kg Späne stündlich ε Pfk.	Bemerkungen
1	Grubenhobelmasch.	57	$2{,}1\,v_1$	1,0	2,07	0,517	8,11	5,0	0,75	0,133 hart. Gußeisen	2 Stichel
2	Große Hobelmasch.	49	$2{,}2\,v_1$	0,61	1,49	0,591	23,62	16	1,37	0,037 weich. Gußeisen	—
3	Mittlere desgl.	54	$1{,}58\,v_1$	0,27	0,85	0,683	6,08	4,11	1,13	$0{,}077 + \frac{0{,}125}{f}$	$f = \delta\,\beta$ der Spanquerschnitt
4	Kleine desgl.	55	$1{,}73\,v_1$	0,12	0,25	0,520	1,3	2,7	0,73	0,116 Gußeisen	Kurbelschwinge
5	Große Shapingm.	89	$2\,v_1$	0,26	1,16	0,776	7,96	7,0	1,17	0,092 Schmiedeisen 0,059 Gußeisen	Spielzahl = 4,33; 7,27; 11,7; 18,7; 32,9 $N_0 = 0{,}15; 0{,}19; 0{,}26; 0{,}42; 0{,}74$
6	Kleine desgl.	49,7	$2\,v_1$	0,072	0,245	0,706	2,37	5,0	0,56	0,246 Stahl 0,081 Gußeisen 0,104 Schmiedeisen	$n = 15; 18; 22{,}2; 27$ $N_0 = 0{,}072; 0{,}098; 0{,}104; 0{,}125$
7	desgl. desgl.	146	v_1	0,088	0,163	0,460	2,70	2,5	0,58	0,028 Bronze 0,083 Gußeisen 0,134 Schmiedeisen	$n = 57; 100; 176$ $N_0 = 0{,}088; 0{,}139; 0{,}267$
8	Große Nuthstoßm.	139	$2\,v_1$	0,58	0,97	0,403	7,98	7,8	0,74	0,056 Gußeisen 0,133 Schmiedeisen	n zwischen 4,2 und 41,6 N_0 zwischen 0,44 und 0,95
9	Mittlere desgl.	69	$2\,v_1$	0,22	0,45	0,512	2,13	4,0	0,42	0,078 Gußeisen 0,124 Schmiedeisen	$n = 12{,}7; 17{,}3; 23{,}4; 32{,}0$ $N_0 = 0{,}11 + 0{,}069\,n\,h$
10	Kleine desgl.	152	v_1	0,09	0,28	0,679	1,48	4,75	0,39	0,115 Gußeisen	$n = 19{,}2; 48{,}3; 106$ $N_0 = 0{,}044 + 0{,}01\,n\,h$
11	Mutterhobelmasch.	205	v_1	0,38	0,50	0,240	1,44	2,18	0,19	0,106 Schmiedeisen	2 Stichel

NB. Die bearbeiteten Stücke bestanden bei Nr. 5 und 11 aus Schmiedeisen, bei Nr. 7 aus Bronze, sonst aus Gußeisen.

$\mu = \frac{N_1}{N} = \frac{N_1}{(1+m)N_1} = \frac{1}{1+m}$, so daß man daraus $m = \frac{1}{\mu} - 1$ erhält, was für die Werthe 0,5, 0,7 und 1,0 für m einem Wirkungsgrade μ von 0,667, 0,588 und 0,50 entspricht. Hartig führt auf Grund seiner Versuche an, daß die Größe der Maschine auf die Werthe von μ und m nicht von so hervorragender Bedeutung ist, und daß es vielmehr passend erscheint, sich für überschlägige Rechnungen in allen Fällen für m desselben Werthes 0,81 zu bedienen, welcher dem angeführten durchschnittlichen Wirkungsgrade $\mu = 0{,}553$ zugehört.

Beispiel. Wenn auf einer Hobelmaschine von mittlerer Größe eine gußeiserne Platte von 3 m Länge bearbeitet wird, und der Stichel einen Span von 8 mm Dicke bei einer Versetzung des Stichels nach jedem Schnitt um 1 mm ablöst, wie groß wird man die Betriebskraft veranschlagen können, wenn die Geschwindigkeit des Stichels bei der Arbeit 80 mm beträgt und der Rücklauf mit der doppelten Geschwindigkeit erfolgt?

Giebt man dem Tische der Hobelmaschine einen Ausschub von 3,2 m, so folgt die Zeit für einen Vorwärtsgang zu $t_1 = \frac{3200}{80} = 40$ Sec., diejenige für einen Rücklauf $t_2 = 20$ Sec. und man kann daher, wenn man für die beiderseitigen Umsteuerungen zusammen 5 Secunden annimmt, die ganze zu einem Schnitt erforderliche Zeit zu $t = 40 + 20 + 5 = 65$ Sec. annehmen. Demnach werden stündlich $\frac{60 \cdot 60}{65} = 55{,}4$ Schnitte gemacht, woraus sich die während dieser Zeit in Späne verwandelte Materialmenge ermitteln läßt. Das Gewicht dieser Späne berechnet sich unter der Annahme einer Dichte des Gußeisens von 7,5 zu $G = 55{,}4 \cdot 30 \frac{8}{100 \cdot 100} 7{,}5 = 9{,}97$ oder rund 10 kg. Nimmt man für den Coëfficienten ε den aus der Formel $\varepsilon = 0{,}077 + \frac{0{,}125}{f}$ sich ergebenden Werth von $\varepsilon = 0{,}077 + \frac{0{,}125}{8} = 0{,}093$ an, so erhält man daher die Nutzarbeit zu $\varepsilon G = 0{,}93$ Pfkr. und wenn man für den Leergang etwa 0,3 Pfkr. hinzufügt, so folgt die erforderliche Betriebskraft zu $N = 0{,}3 + 0{,}93 = 1{,}23$ Pfkr.

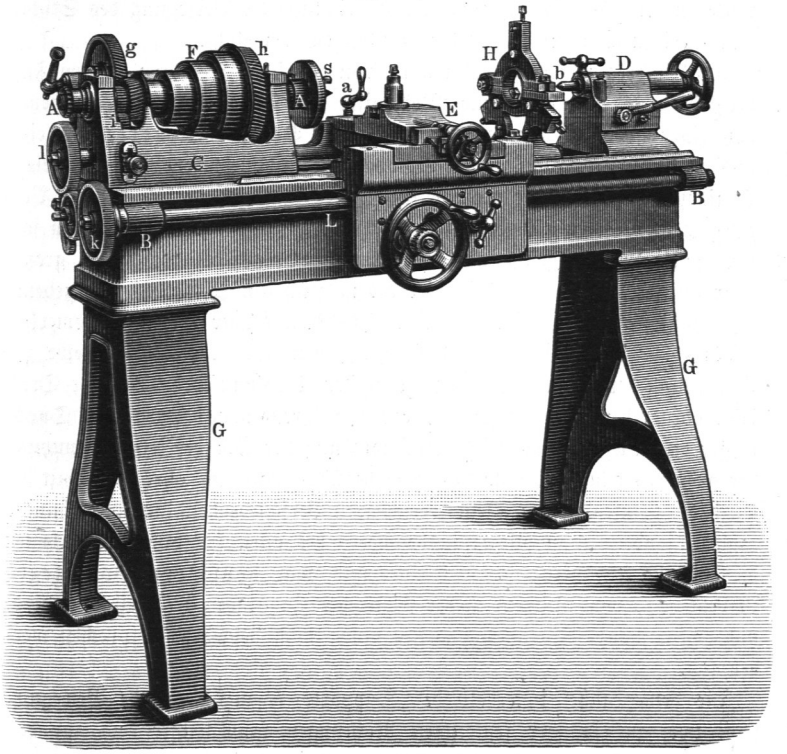
Drehbänke. Die Drehbank ist die am meisten gebrauchte Maschine, §. 164.
deren man sich in den mechanischen Werkstätten der verschiedensten Art zur Herstellung von Gegenständen bedient, die von Umdrehungsflächen begrenzt sind. Alle Drehbänke, so verschieden sie auch hinsichtlich ihrer Bauart und der Verwendung zur Bearbeitung verschiedener Gegenstände sein mögen, stimmen darin überein, daß bei ihnen der zu bearbeitende Gegenstand einer Umdrehung um eine feste Axe ausgesetzt wird, so daß die Schneide eines festgehaltenen Stichels eine kreisförmige Furche auf der Oberfläche des Arbeitsstückes einreißt, deren Halbmesser mit dem Abstande dieser Schneide von der Drehaxe des Werkstückes übereinstimmt. Je nachdem man nun dieser Stichelschneide bei unausgesetzter Umdrehung des Arbeitsstückes eine

langſame Fortrückung in einer zur Drehaxe parallelen oder dagegen geneigten Geraden ertheilt, wird an dem Arbeitsſtücke eine cylindriſche oder kegelförmige Fläche hergeſtellt. Dieſe Kegelfläche geht dabei in eine Ebene über, ſobald die Fortrückbewegung ſenkrecht zur Umdrehungsaxe des Werkſtückes ſteht. Dabei iſt es für die gedachte Wirkung gleichgültig, ob die von dem Stichel erzeugte Umdrehungsfläche die äußere Begrenzung eines maſſiven oder die innere Oberfläche eines hohlen Körpers bildet, ſo daß man alſo die Drehbank ebenſowohl zum *Abdrehen* der Körper äußerlich, wie auch zum innerlichen *Ausdrehen* verwenden kann, was man vielfach als ein *Ausbohren* bezeichnet, obwohl die eigentlichen *Bohrwerkzeuge* in einer anderen Art wirken, wie aus den ſpäteren Bemerkungen ſich ergeben wird. Auch iſt es erſichtlich, daß in der gedachten Weiſe jede Umdrehungsfläche von beliebig gekrümmter und geſchweifter Profilirung auf der Drehbank erzeugt werden kann, zu welchem Zwecke man nur nöthig hat, die Fortrückung des Stichels in derjenigen krummlinigen Bahn vorzunehmen, welche durch die Meridianlinie des herzuſtellenden Gegenſtandes gegeben iſt. Da die Fortrückung des Stichels bei den Drehbänken faſt immer eine ſtetige iſt, indem nur höchſt ſelten eine abſetzende Schaltung des Stichels vorgenommen wird, ſo folgt daraus, daß die von der Stichelſpitze beſchriebenen Furchen den Charakter *allgemeiner Schraubenlinien* tragen, und man kann daher auch die gewöhnlichen cylindriſchen Schraubengewinde ohne Schwierigkeit auf der Drehbank herſtellen. Aus den wenigen vorſtehenden Bemerkungen ergiebt ſich ſchon, daß die Drehbank zu einer außerordentlich mannigfachen Verwendung befähigt iſt, woraus ſich ihre allgemeine Verbreitung und ihre Unentbehrlichkeit für die mechaniſchen Werkſtätten erklärt.

Während bei den kleinen Drehbänken der Drechsler, bei denen die Umdrehung des Arbeitsſtückes durch den Fuß des Arbeiters erfolgt, die Fortrückung des Stichels der Hand des Drehers überlaſſen iſt, ſo daß dabei die Erzielung der gewünſchten Begrenzung in erſter Reihe von der Handfertigkeit und Geſchicklichkeit des Drehers abhängt, wird bei allen für ſchwerere Arbeiten, insbeſondere zum Bearbeiten von Eiſen dienenden Drehbänken die Bewegung des feſt in einen *Support* eingeſpannten Stichels durch Mechanismen bewirkt, die eine genaue und ſichere Führung in der beabſichtigten Bahn gewähren. Die Erzeugung einer befriedigenden Arbeit hängt hierbei alſo in erſter Linie von der guten Ausführung der Drehbank ab, die, wenn einmal eingeſtellt, vielfach die Arbeit ganz ſelbſtändig ohne Mitwirkung des Drehers vollführt. Zu dieſem Zwecke ſind bei den Drehbänken ebenſo wie bei den vorſtehend beſprochenen Hobelmaſchinen die Getriebe für die Fortrückung des Stichels derartig ſelbſtwirkend gemacht, daß ſie ihre Bewegung von derſelben Axe aus erhalten, die dem Arbeitsſtücke die Umdrehung ertheilt.

Um zunächſt von der Einrichtung einer Drehbank im Allgemeinen ein Bild zu erhalten, ſei eine mittelgroße Drehbank aus der Fabrik von Friſter & Roßmann in Berlin, wie ſie durch Fig. 584 dargeſtellt iſt, einer Beſprechung unterzogen. Der abzudrehende Gegenſtand, als welcher etwa ein längeres ſtangen- oder walzenförmiges Werkſtück gedacht werden mag, wird hierbei mit zwei an ſeinen beiden Endflächen eingearbeiteten ſeichten kegelförmigen Grübchen oder Vertiefungen, den ſogenannten Ker-

Fig. 584.



nern, zwiſchen die beiden gleichfalls kegelförmigen Spitzen *a* und *b* geſpannt, ſo daß er eine Umdrehung um die gerade Verbindungslinie *a b* dieſer Spitzen annehmen kann. Da von dieſen Spitzen, für die der Name Kerner ebenfalls gebräuchlich iſt, die hintere *b* eine Drehung nicht erhält, ſo findet um ſie thatſächlich die Umdrehung des Arbeitsſtückes wie um einen feſten Zapfen ſtatt, wogegen die vordere Spitze *a* an der Drehung ſelbſt ſich betheiligt, ſo daß zwiſchen ihr und dem Arbeitsſtücke eine Bewegung nicht auftritt. Die vordere Spitze *a* iſt nämlich mit dem freien Ende einer wagerechten Axe,

der Drehbankſpindel *A*, feſt verbunden, die in zwei Lagern des ſie tragenden Geſtelles, des ſogenannten Spindelſtockes *C*, ihre Unterſtützung findet. Dieſer Spindelſtock iſt auf dem linken Ende des Drehbankbettes *BB* befeſtigt, auf deſſen horizontaler Oberfläche zwiſchen gerade gehobelten Führungen der die feſte Spitze tragende Reitſtock *D* verſchoben und in einem der Länge des Arbeitsſtückes entſprechenden Abſtande von *a* feſtgeſtellt werden kann. Zwiſchen dem Spindelſtocke *C* und dem Reitſtocke *D* iſt ebenfalls der den Stichel aufnehmende Support *E* verſchieblich, der vermöge ſeiner weiter unten näher zu beſprechenden Einrichtung die Bewegung des Stichels nach zwei zu einander ſenkrechten Richtungen ermöglicht.

Die Umdrehung der Spindel wird, von den ſchon gedachten leichten Fußdrehbänken der Drechsler und Mechaniker abgeſehen, immer durch Riemen von einer über der Drehbank angebrachten Vorgelegswelle abgeleitet, und es iſt zu dem Ende auf die Spindel eine mit mehreren Läufen verſehene Stufenſcheibe *F* geſteckt, deren entſprechende Gegenſcheibe ſich auf der Vorgelegswelle befindet. Daß die Anwendung der Stufenſcheibe dazu dienen ſoll, um der Umdrehungsgeſchwindigkeit mit Rückſicht auf die verſchieden großen Durchmeſſer der Werkſtücke ſo viel als möglich den in §. 147 angegebenen zweckmäßigſten Werth zu geben, iſt aus dem früher hierüber Bemerkten erſichtlich. Man wird demnach den kleinſten Lauf der Stufenſcheibe zur Umdrehung der Spindel bei dem geringſten Durchmeſſer der auf der Drehbank abzudrehenden Gegenſtände benutzen, während man bei größerem Durchmeſſer eine entſprechend langſame Umdrehung der Spindel durch Benutzung der größeren Läufe erlangt. Vielfach begnügt man ſich aber nicht mit der durch die Stufenſcheiben allein erreichbaren Verſchiedenheit der Umdrehungszahlen, ſondern man pflegt, insbeſondere bei allen für ſchwerere Arbeiten dienenden Drehbänken, ſich noch eines und zwar doppelten Vorgeleges zu bedienen, von welchem in der Figur die Zahnräder *g*, *h* erſichtlich ſind, und deſſen nähere Einrichtung weiter unten noch beſonders beſprochen werden ſoll.

Die dem Stichel innerhalb des Supports *E* zu ertheilende Bewegung nach zwei zu einander ſenkrechten Richtungen kann ſelbſtredend nur den geringen Betrag haben, welcher durch die mäßige Länge der dieſe Bewegung vermittelnden Prismenführungen ermöglicht wird. Wenn dagegen die Verſchiebung des Stichels um eine größere Länge erforderlich iſt, z. B. bei dem Abdrehen einer cylindriſchen Walze eine Fortrückung gleich der ganzen Länge dieſer Walze, ſo verſchiebt man den ganzen Support *E* auf dem Bett *B* der Drehbank, und man bedient ſich zur ſelbſtthätigen Ausführung dieſer Verſchiebung einer parallel zu den Wangen des Bettes gelagerten langen Schraubenſpindel *L*, der ſogenannten Leitſpindel, durch deren Umdrehung der Support verſchoben wird, ſobald man die Mutter dieſer

Leitſpindel mit ihm undrehbar verbindet. Dieſe Spindel L erhält ihre Umdrehung von der Drehbankſpindel A aus durch eine Schnur oder durch Zahnräder i, l, k, welche letztere Bewegungsübertragung jedenfalls zu wählen iſt, wenn die Umdrehung der Leitſpindel genau in einem ganz beſtimmten Verhältniß zur Drehung der Drehbankſpindel ſtehen muß, wie dies bei der Anfertigung von Schrauben der Fall iſt. Die zur Bewegung der Leitſpindel dienenden Einrichtungen werden weiter unten eingehend zu beſprechen ſein. Anſtatt einer Schraubenſpindel kann man ſich zur ſelbſtthätigen Verſchiebung des Supports auch einer an dem Drehbanksbett befeſtigten Zahnſtange bedienen, wie ebenfalls im Folgenden näher angegeben wird.

Es iſt erſichtlich, daß der zwiſchen die Spitzen gebrachte Gegenſtand in ſolcher Weiſe mit der Spindel zu verbinden iſt, daß er an der Umdrehung derſelben ſich betheiligen muß, ohne daß indeſſen eine vollſtändig ſtarre Verbindung mit der Spindel nöthig wäre. Eine ſolche unwandelbare Befeſtigung mit der Spindel wird auch in der Regel nicht gewählt, ſondern es wird die Umdrehung des vorübergehend mit einem Mitnehmerarme verſehenen Werkſtückes durch einen mit der Spindel verbundenen Stift s bewirkt, und zwar aus folgendem Grunde. Wenn es auch als Regel feſtzuhalten iſt, daß bei einer Drehbank die Axe der feſten Spitze b genau in die Verlängerung der Spindelaxe fallen ſoll, ſo können doch durch die unvermeidliche Abnutzung einzelner Theile, namentlich durch den ungleichen Verſchleiß der Spindellager Abweichungen von dieſer Lage vorkommen, ſo daß die Axen der beiden Spitzen nicht genau in derſelben geraden Linie liegen, und daß auch die feſte Spitze außerhalb der verlängerten Spindelaxe befindlich iſt. Das letztere wird ſogar unter Umſtänden abſichtlich herbeigeführt, wenn man eine Stange ſchlank kegelförmig abdrehen will, zu welchem Zwecke man den Reitſtock aus ſeiner normalen Stellung quer zur Längsrichtung der Drehbank um eine kleine Größe verſetzt. In dieſem Falle geſtattet die erwähnte loſe Verbindung des Arbeitsſtückes mit der Spindel durch einen einfachen Mitnehmerarm, daß das Werkſtück ſich um die gerade Verbindungslinie der beiden Spitzen als um ſeine geometriſche Axe drehen kann, gleichviel, ob dieſe Verbindungslinie mit der Spindelaxe zuſammenfällt oder nicht. Wollte man dagegen das Arbeitsſtück ſtarr mit der Spindel verbinden, ſo würde bei einer einigermaßen erheblichen Verſetzung des Reitſtockes überhaupt eine Umdrehung der Spindel nicht zu ermöglichen ſein, und wenn bei einer nur geringen Abweichung, wie ſie meiſtens in Folge der Abnutzungen eingetreten ſein wird, eine Drehung ſtattfände, ſo müßten dabei doch ganz erhebliche Zwängungen auftreten, indem das Arbeitsſtück bei jeder Umdrehung einer Durchbiegung nach allen auf einander folgenden Richtungen unterworfen würde, deren Betrag natürlich von der Größe ab-

hängig wäre, um welche die Spitze des Reitſtockes von der Richtung der Spindelaxe abweicht. Die Folge dieſer ſtetigen Durchbiegungen würde daher ſein, daß die Verbindung des Arbeitsſtückes mit der Spindel ſehr bald ihre Starrheit einbüßen und zu einer derartig loſen werden würde, wie ſie zur Mitnahme des Arbeitsſtückes nur erforderlich iſt. Man kann ſich bei jeder einfachen Fußdrehbank leicht hiervon überzeugen, wenn man einen bolzenförmigen Körper einerſeits mit der Spindel durch eins der bekannten Futter (ſ. §. 168) feſt verbindet, während man das andere Ende durch den Kerner des Reitſtockes unterſtützt. Die aus der Figur erſichtliche Brille oder Lünette *H*, für die auch der Name Setzſtock gebraucht wird, iſt ein auf dem Bett verſchiebliches Halslager, das dazu dient, langen ſtangenförmigen Gegenſtänden zwiſchen den Spitzen noch eine beſondere Unterſtützung zu geben.

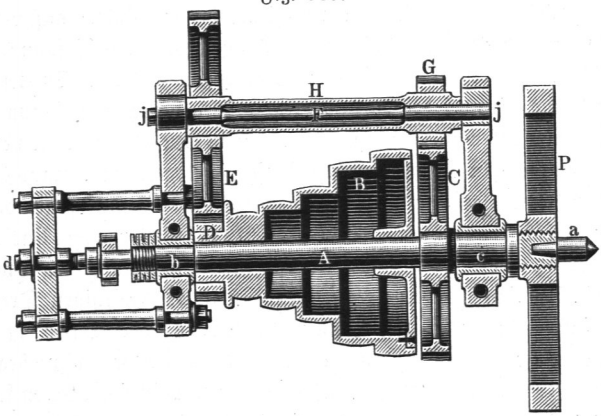
In vielen Fällen iſt eine Unterſtützung des Arbeitsſtückes durch zwei Spitzen, wie hier angenommen wurde, durch die Form des Werkſtückes oder dadurch ausgeſchloſſen, daß es nöthig iſt, den Stichel bis zur Umdrehungsaxe hin wirken zu laſſen. Größere Scheiben, wie z. B. Riemſcheiben, die bis zur Mitte hin abgedreht werden ſollen, Gefäße, deren Inneres man ausdrehen will, ſowie überhaupt alle hohlen, im Inneren zu bearbeitenden Gegenſtände gehören hierher. In allen dieſen Fällen geſchieht die Bearbeitung unter Beſeitigung des Reitſtockes durch das ſogenannte Freidrehen, bei dem man den Gegenſtand unwandelbar feſt mit dem vorderen Ende der Spindel verbindet, ſo daß die letztere mit dem Arbeitsſtücke ein einziges Stück bildet. Für Gegenſtände von kleinerem Durchmeſſer bedient man ſich zur Herſtellung dieſer Verbindung der ſogenannten Futter, während man Arbeitsſtücke größeren Durchmeſſers an einer großen, auf das freie Ende der Spindel geſchraubten Scheibe, der ſogenannten Planſcheibe, befeſtigt. Es liegt auf der Hand, daß man von dieſem Freidrehen nur bei ſolchen Arbeitsſtücken Gebrauch machen kann, die nach der Längsrichtung der Drehbank nicht ſo weit ausladen, um bei der Bearbeitung ein erhebliches Durchbiegen befürchten zu laſſen, daß alſo überhaupt nur niedrige, aber keine langen Gegenſtände dem Freidrehen unterworfen werden können.

Das Bett wird bei kleinen Drehbänken durch beſondere Füße, wie *G*, getragen, um der Spindel eine für den Dreher bequeme Höhe zu verſchaffen, bei großen Drehbänken wird das Bett auch wohl unmittelbar auf das Fundament geſtellt und kann mit demſelben verankert werden; bei Drehbänken von geringer und mittlerer Größe iſt eine beſondere Verankerung in der Regel nicht erforderlich. Für die Größe der Gegenſtände, deren Bearbeitung auf einer Drehbank geſchehen kann, iſt die Spitzenhöhe, d. h. die ſenkrechte Entfernung der Spindelaxe über dem Bett, und die freie Länge zwiſchen den beiden Spitzen maßgebend, indem die Spitzenhöhe den größten Halbmeſſer des Arbeitsſtückes und die Spitzenentfernung die größte Länge

deſſelben beſtimmt. Da im Allgemeinen die Stärke der abzuſchälenden Späne mit dem Durchmeſſer der Gegenſtände wächſt, ſo erklärt es ſich, warum in der Regel die Abmeſſungen der einzelnen Theile der Drehbank um ſo ſtärker gewählt werden, je größer die Spitzenhöhe iſt.

Die Spindel. Die Einrichtung eines gewöhnlichen Spindelſtockes iſt §. 165.
aus Fig. 585 erſichtlich. Man erſieht hieraus die bei *b* und *c* in cylindriſchen oder coniſchen Lagern geführte Spindel *A*, deren vorderes Ende ein Schraubengewinde trägt, um darauf entweder eine Planſcheibe *P* oder ein Futter, oder die aus Fig. 584 erſichtliche kleine Mitnehmerſcheibe zu befeſtigen, die durch einen in ihr angebrachten Stift das Arbeitsſtück mitnimmt. Der vordere Kerner *a* wird durch ein beſonderes, in eine Bohrung

Fig. 585.



der Spindel eingeſetztes Stahlſtück gebildet. Die gegen das hintere Ende der Spindel drückende Schraube *d* dient zur Aufnahme des in der Richtung der Axe wirkenden Druckes, der von dem Stichel insbeſondere bei dem Ausbohren und Plandrehen eines Gegenſtandes ausgeübt wird.

Die zur Bewegung der Spindel angewandte Stufenſcheibe *B*, die in der Figur mit fünf Läufen, bei kleineren Drehbänken auch wohl mit nur drei oder vier Läufen verſehen iſt, befindet ſich loſe drehbar auf der Spindel *A*, mit welcher ſie jedoch dadurch auf Drehung gekuppelt werden kann, daß man ſie mit dem auf die Spindel *A* feſt aufgekeilten Stirnrade *C* durch eine Schraube verbindet. Mit der Stufenſcheibe zu einem einzigen Stück feſt vereinigt iſt das kleine Zahngetriebe *D*, das in ein Zahnrad *E* auf der Vorgelegswelle *F* eingreift. Mit dieſem letztgedachten Zahnrade durch eine Röhre *H* feſt verbunden iſt endlich das Getriebe *G* angeordnet, welches mit dem Zahnrade *C* auf der Spindel im Eingriff ſteht. Aus dieſer Darſtellung iſt er-

ſichtlich, daß bei der Umdrehung der Stufenſcheibe durch den auf ſie geführten Betriebsriemen die Bewegung der Spindel mit einer durch die zweimaligen Räderüberſetzungen zwiſchen D und E, ſowie zwiſchen G und C verlangſamten Geſchwindigkeit erfolgen muß, vorausgeſetzt, daß die Räder, wie in der Figur angegeben, im Eingriffe mit einander ſtehen, und daß die Stufenſcheibe B von dem Stirnrade C losgekuppelt wurde. Wenn man jedoch dieſe Kuppelung der Stufenſcheibe B mit dem Stirnrade C herſtellt und eine Ausrückung des Vorgeleges vornimmt, ſo muß die Spindel unmittelbar an der Umdrehung der Stufenſcheibe ſich betheiligen. Es iſt leicht einzuſehen, daß die Drehung in beiden Fällen übereinſtimmend nach derſelben Richtung erfolgt, wie es für die Arbeitsthätigkeit der Drehbank erforderlich iſt.

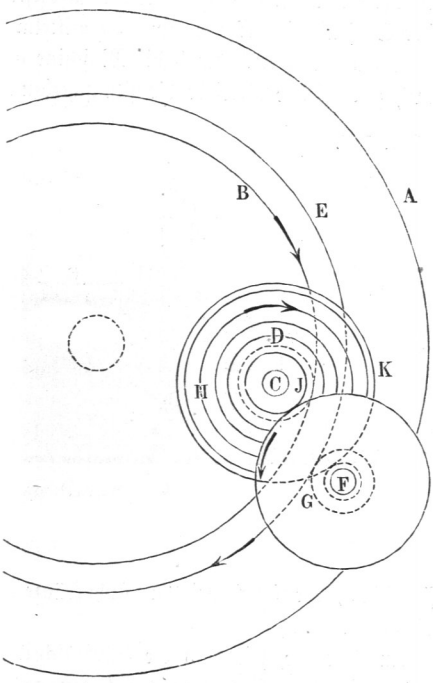
Die Ausrückung des Vorgeleges kann in verſchiedener Art bewirkt werden, z. B. dadurch, daß man die beiden auf der Röhre H befeſtigten Räder E und G auf der Vorgelegswelle F ſo weit verſchiebt, bis die Zähne außer Eingriff gekommen ſind, oder dadurch, daß man die Vorgelegswelle ſelbſt ſammt den auf ihr befindlichen Rädern von der Spindel entſprechend entfernt. Die letztere Art der Ausrückung wird bei der durch die Figur dargeſtellten Einrichtung einfach dadurch erreicht, daß man die Vorgelegswelle F in dem Spindelſtocke vermittelſt zweier zur Vorgelegswelle excentriſchen Zapfen j gelagert hat, woraus erſichtlich iſt, daß durch eine Drehung der Vorgelegswelle um 180 Grad gegen die in der Figur dargeſtellte Lage die beabſichtigte Ausrückung des Vorgeleges bewirkt wird.

Von der in dem Vorſtehenden angegebenen Einrichtung des Vorgeleges weichen die Anordnungen etwas ab, welche man bei denjenigen Drehbänken zuweilen findet, die unter dem Namen der Stirn- oder Plandrehbänke dazu dienen, ſehr große Scheiben und Räder durch Freidrehen zu bearbeiten, zu welchem Zwecke eine ſolche Bank mit einer Planſcheibe von entſprechend großem Durchmeſſer verſehen wird. Dieſe Planſcheibe verſieht man dann in der Regel auf ihrer hinteren Fläche mit einem Zahnkranze, in den ein von der Stufenſcheibe umgedrehtes Zahngetriebe eingreift. Als ein Beiſpiel hierzu möge die durch Fig. 586 veranſchaulichte Einrichtung angeführt werden. Hierin ſtellt A die große Planſcheibe vor, die auf der Rückſeite mit einem doppelten Zahnkranze verſehen iſt, der mit innerlicher Verzahnung B für ein auf der Axe C befindliches Getriebe D und mit äußerer Verzahnung E für ein auf der Vorgelegswelle F angebrachtes Getriebe G verſehen iſt. Die Axe C trägt die Stufenſcheibe H, und die Anordnung eines doppelten Vorgeleges zwiſchen den beiden Axen C und F ſtimmt in allen weſentlichen Punkten mit der vorbeſchriebenen, in Fig. 585 dargeſtellten überein, mit dem einzigen Unterſchiede, daß die Ein- oder Ausrückung der einzelnen Räder durch deren Verſchiebung auf ihren Axen erfolgt. Man kann vermöge dieſer Einrichtung die Bewegungsübertragung in dreifacher Weiſe verändern, und zwar wie folgt:

1. Die Stufenſcheibe wird mit dem größeren Zahnrade verbunden, ſo daß die Axe *C* direct von der Stufenſcheibe umgedreht wird, die Drehbankſpindel daher vermittelſt der einmaligen Räderüberſetzung zwiſchen *D* und *B* ihre Bewegung empfängt.

2. Das doppelte Vorgelege wird eingerückt, und die Drehung der Planſcheibe erfolgt ebenfalls wieder durch das Getriebe *D*, das in den inneren Zahnkranz eingreift. Die Umdrehung der Planſcheibe wird alſo mit einer durch einen dreimaligen Rädereingriff erzielten bedeutenden Verlangſamung bewirkt. Die Umdrehungsrichtung ſtimmt mit derjenigen in Nr. 1 überein.

Fig. 586.

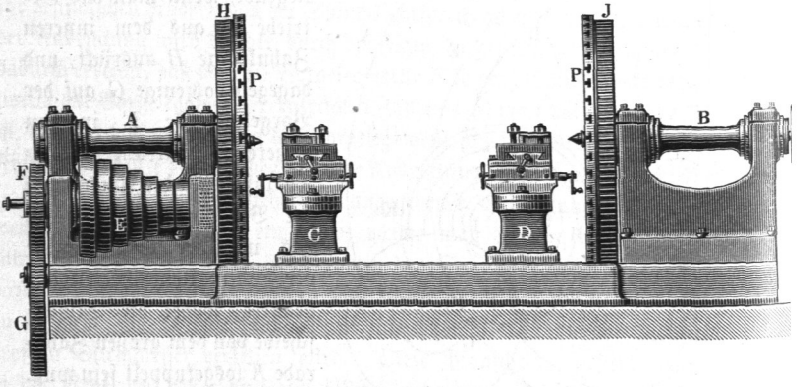


3. Man erhält eine zwiſchen den beiden vorſtehend gedachten Geſchwindigkeiten liegende, wenn man das Getriebe *D* aus dem inneren Zahnkranze *B* ausrückt, und dagegen dasjenige *G* auf der Vorgelegswelle *F* in den äußeren Zahnkranz eingreifen läßt, und die Umdrehung der Vorgelegswelle *F* durch das mit der Stufenſcheibe verbundene kleine Getriebe *J* bewirkt, wobei die Stufenſcheibe von dem großen Zahnrade *K* losgekuppelt ſein muß. Die Verlangſamung erfolgt hierbei durch einen nur zweimaligen Rädereingriff, und es muß daher, um dieſelbe Drehungsrichtung der Planſcheibe wie in 1 und 2 zu erhalten, der Zahnkranz *E* mit äußerer Verzahnung verſehen werden. Man hat bei derartigen Plandrehbänken auch wohl mehrere Zahnkränze von verſchiedenen Halbmeſſern an der Planſcheibe befeſtigt, wodurch man eine Wirkung erhält, die mit derjenigen der Stufenſcheiben verglichen werden kann.

Gezahnte Planſcheiben wendet man auch bei den Drehbänken an, die zum Abdrehen der Eiſenbahnwagenräder dienen, wie aus der Skizze einer ſolchen Drehbank, Fig. 587 (a. f. S.), zu erſehen iſt. Da hierbei die beiden Räder einer Wagenaxe gleichzeitig abgedreht werden ſollen, ſo ſind

zwei Sticheltträger *C* und *D*, für jedes Rad einer, vorhanden. Man muß hierbei die feſte Spitze des gewöhnlichen Reitſtockes durch eine beſondere Drehbankſpindel *B* erſetzen, auf welche in derſelben Art wie auf die Spindel *A* die Bewegung übertragen wird. Dies iſt deshalb nöthig, weil für den Fall, daß man nur die Spindel *A* antreiben wollte, die zwiſchen den beiden abzudrehenden Rädern befindliche Axe einer Torſion ausgeſetzt wäre, wie ſie durch den bedeutenden Widerſtand am Umfange des rechtsſeitigen Rades hervorgerufen würde. Für einen ſo beträchtlichen Widerſtand iſt die Axe aber nicht eingerichtet, ſo daß eine Verwindung und ſogar ein Abwürgen derſelben ſtattfinden könnte. Aus der Figur iſt erſichtlich, wie man dieſem Uebelſtande begegnet, indem von der Stufenſcheibe *E* aus durch Vermittelung der Zahnräder *F* und *G* eine der ganzen Länge nach durch die Maſchine geführte Welle bewegt wird, die durch zwei gleiche Getriebe die Planſcheiben *P*

Fig. 587.



vermittelſt der an denſelben befindlichen, ebenfalls gleichen Zahnkränze *H* und *J* in übereinſtimmender Weiſe umdreht.

Hier iſt die Frage von beſonderem Intereſſe, wie man die Stufenſcheiben und die Ueberſetzungsverhältniſſe der einzelnen Vorgelege am beſten anzuordnen hat, um den beabſichtigten Zweck möglichſt gut zu erreichen, der darin beſteht, daß man jedes Arbeitsſtück von beliebigem Durchmeſſer mit der erfahrungsmäßig vortheilhafteſten Umfangsgeſchwindigkeit bewegen kann. Offenbar läßt ſich dieſer Zweck durch Stufenſcheiben nur für ganz beſtimmte Durchmeſſer des Arbeitsſtückes genau, und für alle zwiſchenliegenden Durchmeſſer nur annähernd erreichen; eine genaue Erfüllung der geſteckten Aufgabe würde anſtatt der ſprungweiſen Veränderung der Geſchwindigkeit durch Stufenſcheiben eine allmähliche Aenderung bedingen, ſo etwa, wie man ſie durch coniſche Riemtrommeln erreichen könnte. Da ſolche Trommeln in-

deſſen für die Uebertragung einigermaßen beträchtlicher Kräfte ganz ungeeignet ſind, ſo behilft man ſich allgemein mit der Anwendung von Stufenſcheiben, denen man dann ſolche Abmeſſungen zu geben haben wird, daß die unvermeidlichen Abweichungen der Umfangsgeſchwindigkeit von der als vortheilhafteſten erkannten möglichſt klein ausfallen.

Um dieſe Verhältniſſe zu prüfen, ſeien unter $n_1, n_2, n_3 \ldots . n_z$ die Umdrehungszahlen der Spindel in der Minute bei den z verſchiedenen Geſchwindigkeiten verſtanden, die der Spindel durch die Stufenſcheiben und die zugehörigen Vorgelege mitgetheilt werden. Dieſen Umdrehungszahlen entſprechen bei einer für die Arbeit anzunehmenden zweckmäßigſten Geſchwindigkeit v die zugehörigen Durchmeſſer $d_1, d_2, d_3 \ldots . d_z$ des Arbeitsſtückes, die ſich durch die Beziehung $\pi d n = 60 v$ beſtimmen. Setzt man nun ein Arbeitsſtück voraus, deſſen Durchmeſſer zwiſchen zwei ſolchen Werthen, etwa zwiſchen d_2 und d_3 gelegen iſt, und durch d' bezeichnet werden möge, welchem eine zwiſchen n_2 und n_3 liegende Umdrehungszahl $n' = \frac{60 v}{\pi d'}$ entſpricht, ſo wird man daſſelbe entweder mit der Geſchwindigkeit n_2 oder derjenigen n_3 der Spindel abdrehen müſſen. In jedem Falle findet eine Abweichung der Arbeitsgeſchwindigkeit von der normalmäßigen v ſtatt, und man kann den relativen Werth dieſer Abweichung, d. h. ihr Verhältniß zu der thatſächlich dem Arbeitsſtücke mitgetheilten durch $\frac{n' - n_2}{n_2} = f_1$ und $\frac{n_3 - n'}{n_3} = f_2$ ausdrücken, je nachdem der Spindel n_2 oder n_3 Umdrehungen mitgetheilt werden. Es iſt nun erſichtlich, daß die Abweichung f_1 allmählich von Null bis zu einem Werthe $\frac{n_3 - n_2}{n_2}$ wächſt, wenn der Durchmeſſer d' des Arbeitsſtückes allmählich von d_2 bis zu d_3 ſich verkleinert, während dabei der Werth von f_2 umgekehrt einer Abnahme von dem Höchſtbetrage $\frac{n_3 - n_2}{n_3}$ bis auf Null unterworfen iſt. Für einen gewiſſen Werth von d' ſind die beiden Fehler oder Abweichungen f_1 und f_2 gleich groß, und man hat für dieſen Werth die Gleichung:

$$f_1 = f_2 = \frac{n' - n_2}{n_2} = \frac{n_3 - n'}{n_3}, \text{ woraus } \frac{n_3 - n'}{n' - n_2} = \frac{n_3}{n_2} = \alpha$$

folgt, wenn man das Verhältniß der beiden auf einander folgenden Geſchwindigkeiten $\frac{n_3}{n_2}$ mit α bezeichnet. Hieraus ergiebt ſich alſo, daß dieſer Werth von n' den Unterſchied $n_3 - n_2$ zwiſchen n_3 und n_2 in demſelben Verhältniſſe α theilt, in welchem die Werthe n_3 und n_2 zu einander ſtehen.

Setzt man $n' - n_2 = a$ und $n_3 - n' = b$, so hat man daher

$$a + b = n_3 - n_2 = \frac{\alpha - 1}{\alpha} n_3 = (\alpha - 1) n_2 \text{ und } \frac{b}{a} = \frac{n_3}{n_2} = \alpha,$$

woraus man erhält $a(\alpha + 1) = (\alpha - 1) n_2$, daher $f_1 = \frac{a}{n_2} = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}$.

Ebenso folgt

$$b \frac{\alpha + 1}{\alpha} = \frac{\alpha - 1}{\alpha} n_3, \text{ also } f_2 = \frac{b}{n_3} = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} = f_1.$$

Dieser Werth von $f = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}$ stellt den größten Betrag vor, bis zu welchem der unvermeidliche Fehler immer eingeschränkt werden kann, wenn der Durchmesser eines Arbeitsstückes irgend einen Werth zwischen d_2 und d_3 hat, und zwar entspricht diesem größten Fehler ein Durchmesser gleich dem arithmetischen Mittel zwischen d_2 und d_3, wie folgende Rechnung ergiebt. Setzt man den constanten Werth $\frac{60 v}{\pi} = k$, so hat $d_2 = \frac{k}{n_2}$ und $d_3 = \frac{k}{n_3}$, folglich ist das arithmetische Mittel

$$\frac{d_2 + d_3}{2} = \frac{k}{2}\left(\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3}\right) = \frac{k}{2 n_2}\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = \frac{k}{2 n_2} \frac{\alpha + 1}{\alpha}.$$

Denselben Werth erhält man aber auch aus

$$d' = \frac{k}{n'} = \frac{k}{n_2 + a} = \frac{k}{n_2 + n_2 \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}} = \frac{k}{n_2} \frac{\alpha + 1}{2 \alpha}.$$

Setzt man nun, um diesen Fehler möglichst herabzuziehen, voraus, daß derselbe zwischen je zwei auf einander folgenden Werthen von $d_1, d_2, d_3 \ldots . d_z$ denselben Betrag haben soll, so folgt daraus, daß auch das Verhältniß α für je zwei auf einander folgende Werthe von $n_1, n_2, n_3 \ldots . n_z$ dieselbe Größe haben muß; mit anderen Worten, man hat die einzelnen Geschwindigkeiten der Spindel wie die Glieder einer geometrischen Reihe wachsen oder abnehmen zu lassen, deren Exponent α ist. Unter dieser Voraussetzung lassen sich die Umdrehungszahlen der Spindel durch die Ausdrücke

$$n_1, n_1 \alpha, n_1 \alpha^2, n_1 \alpha^3 \ldots . n_1 \alpha^{z-1}$$

darstellen. Um hierin den Exponenten α zu ermitteln, sei D der größte und d der kleinste Durchmesser der auf der Drehbank zur Bearbeitung kommenden Gegenstände, und es werde unter $N = \frac{60 v}{\pi d} = \frac{k}{d}$ und $n = \frac{k}{D}$ die diesen Durchmessern unter der Annahme einer normalen Ar-

beitsgeschwindigkeit v zugehörige Umdrehungszahl der Spindel verstanden. Dann muß man annehmen, daß, wenn bei einer Bearbeitung des Gegenstandes von dem kleinsten Durchmesser d die größte Umdrehungszahl $n_1 \alpha^{z-1}$ der Spindel gewählt wird, der begangene Fehler noch den höchsten zulässigen Betrag erreichen darf, so daß man die Beziehung hat:

$$\frac{N - n_1 \alpha^{z-1}}{n_1 \alpha^{z-1}} = f = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1},$$

woraus

$$N = n_1 \alpha^{z-1}(1+f) = n_1 \alpha^{z-1} \frac{2\alpha}{\alpha+1}$$

folgt. In derselben Weise gilt für die dem größten Durchmesser D eigentlich zukommende Geschwindigkeit $n = \frac{k}{D}$ und die kleinste Umdrehungszahl n_1 der Spindel die Gleichung

$$\frac{n_1 - n}{n_1} = f = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1},$$

woraus man

$$n = n_1(1-f) = n_1 \frac{2}{\alpha+1}$$

findet. Man hat daher für das Verhältniß der äußersten Umdrehungszahlen:

$$\frac{N}{n} = \frac{D}{d} = \frac{n_1 \alpha^{z-1} \dfrac{2\alpha}{\alpha+1}}{n_1 \dfrac{2}{\alpha+1}} = \alpha^z,$$

woraus sich der Exponent α zu $\alpha = \sqrt[z]{\frac{D}{d}}$ ergiebt.

Mit diesem Werthe berechnen sich nun die Umdrehungszahlen der Spindel in der Minute, und demgemäß die Durchmesser der einzelnen Läufe der Stufenscheiben, wie weiter unten an einem Beispiel gezeigt werden mag.

Bei der Bestimmung der Größe der Stufenscheiben hat man ferner darauf zu achten, daß für alle Läufe die erforderliche Riemenlänge möglichst von derselben Größe ist, damit man bei einem Wechsel nicht nöthig habe, eine Verkürzung oder Verlängerung des Riemens vorzunehmen. In welcher Weise sich diese Aufgabe erfüllen läßt, wurde in Th. III, 1 gezeigt. Würde man hierbei eine genaue Bestimmung der Riemenlänge zu Grunde legen, so würden die Durchmesser der Stufenscheiben auch von der Entfernung ihrer Axen abhängig sein, man begnügt sich aber in der Wirklichkeit gewöhnlich mit derjenigen Annäherung, die man erreicht, wenn immer die Summe der Durchmesser von zwei zusammen arbeitenden Läufen denselben Werth hat.

Die hierdurch erzielte Annäherung ist für die meisten Fälle genügend groß, da die Elasticität der Riemen in der Riemenlänge einen gewissen Spielraum gewährt. Vielfach wählt man auch die Durchmesser als die Glieder einer arithmetischen Reihe, indem man jede folgende Stufe um denselben Betrag größer oder kleiner wählt, als die vorhergehende.

Beispiel. Es sei der größte Durchmesser eines auf einer Drehbank zu bearbeitenden Gegenstandes durch die Spitzenhöhe zu 1,20 m bestimmt, und es möge angenommen werden, daß auf dieser Drehbank auch noch Gegenstände bis zu einem kleinsten Durchmesser von 0,020 m bearbeitet werden sollen. Nimmt man eine Geschwindigkeit während des Drehens von $v = 80$ mm als passend an, so entsprechen diesen äußersten Durchmessern die zugehörigen Umdrehungszahlen für die Minute:

$$n = \frac{60 \,.\, 80}{\pi \,.\, 1200} = 1{,}273 \quad \text{und} \quad N = \frac{60 \,.\, 80}{\pi \,.\, 20} = 76{,}4.$$

Sollen nun zehn verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten durch Anwendung von zwei gleichen fünfstufigen Riemscheiben unter Verwendung des nach Fig. 585 eingerichteten doppelten Vorgeleges angeordnet werden, so hat man zunächst das Verhältniß von je zwei auf einander folgenden Geschwindigkeiten zu

$$\alpha = \sqrt[10]{\frac{1200}{20}} = \sqrt[10]{60} = 1{,}506,$$

und zwar ergiebt sich hiermit die kleinste Umdrehungszahl n_1 zu

$$n_1 = n\,\frac{\alpha + 1}{2} = 1{,}273\,\frac{2{,}506}{2} = 1{,}595$$

und die größte zu $n_{10} = n_1 \,.\, 1{,}506^9 = 63{,}55$ in der Minute.

In der hier folgenden Zusammenstellung sind die zehn Geschwindigkeiten $n_1, n_2, \ldots n_{10}$ angegeben, und die darunter zwischen denselben befindlichen Zahlen stellen diejenigen Durchmesser d vor, für welche die Abweichung der Geschwindigkeit von der normalmäßigen den größten Werth erreicht, so daß jede Geschwindigkeit der Spindel für alle diejenigen Durchmesser des Arbeitsstückes zu wählen ist, die zwischen den beiderseits benachbarten Werthen von d gelegen sind.

$n =$	1,595	2,40	3,62	5,45	8,20	12,36	18,61	28,02	42,20	63,55
$d =$	20	30	45	69	103	155	233	351	259	797	1200

Wenn man die beiden Stufenscheiben in gleicher Größe ausführt, und mit $a_1\, a_2\, a_3\, a_4\, a_5$ die fünf auf einander folgenden Durchmesser derselben bezeichnet, so muß bei der Führung des Riemens über die mittleren Läufe vom Durchmesser a_3 die Geschwindigkeit der Spindel durch $n_8 = 28{,}02$ gegeben sein, sobald das Vorgelege ausgerückt ist, während mit dem Vorgelege diese Geschwindigkeit durch $n_3 = 3{,}62$ bestimmt ist. Die durch das doppelte Vorgelege zu erzielende Verlangsamung bestimmt sich daher zu

$$\frac{n_8}{n_3} = \alpha^5 = \frac{28{,}02}{3{,}62} = 7{,}75,$$

woraus sich unter Zugrundelegung gleicher Räderpaare für jedes einzelne ein Verhältniß der Zähnezahlen oder Durchmesser von $\sqrt{\alpha^5} = \sqrt{7{,}75} = 2{,}78$ ergiebt.

Nimmt man den Durchmeſſer der mittleren Stufen zu $a_3 = 500\,\text{mm}$ an, ſo beſtimmen ſich die Durchmeſſer der übrigen unter der Bedingung, daß die Summe von je zwei zugehörigen Scheibendurchmeſſern immer dieſelbe Größe haben ſoll, wie folgt. Man hat für a_2 und a_4 die beiden Beziehungen:

$$\frac{a_4}{a_2} = \alpha = 1{,}506, \quad \text{und} \quad a_2 + a_4 = 2\,a_3 = 1000\,\text{mm},$$

woraus

$$a_2 = \frac{2}{1+\alpha}\,a_3 = \frac{1000}{2{,}506} = 399\,\text{mm} \quad \text{und} \quad a_4 = 601\,\text{mm}$$

ſich ergiebt. Ebenſo hat man für a_1 und a_5 die Gleichungen:

$$\frac{a_5}{a_1} = \alpha^2 = 1{,}506^2 = 2{,}268 \quad \text{und} \quad a_1 + a_5 = 2\,a_3 = 1000\,\text{mm},$$

woraus man

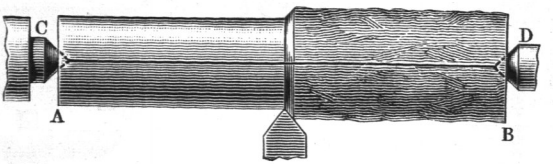
$$a_1 = \frac{2}{1+\alpha^2}\,a_3 = \frac{1000}{3{,}368} = 306\,\text{mm} \quad \text{und} \quad a_5 = 694\,\text{mm}$$

findet.

Das Deckenvorgelege hat man demgemäß mit $n_8 = 28$ Umdrehungen in der Minute laufen zu laſſen.

Das Drehen zwiſchen Spitzen. Wie ſchon erwähnt, erfolgt das Abdrehen aller Gegenſtände von einiger Länge zwiſchen den Spitzen der §. 166.

Fig. 588.



Drehbank, zu welchem Ende das Arbeitsſtück AB, Fig. 588, an jedem Ende mit einer kegelförmigen Vertiefung, dem Kerner, verſehen wird, mittelſt deren eine Aufhängung auf die Drehbankſpitzen C und D geſchieht. Von dieſen Spitzen iſt die linksſeitige C feſt mit der Spindel verbunden, ſo daß ſie an deren Umdrehung theilnimmt, während die rechte Spitze ganz feſt ſteht, weshalb man ſie wohl mit dem Namen einer todten Spitze bezeichnet. Dieſe Spitzen ſind ſehr genau aus gehärtetem Stahl gefertigt, und es muß die Möglichkeit gegeben ſein, ſie mit einem gewiſſen Drucke gegen einander zu preſſen, um ein Schlottern des Arbeitsſtückes zwiſchen ihnen zu vermeiden. Zu dieſem Behufe erhält der Reitſtock, der zur Aufnahme der feſten Spitze dient, die geeignete Einrichtung, wie ſie aus Fig. 589 (a. f. S.) erſehen werden kann, die eine von Putnam in Maſſachuſetts[1]) herrührende Anordnung darſtellt. Wie aus dieſer Figur erſicht-

[1]) Roſe, Mod. Mashine-Shop Practice.

lich ist, befindet sich der vorn mit der kegelförmigen Spitze versehene, schlank conische Stahldorn A in einer hohlen cylindrischen Spindel (Pinole) C, die in der Bohrung des Gestelles B verschieblich gelagert ist. Man erkennt leicht, daß eine Verschiebung dieser Spindel sammt der in ihr befindlichen Spitze durch die Schraube D erzielt werden kann, die in dem Gestelle E drehbar gelagert ist und deren Muttergewinde in dem hinteren Theile F der Spindel C befindlich sind. Da eine Längsschiebung dieser Schraube durch den Bund d verhindert ist, so muß durch die mittelst des Handrades G zu bewirkende Umdrehung eine Verschiebung der Spindel C veranlaßt werden, sobald die letztere in geeigneter Art, etwa durch eine Nuth in der Spindel C und einen Stift im Gestelle B an der Umdrehung verhindert wird. Zur Feststellung der Spindel in der ihr durch die Schraube D gegebenen Stellung dient die mit dem Hebel H zu bewegende Druckschraube I, durch deren Wirkung ein Zusammenpressen des an dem vorderen Ende mit einem

Fig. 589 I.

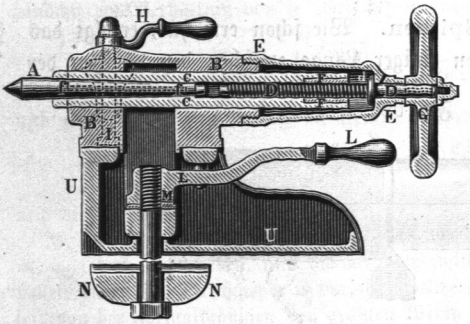
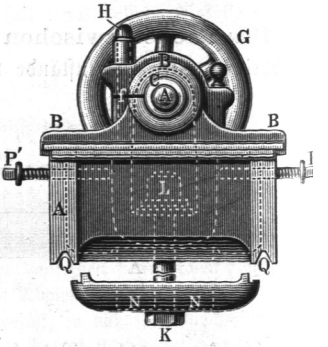


Fig. 589 II.



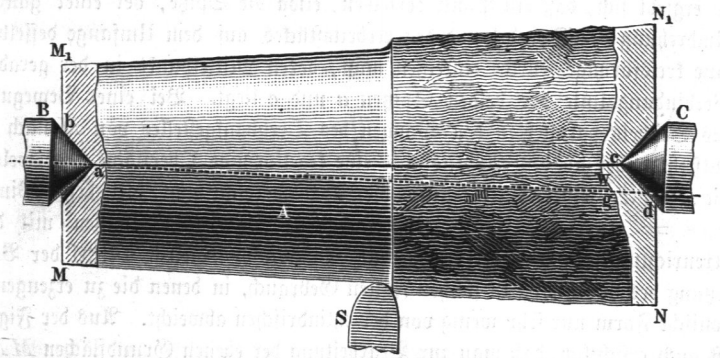
Schlitze f versehenen Gestelles erzielt wird. Der ganze Reitstock ist natürlich auf dem Bett oder den Wangen der Drehbank verschieblich aufgestellt, um Gegenstände von beliebiger Länge zwischen die Spitzen fassen zu können; die Feststellung in bestimmter Lage wird mit Hülfe des Schraubenbolzens K bewirkt, welcher durch die Umdrehung der in dem Handhebel L befindlichen Mutter derartig angehoben wird, daß er mit seinem unteren Kopfe das Querstück N fest gegen die untere Fläche der Drehbankswangen preßt, auf deren oberen prismatischen Leisten bei Q der Reitstock gleitet. Durch eine unter der Mutter L angebrachte Zwischenscheibe M, die in der einen Hälfte eine größere Dicke hat als in der anderen, wird dabei erreicht, daß eine geringe Umdrehung der Mutter L ein genügendes Anziehen oder Lüften des Bolzens K veranlaßt.

Die beiden Schrauben P und P' dienen dazu, eine Querverstellung des Obertheiles B auf dem Untertheile U zu ermöglichen. Hierdurch erhält

man Gelegenheit, auf der Drehbank in bequemer Weiſe Gegenſtände von ſchlank kegelförmiger Geſtalt herzuſtellen, wie dies in dem Folgenden näher angegeben wird.

Es iſt von jeder Drehbank zu fordern, daß die Axen der beiden Spitzen, alſo diejenige der Drehbankſpindel ſowohl, wie die der Reitſtockſpindel, genau parallel zu den Wangen der Drehbank und in gleicher Höhe über denſelben befindlich ſind, ſo daß bei der normalen Stellung des Reitſtockes dieſe Axen genau in dieſelbe mit den Wangen parallele gerade Linie fallen. Bei einer ſolchen Anordnung wird durch die auf dem Bette erfolgende Verſchiebung des den Stichel tragenden Supports dem Arbeitsſtücke eine genau cylindriſche Geſtalt ertheilt, wenn man von der Durchbiegung abſieht, die das Arbeitsſtück unter dem von dem Stichel darauf ausgeübten Drucke erleidet. Wenn man dagegen mittelſt der an dem Reitſtocke angebrachten

Fig. 590.



Schrauben PP', Fig. 589, eine ſeitliche Verſetzung der Reitſtockſpindel gegen die Lauffſpindel vornimmt, wobei übrigens der Parallelismus der beiden Spindeln gewahrt bleibt, ſo ergiebt ſich unter der Vorausſetzung einer Verſchiebung des Supports auf dem Drehbanksbette eine coniſche Geſtalt des Arbeitsſtückes, wie man mit Hülfe der Fig. 590 erkennt.

Bei der hier vorausgeſetzten ſeitlichen Verſchiebung des Reitſtockes um eine gewiſſe Größe $gc = w$ findet offenbar die Stützung des Arbeitsſtückes A in ſolcher Art ſtatt, daß daſſelbe an der Spitze der Lauffſpindel in der hinteren Berührungslinie ab und an dem Reitſtocke in der vorderen Berührungslinie cd anliegt. Wollte man hierbei eine ganz ſtarre Verbindung des Arbeitsſtückes mit der Lauffſpindel anordnen, ſo müßte bei einer Umdrehung der letzteren die Gerade ac, welche die Spitzen der beiderſeits angebrachten Kerner verbindet, ſich in einem Kegelmantel um die Axe ag der Spindel herumbewegen. Da die Anordnung der feſten Spitze C eine

ſolche Bewegung nicht zuläßt, ſo erſieht man hieraus, daß die Verbindung des Arbeitsſtückes mit der Spindel B keine ſtarre ſein darf, dieſelbe vielmehr bei a eine gewiſſe Bewegung des Arbeitsſtückes gegen die Spindel geſtatten muß. Dieſe Bewegung beſteht nicht in einer Drehung der Spitze in dem Kerner, wie ſie an der feſten Spitze auftritt, ſondern in einem regelmäßigen Schwanken des Arbeitsſtückes um die Axe ag der Drehbank, in Folge wovon alle Kegelſeiten der coniſchen Vertiefung im Arbeitsſtücke bei jeder Umdrehung nach und nach mit allen Kegelſeiten der Spitze B in Berührung treten. An der feſten Spitze C dagegen wird ſtets nur die eine Kegelſeite cd der Spitze den Druck des Arbeitsſtückes aufzunehmen haben, bei deſſen Umdrehung alle auf einander folgenden Kegelſeiten der Vertiefung mit jener Seite cd der Spitze in Berührung treten, ſo daß ſich hier eine Reibung wie bei gewöhnlichen Zapfen einſtellt.

Denkt man ſich in S die Schneide eines Stichels feſtſtehend angebracht, ſo ergiebt ſich, daß ein Punkt derſelben, etwa die Spitze, bei einer ganzen Umdrehung der Spindel und des Arbeitsſtückes auf dem Umfange deſſelben eine kreisförmige Furche einreißen muß, deren Mittelpunkt in der geraden Verbindungslinie der beiden Spitzen a und c liegt. Bei einer Bewegung des Stichels parallel zu den Wangen des Drehbankgeſtelles von M nach N entſteht daher an dem Arbeitsſtücke eine kegelförmige Oberfläche, für welche die Neigung einer Seite gegen die Axe übereinſtimmt mit dem Winkel $gac = \alpha$, welchen die Verbindungslinie der beiden Spitzen mit der Axenrichtung der Spindel bildet. Man macht von dieſem Mittel der Verſetzung des Reitſtockes in ſolchen Fällen Gebrauch, in denen die zu erzeugende coniſche Form nur ſehr wenig von der cylindriſchen abweicht. Aus der Figur iſt auch erſichtlich, daß man zur Bearbeitung der ebenen Grundflächen MM_1 und NN_1 eines ſo erzeugten Kegels die Verſchiebung des Stichels nicht wie bei Cylindern *ſenkrecht zu den Wangen* der Drehbank, ſondern ſenkrecht zu der Verbindungslinie ac der Spitzen vorzunehmen hat.

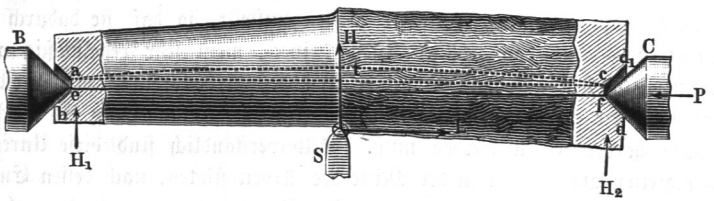
Bisher wurde auf den Einfluß keine Rückſicht genommen, die der von dem Stichel gegen das Arbeitsſtück geäußerte Druck auf die Geſtalt der erzeugten Oberfläche ausüben muß; von dieſem Einfluſſe kann man ſich wie folgt eine ungefähre Anſchauung verſchaffen.

Der von dem Stichel S, Fig. 591, gegen das Arbeitsſtück ausgeübte Druck, welcher nach den in §. 148 darüber gemachten Bemerkungen zu beurtheilen iſt, hat eine Richtung, die vornehmlich von der Geſtalt und Stellung der Schneide abhängt. Man denkt ſich dieſen durch den Widerſtand des Materials in einem beliebigen Augenblicke beſtimmten Druck nach drei zu einander ſenkrechten Richtungen in die Seitenkräfte H, V und L zerlegt, ſo zwar, daß L parallel zur Verbindung ef der Spitzen gerichtet iſt, und von den beiden anderen dazu ſenkrechten Seitenkräften H horizontal

und V vertical wirkt. Man erkennt dann, daß die beiden letzteren Kräfte H und V eine gewiſſe Durchbiegung des zwiſchen B und C geſtützten Arbeitsſtückes bewirken, die unter ſonſt gleichen Umſtänden um ſo größer ausfallen muß, je länger und dünner das Arbeitsſtück iſt, während die nach der Länge wirkende Kraft L die Wirkung haben wird, daß von den beiden Spitzen B und C, zwiſchen welche das Arbeitsſtück durch die Schraube der Reitſtockſpindel mit einer gewiſſen Kraft P eingeſpannt wurde, die eine Spitze theilweiſe entlaſtet wird, während die andere einen Zuwachs des Druckes um L erfährt, ſo daß die in dem betrachteten Augenblicke an den Spitzen auftretenden Kräfte durch $P-L$ und $P+L$ gegeben ſind.

Die beiden anderen Kräfte H und V veranlaſſen zweierlei Wirkungen, die auf die Geſtalt der erzeugten Fläche von Einfluß ſind. Es wird durch ſie nämlich einmal eine gewiſſe *Verdrückung* der coniſchen Vertiefungen an den Enden des Arbeitsſtückes herbeigeführt, wie ſolche in vergrößertem Maße in der Figur angedeutet iſt, und zweitens *biegt* ſich das Arbeitsſtück in beſtimmter Weiſe durch. Beide Wirkungen haben zur Folge, daß der

Fig. 591.



Durchmeſſer des Arbeitsſtückes an der Angriffsſtelle des Stichels größer ausfällt, als dem Abſtande des Stichels von der Geraden entſpricht, welche die beiden Spitzen e und f der Drehbank verbindet. Es iſt erſichtlich, daß dieſe Wirkungen für verſchiedene Stellungen des Stichels zwiſchen den Spitzen verſchieden ausfallen muß; am größten wird die Durchbiegung ſein, wenn der Stichel in der Mitte zwiſchen den Spitzen ſteht, während die Verdrückung jedes Kerners zunimmt, wenn der Stichel ſich ihm nähert. Man kann übrigens bemerken, daß bei der meiſt üblichen Stellung des Stichels, etwa in gleicher Höhenlage mit der Axe der Drehbank, die verticale Seitenkraft V für die Vergrößerung des Durchmeſſers nur von ganz untergeordneter Bedeutung ſein kann, während die durch die horizontale Kraft H bewirkte Durchbiegung in ihrem ganzen Betrage auf eine Vergrößerung des Halbmeſſers wirkt, ſo daß bei einem Abſtande des Stichels von der Drehbanksaxe gleich r der Halbmeſſer des Arbeitsſtückes durch $r+s+t$ dargeſtellt wird, worin s die Vergrößerung durch die Verdrückung der Kerner und t diejenige durch die Durchbiegung des Arbeitsſtückes A vorſtellt.

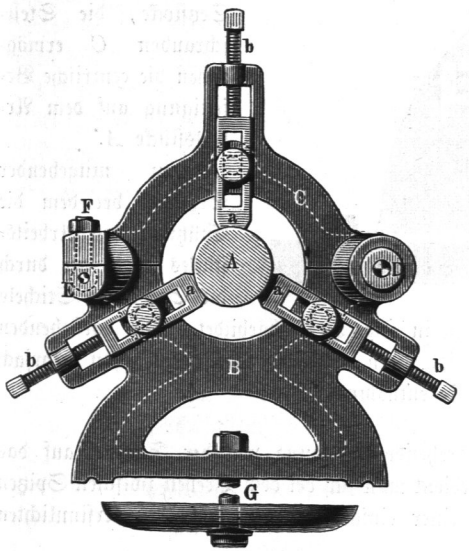
Aus der vorſtehenden Betrachtung ergiebt ſich zunächſt, daß zur möglichſten Vermeidung der Kernerverdrückung eine genügende Tiefe der grübchenförmigen Vertiefungen gewählt werden muß. Während bei Anordnung hinreichend tiefer Kerner, die nur bei den kleinſten Gegenſtänden durch Einſchlagen eines ſtählernen Werkzeuges, bei allen größeren Arbeitsſtücken dagegen durch Bohren hergeſtellt werden, die gedachte Verdrückung kaum merklich ſein wird, kann andererſeits bei einer zu geringen Tiefe der Kerner ein Herausſpringen des Arbeitsſtückes durch die Wirkung des Sticheldruckes herbeigeführt werden.

Die Durchbiegung und die dadurch bedingte Beeinfluſſung des Durchmeſſers vom Arbeitsſtück iſt bei ganz kurzen und bei dicken Gegenſtänden in der Regel ſo gering, daß ſie vernachläſſigt werden darf, wogegen bei dünnen und langen Gegenſtänden, wie z. B. bei längeren Axen, beſondere Mittel in Anwendung zu bringen ſind, um eine genau cylindriſche Geſtalt der Oberfläche zu gewährleiſten. Ohne ſolche beſondere Vorſichtsmaßregeln muß eine längere Stange bei einer Entlangführung des Stichels parallel mit den Drehbankswangen nicht nur in der Mitte erheblich dicker ausfallen, als gegen die Enden hin, ſondern die Oberfläche wird in ſolchem Falle auch durch die Entſtehung vieler kleiner Wellen entſtellt, ſo daß ſie dadurch ein flimmerndes Ausſehen erhält. Dieſe kleinen, meiſt ſehr regelmäßig auftretenden Wellen hat man dem Erzittern des Arbeitsſtückes zuzuſchreiben, das durch die in §. 148 nachgewieſene regelmäßige Veränderung des Sticheldruckes hervorgerufen werden muß. Selbſtverſtändlich ſind dieſe Unregelmäßigkeiten am größten in der Mitte des Arbeitsſtückes, nach deſſen Enden hin ſie ſich allmählich verlieren, wenn ihre Urſache nicht etwa in dem gleichzeitigen Erzittern des Stichels zu ſuchen iſt.

Das meiſt gebrauchte Mittel, um dem Durchbiegen längerer Gegenſtände unter dem Einfluſſe des Stichels zu begegnen, beſteht in der Anordnung einer beſonderen Unterſtützung des Arbeitsſtückes zwiſchen den Spitzen vermittelſt eines lagerförmigen Hülfsmittels, das in der Regel mit dem Namen *Setzſtock* oder *Lünette* bezeichnet wird. Man unterſcheidet dieſe Setzſtöcke in *feſtſtehende* und *mitgehende*, je nachdem ſie auf dem Drehbanksbett an beſtimmter Stelle, etwa in der Mitte des Arbeitsſtückes, feſt aufgeſtellt werden und ihren Platz daſelbſt behalten, oder an der Verſchiebung des Stichels theilnehmen. In letzterem Falle wird der Setzſtock auf dem Support in möglichſter Nähe des Stichels befeſtigt, und zwar iſt er in der Bewegungsrichtung des Stichels *hinter* demſelben anzubringen, ſo daß er in ſeinem Lagerauge immer eine kurz vorher von dem Stichel abgedrehte Stelle führt. Es iſt ſelbſtredend, daß die Anwendung mitgehender Setzſtöcke nur bei Gegenſtänden ſtattfinden kann, die ihrer ganzen Länge nach genau denſelben Durchmeſſer haben. Iſt dies nicht der Fall, z. B., wenn

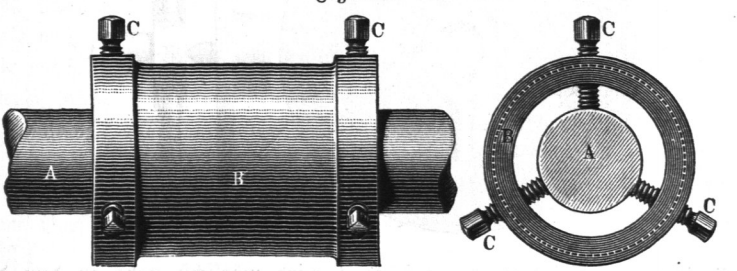
das Arbeitsſtück entweder nicht cylindriſch oder an einzelnen Stellen mit hervorragenden Ringen u. dergl. verſehen iſt, ſo hat man natürlich die Lünette auf dem Drehbanksgeſtell an einer Stelle zu befeſtigen, an welcher das Arbeitsſtück zuvor möglichſt genau rund gedreht wurde. Wenn die letztere Bedingung nicht erfüllt werden kann, ſo hilft man ſich wohl in der Weiſe, daß man auf dem Arbeitsſtücke eine genau runde Büchſe durch Schrauben ſo befeſtigt, daß dieſe Büchſe, die in dem Setzſtocke ihre Unterſtützung findet, möglichſt genau centriſch zur Drehbanksaxe ausgerichtet iſt.

Fig. 592.



Einen Setzſtock, wie er vielfach gebraucht wird, zeigt Fig. 592, woraus man erſieht, daß die Führung und Unterſtützung des Arbeitsſtückes *A* durch drei Backen *a* geſchieht, die mittelſt der Schrauben *b* dem Durchmeſſer des Arbeitsſtückes entſprechend verſtellt werden können. Zum bequemen Einbringen des Werkſtückes iſt der Lünettenſtänder aus zwei Theilen, *B* und *C*, gebildet,

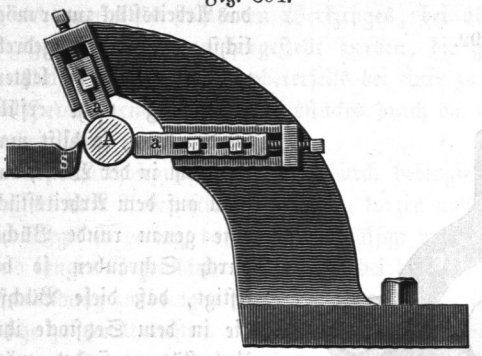
Fig. 593.



ſo daß der Obertheil *C* um den Bolzen *D* aufgeklappt werden kann, nachdem die um *E* drehbare Befeſtigungsſchraube *F* zurückgeſchlagen worden iſt. Die Befeſtigung des Setzſtockes auf dem Bett oder Support der Drehbank wird in erſichtlicher Weiſe durch den Schraubenbolzen *G* bewirkt.

Eine zur Lagerung von noch nicht rund gedrehten Gegenſtänden dienende Hülſe iſt in Fig. 593 (a. v. S.) dargeſtellt; der mittlere Theil *B* derſelben zwiſchen den beiderſeitigen Anſätzen findet ſeine Lagerung in dem Setzſtocke, die Stellſchrauben *C* ermöglichen die centriſche Befeſtigung auf dem Arbeitsſtücke *A*.

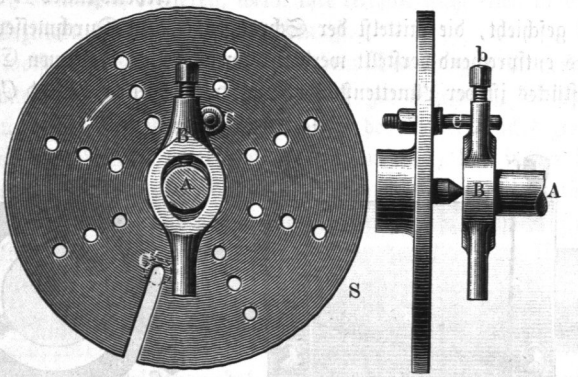
Fig. 594.



Ein mitgehender Setzſtock, bei dem die Stützung des Arbeitsſtückes *A* in der durch die Spitze des Stichels *S* gehenden Ebene geſchieht, iſt in Fig. 594 abgebildet. Die vorſtehenden Figuren ſind ebenſo wie die folgenden, 595 bis 604, dem ſchon mehrfach erwähnten Werke von J. Roſe entnommen.

§. 167. Mitnehmer. Um die drehende Bewegung von der Spindel auf das Arbeitsſtück zu übertragen, bedient man ſich bei dem Drehen zwiſchen Spitzen in den gewöhnlichen Fällen einer einfachen, durch Fig. 595 verſinnlichten

Fig. 595.

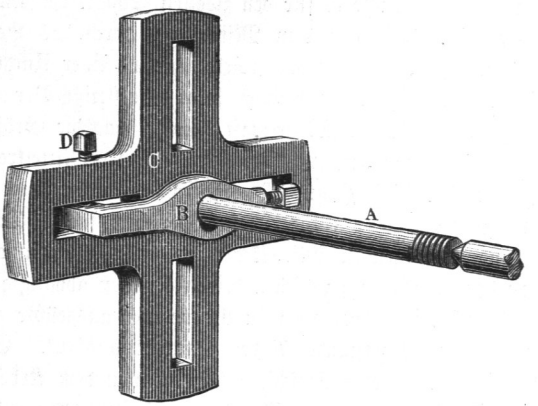


Einrichtung. Auf dem Arbeitsſtücke *A* wird möglichſt nahe an dem der Spindel zugewandten Ende ein von ſeiner Form wohl als Herz, Mitnehmerherz benannter Bügel *B* mittelſt der Spannſchraube *b* vorübergehend befeſtigt, gegen welchen ſich der Mitnehmer *C*, d. h. ein Stift der Scheibe *S* legt, die auf der Spindel befeſtigt iſt. Die Bewegungsüber-

tragung wird dabei in der einfachſten Art erzielt, ohne daß die nach dem Vorhergegangenen nöthige Beweglichkeit zwiſchen der Spindel und dem Arbeitsſtücke beeinträchtigt wird. Daß man dabei das Mitnehmerherz auch gänzlich entbehren kann, ſobald der abzudrehende Gegenſtand an ſich ſchon mit einem hervorſtehenden Theile verſehen iſt, gegen den der Mitnehmerſtift ſich legen kann, iſt an ſich deutlich, ebenſo wie die Entbehrlichkeit des Herzes bei dem Abdrehen von Rädern oder Riemſcheiben, wobei der Stift *C* gegen den Arm wirken kann.

Bei der in Fig. 595 dargeſtellten Anordnung kann die Mitnahme des Arbeitsſtückes offenbar nur bei der Umdrehung nach der einen, durch den Pfeil angedeuteten Richtung erfolgen, was für die gewöhnliche Dreharbeit auch genügt, indem hierbei das Arbeitsſtück ſtets in dieſer einen Richtung

Fig. 596.



umgedreht werden muß. Nur für gewiſſe Arbeiten, z. B. für das Schneiden von Schraubengewinden auf der Drehbank, iſt es erforderlich, die Umdrehung bald nach der einen, bald nach der entgegengeſetzten Richtung vorzunehmen, für welchen Fall man ſich einer in Fig. 596 gezeichneten Einrichtung bedienen kann. Die Mitnehmerſcheibe auf der Spindel iſt hierbei erſetzt durch das mit vier radialen Schlitzen verſehene Kreuz *C*, in deſſen einen Schlitz der zu dem Zwecke umgebogene Arm des Mitnehmerherzes *B* eintritt, woſelbſt er durch eine Stellſchraube *D* noch befeſtigt werden kann, obwohl nach dem Vorſtehenden eine ganz ſtarre Befeſtigung daſelbſt vermieden werden ſollte.

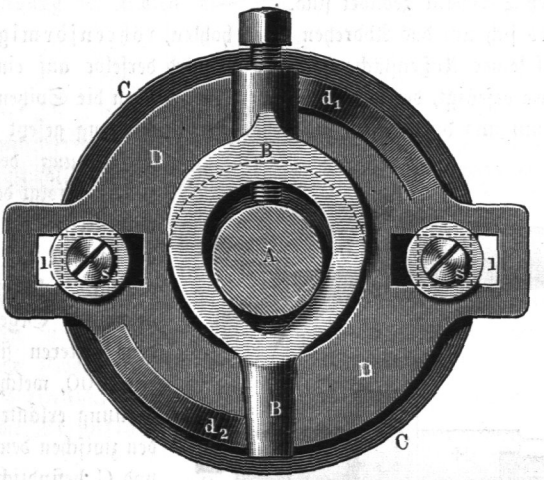
Mit der Anwendung der in Fig. 595 und 596 dargeſtellten Bewegungsübertragung iſt der Nachtheil eines einſeitig auf das Arbeitsſtück übertragenen Druckes verbunden. Wenn durch dieſen Druck, der mit *Q* bezeichnet werden möge, auch zwar keine Durchbiegung des Arbeitsſtückes herbei-

geführt werden wird, da in allen Fällen das Herz in unmittelbarer Nähe der unterſtützenden Drehbankſpitze angebracht iſt, ſo kann doch eine Verdrückung des Kerners im Arbeitsſtück dadurch bewirkt werden, welche, wenn ſie auch nur gering iſt, bei genauen Arbeiten doch ſtören kann. Dieſe Kraft Q nämlich ſetzt ſich mit demjenigen Drucke zu einer reſultirenden Kraft zuſammen, der aus der Wirkung des Stichels auf die Drehbankſpitze übertragen wird. Bezeichnet T den durch die Wirkung des Stichels auf die Drehbankſpitze ſenkrecht zur Axe der Drehbank ausgeübten Druck, welcher nach dem vorigen Paragraphen hauptſächlich von den beiden dort mit H und V bezeichneten Seitenkräften abhängen wird, ſo hat dieſer Druck in einem gewiſſen Augenblicke eine beſtimmte Richtung und Größe, die ſich während einer Umdrehung nicht weſentlich ändern wird, ſofern man annimmt, daß der abzuſchälende Span während dieſer Umdrehung ungefähr dieſelbe Stärke beibehält, wie es für den zweiten Schnitt bei dem Schlichten immer der Fall iſt. Die von dem Mitnehmer durch das Herz auf das Arbeitsſtück übertragene Kraft Q aber wirkt während einer Umdrehung nach allen möglichen Richtungen, und daraus folgt eine ſtetige Veränderung der aus T und Q ſich ergebenden Mittelkraft, ſowohl was die Größe wie auch die Richtung derſelben anbetrifft. Die Größe dieſer Mittelkraft ſchwankt zwiſchen den Werthen $T + Q$ und $T - Q$ in denjenigen Augenblicken, in denen T und Q gleich oder entgegengeſetzt gerichtet ſind. Die Richtung der aus T und Q folgenden Mittelkraft iſt veränderlich innerhalb eines gewiſſen, von dem Verhältniß zwiſchen beiden Kräften abhängigen Winkels, der um ſo größer iſt, je größer die vom Mitnehmer ausgeübte Kraft Q im Verhältniſſe zu dem Widerſtande T des Stichels ausfällt. Es läßt ſich erwarten, daß in Folge dieſer Verſchiedenheit des von dem Arbeitsſtücke auf die Spitze der Spindel ausgeübten Druckes eine Erweiterung des Kerners im Arbeitsſtücke hervorgerufen wird, da dieſe Schwankungen ſich bei jeder Umdrehung wiederholen. In Folge davon können Abweichungen von der genauen Form einer Umdrehungsfläche entſtehen, was man mit dem Worte des Unrundwerdens zu bezeichnen pflegt.

Man hat, um dieſe Unregelmäßigkeiten zu vermeiden, wohl verſucht, die einſeitige Wirkung des Mitnehmers dadurch zu umgehen, daß man die Mitnehmerſcheibe mit zwei diametral gegenüber liegenden Stiften verſehen hat, die das Mitnehmerherz bei C und C', Fig. 595, antreiben, doch iſt der Erfolg dieſer Anordnung deshalb ein zweifelhafter, weil es niemals möglich ſein wird, die Ausführung ſo genau zu machen, daß beide Stifte gleichmäßig zur Anlage kommen. In Wirklichkeit wird doch immer nur ein Stift die Kraftübertragung ganz oder zum größten Theile übernehmen müſſen. Am beſten dürfte der gedachte Zweck durch die in Fig. 597 dargeſtellte Einrichtung von Clement erreicht werden. Hierbei geht die Ueber-

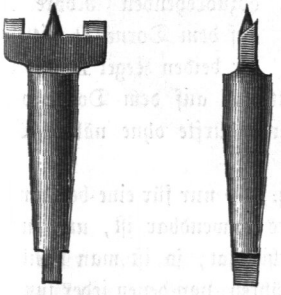
tragung der Kraft auf das Mitnehmerherz B nicht unmittelbar von der auf der Drehbankſpindel befeſtigten Scheibe C aus, ſondern ſie geſchieht durch Vermittelung des Zwiſchenſtückes D, das mit zwei entſprechend geformten Naſen d_1 und d_2 das Herz ergreift, und mit der Scheibe C durch die beiden

Fig. 597.



Schraubenbolzen s verbunden iſt. Dieſe letzteren geſtatten dem Treiberſtück D eine gewiſſe Verſchiebung innerhalb der länglichen Schlitze l, zu welchem Ende die Schrauben s nur mäßig angezogen werden, um die Verſchiebung leicht von ſtatten gehen zu laſſen. Vermöge dieſer Einrichtung ſtellt ſich das Treiberſtück D bei einem einſeitigen Widerſtande des Herzes B in eine ſolche Lage, daß eine gleichmäßige Vertheilung des Druckes auf die beiden Naſen d_1 und d_2 und damit ein Fortfall des einſeitigen Druckes ſtattfindet. Der größeren Verbreitung dieſes Mitnehmers ſteht indeſſen ſeine umſtändlichere Anordnung, verglichen mit der einfachen Einrichtung der Fig. 595, im Wege; auch dürfte in den meiſten Fällen der Nachtheil des einſeitigen Antriebes nicht erheblich ſein.

Fig. 598.



Bei der Bearbeitung hölzerner Gegenſtände pflegt man die Mitnahme des Arbeitsſtückes durch die Spindel meiſt einfacher dadurch zu erreichen, daß man die letztere an ihrem freien Ende anſtatt mit der gewöhnlichen Spitze, mit einem Dreizack nach der Fig. 598 verſieht, deſſen ſcharfe Schneiden feſt in das Holz eingetrieben werden. Um hierbei ein Aufſpalten,

wie es beſonders bei weichen Holzarten zu befürchten iſt, zu vermeiden, giebt man den Schneiden oder Zinken des Dreizacks auch paſſend eine Form, wie ſie in Fig. 599 gezeichnet iſt, wobei die beiden gegenüberſtehenden Schneiden das zwiſchen ihnen befindliche Holz feſt zuſammenpreſſen und die Gefahr eines Aufſpaltens nicht vorliegt, weil die Außenflächen der Zinken parallel zur Axe der Drehbank gebildet ſind.

Wenn es ſich um das Abdrehen eines hohlen, röhrenförmigen Gegenſtandes auf ſeiner Außenfläche handelt, ſo wird derſelbe auf einem Bolzen oder Dorne befeſtigt, der in gewöhnlicher Art zwiſchen die Spitzen der Drehbank geſpannt und durch einen Mitnehmer in Umdrehung geſetzt wird. Die Befeſtigung des Arbeitsſtückes erfolgt dabei einfach vermittelſt der Reibung, die der feſt auf den ſchlank coniſch gebildeten Dorn getriebene Gegenſtand auf dem erſteren findet. In Fig. 600, welche dieſe Anordnung erläutert, ſtellt *M* den zwiſchen den Spitzen *B* und *C* befindlichen, von *E* nach *D* hin verjüngten Dorn und *A* das darauf gepreßte Arbeitsſtück vor.

Fig. 599.

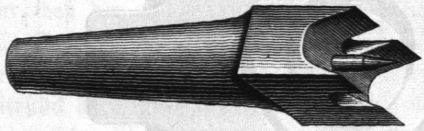


Fig. 600.

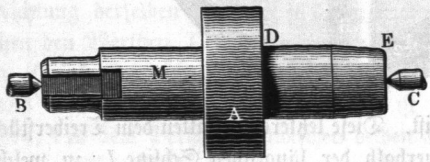
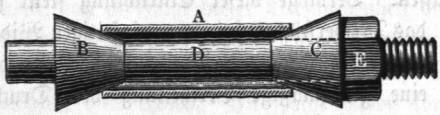


Fig. 601.

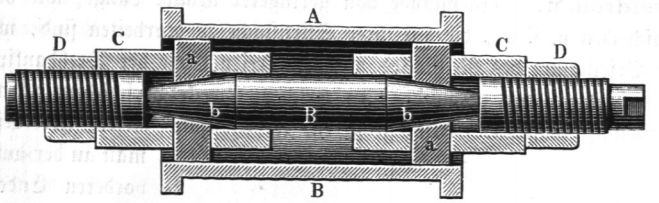


Die in Fig. 601 dargeſtellte Befeſtigung einer abzudrehenden Röhre *A* auf dem Dorne *D* mittelſt der beiden Kegel *B* und *C*, von denen der letztere durch die Schraubenmutter *E* auf dem Dorne verſchoben und gegen das Arbeitsſtück gepreßt wird, dürfte ohne nähere Erklärung deutlich ſein.

Da ein Dorn von der Beſchaffenheit der Fig. 600 nur für eine beſtimmte Weite der Höhlung des abzudrehenden Körpers anwendbar iſt, und man daher eine ſehr große Anzahl ſolcher Dorne nöthig hat, ſo iſt man bemüht geweſen, ſogenannte expanſible Dorne auszuführen, von denen jeder innerhalb gewiſſer Grenzen für beliebige Durchmeſſer der Höhlung in Anwendung gebracht werden kann. Von den verſchiedenen, dieſem Zwecke dienenden Vorrichtungen möge hier nur eine beſprochen werden, wie ſie durch Fig. 602 zur Anſchauung gebracht wird. Hierbei iſt der im Allgemeinen cylindriſch geſtaltete Dorn *B* an beiden Enden mit Schraubengewinden verſehen, ſo

daß durch die hierzu gehörigen Muttern *D* zwei cylindriſch ausgebohrte Hülſen *C* verſchoben werden können. Durch dieſe Verſchiebung jeder Hülſe nach innen wird bewirkt, daß vier Stahlbacken *a* nach außen getrieben werden, derart, daß dieſelben ſich kräftig gegen das Innere des aufzuſpannenden Arbeitsſtückes *A* legen und dadurch deſſen Befeſtigung bewirken. Um dieſe Verſchiebung der Backen nach außen zu erzielen, dient für jede Hülſe

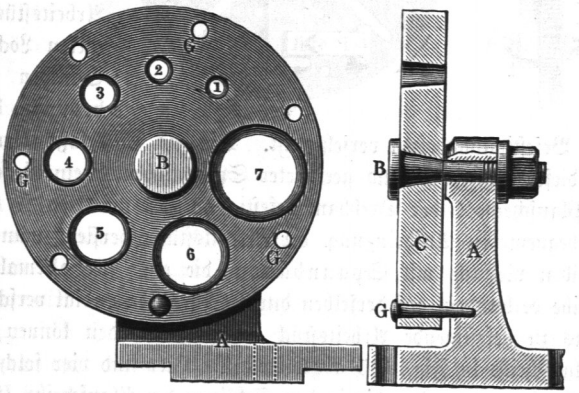
Fig. 602.



der kegelförmig abgedrehte Theil *b*, auf deſſen Oberfläche die Stahlbacken *a* ſich mit ihren inneren Enden ſtützen, während die Führung der Backen in den zu dieſem Zwecke paſſend durchlochten Hülſen *C* geſchieht.

Noch mag erwähnt werden, daß man in ſolchen Fällen, wo es darauf ankommt, die Stirnfläche eines längeren Gegenſtandes abzudrehen oder

Fig. 603.

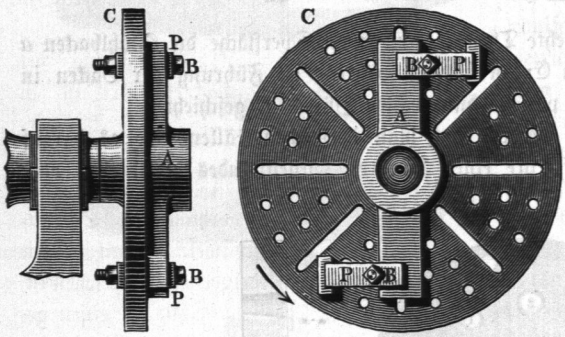


mit einer centralen Höhlung zu verſehen, wo alſo die Verwendung der feſten Spitze des Reitſtockes unthunlich iſt, die Unterſtützung des betreffenden Endes dadurch bewirkt, daß man daſſelbe zunächſt am Rande in geringer Breite coniſch abdreht, um dieſem Rande alsdann in einem paſſenden Auge der Lünettenſcheibe *C*, Fig. 603, die erforderliche Unterſtützung geben zu können. Der Ständer *A*, an dem die Scheibe *C* um den Bolzen *B* drehbar angebracht iſt, wird in dieſem Falle an Stelle des Reitſtockes auf den

Wangen der Drehbank befeſtigt, und die Scheibe *C* in ſolche Stellung gedreht, daß von den concentriſch zu *B* angebrachten Augen 1 bis 7 das für den Gegenſtand paſſende in die Axe der Drehbank tritt. Die außerdem in der Scheibe *C* befindlichen Löcher *G* dienen zur Feſtſtellung der Scheibe in der ihr gegebenen Lage mittelſt eines durch das betreffende Loch geſteckten Stiftes, wie ohne weiteres deutlich iſt.

§. 168. **Freidrehen.** Gegenſtände von geringerer axialer Länge, wie Räder, Riemſcheiben u. ſ. w., die auf ihrer Stirnfläche zu bearbeiten ſind, werden unter Beſeitigung des Reitſtockes mit dem freien Ende der Drehbankſpindel unwandelbar feſt verbunden, zu welchem Zwecke verſchiedene Mittel in Anwendung kommen. Alle größeren Arbeitsſtücke dieſer Art befeſtigt man an der auf dem vorderen Ende der Drehbankſpindel angebrachten Planſcheibe, einer größeren, vorn eben abgedrehten Scheibe, die zu dem Behufe der Befeſtigung von Arbeitsſtücken mit vielen Löchern oder Schlitzen zur Anbringung der erforderlichen Befeſtigungsbolzen verſehen iſt. Die Fig. 604 läßt erkennen, wie mittelſt dieſer Bolzen *B* und geeigneter Spannkloben *P* ein Gegenſtand *A* an der Planſcheibe *C* der Drehbank befeſtigt werden kann.

Fig. 604.



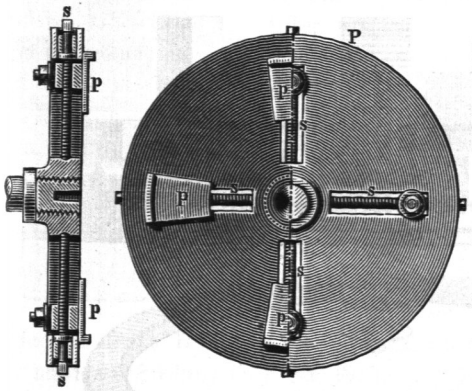
Zur bequemeren Aufbringung der Arbeitsſtücke verſieht man derartige Planſcheiben vielfach mit Spannbacken, die ein- für allemal mit der Planſcheibe verbunden, auf derſelben durch Schrauben radial verſchoben und gegen das zu befeſtigende Arbeitsſtück angepreßt werden können, wie eine ſolche Planſcheibe in Fig. 605 abgebildet iſt. Hier ſind vier ſolcher Kloben oder Backen *p* angebracht, die in den Schlitzen der Planſcheibe *P* durch die Schraubenſpindeln *s* einzeln bewegt werden können.

Die Befeſtigung eines Gegenſtandes auf dieſen Planſcheiben macht ein derartiges Ausrichten erforderlich, daß der Gegenſtand möglichſt gut centrirt wird. Wenn der hierzu erforderte Zeitaufwand bei der Bearbeitung größerer Gegenſtände deswegen weniger in Betracht kommt, weil bei dieſen das Aufbringen eines Gegenſtandes ſich nur vergleichsweiſe ſelten nöthig macht, ſo iſt es doch bei der Ausführung kleinerer Arbeiten, die ein häufigeres

Auf- und Umſpannen der Arbeitsſtücke erfordern, vortheilhaft, ſich ſolcher Planſcheiben zu bedienen, die von ſelbſt und ohne weitere Aufmerkſamkeit ein centriſches Aufſpannen runder Gegenſtände bewirken.

Dieſer Zweck wird bei den Planſcheiben dadurch erzielt, daß man die Verſchiebung aller Spannbacken von einander abhängig macht, und zwar derartig, daß alle Backen ſtets gleichzeitig um den gleichen Betrag in radialer Richtung verſchoben werden. Man erreicht dies entweder dadurch, daß man auf alle Schraubenſpindeln der Spannbacken ein gemeinſames Bewegungsmittel wirken läßt, durch deſſen Bewegung ſämmtliche Schraubenſpindeln in gleichem Betrage umgedreht werden, oder dadurch, daß man die Umdrehung einer der Spindeln dazu benutzt, um durch geeignete Uebertragungsmittel allen übrigen Schrauben eine gleiche Umdrehung zu ertheilen.

Fig. 605.

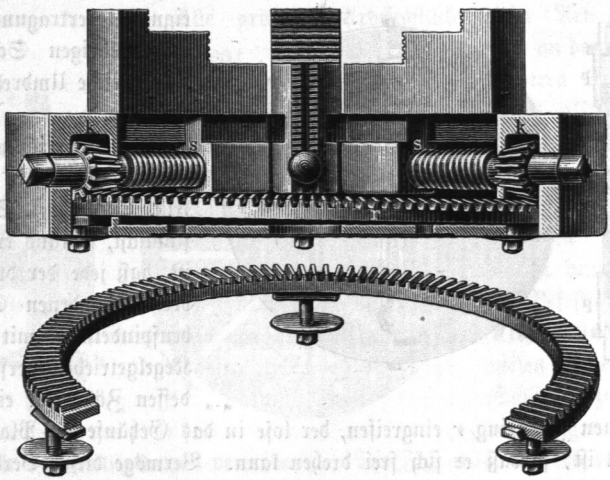


Eine Vorrichtung der letztgedachten Art iſt in Fig. 606 (a. f. S.) verſinnlicht, woraus erſichtlich iſt, daß jede der drei hierbei vorhandenen Schraubenſpindeln s mit einem Kegelgetriebe k verſehen iſt, deſſen Zähne in einen gemeinſamen Zahnring r eingreifen, der loſe in das Gehäuſe der Planſcheibe eingelegt iſt, ſo daß er ſich frei drehen kann. Vermöge dieſer Verbindung muß die Umdrehung irgend einer der Schraubenſpindeln, die an dem nach außen hervortretenden vierkantig geſtalteten Ende hervorgebracht wird, auch eine Umdrehung der übrigen Spindeln veranlaſſen. Da die Zähnezahl für alle Getriebe dieſelbe iſt und auch die Ganghöhe der Schrauben übereinſtimmt, ſo wird vermöge der gewählten Einrichtung bei einer beliebigen Umdrehung einer Schraubenſpindel eine für alle Backen gleiche, radiale Verſchiebung erreicht. Wenn daher die zum Angriff kommenden Flächen der Backen in irgend einer Lage genau centriſch ausgeführt ſind, was durch Abdrehen der Backen erzielt wird, ſo muß auch in jeder anderen Lage eine centriſche Befeſtigung des Arbeitsſtückes erreicht werden.

Derartige Planſcheiben mit gleichzeitig ſich verſtellenden Backen ſind naturgemäß nur anwendbar für Gegenſtände, bei denen die von den Backen feſtgeklemmte Oberfläche während der Bearbeitung centriſch zur Drehbankſpindel ſein muß, oder allgemeiner, bei denen die drei den Backen zum An-

griff dargebotenen Stellen denſelben Abſtand von der Mitte der Planſcheibe haben müſſen. In dieſer Beſchränkung liegt ein Nachtheil derartiger Vorrichtungen, da es nicht möglich iſt, Gegenſtände mittelſt derſelben abzudrehen, die, wie z. B. excentriſche Scheiben, eine andere als centrale Befeſtigung erfordern. Für ſolche Fälle wird man ſich daher der nach Art der Fig. 605 ausgeführten Vorrichtungen bedienen, bei denen jede einzelne Backe ſelbſtſtändig verſtellt werden kann. Man hat aber auch die Anordnung ſo getroffen, daß die Vortheile beider Ausführungsarten erreicht werden, indem man jede Backe mit einer ſelbſtändigen Bewegung begabt, und außerdem auch eine gleichzeitige Bewegung aller Backen ermöglicht. Eine ſolche

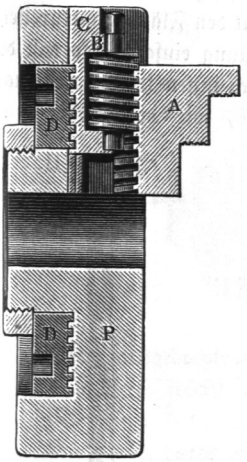
Fig. 606.



Anordnung ſtellt Fig. 607 vor. Von den drei vorhandenen Backen iſt jede einzelne, wie *A*, dadurch ſelbſtändig verſchieblich gemacht, daß eine an der axialen Verſchiebung verhinderte Schraube *B* mit ihren Gewindegängen in die hintere, nach Art einer Zahnſtange ausgeführte Fläche der Backe *A* eingreift, wodurch erzielt wird, daß bei einer ganzen Umdrehung dieſer Schraube die Verſchiebung der Backe um die Ganghöhe dieſer Schraube erfolgt. Die drei Schrauben *B* ſind in drei beſonderen Gleitſtücken *C* gelagert, von denen jedes in einer radialen Nuth der Planſcheibe ſich verſchieben läßt, und zwar wird die gemeinſchaftliche Verſchiebung dieſer drei Gleitſtücke in folgender Art bewirkt. Centriſch zur Drehbankſpindel iſt in einen ringförmigen Einſchnitt der Scheibe *P* der Ring *D* loſe drehbar eingelegt, der auf ſeiner innen liegenden ebenen Fläche eine ſpiralförmige Nuth enthält, deren einzelne Gänge gleichen Abſtand von

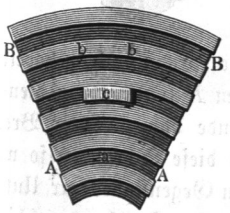
einander haben. Im Durchſchnitte zeigt daher dieſer Ring die in der Figur angegebenen regelmäßigen Hervorragungen und Vertiefungen, und wenn die Gleitſtücke *C* auf den dieſem Ringe zugekehrten Flächen mit entſprechenden, einer Verzahnung ähnlichen Hervorragungen und Vertiefungen verſehen ſind, ſo muß die Wirkung wie die einer Schraube ſein, d. h. es muß bei einer ganzen Umdrehung des Ringes *D* jedes Gleitſtück *C* um den Abſtand der auf einander folgenden Spiralwindungen nach außen oder innen in radialer Richtung verſchoben werden.

Fig. 607.



Solche Spiralſcheiben wendet man auch bei anderen Geräthen in Dreherwerkſtätten, z. B. bei den ſogenannten Ankernfuttern, zu demſelben Zwecke eines ſchnellen Centrirens mehrfach an. Es mag daher nicht überflüſſig ſein, darauf hinzuweiſen, daß die beſagten zahnartigen Hervorragungen der Gleitſtücke *C* in den Spiralgängen nicht ihrer ganzen Ausdehnung nach zum Anliegen kommen, ſondern dieſe Gänge nur in einzelnen Punkten berühren können. Man erkennt dies ſogleich aus der Fig. 608, die einen Theil einer ſolchen Spiralſcheibe darſtellt. Wegen der verſchiedenen Krümmungshalbmeſſer der Gänge *A A* und *B B* wird ein Gleitſtück von der Breite *b b*, das etwa in der mittleren Stellung bei *c* den Gang in allen Punkten berührt, in dem inneren Gange nur in dem mittleren Punkte *a* und außen nur in den Eckpunkten *b b* zum Anliegen kommen. Ganz ähnliche Betrachtungen gelten offenbar auch für die concentriſch ab- und ausgedrehten Flächen, mit denen die Spannbacken die zu befeſtigenden Gegenſtände erfaſſen.

Fig. 608.



Hier möge noch einiger Apparate zur Befeſtigung von Arbeitsſtücken mit der Spindel der Drehbank gedacht werden, die denſelben Zweck wie die vorgedachten und eine verwandte Einrichtung haben, und die in der Regel mit dem Namen Futter belegt werden. Dieſelben dienen nur für die Befeſtigung kleinerer Gegenſtände, insbeſondere ſolcher von cylindriſcher Geſtalt, und da man ſie vielfach zur centriſchen Befeſtigung der auf der Drehbank gebräuchlichen Bohrer benutzt, ſo bezeichnet man ſie auch wohl als Bohrfutter.

Ein ſolches mit zwei Backen verſehenes Futter zeigt Fig. 609 I (a. f. S.), woraus man erkennt, daß in einer Führungsnuth der Scheibe *S* zwei

Backen *b* verſchiebbar ſind, deren Verſchiebung durch die beiden Schrauben *s* bewirkt werden kann, indem die Muttergewinde für dieſe Schrauben in den Backen befindlich ſind, welche durch die Führung in der Nuth an der Drehung verhindert werden, während den Schraubenſpindeln *s* wohl die Umdrehung an ihren vierkantigen Enden geſtattet, dagegen eine axiale Verſchiebung in geeigneter Art verwehrt iſt. Die Backen *b* können einen dünnen Gegenſtand mit den beiden Ausſchnitten *c* feſthalten, oder aber bei größerem Durchmeſſer des Arbeitsſtückes daſſelbe mit den Flächen *a* ergreifen. Auch laſſen ſich die Backen in umgewendeter Stellung einſetzen, ſo daß die in der Figur nach außen gekehrten Flächen *d* nach innen treten, und man kann zur Befeſtigung ganz dünner Gegenſtände, wie des Bohrers in

Fig. 609 I.



Fig. 609 II.

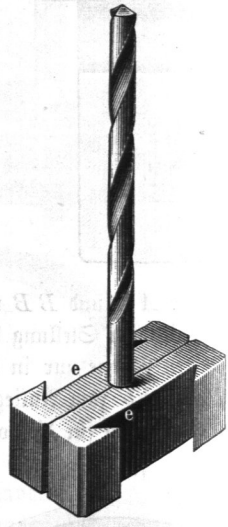


Fig. 609 II, die beiden Hülfsbacken *e* über die prismatiſch gehobelten Enden *d* der Backen ſchieben. Die beiden Schrauben *B* können dazu dienen, einem zwiſchen den Backen feſtgehaltenen Gegenſtande von größerer Breite noch eine ſichere Stützung zu geben, indem man dieſe Schrauben ſo weit herausſchraubt, daß ihre Kopfflächen dem befeſtigten Gegenſtande zur Unterlage dienen. Die Befeſtigung dieſes Futters mit der Drehbank geſchieht mittelſt des Schraubengewindes *G*, das in ein paſſendes Muttergewinde in einer Höhlung der Spindel eingeſchraubt wird.

Hiernach wird die Einrichtung des durch Fig. 610 dargeſtellten und namentlich als Bohrfutter vielfach gebrauchten Werkzeuges verſtändlich ſein. Wie man aus der Figur erkennt, greifen hierbei die beiden Backen *b*

mit einzelnen Rippen und Schlitzen ſo in einander, daß die eine der anderen zur Führung dient, und der eingeſpannte Bohrer *B* in mehreren Punkten ſicher gefaßt wird.

Auch derartigen Futtern hat man vielfach eine Einrichtung gegeben, vermöge deren die Backen ſich ſtets richtig *central* einſtellen, indem man die Bewegung aller drei in ſolchem Falle zur Verwendung kommenden Backen gleichzeitig und um gleichviel vornimmt. Von den verſchiedenen zu dieſem Zwecke im Gebrauch befindlichen Vorrichtungen ſtellt Fig. 611 eine der einfachſten vor, deren Wirkungsweiſe leicht verſtändlich iſt. Die den Gegenſtand *A* zwiſchen ſich faſſenden Backen *E* ſind hierbei außen nach der Geſtalt einer Kegelfläche gebildet, ſo daß die entſprechend kegelförmig ausgedrehte Hülſe *D* ein gleichmäßiges Zuſammenſpannen der Backen bewirkt, ſobald dieſe Hülſe mittelſt ihres Muttergewindes auf die Schraubengänge *C* gedreht wird. Dieſes Futter wird in der Regel mit der Drehbankſpindel durch einfaches Einſtecken des ſchlank coniſchen Stiftes *B* in die paſſend gebohrte Höhlung der Spindel verbunden. Es iſt erſichtlich, daß das Schraubengewinde *C* ein *rechtgängiges* ſein muß, wenn daſſelbe

Fig. 610.

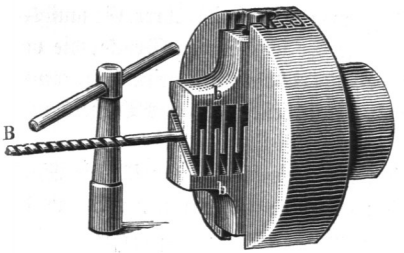
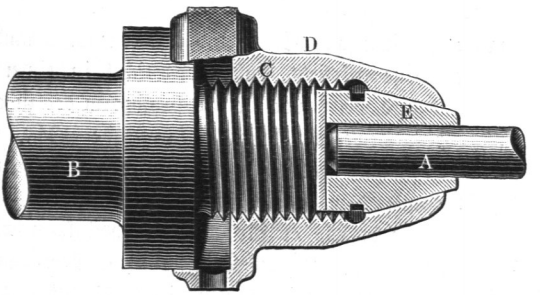


Fig. 611.



durch den bei der Arbeit auf den Gegenſtand *A* ausgeübten Druck nicht einer ſelbſtthätigen Löſung unterworfen ſein ſoll, und daß eine ſolche Löſung zu befürchten wäre, wenn man die Drehbankſpindel in der der gewöhnlichen Richtung entgegengeſetzten umdrehen würde.

Der Support. Die Führung des Stichels kann nur bei der Herſtellung der kleinſten Gegenſtände und insbeſondere nur bei der Verarbeitung §. 169.

von Holz oder weicheren Metallen, wie Meſſing, Zinn u. ſ. w., von dem Arbeiter freihändig erfolgen, alſo nur in ſolchen Fällen, wo der bei dem Drehen auf den Meißel ausgeübte Druck ein geringer iſt. Insbeſondere wird das freihändige Drehen auch wohl zur Verwendung gebracht bei der Herſtellung von Gegenſtänden mit geſchweiften oder gekrümmten Profilen, wobei die Geſchicklichkeit des Drehers die Schwierigkeiten der Stichelführung leichter überwinden läßt, als dies durch Einrichtung eines mechaniſchen Hülfsmittels möglich ſein würde. Es liegt in der Natur der Sache, daß alle durch das Freihanddrehen erzeugten Formen hinſichtlich ihrer Genauigkeit viel zu wünſchen übrig laſſen, da in Folge der wechſelnden Drucke, die von dem Arbeitsſtücke auf die Stichelſchneide ausgeübt werden, eine Erzitterung des Stichels eintreten muß, welche auch die ſicherſte Hand des Drehers nicht wird verhindern können.

Aus dieſen Gründen hat das Drehen aus freier Hand nur für die Werkſtätten der Holzdrechsler und ähnlichen Gewerbe Bedeutung, während die

Fig. 612 I.

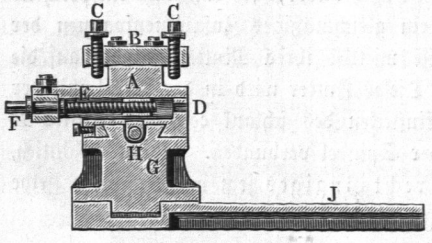
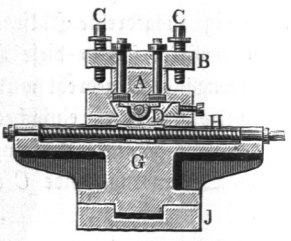


Fig. 612 II.



Herſtellung genauer Arbeiten aus Eiſen und anderen widerſtandsfähigeren Materialien in der Weiſe geſchieht, daß der Stichel in einen geeigneten Halter feſt eingeſpannt wird, dem man die der Profilform des zu erzeugenden Gegenſtandes zugehörige Bewegung durch entſprechende mechaniſche Mittel ertheilt. Die zur Aufnahme und Führung des Stichels dienende Vorrichtung iſt allgemein unter dem Namen Support bekannt.

Einen einfachen Support, wie er für kleine Drehbänke gebräuchlich iſt, zeigt Fig. 612. Zur Aufnahme des Stichels dient hier das aus dem Schlittenſtücke *A* und der darauf geſchraubten Platte *B* beſtehende Gehäuſe, in welchem der von der Seite eingelegte Stichel durch zwei von den vier Schrauben *C* unverrückbar befeſtigt werden kann. Dieſes Stichelhaus oder der Stichelhalter iſt als Schlitten auf dem darunter befindlichen Prisma *D* verſchieblich, zu welchem Zwecke das Stück *A* beiderſeits mit entſprechenden Leiſten verſehen iſt, die ſich dicht an das Prisma *D* anlegen. Hierbei kann die eine Führungsleiſte noch durch beſondere Druckſchrauben angepreßt werden, um einen durch die Abnutzung mit der Zeit eintretenden

Spielraum oder todten Gang jederzeit wieder zu beſeitigen. Zur Erzielung der gedachten Verſchiebung dient die in dem Führungsprisma D drehbar aber unverſchieblich gelagerte Schraubenſpindel E, welche, da ihre Mutter feſt mit dem Schlitten verbunden iſt, bei jeder ihr durch eine bei F aufgeſteckte Handkurbel ertheilten Umdrehung die Verſchiebung des Schlittens mit dem Stichel um die Größe der Steigung bewirken muß.

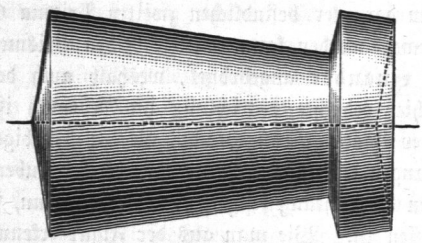
In ganz ähnlicher Weiſe iſt das Führungsprisma D ſeinerſeits zu einem Schlitten geſtaltet, der auf einem darunter befindlichen zweiten Prisma G durch die Schraubenſpindel H bewegt werden kann. Dieſe beiden Prismen ſind nun immer ſenkrecht zu einander angeordnet, weshalb auch der Name Kreuzſupport für die hier gedachte Einrichtung im Gebrauch iſt. Das untere Prisma iſt auf einer Platte J angebracht, die an beliebiger Stelle der Drehbank auf den Wangen derſelben vermittelſt eines Schraubenbolzens oder ſonſt einer geeigneten Vorrichtung feſtgeſpannt werden kann, ſo daß jede Verſchiebung ausgeſchloſſen iſt. Wie man aus der Figur erkennt, iſt die Befeſtigung des unteren Prismas G auf dieſer Platte J ſo getroffen, daß der Theil G ſammt den beiden darauf befindlichen Schlitten um einen Zapfen beliebig gedreht werden kann, ſo daß hierdurch die Möglichkeit geboten iſt, den beiden Prismen oder Schlittenbewegungen jede beliebige Neigung gegen die Wangen oder Drehbanksaxe zu geben.

Hieraus erſieht man, daß bei einer ſolchen Befeſtigung des Supports auf der Platte J, vermöge deren das untere Prisma G genau parallel zu den Wangen der Drehbank gerichtet iſt, ein in dem Halter befindlicher Stichel eine genau cylindriſche Arbeitsfläche erzeugen muß, ſobald ihm durch die Schraube H des Unterſchlittens eine Verſchiebung mitgetheilt wird, während durch eine Bewegung des Stichels durch den Oberſchlitten, der in dieſem Falle ſenkrecht zur Drehbanksſpindel ſteht, eine ebene Fläche hergeſtellt wird. Man wird daher bei der Bearbeitung eines cylindriſchen Gegenſtandes, z. B. eines Bolzens, die Schraube E benutzen, um den Stichel anzuſtellen, d. h. ihn ſoweit in das Material eindringen zu laſſen, wie die Dicke des abzulöſenden Spans erfordert, worauf eine Umdrehung der Schraube H des Unterſchlittens die Erzeugung der cylindriſchen Oberfläche zur Folge hat. Auch iſt es deutlich, daß zur Bearbeitung der ebenen Endflächen des Bolzens, ſowie zur Bearbeitung der Seitenflächen von etwa auf dem Bolzen vorhandenen Bundringen die Schraube E des Oberſchlittens in Gebrauch zu nehmen iſt.

Die Einrichtung des Supports, vermöge deren das Unterprisma G auf der Grundplatte J drehbar iſt, geſtattet auch bequem die Herſtellung coniſcher Gegenſtände, indem dazu nur nöthig iſt, das Stück G ſo auf der Platte J zu befeſtigen, daß die Richtung des Unterprismas mit den Wangen der Drehbank einen Winkel α bildet, der gleich dem halben Winkel an der

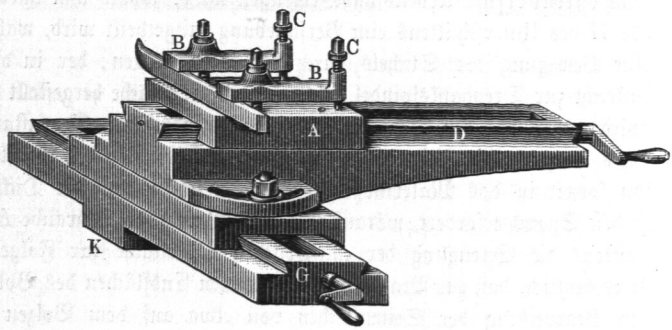
Spitze der zu erzeugenden Kegelfläche iſt. Wenn man in dieſem Falle die Endflächen des Gegenſtandes durch die Bewegung des oberen Schlittens *A* herſtellt, ſo erhält man, wie leicht zu erſehen iſt, nicht ebene Flächen, ſondern ebenfalls kegelförmige Begrenzungen, die auf der Kegelfläche des Umfanges ſenkrecht ſtehen, wie dies durch die Fig. 613 verſinnlicht wird. Um dieſen Uebelſtand zu vermeiden, hat man daher vielfach dem Support eine ſolche Einrichtung gegeben, vermöge deren nicht beide Prismen auf der Grundplatte, ſondern das Oberprisma *D* auf dem unteren *G* drehbar gemacht iſt, wie durch Fig. 614 verdeutlicht wird. Hier ſteht das Unterprisma ſenkrecht zu den Drehbankswangen, und damit es dieſe Lage immer beibehält, iſt es mit dem nach unten hervorragenden Anſatz *K* genau zwiſchen die Wangen des Bettes gepaßt, oder man verſieht die Unterfläche der Grundplatte mit paſſenden Vertiefungen für die Λ förmigen Prismen des Bettes.

Fig. 613.



Wenn mit Hülfe des Supports ein Gegenſtand abgedreht werden ſoll, der eine irgendwie gekrümmte oder geſchweifte Profilform zeigt, ſo kann dies dadurch geſchehen, daß man beide Schlitten durch gleichzeitige Umdrehung

Fig. 614.

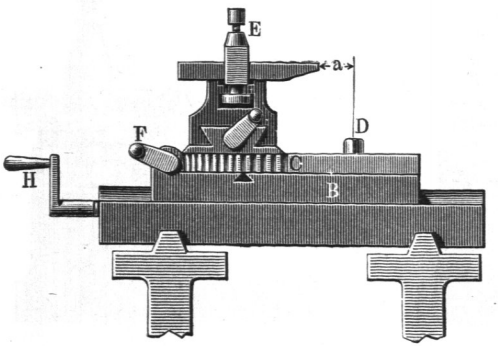


beider Schraubenſpindeln verſchiebt, ſo zwar, daß die Verſchiebungen der beiden Schlitten für jeden Punkt der Profilform den ſenkrechten Coordinaten dieſes Punktes parallel und ſenkrecht zur Axe entſprechend gewählt werden, was auszuführen natürlich eine beſondere Uebung des Drehers erforderlich macht und wodurch meiſtens der Zweck nur mangelhaft erreicht wird. Um auch in ſolchen Fällen die beabſichtigte Form mit Sicherheit zu erzeugen,

hat man wohl dem Support eine ſolche Einrichtung gegeben, daß die Führung des Stichels ſelbſtthätig in der gewünſchten Weiſe zwangläufig bewirkt wird, zu welchem Zwecke man ſich einer feſten Schablone aus Stahl bedient, mit welcher ein an dem oberen Schlitten befindlicher Stift ſtets in Berührung bleibt, während der ganze Support ſelbſtthätig auf den Wangen der Drehbank verſchoben wird. Die Einrichtung dieſer ſogenannten Curvenſupporte, die im Allgemeinen nur ſelten Verwendung finden, wird weiter unten noch näher beſprochen werden.

Durch eine vergleichsweiſe einfache Einrichtung des Supports iſt man im Stande, Kugeln, ſowie überhaupt ſolche Umdrehungskörper auf der Drehbank herzuſtellen, deren Profile durch Kreisbogen begrenzt werden, indem man dazu nur nöthig hat, den Support um eine zur Grundplatte ſenkrechte Axe drehbar zu machen, wie dies aus Fig. 615 erſichtlich iſt. Hier ſtellt *D* einen Bolzen vor, um den der Support im Betrage eines Halbkreiſes dadurch gedreht werden kann, daß eine durch die Handkurbel *F* umgedrehte Schraube ohne Ende in die Schneckenzähne eingreift, die am halbkreisförmigen Umfange der Platte *C* angebracht ſind. Iſt dieſer Drehbolzen *D* ſo geſtellt, daß ſeine Verlängerung durch die Axe der Drehbankſpindel hindurchgeht, was man mittelſt des Querſchiebers *B* durch die Schraube *H* immer leicht erreichen kann und ſteht die Stichelſchneide in der Höhe der Axe, ſo wird dem mit der Drehbankſpindel umlaufenden Arbeitsſtücke die Geſtalt einer Kugel ertheilt, deren Halbmeſſer gleich dem größten Abſtande *a* der Stichelſpitze von der Axe der Drehbank iſt. Stellt man dagegen den Drehpunkt *D* durch den Unterſchlitten aus der Drehbanksmitte heraus, ſo läßt ſich mit Hülfe der Schnecke die Bearbeitung von kreisförmig profilirten Wulſten oder Höhlungen vornehmen, wie ſie beiſpielsweiſe an den bekannten Handrädern zum Stellen von Ventilen u. ſ. w. vorkommen.

Fig. 615.



Man bemerkt den Unterſchied in der Befeſtigung des Stichels mit dem Support in den drei durch die Figuren 612, 614 und 615 dargeſtellten Einrichtungen. Während nach Fig. 612 die Befeſtigung durch den unmittelbaren Druck von zwei Spannſchrauben erfolgt, wird bei dem Support der Fig. 614 der durch die Schrauben ausgeübte Druck vermittelſt der als

ungleicharmige Hebel wirkenden Auflageſtücke B in verſtärktem Maße auf den Stichel übertragen. Die Einrichtung in Fig. 615 endlich zeigt nur eine einzige Druckſchraube s in dem drehbar in den Oberſchlitten eingeſetzten Halter E, welcher mit einem quer hindurchgehenden Schlitze zum Einſtecken des Stichels verſehen iſt. Dieſe letztere Einrichtung findet bei leichteren Drehbänken, für welche dieſe Art der Befeſtigung mittelſt einer Schraube genügt, eine größere Verbreitung wegen der Bequemlichkeit, die ſie bei dem Einbringen des Stichels namentlich deswegen gewährt, weil man in Folge der Drehbarkeit des Halters E dem Stichel rings herum jede beliebige Stellung geben kann.

Von beſonderer Wichtigkeit für die gute Schneidwirkung des Stichels iſt deſſen richtige Höhenlage, die für die gewöhnlichen Fälle meiſt ſo gewählt wird, daß die Schneide in der Höhe der Spindel oder wenig darunter zu

Fig. 616.

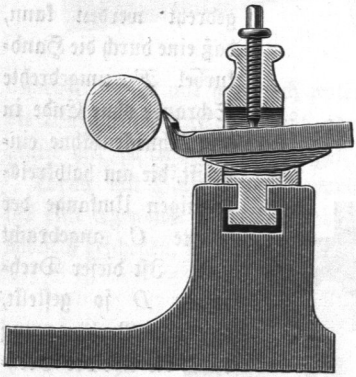
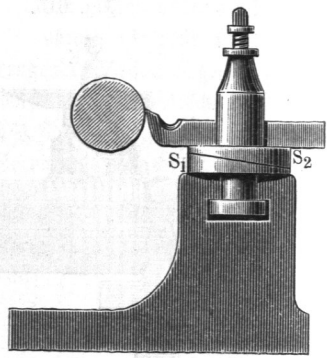


Fig. 617.



ſtehen kommt. Um die gewünſchte Stellung des Stichels mit Bequemlichkeit erreichen zu können, ohne daß man zu dem Hülfsmittel von Unterlegsplatten entſprechender Dicke ſeine Zuflucht zu nehmen nöthig hat, ſind verſchiedene Einrichtungen in Anwendung gebracht, die aber meiſt in der einen oder anderen Hinſicht zu wünſchen übrig laſſen. In Fig. 616 bis 620[1]) ſind einige ſolcher Einrichtungen angegeben, die an ſich leicht verſtändlich ſind.

Die Einrichtung Fig. 616, bei welcher die Höhe der Stichelſchneide durch Verſchiebung der nach einem flachen Cylinderſegment begrenzten Unterlage U erzielt wird, leidet an dem Uebelſtande, daß dadurch die Neigung des Stichels gegen den Horizont geändert wird, womit auch eine Aenderung des Anſtellungswinkels der Schneide verbunden iſt. Derſelbe Einwand gilt auch für die in Fig. 617 dargeſtellte Anordnung von zwei ſchräg abgeſchnittenen

[1]) J. Roſe, Modern Machine-Shop Practice.

Scheiben S_1 und S_2, durch deren Verdrehung gegen einander zwar die Höhenlage der Stichelſchneide verändert wird, wobei aber der Stichel nur in einer beſtimmten Lage horizontal ſteht. Zur Vermeidung dieſes Uebelſtandes iſt in Fig. 618 eine Unterlagsſcheibe S zur Anwendung gebracht, die ringsum mit verſchieden hohen Anſätzen in ſolcher Art verſehen iſt, daß je zwei gegenüberliegende Anſätze dieſelbe Höhe haben, wodurch offenbar eine Höhenverſtellung unter Beibehaltung der horizontalen Lage des Stichels erreichbar iſt, doch geſtattet dieſe Anordnung nur eine ſprungweiſe Veränderung. Die Anordnung, Fig. 619, ermöglicht zwar durch eine Verdrehung der Schraube S in ihrer Mutter M eine beliebige Höhenſtellung, nur erfordert dieſe Einrichtung eine größere freie Höhe, die beſonders bei kleinen Drehbänken nicht immer vorhanden iſt. Bei der durch Fig. 620 gekennzeichneten Einrichtung ſoll die paſſende Höhenlage der Stichelſchneide durch entſprechendes Herausſchieben des ſchräg liegenden Stichels erzielt werden, mit welcher Anordnung wieder der Uebelſtand verbunden iſt, daß der Stichel zur Feſtſtellung in einer größeren Höhe beträchtlich weit herausgeſchoben werden muß, wobei durch die große freie Länge die Standfähigkeit des Stichels weſentlich beeinträchtigt wird.

Fig. 618.

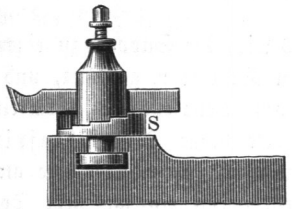


Fig. 620.

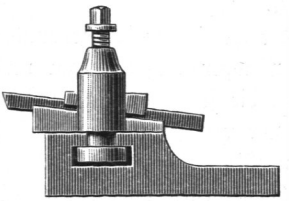
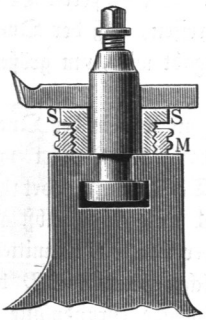


Fig. 619.



Selbstthätige Stichelbewegung. Der bisher beſprochene Support iſt nur für Handbewegung eingerichtet, d. h. die Umdrehung der die Schlitten bewegenden Schraubenſpindeln hat durch die Hand des Drehers zu erfolgen, eine Einrichtung, die bei der Herſtellung kleinerer, namentlich kürzerer Gegenſtände zweckmäßig iſt und viel gefunden wird. Offenbar kann in einer beſtimmten Stellung des Supports eine Verſchiebung des Stichels in der Richtung der Wangen nur von ſolcher Länge bewirkt werden, wie das Längsprisma ſie geſtattet, und man hat daher bei dem Abdrehen längerer Gegenſtände, wie z. B. der Axen und Wellen, den Support wiederholentlich zu verſetzen und das Abdrehen ſtückweiſe vorzunehmen. Dieſer §. 170

Umſtand, verbunden mit dem Wunſche, eine ſelbſtthätige und möglichſt gleichmäßige Verſchiebung des Stichels zu erhalten, iſt die Veranlaſſung geweſen, ſolche Einrichtungen zu treffen, vermöge deren die Verſchiebung des Stichels über die ganze Länge des Bettes hin ſelbſtthätig bewirkt wird. Hauptſächlich ſind es natürlich die längeren Drehbänke, welche man in dieſer Weiſe einrichtet.

Zur Erreichung des genannten Zweckes wird der Support zu einem auf den Wangen der Drehbank verſchieblichen Schlitten geſtaltet, und man erzielt die ſelbſtthätige Verſchiebung auf dem Bette entweder durch eine an den Wangen parallel zu denſelben gelagerte lange Schraubenſpindel, deren Mutter mit dem Support verbunden iſt, oder durch eine an dem Drehbanksgeſtell angebrachte Zahnſtange, in die ein mit dem Support verbundenes Zahngetriebe eingreift. Die letztere Art der Bewegung wird namentlich in Anwendung gebracht zum Abdrehen langer cylindriſcher Gegenſtände, wie Walzen, Transmiſſionswellen u. dergl. m., während man ſich der Anwendung einer Schraubenſpindel, Leitſpindel, bedient, um auf der Drehbank Schraubengewinde zu erzeugen. Bei größeren Drehbänken pflegt man dann auch die Anordnung ſo zu treffen, daß der Querſchieber ebenfalls mit einer ſelbſtthätigen Bewegung begabt wird, um größere ebene Scheiben abzudrehen, Plandrehen.

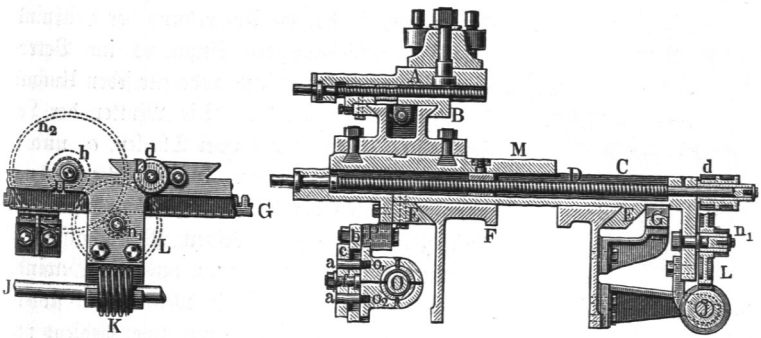
Den Durchſchnitt durch einen ſowohl in der Längen- wie in der Querrichtung ſelbſtthätigen Support zeigt Fig. 621 nach der Bauart von Geſchwindt & Zimmermann[1]) in Carlsruhe. Der Kreuzſupport der gebräuchlichen Anordnung mit den beiden Schlitten *A* und *B* iſt ſelbſt als Schlittenſtück ausgeführt, das auf den Querprismen der Platte *C* vermittelſt der über die ganze Breite des Geſtelles reichenden Schraubenſpindel *D* bewegt werden kann. Dieſe die Querprismen aufnehmende Grundplatte *C* umfängt unterhalb mit den Führungsleiſten *E* die prismatiſchen Wangen des Bettes *F*. Eine derartige Ausführungsform des Supports mit übergreifenden Führungsleiſten iſt hier nöthig, um die feſte Stellung zu gewährleiſten, auch wenn der Stichel ſo weit nach der Seite herausgeſchoben iſt, daß der auf ihn ausgeübte Druck ſeitlich an dem Geſtelle vorbeigeht. Ohne die übergreifenden Leiſten *E* würde in dieſem Falle die Gefahr des Ueberkippens vorliegen, da der Support natürlich nicht, wie der in Fig. 612 dargeſtellte, durch einen Bolzen auf dem Bette befeſtigt werden kann.

Zur Längenbewegung des Supports iſt an dem Bette der ganzen Länge nach eine Zahnſtange *G* befeſtigt, in welche ein auf der Axe *H* befindliches

[1]) Dieſe Figur iſt dem Werke von Hart, Die Werkzeugmaſchinen für den Maſchinenbau entnommen; desgl. die Figuren 622 bis 626.

Zahngetriebe h eingreift, woraus erſichtlich iſt, daß bei einer Umdrehung der Axe H ein Fortwälzen des Rades h entlang der Zahnſtange eintritt, in Folge deſſen der ganze Support die Längsbewegung annimmt. Um dieſem Zahngetriebe h in jeder Stellung die erforderliche Umdrehung zu ertheilen, iſt eine parallel zu den Wangen am Geſtell feſtgelagerte Welle J vorgeſehen, die von der Drehbankſpindel aus durch einen Riemen ihre Bewegung erhält, und die vermöge einer in ihr befindlichen Längsnuth eine Schnecke K umdreht, welche bei der Verſchiebung des Supports von dieſem mitgenommen wird, wobei ein in ihrer Nabe hervorragender Keil oder Zahn in der beſagten Längsnuth der Welle J gleitet. Es iſt hieraus leicht erſichtlich, wie durch die Schnecke K ein mit ihr im Eingriff ſtehendes Schneckenrad L in langſame Umdrehung verſetzt wird, die mit Hülfe der Stirnräder n_1 und n_2 auf die Axe H des in die Zahnſtange eingreifenden Getriebes h übertragen wird. Um eine Bewegung des Supports nach den beiden entgegengeſetzten

Fig. 621.



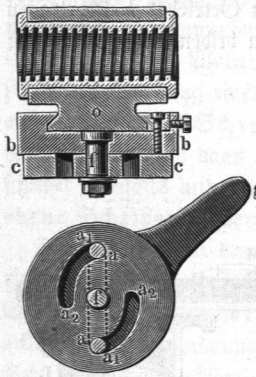
Richtungen zu ermöglichen, iſt die Anordnung der Betriebsübertragung zwiſchen der Drehbankſpindel und der Schneckenwelle J in der noch näher zu beſprechenden Art ſo getroffen, daß eine Umkehr der Bewegung durch Umlegen eines Hebels jederzeit erzielt werden kann.

Um auch die dem Schraubenrade L durch die Schnecke ertheilte Umdrehung zur Verſchiebung des Querſchlittens M behufs des ſelbſtthätigen *Plandrehens* benutzen zu können, iſt folgende Einrichtung getroffen. Das Schraubenrad L greift mit ſeinen Zähnen in das auf der Schraubenſpindel D des Querſchlittens befindliche Zahngetriebe d ein, wodurch dem Querſchlitten die beabſichtigte ſelbſtthätige Verſchiebung mitgetheilt wird. Natürlich darf man dem Support immer nur die eine der gedachten beiden Verſchiebungen mittheilen, und man hat daher die Einrichtung ſo zu treffen, daß jede dieſer Bewegungen für ſich ausgerückt werden kann, ſobald die andere in Thätigkeit genommen werden ſoll. Dies wird bei der vorliegenden Maſchine dadurch

erzielt, daß ſowohl das Zahnrad d auf der Schraubenſpindel D verſchoben werden kann, um nach Belieben in und außer Eingriff mit dem Schraubenrade L gebracht zu werden, wie man auch durch eine Verſchiebung des Rades n_2 auf ſeiner Axe den Eingriff mit dem Zahngetriebe n_1 herſtellen und unterbrechen kann, womit das Ein- oder Ausrücken der Längsbewegung des Supports verbunden iſt.

Man erkennt aus den Figuren, daß die zugehörige Drehbank auch noch mit einer Leitſchraube O verſehen iſt, d. h. einer der ganzen Länge des Bettes nach an derſelben gelagerten ſtarken Schraubenſpindel, die gleichfalls den Zweck einer ſelbſtthätigen Längsſchiebung des Supports hat. Auch dieſe Schraube erhält ihre gleichmäßige Umdrehung von der Drehbankſpindel, aber nicht durch einen Riemen oder eine Schnur, ſondern durch Vermittelung von Zahnrädern, aus den ſpäter näher anzugebenden Gründen. Da die Mutter dieſer Schraube bei P feſt mit dem Support verbunden und an der Drehung verhindert iſt, ſo hat die Umdrehung der Leitſpindel eine Längsſchiebung des Supports im Betrage einer Steigung der Leitſchraube für jeden Umgang der letzteren zur Folge. Die Mutter der Leitſpindel O iſt dabei aus zwei Theilen, o_1 und o_2, gebildet, die ſich an der Geſtellplatte P nach oben und unten verſchieben laſſen, ſo daß in der äußerſten Stellung der beiden Mutterhälften die Gewindegänge derſelben ganz aus den Gewinden der Schraubenſpindel heraustreten. Hierdurch iſt ein Mittel zum ſicheren Ein- und Ausrücken der Leitſpindelbewegung gegeben, und zwar bedient man ſich behufs bequemer Ausführung der gedachten Verſchiebung der durch Fig. 622 erläuterten Einrichtung.

Fig. 622.



Jede Mutterhälfte iſt mit einem cylindriſchen Stahlſtifte a verſehen, der, aus der vorderen Fläche der Mutter wagerecht hervorſtehend, durch einen ſenkrechten Schlitz der Platte b hindurchtritt, die den Muttertheilen zur Führung dient. Zu letzterem Zwecke iſt in dieſer Platte eine ſchwalbenſchwanzförmige, ſenkrechte Nuth angebracht, in der die beiden Muttertheile mit entſprechenden Prismen ſich führen. Die gedachten beiden Stifte a ragen auch noch in die Schlitze einer vor der Platte b befindlichen kreisrunden Scheibe c hinein, die drehbar auf einen in b befeſtigten Bolzen geſteckt iſt. Da die Schlitze in der letztgedachten Scheibe nicht concentriſch zu der Drehaxe f gemacht ſind, ſondern ſpiralförmig verlaufen, ſo daß die Entfernung vom Mittelpunkte bei a_1 größer iſt als bei a_2, ſo ergiebt ſich hieraus, wie die beiden Mutterhälften mittelſt der Stifte a auseinander oder

zuſammengeſchoben werden, ſobald man die Scheibe *c* an ihrer Handhabe *g* um einen beſtimmten Winkel nach links oder rechts verdreht. Hierdurch iſt es alſo möglich, die durch die Leitſpindel erzeugte Verſchiebung des Supports jederzeit zu unterbrechen und wieder herzuſtellen.

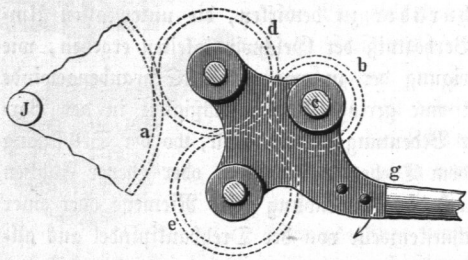
Die ſelbſtthätige Verſchiebung des Stichels mittelſt der Zahnſtange gebraucht man, um dem Stichel die zum ununterbrochenen Arbeiten erforderliche Verſetzung um die Breite des Spans zu ertheilen, während man ſich der Leitſpindel, wie ſchon bemerkt, bedient, um auf der Drehbank *Schraubengewinde* herzuſtellen. Da eine brauchbare Schraube an allen Punkten möglichſt genau dieſelbe Steigung oder Ganghöhe der Gewinde haben muß, ſo erkennt man, daß die Verſchiebung des Stichels dabei *niemals durch einen Riemen oder eine Schnur* vermittelt werden darf, indem dieſe Organe in der Regel einem mehr oder minder ſtarken Gleiten ausgeſetzt ſind, womit natürlich Ungleichmäßigkeiten der Längsverſchiebung verbunden ſind. Ebenſo würde ſich die Verwendung von *Reibungskuppelungen* oder *Reibungsrädern* hierbei aus demſelben Grunde verbieten. Man hat daher die Bewegungsübertragung zwiſchen der Drehbankſpindel und der Leitſpindel immer durch *Zahnräder* zu bewirken, die unter allen Umſtänden ein unveränderliches Verhältniß der Geſchwindigkeiten ergeben, wie es für eine gleichmäßige Steigung der zu erzeugenden Schraubengewinde erforderlich iſt. Dagegen hat eine geringe Ungleichmäßigkeit in der Verſchiebung des Stichels weniger Bedeutung für den Fall, wo der Selbſtgang nur zur Spanverſetzung bei dem Drehen cylindriſcher oder ebener Flächen dienen ſoll, weshalb hierfür auch die Verwendung eines Riemens oder einer Schnur zur Bewegung der Schneckenwelle von der Drehbankſpindel aus allgemein im Gebrauch iſt.

In dem letztgedachten Falle des Abdrehens cylindriſcher oder ebener Flächen kann ferner die Vorrückung des Stichels ebenſowohl nach der einen wie auch nach der anderen Richtung erfolgen, und es iſt vielfach gebräuchlich, mehrere auf einander folgende Schnitte nach entgegengeſetzten Richtungen zu erzeugen, um das ſonſt erforderliche leere Zurückführen des Stichels nach der Ausgangsſtelle des vorher beendeten Schnittes zu umgehen, woraus die Nothwendigkeit der Bewegungsumkehr für die Schneckenwelle ſich ergiebt. Anders liegt dagegen die Sache bei dem Gewindeſchneiden. Offenbar muß hierbei die Fortrückung des Stichels bei allen auf einander folgenden Schnitten, deren zur Vollendung des Gewindes meiſt eine beträchtliche Anzahl nöthig ſind, *ſtets nach derſelben Richtung* erfolgen, da die vom Stichel aus dem Arbeitsſtücke ausgehobene Schraubenfurche bei der einen Fortrückungsrichtung eine rechtsgängige, bei der entgegengeſetzten Fortrückung eine linksgängige Schraube bildet. Man hat daher bei dem Gewindeſchneiden nach jedem vollendeten Schnitte den Stichel leer, d. h. in zurück-

gezogener Stellung nach dem Anfangspunkte des Schnittes zurückzuführen, bevor mit einem neuen Schnitte begonnen werden kann. Dies erreicht man vielfach durch entgegengeſetzte Umdrehung der Drehbank, zu welchem Ende die über derſelben angebrachte Deckenvorgelegswelle zwei Paare Riemſcheiben erhält, von denen das eine für einen offenen, das andere für einen gekreuzten Riemen dient. Dabei iſt es denn meiſt gebräuchlich, den leeren Rückgang ſchneller vorzunehmen, als den Vorwärtsgang bei der eigentlichen Schneidwirkung, was man durch verſchieden große Durchmeſſer der Scheiben für die beiden Betriebsriemen des Deckenvorgeleges in der bekannten Art erreicht. Hiernach erklären ſich nun die zur Uebertragung der Bewegung von der Drehbankſpindel auf die Schneckenwelle einerſeits und die Leitſpindel andererſeits angewendeten Getriebe wie folgt.

In Fig. 623 iſt J die Schneckenwelle, wie ſie nach Fig. 621 zur Verſchiebung des Supports mittelſt der Zahnſtange angewendet wird. Auf dieſer Welle iſt ein Zahnrad a befeſtigt, das ſeine Umdrehung von dem kleineren Zahnrade b auf der Hülfsaxe c erhalten kann, und zwar in zweifacher Weiſe. Es wird nämlich die Drehung von b entweder durch die Vermittelung des Zwiſchenrades d auf a übertragen, in welchem durch die Figur dargeſtellten Falle die Schneckenwelle J ſich nach derſelben Richtung umdreht, wie die Hülfsaxe c; oder die Bewegungsübertragung erfolgt durch die Vermittelung der beiden Zwiſchenräder d und e, wobei wegen des dreimaligen Zahneingriffes die Welle J entgegengeſetzt derjenigen c umgeht. Um dieſe letztgedachte Uebertragung von c auf d und von d auf e und weiter auf a zu erzielen, ſind die beiden Zwiſchenräder d und e in dem um c drehbaren Hebel g gelagert, woraus folgt, daß eine geringe Drehung dieſes Hebels im Sinne des Pfeiles das Rad e mit a in Eingriff bringt, während die beiden Räder d und a außer Eingriff kommen. Die Hülfsaxe c erhält ihre Umdrehung von der darüber befindlichen, in der Figur nicht weiter angegebenen Drehbankſpindel mit Hülfe eines Riemens, und zwar bedient man ſich dabei meiſt zweier Stufenſcheiben, einer auf c und der Gegenſcheibe auf der Drehbankſpindel, um je nach Erforderniß eine langſamere oder ſchnellere Verſchiebung des Supports zu erreichen. Da die Axe c bei der gedachten Schwenkung des Hebels g ihren Ort nicht verändert, ſo behält dabei der Riemen ſeine Spannung unverändert bei. Da

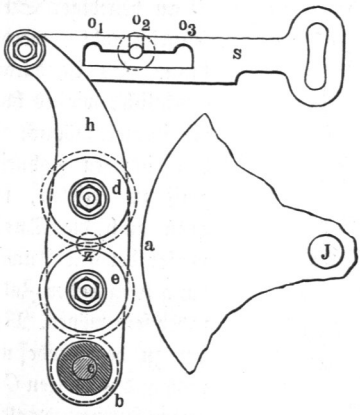
Fig. 623.



die Bewegung der Schneckenwelle von der Drehbankſpindel abgeleitet wird, ſo ergiebt ſich, daß für ein beſtimmtes Verhältniß der Riemſcheiben die Verſchiebung des Stichels bei jeder Umdrehung des Arbeitsſtückes denſelben Betrag hat. Man bedarf daher der Stufenſcheiben, um bei dickeren Gegenſtänden einen ſtärkeren Span abzutrennen, als bei dünneren Arbeitsſtücken.

Eine von der vorgedachten etwas verſchiedene Anordnung der Bewegungsübertragung von der Drehbankſpindel auf die Schneckenwelle zeigt Fig. 624.

Fig. 624.

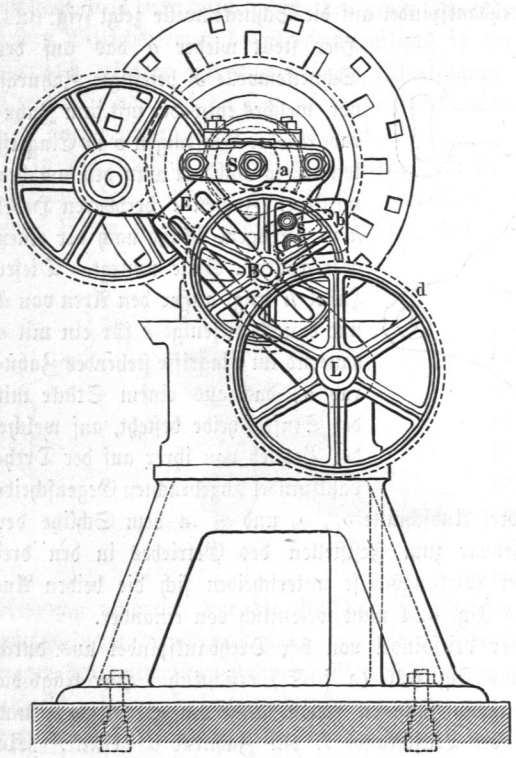


Hier ſtellt wieder a das auf der Schneckenwelle J befeſtigte Zahnrad vor, welches entweder mit dem Zahnrade d oder demjenigen e in Eingriff kommt, je nachdem man den um den mittleren Zapfen z drehbaren Hebel h in geringem Maße nach der einen oder anderen Seite umlegt. Dieſer Hebel h trägt außer den Axen von d und e noch diejenige c für ein mit e dauernd im Eingriffe ſtehendes Zahnrad b, das aus einem Stücke mit der Stufenſcheibe beſteht, auf welche der Betrieb von ihrer auf der Drehbankſpindel angebrachten Gegenſcheibe übertragen wird. Die drei Ausſchnitte o_1, o_2 und o_3 in dem Schlitze der Zugſtange s dienen offenbar zum Feſtſtellen des Getriebes in den drei Hauptſtellungen. In der Wirkungsweiſe unterſcheiden ſich die beiden Anordnungen Fig. 623 und Fig. 624 nicht weſentlich von einander.

Wie die Bewegung der Leitſpindel von der Drehbankſpindel aus durch Zahnräder erfolgt, iſt aus Fig. 625 (a. f. S.) erſichtlich. Hier trägt die Drehbankſpindel S auf ihrem hinteren freien Ende ein Stirnrad a und ebenſo iſt auf das Ende der Leitſchraube L ein Zahnrad d geſteckt. Ein zwiſchen S und L befindlicher Bolzen B dient als Drehaxe für zwei Zahnräder b und c, von denen b in a und c in d eingreift, ſo daß die ganze Anordnung auf die eines doppelten Vorgeleges hinauskommt. Um das Umſetzungsverhältniß zwiſchen S und L nach Bedarf ändern zu können, wie es die Ganghöhe der zu erzeugenden Schraube erforderlich macht, iſt die Einrichtung ſo getroffen, daß man die vier Zahnräder a, b, c und d aus einer Anzahl vorhandener Räder beliebig auswählen kann, welche ſämmtlich eine übereinſtimmende Theilung haben, ſo daß je zwei dieſer Räder mit einander in Eingriff gebracht werden können, wie dies in Th. III, 1 bei Beſprechung der Satzräder näher angegeben worden iſt.

Damit man die zur Bewegungsübertragung ausgewählten Räder jederzeit in der für einen richtigen Zahneingriff erforderlichen Entfernung von einander anbringen kann, iſt die Anordnung ſo getroffen, daß der Bolzen B für die beiden Räder b und c an beliebiger Stelle feſtgeſtellt werden kann, indem man den zu ſeiner Aufnahme dienenden Bügel E um die Leitſpindel L drehbar macht, und außerdem mit zwei Schlitzen verſieht, in deren einem der Bolzen B an beliebiger Stelle feſtgeſchraubt werden kann. Es iſt daraus erſichtlich, wie es hierbei immer möglich iſt, den richtigen Zahneingriff zu erzielen, wie groß auch die Durchmeſſer der zur Anwendung kommenden Zahnräder ſein mögen. Man hat zu dem Ende nur nöthig, den Bolzen C in einer Entfernung gleich $c + d$ von L feſtzuſtellen, wenn c und d die Halbmeſſer der beiden gleich bezeichneten Zahnräder ſind, worauf man dem Bügel E durch die Drehung um Leitſchraube L eine ſolche Stellung geben kann, daß die Räder a und b in richtigem Eingriffe ſtehen. Die Schrauben s dienen dann zur Feſtſtellung des Bügels in der ihm mitgetheilten Lage.

Fig. 625.



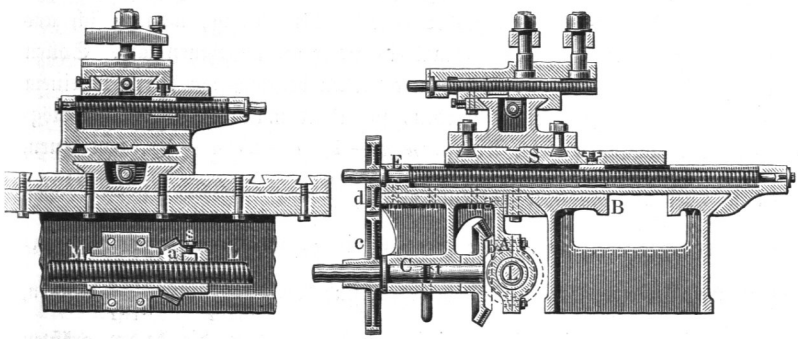
Wie man die Auswahl der Wechſelräder aus dem vorhandenen Satz derſelben zu treffen habe, wird im folgenden Paragraphen noch näher beſprochen.

Nicht jede Drehbank mit Selbſtgang hat, wie dies vorſtehend angenommen wurde, außer der Leitſpindel noch eine beſondere Vorrichtung zum Transport des Supports mittelſt einer Zahnſtange; vielmehr findet man vielfach nur die Leitſpindel vorhanden, insbeſondere iſt dies bei den mittelgroßen Drehbänken der Fall. Man bedient ſich alsdann der Leitſpindel

nicht nur zum Gewindeſchneiden, ſondern auch zum ſelbthätigen Vorrücken des Stichels bei dem Abdrehen cylindriſcher oder ebener Arbeitsflächen, indem man die Einrichtung dann ſo trifft, daß die Bewegungsübertragung von der Drehbankſpindel auf die Leitſchraube ebenſo wohl durch Wechſelräder wie auch durch einen Riemen oder eine Schnur geſchehen kann. Um in dem letzteren Falle auch eine ſelbſtthätige Vorſchiebung des Stichels quer zur Drehbanksaxe bei dem Plandrehen zu ermöglichen, kann man ſich der durch Fig. 626 dargeſtellten Einrichtung bedienen.

Hierin iſt L die Leitſpindel, deren Mutter mit dem auf dem Drehbanksbette B verſchieblichen Support S verbunden iſt. Dieſe Mutter M iſt in dem Lagerarme A drehbar gelagert, und wie aus der Figur zu erſehen iſt, zu einem Kegelrädchen a ausgebildet, das mit dem paſſenden Kegelrade b auf einer kleinen Hülfsaxe C im Eingriff ſteht. Durch eine Stellſchraube s kann aber die Mutter M ſo feſt mit der Leitſpindel verbunden werden, daß ſie

Fig. 626.



an der Umdrehung dieſer theilnehmen muß, während eine andere Stellſchraube t dazu dienen kann, die gedachte Hülfsaxe C in ihrem Lager undrehbar feſt zu ſtellen. Hieraus geht hervor, daß wenn die letztere Schraube t feſt angezogen wird, dadurch nicht allein die Hülfsaxe C mit dem Kegelrade b, ſondern wegen der Kegelradzähne auch die Mutter M an der Drehung verhindert wird. Wenn daher in dieſem Falle die Stellſchraube s gelöſt iſt, ſo muß eine Umdrehung der Leitſpindel die entſprechende Verſchiebung des Supports auf den Wangen der Drehbank zur Folge haben, wie ſie bei dem Gewindeſchneiden und bei dem Langdrehen erforderlich iſt. Setzt man dagegen umgekehrt voraus, daß die Stellſchraube t gelöſt und diejenige s feſt angezogen ſei, wobei ſie zur Schonung der Gewindegänge von L auf dieſelben nicht unmittelbar, ſondern vermittelſt eines Zwiſchenſtückes drückt, ſo wird die Mutter M nunmehr an der Drehung der Leitſpindel theilnehmen, und es erfolgt durch die Vermittelung der Kegelräder a

und b auch eine Umdrehung der Hülfsaxe C. Wie die letztgedachte Umdrehung von C dazu verwendet wird, um durch die Stirnräder c und d der Schraubenſpindel E des Querſchlittens die zu deſſen Verſchiebung erforderliche Umdrehung mitzutheilen, iſt aus der Figur ſelbſt erſichtlich.

§. 171. **Wechselräder.** Bei der Verwendung der Drehbank zum Gewindeſchneiden mittelſt der Leitſpindel iſt es von beſonderer Wichtigkeit, aus den vorhandenen Verſatz- oder Wechſelrädern die gerade dienlichen auszuwählen. Wie bereits in Th. III, 1 an der betreffenden Stelle angeführt wurde, iſt die Zahl der möglichen Zuſammenſtellungen von je vier Rädern ſchon bei einer nur mäßigen Anzahl vorhandener Wechſelräder eine ſehr große, wie hier in Kürze wiederholt werden möge.

Geſetzt, man habe im Ganzen n verſchieden große Wechſelräder, von denen irgend zwei zur Bildung eines Vorgeleges mit einander in Eingriff gebracht werden können, ſo läßt ſich ein ſolches Vorgelege offenbar $n(n-1)$ mal bilden. Sind zwei dieſer Räder zu dem Zwecke herausgegriffen, ſo gilt für die verbleibenden $n-2$ Räder dieſelbe Betrachtung, wonach ſich aus denſelben noch $(n-2)(n-3)$ mal ein Paar herausnehmen läßt. Sollen alſo für die Drehbank vier Räder in der oben beſprochenen Weiſe zu einem doppelten Vorgelege vereinigt werden, ſo erhält man die Anzahl der möglichen Vereinigungen dieſer Art zu $n(n-1)(n-2)(n-3)$, von denen, da je zwei mit einander übereinſtimmen, $\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2}$ von einander verſchieden ſind. Die Grenzen, innerhalb deren ſich die ſo zu erhaltenden Umſetzungsverhältniſſe bewegen, ſind durch $\frac{a_1 a_2}{b_1 b_2}$ und $\frac{b_1 b_2}{a_1 a_2}$ gegeben, wenn a_1 und a_2 die beiden kleinſten und b_1 und b_2 die beiden größten Zähnezahlen vorſtellen.

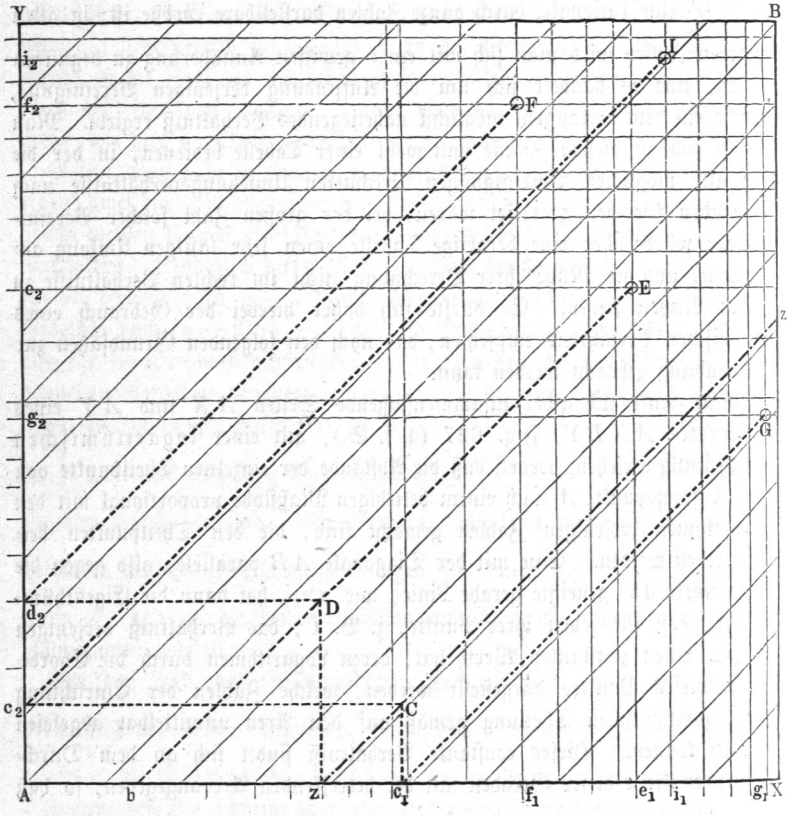
Für den Fall des Geſchwindeſchneidens iſt das Geſammtumſetzungsverhältniß der beiden Vorgelege durch das Verhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ gegeben, worin s_1 die Ganghöhe der Leitſpindel und s_2 diejenige der herzuſtellenden Schraube bedeutet. Wenn man nun aus einem Satze vorhandener Wechſelräder in einem beſtimmten Falle diejenigen vier auswählen ſoll, die in ihrer Vereinigung das Umſetzungsverhältniß z ergeben, ſo iſt dieſe Aufgabe wegen der großen Zahl der möglichen Vereinigungen in der Regel weitläufig und zeitraubend, denn es beſtimmt ſich beiſpielsweiſe für 20 Verſatzräder dieſe Zahl nach dem Vorſtehenden zu $\frac{20.19.18.17}{2} = 58140$. Man verfährt meiſtens in der Art, daß man zunächſt zwei Räder a und b für ein Vorgelege nach Gutdünken auswählt, und mit deren Verhältniß

$z_1 = \frac{a_1}{b_1}$ in das geforderte Umſetzungsverhältniß z dividirt, worauf man zwei andere Räder a_2 und b_2 ſo zu beſtimmen trachtet, daß deren Verhältniß möglichſt nahe gleich dem gefundenen Quotienten $\frac{z}{z_1} = z_2$ iſt. Auf eine vollkommen genaue Löſung der Aufgabe wird man natürlich nur in ſolchen Fällen rechnen dürfen, wo das geforderte Umſetzungsverhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ eine rationale, durch ganze Zahlen darſtellbare Größe iſt; in allen anderen Fällen wird man ſich mit einer gewiſſen Annäherung zu begnügen haben, und es handelt ſich um die Auffindung derjenigen Vereinigung, welche ein dem verlangten möglichſt naheliegendes Verhältniß ergiebt. Man könnte ſich zu dieſem Zwecke nun wohl einer Tabelle bedienen, in der die für alle möglichen Vereinigungen berechneten Umſetzungsverhältniſſe nach ſteigenden Werthen geordnet wären, bei der großen Zahl ſolcher Vereinigungen würde aber eine derartige Tabelle einen ſehr läſtigen Umfang annehmen, und die Mühe ihrer Berechnung nicht im rechten Verhältniſſe zu ihrem Nutzen ſtehen. Es dürfte ſich daher hierbei der Gebrauch eines graphiſchen Verfahrens empfehlen, das nach den folgenden Grundſätzen zur Anwendung gebracht werden kann.

Man denke ſich zwei zuſammenſtoßende Seiten AX und AY eines Quadrates $AXBY$, Fig. 627 (a. f. S.), mit einer logarithmiſchen Eintheilung verſehen, derart, daß die Abſtände der einzelnen Theilpunkte von dem Anfangspunkte A nach einem beliebigen Maßſtabe proportional mit den Logarithmen derjenigen Zahlen gemacht ſind, die den Theilpunkten beigeſchrieben werden. Eine mit der Diagonale AB parallele, alſo gegen die Axen unter 45^0 geneigte gerade Linie, wie zz_1, hat dann die Eigenthümlichkeit, daß für jeden ihrer Punkte, z. B. C, das Verhältniß derjenigen Zahlen einen conſtanten Werth hat, deren Logarithmen durch die Coordinaten dieſes Punktes dargeſtellt werden, welche Zahlen der Einrichtung der logarithmiſchen Theilung gemäß auf den Axen unmittelbar abgeleſen werden können. Dieſes conſtante Verhältniß findet ſich an dem Durchſchnittspunkte z dieſer Geraden mit der betreffenden Axe angegeben, ſo daß $z = \frac{c_1}{c_2}$ iſt, wenn mit den Buchſtaben z, c_1 und c_2 die bei dieſen Buchſtaben ſtehenden Zahlen bezeichnet werden, deren Logarithmen durch die Abſtände Az, Ac_1, Ac_2 .... dieſer Punkte von A gemeſſen werden. Jede ſolche unter 45^0 gegen die Axen geneigte gerade Linie entſpricht alſo einem ganz beſtimmten, an ihrem Axenpunkte abzuleſenden Umſetzungsverhältniſſe, wie es je zwei ſolchen Rädern zukommt, deren Zähnezahlen mit den Werthen übereinſtimmen, die ſich an den Projectionen irgend eines Punktes dieſer geraden Linie auf die Axen eingeſchrieben finden.

Denkt man ſich nun irgend ein Verhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ gegeben, deſſen Werth in der Figur bei z abgeleſen werde, indem $Az = log\, z$ iſt, ſo erkennt man zunächſt, daß für irgend zwei diagonale Linien, wie bE und d_2F, deren mit AX paralleler Abſtand gleich Az iſt, die Summe der beiden Ab-

Fig. 627.



ſchnitte Ab und Ad_2 auf den Axen denſelben Werth wie Az hat, denn es iſt $Az = Ab + bz = Ab + zD = Ab + Ad_2$. Demgemäß hat man den Eigenſchaften der Logarithmen zufolge $b.d_2 = z$, wenn wieder b und d_2 die den Geraden bE und d_2F zugehörigen Umſetzungsverhältniſſe bedeuten, und unter z das verlangte Umſetzungsverhältniß $\frac{s_1}{s_2}$ verſtanden wird, dem die Diagonale zz_1 zugehört.

In gleicher Art hat man auch für die beiden Diagonalen $c_1 G$ und $c_2 I$, welche durch die Projectionen c_1 und c_2 eines beliebigen Punktes c der Geraden $z z_1$ gehen, die Beziehung $A c_1 - A c_2 = A z$, woraus man folgert, daß $z = \frac{c_1}{c_2} = c_1 \cdot \frac{1}{c_2}$ iſt.

Will man nun die betreffende Tafel, Fig. 627, benutzen, um für ein beſtimmtes Verhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ die geeignetſten Zahnräder auszuwählen, ſo zeichnet man zunächſt durch alle diejenigen Punkte auf jeder der Axen $A X$ und $A Y$, welche den Zähnezahlen der vorhandenen Verſatzräder entſprechen, die zu dieſer Axe ſenkrechten geraden Linien, wodurch man ein Netz von rechtwinkelig ſich kreuzenden Linien erhält, in welchem jeder nicht gerade auf der mittleren Diagonale $A B$ liegende Durchſchnittspunkt, wie z. B. E, der Verbindung von zwei verſchiedenen Zahnrädern entſpricht, deren Zähnezahlen durch die Fußpunkte e_1 und e_2 ſeiner Coordinaten angegeben werden. Zur Erleichterung wird man ſich auch noch einer Schaar von ſchrägen Linien bedienen, welche über die ganze Fläche des Quadrates parallel zu deſſen Diagonale $A B$ gelegt ſind, und von einander nur einen geringen Abſtand von 1 bis 2 mm haben mögen. Nimmt man nun vorläufig nach Gutdünken irgend zwei Räder, z. B. e_1 und e_2, für das eine Räderpaar an, durch die der Punkt E feſtgelegt wird, und denkt man durch den letzteren die ſchräge Linie $E b$, welche von der in z ſenkrecht zu $A X$ gezogenen Geraden in D getroffen wird, ſo hat man nur von dem letzteren Durchſchnittspunkte D parallel mit $A X$ bis zur anderen Axe $A Y$ zu ziehen, wodurch man auf dieſer Axe den Punkt d_2 erhält. Verfolgt man die durch dieſen Punkt d_2 gehende ſchräge Linie, und findet, daß dieſelbe durch einen Schnittpunkt der gedachten, ſich rechtwinkelig kreuzenden Netzlinien genau hindurch geht, wie z. B. in F angedeutet iſt, ſo erhält man in den Fußpunkten f_1 und f_2 von deſſen Coordinaten die Zähnezahlen für das andere Räderpaar, ſo daß man das geſuchte Verhältniß $z = b \cdot d_2$ durch $\frac{e_1}{e_2} \cdot \frac{f_2}{f_1}$ erhält.

Hätte man das Verhältniß des willkürlich anzunehmenden Räderpaares größer als z, etwa gleich c_1 gewählt, indem man Räder mit g_1 und g_2 Zähnen für das eine Vorgelege vorausſetzte, wodurch der Punkt G feſtgelegt wird, ſo hätte man von c_1 ſenkrecht aufwärts bis zum Schnitt C mit der ſchrägen Linie $z z_1$ des geforderten Verhältniſſes z zu gehen, und von da zur Axe $A Y$ herüber zu dem Punkte c_2. Die durch dieſen letzteren Punkt hindurchgehende ſchräge Linie liefert dann in einem Durchſchnitte der rechtwinkelig ſich kreuzenden Netzlinien wie I die betreffenden Räder mit i_1 und i_2 Zähnen, aus denen man das zweite Räderpaar zuſammenzuſetzen hat. Für dieſen

Fall erhält man das gesuchte Verhältniß $z = \frac{c_1}{c_2}$ durch $\frac{g_1}{g_2} \cdot \frac{i_1}{i_2}$ ausgedrückt, so daß das zweite Vorgelege aus den Zahnrädern mit i_1 und mit i_2 Zähnen zu bilden ist.

Hierbei ist immer vorausgesetzt worden, daß die benutzte schräge Linie genau durch einen Schnittpunkt der rechtwinkelig sich kreuzenden hindurchgehe; wenn dies nicht der Fall ist, wenn vielmehr ein so benutzter Schnittpunkt wie I um eine geringe Größe außerhalb der benutzten durch c_2 gehenden schrägen Linie liegt, so erhält man durch die Verwendung der betreffenden Räder i_1 und i_2 eine Umsetzung, die nicht genau gleich der verlangten ist, sondern sich von derselben um so mehr unterscheidet, je weiter der Kreuzungspunkt I von der schrägen Linie entfernt ist. Man wird daher in solchem Falle von mehreren zur Auswahl in Betracht kommenden Kreuzungspunkten denjenigen zu wählen haben, welcher der betreffenden schrägen Linie am nächsten liegt. Erzielt man auf solche Weise nicht die genügende Genauigkeit, so kann man dasselbe Verfahren leicht wiederholen, indem man jetzt ein anderes Räderpaar für das eine Vorgelege willkürlich annimmt. Bei der großen Anzahl der möglichen Vereinigungen von je zwei Rädern, die mit der Anzahl der Schnittpunkte der sich rechtwinkelig kreuzenden Linien übereinstimmt, wird man in jedem Falle die gestellte Aufgabe mit einer ausreichenden Annäherung lösen können.

Die mit einer solchen Bestimmung verbundene Genauigkeit hängt, wie bei allen graphischen Ermittelungen, von der Größe der Zeichnung ab, so daß es sich empfehlen wird, für dieselbe einen nicht zu kleinen Maßstab zu Grunde zu legen. Für den Fall aber auch, daß die erzielbare Genauigkeit nicht ausreicht und die numerische Rechnung daher nicht zu entbehren ist, kann man sich des hier angegebenen graphischen Hülfsmittels doch vortheilhaft bedienen, um schnell eine Auswahl unter den vielen möglichen Rädervereinigungen zu treffen und dadurch die numerische Berechnung auf ein geringes Maß zu beschränken.

§. 172. **Revolversupport.** Diese Bezeichnung führt eine Einrichtung des Supports, durch welche die Drehbank besonders geeignet wird, zur Massenerzeugung gewisser Gegenstände zu dienen, die in großer Anzahl herzustellen sind, und von denen man eine genaue Uebereinstimmung in Bezug auf die Form und die Abmessungen fordert. Solche Gegenstände sind z. B. Stifte, Unterlegscheiben, Schraubenmuttern, sowie namentlich die kleineren Befestigungsschrauben, die für gewisse Zweige der Metallverarbeitung, z. B. für die Waffenfabrikation und den Bau von Nähmaschinen vielfach gebraucht werden. Wollte man diese Gegenstände durch Handarbeit herstellen, so würde hiermit ein erheblicher Zeitverlust verbunden sein, und zwar nicht nur wegen

des häufigen Aus- und Einſpannens der verſchiedenen dabei in Gebrauch kommenden Stichel, Bohrer und ſonſtigen Werkzeuge, ſondern hauptſächlich auch deswegen, weil dieſe Art der Darſtellung ein häufiges Meſſen der Arbeitsſtücke erforderlich machen würde. Hiermit ſteht ein anderer gewichtiger Uebelſtand in Verbindung, der die Genauigkeit der auszuführenden Arbeit betrifft, denn es iſt erſichtlich, daß es bei der Herſtellung durch Handarbeit nicht gelingen kann, eine große Anzahl von Gegenſtänden ſo genau übereinſtimmend anzufertigen, wie dies für den vorliegenden Zweck nöthig iſt. Man kann im Gegentheil erfahrungsgemäß behaupten, daß unter vielen, durch Handarbeit hergeſtellten gleichartigen Gegenſtänden kaum jemals zwei vollſtändig übereinſtimmen.

Um dieſen Uebelſtänden zu begegnen und eine ſchnelle und genaue Ausführung der betreffenden Gegenſtände auf der Drehbank zu ermöglichen, hat man den Support mit einem Stichelhauſe ausgerüſtet, das zur gleichzeitigen Aufnahme einer größeren Anzahl von verſchiedenen Sticheln oder anderen Werkzeugen eingerichtet iſt. Dieſem Stichelhauſe giebt man eine ſolche Beweglichkeit, daß man nach einander dieſe verſchiedenen Werkzeuge einzeln zur Wirkung bringen kann, und um dies zu erreichen, iſt die Einrichtung getroffen, daß man mittelſt eines einfachen Handgriffes den jedesmaligen Wechſel des Werkzeuges erzielen kann. Dieſe einzelnen Stichel oder Werkzeuge müſſen dabei eine ſolche Form und Stellung erhalten, daß durch ihre einander folgenden Wirkungen dem Arbeitsſtücke die Geſtalt des herzuſtellenden Gegenſtandes ertheilt wird. Es iſt erſichtlich, daß vermöge einer ſolchen Anordnung die Herſtellung ſchnell erfolgen kann, indem ſowohl das Aus- und Einſpannen, wie das zeitraubende Meſſen wegfällt, und daß eine vollſtändige Uebereinſtimmung aller einzelnen Gegenſtände wenigſtens ſo lange zu erreichen iſt, als die einzelnen Werkzeuge nicht durch die Abnutzung ihrer Schneiden ihre Form und Stellung verändert haben. Um den gedachten Zweck zu erreichen, führt man das Stichelhaus in der Regel in Form eines um ſeine Axe drehbaren Cylinders oder ſcheibenförmigen Körpers aus, welcher die einzelnen Werkzeuge concentriſch zu dieſer Axe und in gleichen Abſtänden von einander enthält. In Folge hiervon iſt es zur Auswechſelung eines Werkzeuges durch das nächſtfolgende nur nöthig, dieſes Stichelhaus um den $n$ten Theil einer ganzen Umdrehung zu drehen, wenn n die Zahl der darin vorhandenen Werkzeuge iſt; eine Zahl, die gewöhnlich zu ſechs oder acht angenommen wird. Wegen dieſer Anordnung hat die betrachtete Einrichtung den Namen Revolverſupport erhalten.

Die Einrichtung eines ſolchen Supports geht aus Fig. 628 (a. f. S.) hervor. Das cylindriſche Stichelhaus A iſt mit ſechs Oeffnungen zur Aufnahme von ebenſo vielen Werkzeugen verſehen, die über den Umfang von A hervorragend, durch die Druckſchrauben a feſtgeſtellt werden können. Dieſes

Stichelhaus iſt in dem Schieber *B* befeſtigt, der in prismatiſchen Führungen auf der Unterplatte des Supports nach der Längsrichtung verſchoben werden kann, welche Richtung mit derjenigen der Drehbankswangen übereinſtimmt. Die Verſchiebung wird mittelſt des Handhebels *C* erzielt, indem deſſen Axe den Zahnſector *D* trägt, deſſen Zähne in eine an der feſten Unterplatte des Supports angebrachte Zahnſtange *E* eingreifen, ſo daß eine Hin- und Herſchwingung dieſes Hebels eine Verſchiebung des Schlittens und des Stichelhauſes bewirkt. Erfolgt dieſe Verſchiebung durch Umdrehung des Hebels im

Fig. 628 I.

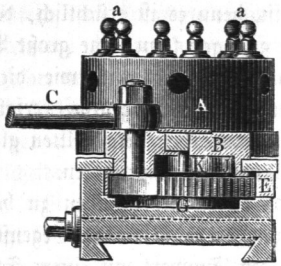


Fig. 628 II.

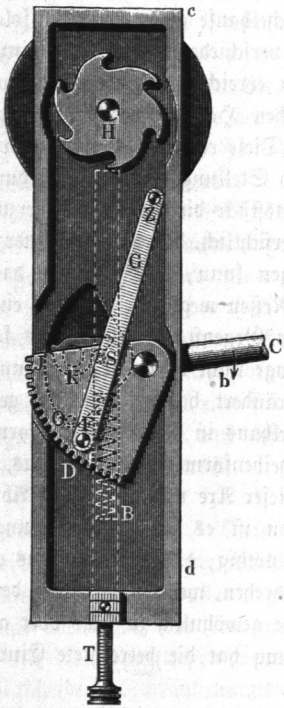
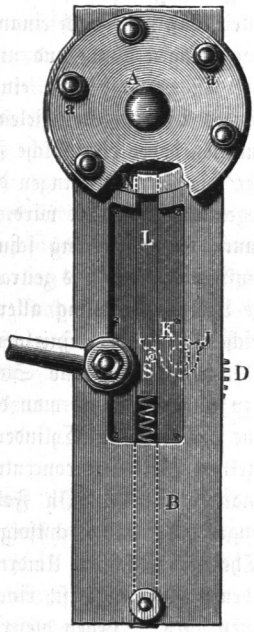


Fig. 628 III.



Sinne des Pfeiles *b* in der Richtung von *c* nach *d*, ſo wird nicht nur das vorher zur Wirkung gekommene Werkzeug von dem Arbeitsſtück zurückgezogen, ſondern gleichzeitig eine Umdrehung des Stichelhauſes um den ſechsten Theil

des Umfanges hervorgerufen. Dies geſchieht dadurch, daß die an dem Sector D bei F drehbar angeſchloſſene Schubſtange G mit einem an ihrem anderen Ende angebrachten Zapfen Z in eine Lücke des ſechszähnigen Rades H tritt, wodurch dieſem Rade die erforderliche Umdrehung um 60^0 ertheilt wird, durch die der nächſtfolgende Stichel an die Stelle des vorhergehenden tritt. Es iſt ſelbſtverſtändlich erforderlich, das Stichelhaus in jeder ihm gegebenen Stellung ganz unwandelbar feſtzuſtellen, damit keine unbeabſichtigte Verſtellung des Werkzeuges eintreten kann, wie ſie in Folge der Einwirkung auf das Arbeitsſtück hervorgerufen werden würde. Zum Zwecke dieſer Feſtſtellung dient der Riegel L, der ſeiner Länge nach verſchieblich, mit ſeinem Ende in einen Einſchnitt am Umfange der Scheibe N eintritt, die mit dem Stichelhauſe feſt verbunden iſt. Hierdurch wird dieſer Scheibe und damit dem Stichelhauſe jede Verdrehung verwehrt, und es iſt klar, daß für die ſechs Stellungen des Stichelhauſes die Scheibe N in gleichmäßiger Vertheilung ringsum mit derſelben Anzahl von Einſchnitten verſehen ſein muß. Auch erkennt man, wie vor der jedesmaligen Drehung des Stichelhauſes durch die Schubſtange G ein Zurückziehen des Riegels L aus dem Einſchnitte der Scheibe N erfolgt, indem zu dieſem Zwecke der mit dem Sector verbundene Stift O gegen den Arm J des kleinen Doppelhebels K trifft, wodurch dieſer in eine Schwingung verſetzt wird, ſo daß der andere Arm dieſes Hebels den Riegel L an einem hervorragenden Stifte S erfaßt und aus der Scheibe N herauszieht. Eine gegen das Ende des Riegels L drückende Schraubenfeder preßt ihn, ſobald der Zapfen O den Hebel K frei gegeben hat, gegen den Umfang der Scheibe N, ſo daß er in den nächſten Einſchnitt einſpringt und die Scheibe feſtſtellt. Wird nunmehr der Schlitten durch Umlegung des Hebels C nach der entgegengeſetzten Seite in der Richtung von d nach c zurückbewegt, ſo tritt das betreffende Werkzeug gegen das Arbeitsſtück und kommt dort ſo lange zur Wirkung, bis durch die darauf folgende Zurückführung des Schlittens B der folgende Wechſel in derſelben Weiſe wiederholt wird. Die einzelnen Werkzeuge müſſen natürlich ſo geformt und geſtellt ſein, daß ſie in ihrer Geſammtwirkung die beabſichtigte Geſtalt des Arbeitsſtückes erzeugen.

Die Stellſchraube T dient bei der Vorführung des Werkzeuges gegen das Arbeitsſtück zur Begrenzung der Bewegung, indem dieſe Schraube gegen einen Anſchlag der feſten Unterplatte trifft, auf welcher der Schlitten B ſich bewegt. Dieſer Anſchlag gewährt daher die Sicherheit dafür, daß die ſämmtlichen Werkzeuge nur bis zu einem ganz beſtimmten Punkte gegen das Arbeitsſtück geſchoben werden können, und man hat hiernach die einzelnen Werkzeuge ſo auszurichten, daß ſie in dieſer Endſtellung dem Arbeitsſtücke genau die beabſichtigte Form mittheilen. Dieſe Anordnung einer einzigen Anſchlagſchraube für alle Stellungen des Stichelhauſes erſcheint aus dem

Grunde nicht zweckmäßig, weil dabei die genaue Einſtellung der Werkzeuge erſchwert wird, indem eine Veränderung in der Stellung eines einzigen Werkzeuges, wie ſie etwa bei deſſen Nachſchleifen eintreten kann, auch eine dem entſprechende Veränderung in der Stellung aller anderen Werkzeuge bedingt, was immer zeitraubend und mühſam iſt. Aus dieſem Grunde müſſen ſolche Einrichtungen vortheilhafter erſcheinen, bei denen für jede Stellung des Stichelhauſes ein beſonderer leicht verſtellbarer Anſchlagſtift vorhanden iſt, weil dabei die Veränderung in der Stellung eines Werkzeuges nur eine Regulirung der zugehörigen Anſchlagſchraube erforderlich macht, während in der Stellung der übrigen Werkzeuge eine Veränderung nicht vorgenommen werden muß.

Man hat dem Revolverſupport noch mancherlei andere Einrichtungen gegeben, insbeſondere ſo, daß die Axe des Stichelhauſes nicht vertical, ſondern horizontal und parallel zur Drehbanksaxe angeordnet iſt. Hierbei geſchieht die Hin- und Herſchiebung des das Stichelhaus tragenden Schiebers dann nicht nach der Längsrichtung, ſondern quer zur Drehbank. In Betreff dieſer und anderer Einrichtungen mag auf die unten angezeigten Stellen[1]) verwieſen werden.

Eine häufige Anwendung findet der Revolverſupport, wie ſchon bemerkt, zur Herſtellung von Schrauben und deren Muttern, und zwar werden dieſe Theile in der Regel aus längeren Stäben gefertigt, welche durch die zu dem Ende hohl gearbeitete Drehbanksſpindel hindurch zugeführt werden. Dabei iſt die Spindel an ihrem vorderen Ende mit einem *Futter* verſehen, das den zugeführten Stab während der Bearbeitung zangenförmig feſthält, um, nachdem ein Gegenſtand durch die Wirkung aller Werkzeuge vollendet und abgeſchnitten iſt, einem Oeffnen unterworfen zu werden, worauf der Stab ſelbſtthätig um die zur Erzeugung eines zweiten Gegenſtandes erforderliche Länge vorgeſchoben wird.

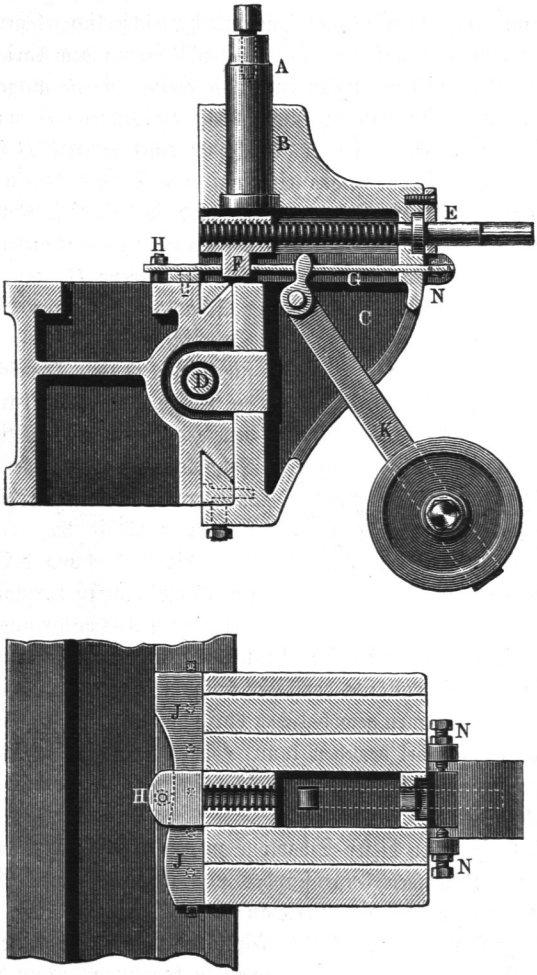
§. 173. **Curvensupport.** Wenn die abzudrehenden Gegenſtände geſchweifte oder curvenförmige Profile haben, ſo kann die Bearbeitung auf der Drehbank mit Hülfe des Supports in der Art geſchehen, daß von der Hand beide Schlitten bewegt werden, ſo zwar, daß das Verhältniß der beiden zu einander ſenkrechten Verſchiebungen ſich nach der Form des zu erzeugenden Profils richtet. Um in dieſer Weiſe eine einigermaßen glatte Fläche zu erzielen, iſt jedoch eine bedeutende Gewandtheit des Arbeiters nöthig, und man kann zur beſſeren und ſchnelleren Herſtellung ſolcher Flächen ſich beſonderer Einrichtungen bedienen, durch deren Anbringung der Support zur ſelbſtthätigen Bearbeitung der beſagten Gegenſtände befähigt wird.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 3765, 17298, 31305, 35760.

Einen ſolchen ſogenannten Curvenſupport zeigt Fig. 629[1]). Hier iſt der zur Aufnahme des Stichels dienende Halter *A* in einem Schlittenſtücke *B* befindlich, das quer zur Länge der Drehbank auf der oberen Fläche

Fig. 629 I u. II.

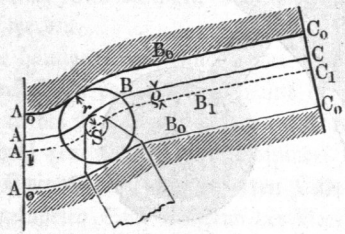


des conſolartigen Langſchlittens *C* verſchieblich iſt. Die Figur läßt erkennen, wie dieſer Längsſchlitten die an der Seite des Drehbanksbettes angebrachten Prismenführungen umfängt und mittelſt der Leitſpindel *D* längs

[1]) Aus Hart, Werkzeugmaſchinen.

der Wangen bewegt wird. Der Querſchlitten B kann durch die Schraubenſpindel E in der gewöhnlichen Art der Quere nach verſtellt werden, ſobald man die Mutter F dieſer Schraube unwandelbar feſt mit dem Längsſchlitten C verbindet, was jedoch beim Curvendrehen nicht geſchieht. Dieſe Mutter F tritt mit einem hervorſtehenden Anſatze in eine paſſende Oeffnung der Schiene G ein, die in dem Längsſchlitten C der Quere nach verſchieblich gelagert iſt. Vermöge dieſer Anordnung muß der Querſchlitten B ſammt dem darin befeſtigten Stichel an der Verſchiebung theilnehmen, die dieſer Schiene mitgetheilt wird. Das letztere wird einfach dadurch erzielt, daß die Schiene G mittelſt einer an ihrem Ende befindlichen kleinen Rolle oder eines Stiftes H fortwährend mit einem gewiſſen Drucke gegen eine auf dem Drehbanksgeſtell befeſtigte Schablone J von geeigneter Form gepreßt wird, ſo daß dieſe Rolle bei einer Längsbewegung des ganzen Supports genöthigt iſt, ſtets mit dieſer Schablone in Berührung zu bleiben. Hierdurch wird die Schiene G und damit auch der Stichel in der durch die Form dieſer Schablone bedingten Weiſe in der Querrichtung verſchoben. Es iſt erſichtlich, daß der Gewichtshebel K die Aufgabe hat, die Leitrolle H mit dem gedachten Drucke ſtetig gegen die Schablone J anzudrücken, und daß man zur Bethätigung der Vorrichtung nur nöthig hat, den Support durch die Umdrehung der Leitſpindel der Länge nach zu verſchieben. Daß man durch Auswechſelung der Schablone J mit einer anderen die Drehbank zur ſelbſtthätigen Herſtellung verſchieden geſtalteter Gegenſtände befähigen kann, iſt ebenſo klar, wie daß man den Querſchlitten wie einen gewöhnlichen durch die Umdrehung der Schraube E mittelſt einer Handkurbel bewegen kann, ſobald man die Schiene G durch die Druckſchrauben N feſt mit dem Längsſchlitten C verbindet und die Schablone J beſeitigt.

Fig. 630.

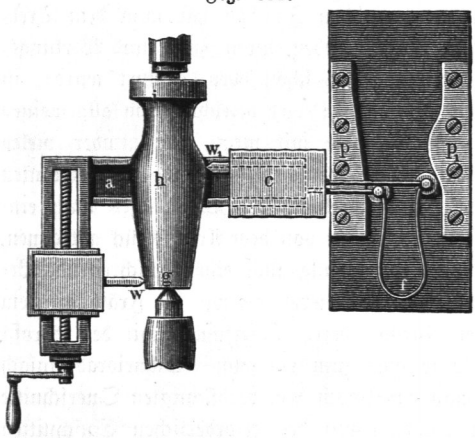


Die Geſtalt, die man dieſer Schablone zu geben hat, richtet ſich nach der Form des zu erzeugenden Gegenſtandes und iſt in folgender Art zu beſtimmen. Geſetzt, es ſei die Meridian- oder Erzeugungslinie des herzuſtellenden Gegenſtandes durch $A\,B\,C$, Fig. 630, gegeben, ſo hätte man auch die führende Schablone nach dieſer Curve zu begrenzen, wenn die Stichelſchneide in einen Punkt oder in eine ſcharfe Spitze ausliefe, und wenn gleichzeitig die Leitrolle einen unendlich kleinen Halbmeſſer hätte. Dieſe Bedingungen ſind in der Wirklichkeit nicht erfüllt, es wird vielmehr die Schneide des Stichels immer eine gewiſſe Breite haben, ebenſo wie der Leitrolle ein beſtimmter Halbmeſſer gegeben wird. Geſetzt, die Stichelſchneide S

werde als ein kleiner Kreisbogen von dem Halbmeſſer ϱ angeſehen, ſo muß die Mitte dieſes Kreisbogens in einer Curve $A_1 B_1 C_1$ geführt werden, die überall einen normalen Abſtand gleich ϱ von der zu erzeugenden Profillinie ABC hat. In dieſer zu ABC äquidiſtanten Curve $A_1 B_1 C_1$ muß dann aber auch der Mittelpunkt der Führungsrolle bewegt werden, ſo daß man die Begrenzung für die Schablone in einer der Curven $A_0 B_0 C_0$ erhält, die zu der Linie $A_1 B_1 C_1$ im Abſtande gleich dem Halbmeſſer r der Führungsrolle äquidiſtant ſind.

Man wendet derartige Curvenſupports an, um gewiſſe häufig vorkommende geſchweifte Gegenſtände, wie z. B. die Griffe von Handkurbeln, auf der Drehbank herzuſtellen. Auch hat man ſolche Einrichtungen zum Abdrehen der Radkränze von Eiſenbahnwagenrädern vorgeſchlagen. Bei einer von Jachmann[1]) angegebenen Anordnung ſollen gleichzeitig zwei Stichel an diametral entgegengeſetzten Stellen des Arbeitsſtückes zum Angriffe kommen, zu welchem Zwecke zwei beſondere Querſchieber angeordnet ſind, von denen jeder durch eine beſondere Schablone die zugehörige Bewegung empfängt. In Fig. 631 iſt eine Skizze der hierzu dienenden Einrichtung gegeben, aus welcher man in w und w_1 die beiden Stichel erkennt, deren Schieber durch a und c dargeſtellt ſind. Die beiden mit dieſen Schiebern verbundenen Leitrollen werden durch die Feder f fortwährend gegen die beiden Schablonen p und p_1 gepreßt, von denen p zur Führung des Stichels w dient, der das Stück gh des Gegenſtandes abzudrehen hat, während die andere Schablone p_1 dem Theile hi des Arbeitsſtückes entſprechend die Führung des Stichels w_1 zu übernehmen hat.

Fig. 631.



Wenn man die zur Führung des Stichels dienende Schablone geradlinig begrenzt, ſo kann man ſich derſelben dazu bedienen, um coniſche Gegenſtände zu erzeugen, ſobald man die gerade Führungsſchiene unter demjenigen Winkel gegen die Längsrichtung der Drehbank auf deren Geſtell befeſtigt, welchen

[1]) D. R.-P. Nr. 44646.

die Seite der herzuſtellenden Kegelfläche mit der Axe bildet. Eine ſolche Einrichtung findet man an der unten angegebenen Stelle [1]).

Während die vorſtehend angeführten Einrichtungen die geeignete Bewegung des Stichels mit Hülfe von Führungslinealen oder Schablonen bewirken, hat man für einzelne Gegenſtände auch ſolche Anordnungen vorgeſchlagen, welche die erforderliche Bewegung des Querſchlittens durch geeignete Kurbelgetriebe oder Hebelverbindungen erzielen laſſen. Insbeſondere iſt man mehrfach beſtrebt geweſen, das Abdrehen der Riemſcheiben nach dem allgemein gebräuchlichen gewölbten oder bauchigen Profile durch ſelbſtthätige Supporteinrichtungen in dieſer Art zu ermöglichen, in welcher Hinſicht auf die unten angegebenen Stellen [2]) verwieſen werden mag.

§. 174. **Hinterdrehen.** Zur Herſtellung der nach §. 146 vielfach zur Bearbeitung von Metall und Holz gebräuchlichen Fräſen hat man dem Drehbanksupport eine beſtimmte Einrichtung gegeben, deren Zweck und Wirkungsart aus Folgendem erſichtlich wird. Wie ſchon oben anführt wurde, iſt eine Fräſe, die man auch wohl als Schneidrad bezeichnet, im allgemeinen ein Umdrehungskörper, der am Umfange mit mehr oder minder vielen Einſchnitten verſehen iſt, durch welche ebenſo viele ſcharfe Schneidkanten entſtehen. Dieſe kommen bei der Umdrehung des Werkzeuges nach einander zur Wirkung, indem ſie feine Späne von dem Arbeitsſtück abtrennen, ſobald man der Fräſe neben ihrer Umdrehung auch eine fortſchreitende Bewegung gegen das Arbeitsſtück ertheilt. Hierbei erzeugt die Fräſe an dem Gegenſtande eine Rinne oder Furche, deren Querſchnitt mit dem Profil der Fräſe übereinſtimmt. Wollte man nun ein ſolches Schneidrad einfach in der Weiſe herſtellen, daß man einen nach dem beabſichtigten Querſchnitte profilirten Umdrehungskörper ringsum mit den erforderlichen Einſchnitten verſähe, wie dies durch Fig. 632 verſinnlicht iſt, ſo würde die Schneidwirkung eine mangelhafte ſein. Es würde ſich nämlich jeder Zahn mit ſeiner ganzen Oberfläche *a b c d* gegen das Arbeitsſtück in derjenigen Fläche anlegen, die durch die vorausgehende Schneidkante *a d* hergeſtellt worden iſt, und es würde hierbei nicht nur eine erhebliche Reibung hervorgerufen, ſondern auch der Vorſchub der Fräſe gegen das Arbeitsſtück beträchtlich erſchwert werden. Dieſe mangelhafte, von den Arbeitern wohl als Würgen bezeichnete Wirkung ſucht man dadurch zu umgehen, daß man den Zähnen eine ſpiralförmig verlaufende Form, Fig. 633, giebt, ſo daß ihre Oberfläche überall um einen kleinen Winkel nach innen von der Umdrehungsfläche abweicht, die von der ſchneidenden Kante *a d* bei ihrer Umdrehung beſchrieben

[1]) J. Roſe, Modern Machine Shop Practice. Part 4.
[2]) Dingler, Bd. 43, S. 141. D. R.-P. Nr. 48777 und 48778.

wird. Es iſt erſichtlich, daß dieſer Winkel mit dem in §. 148 als Anſtellungswinkel der Stichel bezeichneten übereinſtimmt, und daß in Folge der gedachten Anordnung das ſogenannte freie Schneiden jedes Zahnes erzielt wird, bei dem nicht nur die gedachte Reibung an der Hinterfläche fortfällt, ſondern auch die Vorſchiebebewegung der Fräſe gegen das Arbeitsſtück leicht zu bewirken iſt. Solche Zähne nennt man hinterdrehte, und es handelt ſich hier um die Beſprechung der zu dieſem Hinterdrehen erforderlichen Einrichtung des Supports.

Es kann hier zunächſt bemerkt werden, daß die Form der für die hintere Begrenzung der Zähne anzuwendenden Linie ab nicht willkürlich iſt, indem man von einer guten Fräſe fordern muß, daß ſie die ihr gegebene Profilform, wie ſie der Schneidkante ad zugehört, auch unverändert beibehalte, ſobald man durch Schärfen der ſtumpf gewordenen Fräſe die Schneidkante von ad nach rückwärts, etwa nach $a_1 d_1$, verlegt. Es iſt leicht zu erkennen, daß dieſer Bedingung entſprochen wird, ſobald die Begrenzung der Zähne ſo gewählt wird, daß die den einzelnen Punkten der Schneidkante zugehörigen Linien wie ab, dc durch archimediſche Spiralen dargeſtellt werden, für welche ſämmtlich der Zuwachs des Halbmeſſers für einen beſtimmten Winkel von derſelben Größe iſt, die alſo übereinſtimmend durch die Gleichung $r = a\,\omega$ dargeſtellt werden, worin a conſtant und r der Halbmeſſer an einer Stelle iſt, die von dem Anfangspunkte um den Winkel ω entfernt iſt. Die verſchiedenen, den einzelnen Punkten zugehörigen Spiralen unterſcheiden ſich danach nur durch die Lage des Anfangspunktes, oder, was daſſelbe ſagt, durch einen conſtanten Betrag des Winkels ω. Hieraus geht hervor, daß irgend zwei dieſer Spiralen an allen Stellen denſelben radialen Abſtand von einander haben, und es wird daher die oben ausgeſprochene Bedingung eines überall gleichen Schnittprofils erfüllt, ſobald die Schneidkante überall radial geſchliffen wird.

Fig. 632.

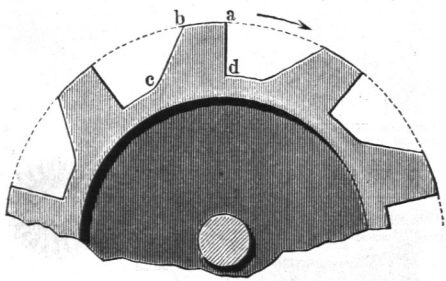
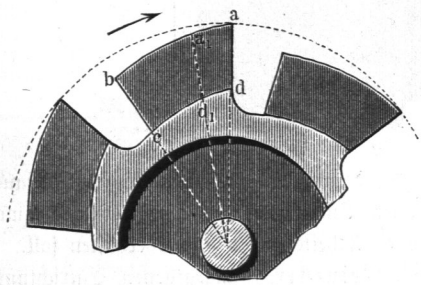
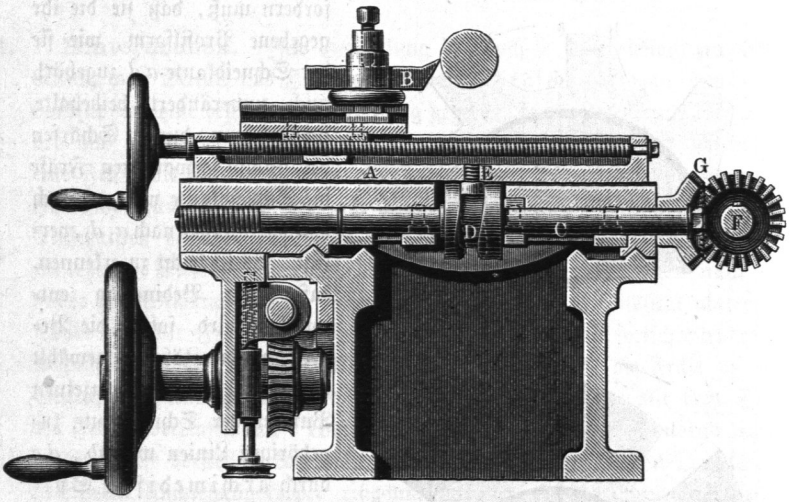


Fig. 633.



In Fig. 634 iſt die Einrichtung des Supports angegeben, wie ſie von E. Schieß zum Hinterdrehen angewandt wird. Dabei wird der Querſchieber *A*, der den Stichel *B* trägt, von der darunter befindlichen Axe *C* aus in die geeignete hin- und zurückgehend Bewegung vermittelſt des Curvencylinders *D* verſetzt, in deſſen Curvennuthe ein von dem Schieber *A* hervorragender Stift *E* eingreift. Die Axe *C* wird von einer an dem Drehbanksbett parallel zu den Wangen gelagerten Welle *F* durch die Kegelräder *G* umgedreht, während die Welle *F* ſelbſt von der Spindel durch geeignete Zahnräder bewegt wird. Da die Curve in *D* ſo angeordnet iſt, daß bei einer ganzen Umdrehung der Axe *C* der Stichel einmal der Axe der

Fig. 634.



Drehbankſpindel genähert und wieder davon entfernt wird, ſo folgt daraus, daß die Axe *C* ſich bei einer vollen Umdrehung des Arbeitsſtückes *z* mal drehen muß, wenn das zu erzeugende Arbeitsſtück *z* Zähne erhalten ſoll.

Bei einer anderen, von J. E. Reinecker[1]) angegebenen Einrichtung, Fig. 635, erfolgt die abwechſelnde Hin- und Herbewegung des Querſchlittens *A* von der ſenkrechten Axe *B* aus, die auf ihrem oberen Ende eine Daumenſcheibe *C* trägt, gegen deren Umfang ein mit dem Querſchieber verbundener Stift *D* durch Federn *F* ſtetig mit beſtimmter Kraft angepreßt wird, ſo daß der Schieber die von der Form dieſes Daumens abhängige Bewegung annehmen muß. Die rotirende Bewegung empfängt die Axe *B* mittelſt coniſcher Räder ebenfalls von einer Längswelle *E* aus, die von der Drehbankſpindel durch geeignete Zahnräder umgedreht wird.

[1]) D. R.-P. Nr. 23373.

Die letztgedachte Einrichtung von Reinecker gewährt auch die Möglichkeit, das Hinterdrehen der Zähne in einer zur Axe der Drehbankſpindel

Fig. 635.

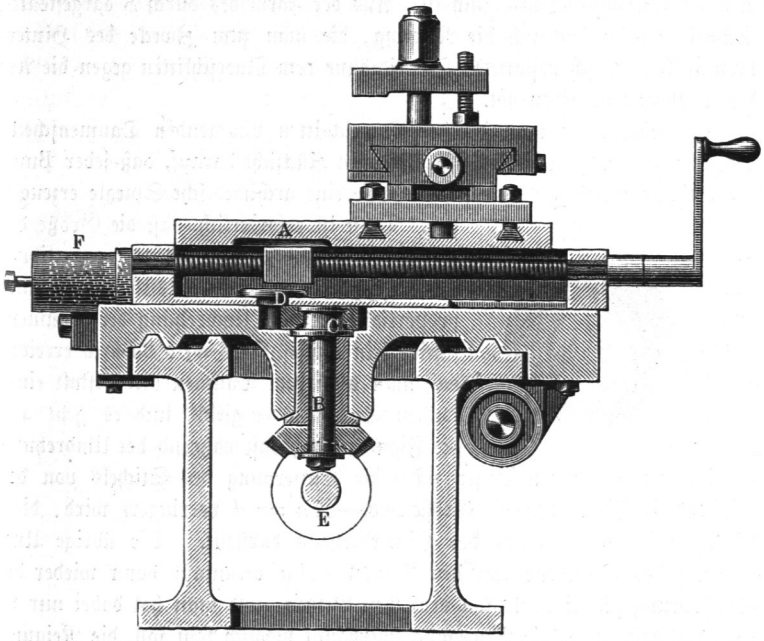
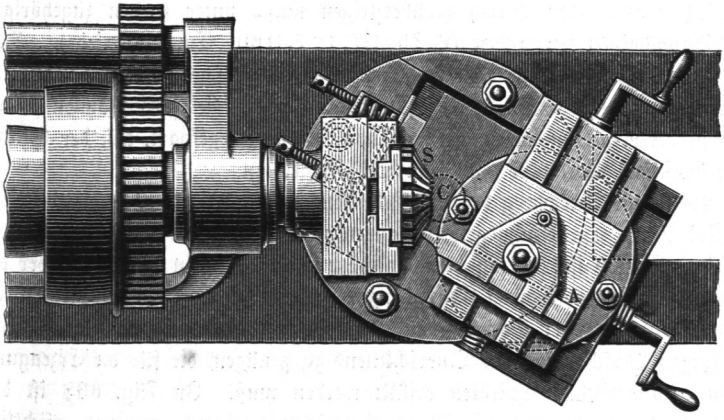


Fig. 636.

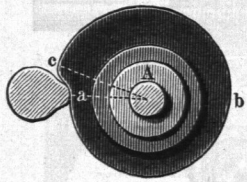


ſchrägen Richtung vorzunehmen, ſobald man die Führungsbahn des Querſchlittens und dieſen ſelbſt ſo einrichtet, daß er um die Axe *B* entſprechend

verdreht werden kann. Aus Fig. 636[1]) (a. v. S.), welche für dieſen Fall die obere Anſicht eines ſolchen Supports darſtellt, iſt dies erſichtlich, es bedeutet hierin C die den Querſchieber A bewegende Daumenſcheibe, um deren Axe der Querſchieber beweglich iſt. Aus der Form des durch S dargeſtellten Schneidrades ergiebt ſich die Neigung, die man zum Zwecke des Hinterdrehens der coniſch geſtalteten Schneidzähne dem Querſchlitten gegen die Axe der Drehbank zu geben hat.

Die Geſtalt, die man der den Querſchlitten bewegenden Daumenſcheibe geben muß, beſtimmt ſich in Fig. 637 mit Rückſicht darauf, daß jeder Punkt der Stichelſchneide auf dem Arbeitsſtücke eine archimediſche Spirale erzeugen ſoll. Dazu iſt erforderlich, daß die Größe der Verſchiebung des Querſchlittens proportional mit der Umdrehung des Arbeitsſtückes, alſo auch proportional mit der Umdrehung der Daumenſcheibe ſein muß. Dies wird dadurch erreicht, daß man auch dem Daumen die Geſtalt einer ſolchen Spirale abc giebt, und es geht aus der Figur hervor, daß während der Umdrehung des Daumens um den Bogen abc die Entfernung des Stichels von der Axe der Drehbank um die Größe $Ac - Aa = d$ verringert wird, dieſe Größe daher den Betrag des Hinterdrehens darſtellt. Die übrige Umdrehung des Daumens um den Winkel cAa veranlaßt dann wieder die Rückführung des Stichels um denſelben Betrag, und man hat dabei nur zu beachten, daß, wenn die Bewegung überhaupt möglich ſein ſoll, die Neigung der Daumencurve in irgend einem Punkte derſelben gegen den Radius dieſes Punktes den Werth ϱ überſteigen muß, unter ϱ den zugehörigen Reibungswinkel verſtanden (ſ. Th. III, 1, §. 160, Curvengetriebe). Das Arbeitsſtück, an welchem die dem zurückführenden Theile ca der Daumencurve entſprechende Stelle den Einſchnitt zwiſchen je zwei Zähnen bildet, iſt in der Regel an dieſen Stellen ſchon ſo weit ausgeſpart, daß der Stichel an denſelben überhaupt nicht zum Schnitt gelangt.

Fig. 637.



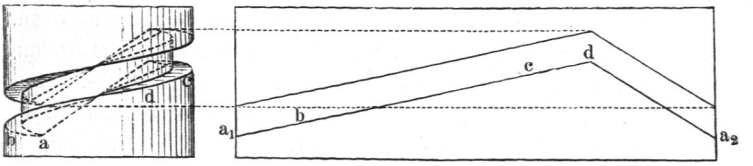
Wenn zur Bewegung des Querſchlittens, wie in Fig. 634 angegeben, ein cylindriſches Curvenſchubgetriebe angewendet werden ſoll, ſo hat man, wie leicht erſichtlich iſt, der in dem Cylinder anzuordnenden Curve auf der die Vorſchiebung bewirkenden Erſtreckung die Form eines Schraubenganges von überall gleicher Steigung zu geben, um der Bedingung einer gleichmäßigen Verſchiebung des Querſchlittens zu genügen, die für die Erzeugung von archimediſchen Spiralen erfüllt werden muß. In Fig. 638 iſt der Mantel des betreffenden Cylinders abgewickelt gezeichnet, woraus erſichtlich

[1]) D. R.-P. Nr. 54070.

iſt, daß der Theil $a_1 b c d$ dem Vorſchube des Stichels entſpricht, während die Strecke $d a_2$ der Rückführung dient. Auch hier muß die Führungscurve von der Verſchiebungsrichtung des Schlittens überall um einen größeren als den Reibungswinkel abweichen.

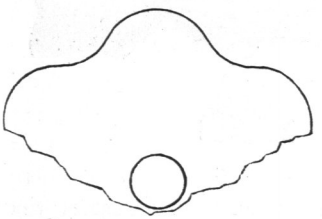
Aus den vorſtehenden Bemerkungen ergiebt ſich auch, warum man ſich zum Hinterdrehen der Werkzeuge einer ſolchen Vorrichtung nicht bedienen

Fig. 638.



kann, in welcher der Schieber des Supports durch ein Kurbelgetriebe oder ein Kreisexcenter hin und her bewegt wird. Eine ſolche Vorrichtung würde eine Form des Arbeitsſtückes etwa wie Fig. 639 zur Folge haben, welcher nicht wie der archimediſchen Spirale die Eigenſchaft anhaftet, daß das Profil bei dem Nachſchleifen unverändert bleibt.

Fig. 639.

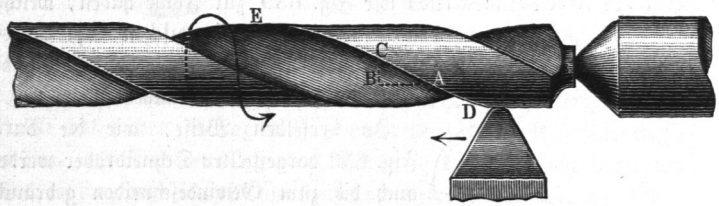


In derſelben Weiſe, wie die durch Fig. 633 dargeſtellten Schneidräder werden auch die zum Gewindeſchneiden gebräuchlichen *Gewindebohrer* dargeſtellt, das ſind ſtählerne, mit Schraubengewinden verſehene Bolzen, die mit Längsnuthen verſehen ſind, um dadurch die zum Ausſchneiden von Muttergewinden erforderlichen Schneidkanten zu erzielen (ſ. weiter unten). Hierbei muß natürlich der das Hinterdrehen der Gewindegänge erzeugende Stichel während einer Umdrehung des Arbeitsſtückes um die Steigung der betreffenden Schraube nach der Längsrichtung der Drehbank verſchoben werden, was man mittelſt der Leitſpindel und zugehöriger Zahnräder in der in §. 171 beſchriebenen Art erreicht.

Wenn die durch Hinterdrehen zu erzeugenden Werkzeuge nicht mit axial gerichteten, ſondern mit gegen die Axe geneigten oder gewundenen Furchen verſehen ſind, wie dies z. B. bei den bekannten ſchraubenförmigen *Lochbohrern*, Fig. 640 (a. f. S.), der Fall iſt, ſo hat man bei der Uebertragung der Bewegung von der Drehbankſpindel auf die Axe der Curvenſcheibe auf die Neigung dieſer ſchraubenförmigen Furchen gegen die Axe entſprechend Rückſicht zu nehmen, wie aus Folgendem ſich ergiebt.

Wenn ein ſolches Werkzeug, etwa ein Bohrer oder eine Reibahle, ringsherum mit z Nuthen, alſo ebenſo vielen Schneidkanten verſehen iſt, die genau in einem Cylinderumfange liegen müſſen, ſo iſt erſichtlich, daß man dieſe Form nicht erzielen könnte, wenn man der den Querſchieber des Stichels bewegenden Curvenſcheibe für jede Umdrehung des Arbeitsſtückes genau z volle Umdrehungen ertheilen wollte. Denn wenn die Stichelſpitze in einem gewiſſen Augenblicke etwa in A befindlich iſt, ſo wird dieſelbe nach einer ganzen Umdrehung des Arbeitsſtückes nach B gelangt ſein, ſofern der Stichel während dieſer Umdrehung durch die Leitſpindel behufs der Spanverſetzung um AB verſchoben wurde. In beiden Stellungen wäre die Entfernung des Stichels von der Axe der Drehbank genau dieſelbe, da wegen der vorausgeſetzten Umſetzung zwiſchen Spindel und Curvenſcheibe im Verhältniſſe $1:z$ die Curvenſcheibe genau z Umdrehungen gemacht hat. Wenn nun die ſchneidende Kante ED gerade durch die Stichelſpitze A hindurchgeht, ſo wird ſie vor der Stellung derſelben in B um einen gewiſſen Bogen BC

Fig. 640.



zurückſtehen, der ſich einfach zu $\frac{s}{h}2\pi$ findet, wenn h die Ganghöhe einer ganzen Schraubenwindung von ED und s die Verſchiebung AB des Stichels bedeutet. Wenn daher der Stichel in C zum Angriffe kommt, ſo hat ſich die Daumenſcheibe noch um den Winkel $z\frac{s}{h}2\pi$ drehen müſſen, und es folgt hieraus, daß der Punkt C der Schneidkante eine kleinere Entfernung von der Axe haben muß, als derjenige A; an die Herſtellung eines genau cylindriſchen Werkzeuges iſt daher nicht zu denken.

Die vorſtehende Betrachtung zeigt auch ohne weiteres, wie in dieſem Falle das Umſetzungsverhältniß zwiſchen der Drehbankſpindel und der Daumenſcheibe gewählt werden muß, um dem bemerkten Uebelſtande zu begegnen. Man hat bei jeder Umdrehung des Arbeitsſtückes der Axe des Daumens oder der Curvenſcheibe $z\left(1+\frac{s}{h}\right)$ Umdrehungen zu ertheilen, wenn z, s und h die vorher angegebenen Bedeutungen haben, und wenn die Verſetzung des Stichels in der Richtung von A nach B erfolgt. Es iſt auch

erſichtlich, daß bei einer Verſchiebung des Stichels in der entgegengeſetzten Richtung von B nach A die Umdrehungszahl des Daumens für jede Umdrehung des Arbeitsſtückes ſich zu $z\left(1-\frac{s}{h}\right)$ ermittelt.

Wollte man dieſem Verhältniß entſprechend die Umſetzung durch paſſende Zahnräder erzielen, ſo würde für jede andere Steigung h der Schraubengänge des Arbeitsſtückes nicht nur, ſondern auch für jede andere Geſchwindigkeit der Längsſchiebung s des Stichels eine andere Umſetzung nöthig werden, auch würde man mittelſt einer den Verhältniſſen eines beſtimmten Falles entſprechend gewählten Umſetzung den Stichel nur immer nach der einen Seite hin verſchieben dürfen, und behufs mehrmaligen Angriffs den Stichel leer zurückzuführen haben, ähnlich wie es bei dem Gewindeſchneiden erforderlich iſt.

Um dieſe Uebelſtände zu umgehen, hat Reinecker[1]) eine ſinnreiche Anordnung gewählt, indem er das in Th. III, 1 beſprochene Differentialgetriebe zur Bewegung der Daumenſcheibe benutzt. Das Weſentliche dieſer Anordnung iſt aus Fig. 641 (a. f. S.) erſichtlich. Hierin ſtellt A die zur Bewegung der Daumenſcheibe dienende, in der Drehbank gelagerte Langwelle vor, die durch das auf ihr befeſtigte Zahngetriebe B umgedreht wird, und in der oben angegebenen Art mittelſt gleicher Kegelräder die Axe der Daumenſcheibe bewegt. Auf der Welle A loſe drehbar iſt das mit innerer und äußerer Verzahnung verſehene Rad C, das von der Hülfsaxe D umgedreht wird, indem ein auf dieſer letzteren befindliches Getriebe E in ein Zwiſchenrad F und dieſes in die äußere Verzahnung von C eingreift. Den Antrieb erhält die Hülfswelle D von der Vorgelegswelle der Drehbank aus durch Zahnräder, von denen eins in G vorgeſtellt iſt.

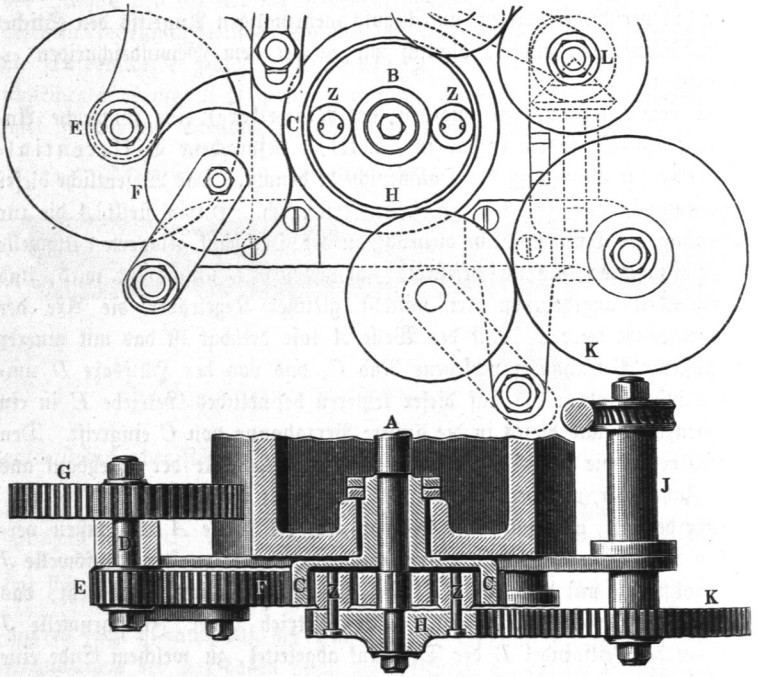
Außerdem iſt, gleichfalls loſe drehbar, auf die Welle A ein außen verzahntes Rad H geſteckt, deſſen Umdrehung von einer zweiten Hülfswelle J aus erfolgt, die mit dem Rade K ebenfalls ein Zwiſchenrad umdreht, das in die Zähne von H eingreift. Der Antrieb dieſer Zwiſchenwelle J wird von der Leitſpindel L der Drehbank abgeleitet, zu welchem Ende eine langſame Bewegung von L durch ein Schneckenradgetriebe und ein Kegelräderpaar angeordnet iſt. In dem Rade H endlich ſind zwei Bolzen angebracht, auf welchen zwei gleiche Stirnrädchen Z ſich loſe drehen, die ſowohl in das Triebrad B wie auch in die innere Verzahnung von C eingreifen. Hiernach iſt die Einrichtung eine derartige, daß die Welle A und das auf ihr befeſtigte Zahnrad B ihre Bewegung unter dem Einfluß zweier Umdrehungen erhält, von denen die eine von dem Zahnrade C und die andere von demjenigen H durch Vermittelung der beiden Wechſelräder Z hervor-

[1]) D. R.-P. Nr. 23373.

gerufen wird, ſo zwar, daß die Umdrehung des Rades C von der Drehbankſpindel und diejenige von H von der Leitſpindel abgeleitet wird.

Um die Wirkung dieſes Getriebes zu erläutern, ſei angenommen, daß der abzudrehende Gegenſtand z ſchraubenförmige Nuthen enthalte, deren Ganghöhe gleich h ſein möge. Denkt man ſich zunächſt die Längsbewegung des Stichels durch Ausrückung der Leitſchraube unterbrochen, ſo muß die Umdrehung der Daumenſcheibe mit ſolcher Geſchwindigkeit erfolgen, daß bei einer ganzen Umdrehung der Drehbankſpindel die Curvenſcheibe, alſo auch die Welle A, genau z Umdrehungen macht. Für dieſen Fall, in welchem

Fig. 641.



das Rad H feſtgehalten wird, dienen die beiden Räder Z nur als einfache Zwiſchenräder, und wenn das Rad C, deſſen innere Verzahnung den Halbmeſſer c haben mag, eine Umdrehung macht, ſo beſtimmt ſich die Zahl der Umdrehungen für das Getriebe B vom Halbmeſſer b zu $\frac{c}{b}$ Umdrehungen. Man hat demnach die Umſetzung der Bewegung zwiſchen der Drehbankſpindel und dem Rade C ſo anzuordnen, daß für jede Umdrehung der Spindel dem Rade C $z\frac{b}{c}$ Drehungen mitgetheilt werden.

Denkt man ſich nun, daß für eine Umdrehung des Arbeitsſtückes der Stichel durch die Leitſchraube um eine Größe gleich s der Länge nach verſchoben werde, ſo gehört dazu eine Bewegung der Leitſpindel, deren Ganghöhe gleich l ſein mag, von $\frac{s}{l}$ Umdrehungen. Andererſeits entſpricht eine Verſchiebung des Stichels gleich s längs des Arbeitsſtückes einer Windung der ſchraubenförmigen Nuthen im Betrage $\frac{s}{h}$ einer Umdrehung, und man hat daher die Einrichtung ſo zu treffen, daß mit jener Verſchiebung des Stichels um s eine weitere Umdrehung der Daumenſcheibe oder der Welle A im Betrage von $z\frac{s}{h}$ Umdrehungen nach der einen oder anderen Richtung verbunden iſt, je nachdem der Stichel nach der einen oder anderen Richtung verſchoben wird. Dieſer Bedingung muß das angewendete Differentialgetriebe genügen.

Geſetzt, man hält das Rad C feſt und bewegt nur dasjenige H, wie es der Fall iſt, wenn bei ſtillſtehender Drehbankſpindel die Leitſpindel aus freier Hand umgedreht wird, um den Stichel zu verſetzen, ſo erzeugt eine Umdrehung des Rades H nach den bekannten Regeln über Räderwerke (ſ. Th. III, 1) $1 + \frac{c}{b} = \frac{b+c}{b}$ Umdrehungen des Rades B und der Welle A in derſelben Richtung. Für 1 Umgang des Arbeitsſtückes oder für $z\frac{s}{h}$ Umdrehungen der Welle A muß daher das Rad H $z\frac{s}{h}\frac{b}{b+c}$ Umdrehungen machen. Da für dieſe Zeit die Leitſpindel $\frac{s}{l}$ Umdrehungen macht, ſo ergiebt ſich das Umſetzungsverhältniß zwiſchen der Leitſpindel und dem Rade H wie $\frac{s}{l} : z\frac{s}{h}\frac{b}{b+c}$ oder gleich $\frac{zl}{h}\frac{b}{b+c}$. Da dieſes Ueberſetzungsverhältniß ganz unabhängig von der Verſchiebung s iſt, ſo geht daraus hervor, daß die hier beſchriebene Einrichtung, wenn ſie für ein beſtimmtes Arbeitsſtück einmal richtig angeordnet wurde, für jeden beliebigen Verſchub des Stichels ſowohl rückwärts wie vorwärts richtig arbeiten muß.

Es mag bemerkt werden, daß dieſe Einrichtung nicht nur für die Herſtellung der erwähnten ſchraubenförmigen cylindriſchen Bohrer, ſondern auch für die der coniſchen Reibahlen mit ſchraubenförmig gewundenen Schneidkanten dienen kann. Die coniſche Form, welche dieſe Reibahlen immer haben, kann man nach dem früher Angegebenen leicht dadurch erzeugen, daß man den Reitſtock entſprechend ſeitlich verſchiebt.

Beiſpiel. Es möge ein Werkzeug mit fünf ſchraubenförmigen Schneidkanten herzuſtellen ſein, deren Ganghöhe $h = 100\,\text{mm}$ betragen möge. Die

Leitſpindel der Drehbank habe eine Steigung von 10 mm, und es möge das Verhältniß der Räder B und C des Differentialgetriebes zu $\frac{1}{3}$ gewählt worden ſein, während die Daumenſcheibe von der Welle A aus durch zwei gleiche coniſche Räder betrieben werden ſoll. Man hat für die Bewegung des Rades C von der Drehbankſpindel ein Umſetzungsverhältniß zu wählen, das ſich durch $z\frac{b}{c}$ wie 5 : 3 berechnet. Andererſeits iſt zwiſchen dem Rade H und der Leitſpindel die Bewegung in ſolcher Art zu übertragen, daß für jede Umdrehung der Leitſpindel das Rad H $\frac{zl}{h}\frac{b}{b+c} = \frac{5.10}{100}\frac{1}{1+3} = \frac{1}{8}$ Umdrehungen macht.

§. 175. **Drehen von unrunden Gegenſtänden.** Die in dem vorhergehenden Paragraphen beſprochenen Einrichtungen ermöglichen die Herſtellung von ſogenannten unrunden Gegenſtänden, d. h. von ſolchen, deren Querſchnitte eine von dem Kreiſe abweichende Form haben, dadurch, daß dem Stichel während jeder Umdrehung des Arbeitsſtückes eine beſtimmte ſchwingende Bewegung ſenkrecht zur Axe der Drehbank ertheilt wird, während das Arbeitsſtück ſich um die unveränderliche Axe der Drehbank dreht. Man kann den gleichen Zweck der Herſtellung unrunder Gegenſtände auch dadurch erreichen, daß man den Stichel, abgeſehen von der für die Spanverſetzung dienenden Fortrückung, in feſter Lage erhält, und dagegen dem Arbeitsſtücke außer ſeiner Umdrehung um die Spindel eine ſchwingende Bewegung in ſolcher Art ertheilt, daß dadurch der Abſtand ſeiner Axe von der Stichelſchneide gewiſſen Veränderungen unterworfen iſt, wie ſie zur Erzeugung der gewünſchten Form nöthig ſind. Von den verſchiedenen, dieſem Zwecke[1]) dienenden Einrichtungen möge hier nur die von Koch und Müller angegebene näher beſprochen werden.

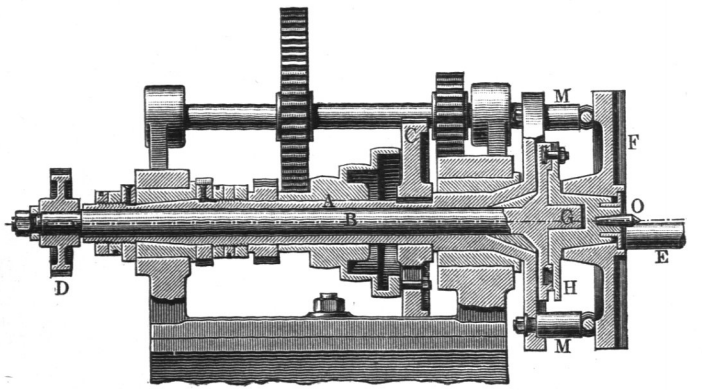
Bei dieſer Drehbank iſt die Drehbankſpindel A, Fig. 642, hohl gemacht, ſo daß in ihrer Höhlung concentriſch eine zweite Spindel B gelagert werden kann, die unabhängig von A in demſelben Sinne wie dieſe umgedreht wird. Um dies zu erzielen, dienen die beiden Zahnräder C und D, von denen C auf der Hauptſpindel A, und D auf der inneren Axe B befeſtigt iſt. In dieſe Räder greifen zwei andere Räder ein, die ſich auf einer an dem Drehbanksbette parallel zu den Wangen gelagerten Hülfswelle E befinden. Dieſe vier Räder bilden daher ein doppeltes Vorgelege, deſſen Wirkung darin beſteht, von der Hauptſpindel A die innere Spindel B in derſelben Richtung mit vergrößerter Geſchwindigkeit umzudrehen. Durch eine entſprechende Austauſchung der Räder mit anderen hat man es in der Hand, das Verhältniß dieſer beiden Geſchwindigkeiten nach Bedarf zu verändern, es möge dieſes Verhältniß allgemein durch n bezeichnet werden, ſo daß die

[1]) Ztſchrft. d. Ver. deutſch. Ing. 1876, Thl. XXXII.

innere Spindel B während einer ganzen Umdrehung der äußeren n Umdrehungen macht.

Der abzudrehende Gegenſtand wird, falls es ſich um Freidrehen handelt, an einer Planſcheibe F befeſtigt, die mit der inneren Spindel B feſt verbunden iſt, und zwar ſo, daß die Mitte O dieſer Scheibe bis zu einem gewiſſen Betrage einſeitig von der Axe der Hauptſpindel A feſtgeſtellt werden kann. Zu dem Zwecke trägt die innere Spindel einen excentriſchen Zapfen G, der um die Größe e außerhalb der Mitte ſteht, und auf welchem die Scheibe H befeſtigt iſt, auf deren Nabe die Planſcheibe F loſe drehbar aufgeſetzt wird. Da dieſe Nabe von H ebenfalls um die Größe e excentriſch ausgebohrt iſt, ſo wird hierdurch die Möglichkeit gegeben, in einer beſtimmten

Fig. 642.



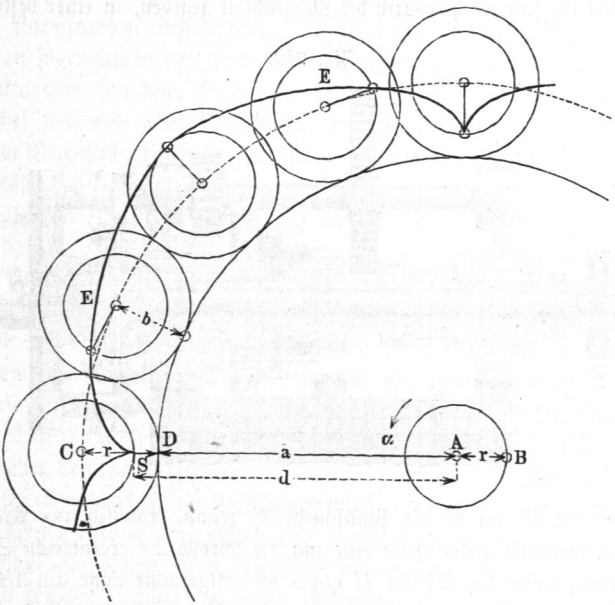
Stellung von H auf G die Planſcheibe F genau centriſch zur Axe A zu befeſtigen, während andererſeits eine um die Größe $2e$ excentriſche Stellung erzielt wird, wenn die Scheibe H gegen die erſtgedachte Lage um 180^0 verdreht wird. Es iſt offenbar ermöglicht, in dieſer Weiſe den Abſtand r der Mitte O von F gegen die Axe der Hauptſpindel A zwiſchen 0 und $2e$ beliebig zu verändern.

Wenn nun die Hauptſpindel in gewöhnlicher Weiſe umgedreht wird, ſo wird durch mehrere mit A verbundene Mitnehmer M auch die Planſcheibe F mitgenommen, ſo daß dieſelbe ebenfalls und zwar um die Nabe von H gedreht wird. Da die letztere dabei durch die Umdrehung der inneren Axe B bei jeder Umdrehung der Hauptaxe n mal um dieſe herumgeführt wird, ſo empfängt die Planſcheibe und mit ihr das darauf angebrachte Arbeitsſtück die folgenden zwei Bewegungen:

1. Die Planſcheibe wird bei jeder Umdrehung der Hauptſpindel ebenfalls einmal um deren Axe herumgedreht;

2. Die Planſcheibe empfängt während der unter 1. gedachten Umdrehung eine ſolche fortſchreitende (nicht drehende) Bewegung, vermöge deren ihr Mittelpunkt n mal um die Axe von A in einem Kreiſe herumgeführt wird, deſſen Halbmeſſer gleich der Größe r iſt, um welche die Planſcheibe excentriſch zu der Hauptaxe geſtellt wurde. Es iſt übrigens leicht zu erſehen, daß vermöge der unter 2. gedachten Bewegung auch jeder andere Punkt der Planſcheibe, ſowie des mit ihr verbundenen Arbeitsſtückes ebenfalls in einem Kreiſe von dem Halbmeſſer r herumgeführt wird.

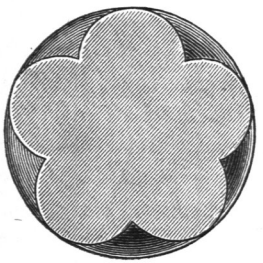
Fig. 643.



Um nun die Form zu ermitteln, welche dem in ſolcher Weiſe bewegten Arbeitsſtücke durch einen feſtſtehenden Stichel mitgetheilt wird, ſei A, Fig. 643, die Axe der Drehbank, die eine Winkelgeſchwindigkeit gleich α in dem Sinne des Pfeiles, alſo linksherum empfangen möge. Ebenſo ſei in B die Mitte der Planſcheibe vorgeſtellt, deren Abſtand von der Axe A durch $AB = r$ gegeben ſein ſoll. Bedeutet β die Winkelgeſchwindigkeit der inneren Spindel, ſo wird die Planſcheibe mit einer fortſchreitenden Geſchwindigkeit gleich $r\beta$ in dem Kreiſe um A ebenfalls links herumgeführt. Der Stichel möge in S im Abſtande $AS = d$ von der Axe A gedacht werden.

An der relativen Bewegung des Arbeitsſtückes gegen den Stichel wird nichts dadurch geändert, daß man beiden eine beliebige zuſätzliche Bewegung ertheilt denkt, und es möge dieſe zuſätzliche Bewegung ſo angenommen werden, daß in Folge derſelben das Arbeitsſtück vollſtändig zum Stillſtande kommt. Dies erreicht man, wenn man beiden Theilen, ſowohl dem Arbeitsſtücke wie dem Stichel, eine Rechtsdrehung um A mit der Winkelgeſchwindigkeit α und außerdem eine kreisförmig fortſchreitende Bewegung ertheilt denkt, vermöge deren der Stichel in einem Kreiſe vom Halbmeſſer $SC = r$ mit der Geſchwindigkeit $r\beta$ herumgeführt wird. Es iſt nun nach dem in Th. III, 1 über die Polbahnen der Zahnräder Geſagten deutlich, daß man die gedachten beiden Bewegungen des Stichels entſtanden denken kann aus der rollenden Bewegung eines Cylinders von dem Halbmeſſer $CD = b$ auf einem anderen Cylinder vom Halbmeſſer $AD = a$, ſo daß $a\alpha = b\beta$ oder $a : b = \beta : \alpha$ iſt. Demnach ſtellt ſich die Bahn des Stichels gegen das Arbeitsſtück als die verkürzte Epicykloide dar, die der im Abſtande $CS = r$ von der Mitte des rollenden Kreiſes befindliche Punkt S bei dieſer Rollung beſchreibt. Dieſe Epicykloide iſt in EE gezeichnet.

Fig. 644.



Man erſieht hieraus, daß der Stichel in Folge der angegebenen Einrichtung dem Arbeitsſtücke eine Form mittheilt, deren Querſchnitt beiſpielsweiſe durch Fig. 644 angegeben iſt, wenn das Verhältniß der Winkelgeſchwindigkeiten α und β ſo gewählt wurde, daß $\beta = 5\alpha$ iſt, daß alſo die innere Axe während jeder Umdrehung der äußeren genau fünfmal umgedreht wird. Der bearbeitete Körper erhält in dieſem Falle bei einer axialen Verſchiebung des Stichels die Geſtalt eines allgemeinen Cylinders von dem Querſchnitte der Figur, ſo daß auf der Oberfläche deſſelben fünf Längsfurchen vorhanden ſind. Es iſt auch deutlich, daß dieſe Furchen einen ſchraubenförmig gewundenen Verlauf zeigen müſſen, wenn das Verhältniß der Umdrehungen oder Winkelgeſchwindigkeiten $\beta : \alpha$ nicht genau durch eine ganze Zahl dargeſtellt wird.

Es iſt aus dem Vorſtehenden auch erſichtlich, daß die relative Bewegung des Stichels gegen das Arbeitsſtück eine gewöhnliche, nicht verkürzte Epicykloide wird, ſobald die Excentricität gleich dem Halbmeſſer des rollenden Kreiſes wird, alſo für $a = d$ und $b = r$, d. i. für $r : d = \alpha : \beta = 1 : n$. Für den Fall, daß die Excentricität größer iſt, als der Halbmeſſer des rollenden Kreiſes, ergiebt ſich die verlängerte Epicykloide, Fig. 645 (a. f. S.), und es erklärt ſich daraus die Möglichkeit, auf dieſer Drehbank Körper von der durch Fig. 646 (a. f. S.) dargeſtellten Querſchnittsform herzuſtellen. Bei

der Darſtellung eines ſolchen Körpers kommt der Stichel nur in einzelnen, den Aushöhlungen entſprechenden Zeitabſchnitten zur Wirkung, zwiſchen denen das Arbeitsſtück ſich in Folge der großen Excentricität der Planſcheibe dem Bereiche des Stichels entzieht.

Fig. 645.

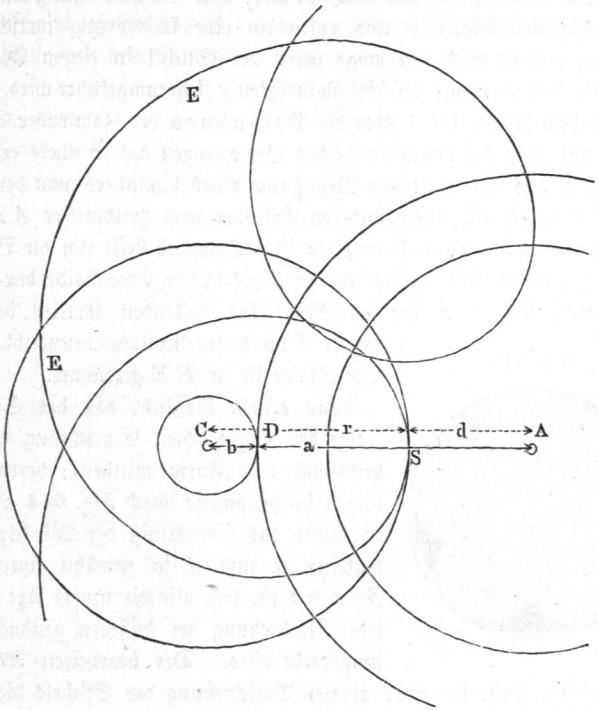
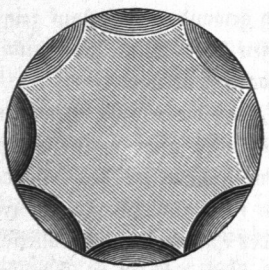


Fig. 646.



Wenn die Drehbank zum Drehen von Gegenſtänden zwiſchen Spitzen benutzt werden ſoll, ſo iſt es erforderlich, daß auch die Spitze des Reitſtockes übereinſtimmend wie die Mitte der Planſcheibe bewegt werde, zu welchem Ende die Spindel des Reitſtockes ebenfalls zur Aufnahme des excentriſch verſetzten Kerners eingerichtet iſt, und mit derſelben Geſchwindigkeit, wie die innere Spindel umgedreht wird. Hierzu iſt die Hülfsaxe *E* in Fig. 642 in der ganzen Länge der Bank zur Ausführung gebracht, um auch die Reitſtockſpindel mittelſt des erforderlichen Räderpaares umzudrehen.

Von ſonſtigen, zur Herſtellung unrunder Gegenſtände oder zum ſogenannten Paſſigdrehen dienenden Einrichtungen der Drehbank möge hier nur die von Brinck[1]) erwähnt werden, die das Hinterdrehen von Werkzeugen zum Zwecke hat, und bei welcher die erforderliche ſchwingende Bewegung des Arbeitsſtückes mit Hülfe einer entſprechend geformten Curvenſcheibe bewirkt wird, deren Geſtalt nach der Form des herzuſtellenden Arbeitsſtückes zu beſtimmen iſt.

Ovalwerk. Zu den Vorrichtungen, die eine Herſtellung von unrunden Gegenſtänden durch eine dem Arbeitsſtücke mitgetheilte ſchwingende Bewegung bezwecken, gehört auch das von Leonardo da Vinci erfundene Ovalwerk, deſſen man ſich bedient, um Gegenſtände von elliptiſcher Querſchnittsform auf der Drehbank zu erzeugen. Die Wirkung deſſelben erklärt ſich aus dem in Th. III, 1 beſprochenen Getriebe, das den Ellipſenlenkern und einem bekannten Ellipſographen zu Grunde liegt, und in Fig. 647 (a. f. S.) erſichtlich gemacht iſt. Wenn hierbei AB eine ſtarre Stange vorſtellt, deren beide um die Größe $AB = 2r$ von einander entfernte Endpunkte in zwei zu einander ſenkrechten geraden Führungen CC_1 und DD_1 beweglich ſind, ſo beſchreibt nach dem früher hierüber Geſagten bei einer Bewegung dieſer Stange jeder Punkt derſelben wie E_1, E_2, E_3 oder E_4 derſelben eine Ellipſe. Die Hauptaxen dieſer Ellipſe fallen mit den beiden Führungsgeraden CC_1 und DD_1 zuſammen, die Halbaxen einer ſolchen Ellipſe ſind durch die Abſtände des beſchreibenden Punktes E von den beiden gerade geführten Punkten A und B gegeben, oder durch $m + r$ und $m - r$ dargeſtellt, wenn r die halbe Länge der Stange und m den Abſtand des beſchreibenden Punktes von der Stangenmitte bedeutet. Die Bewegung dieſes Getriebes ſtimmt nach dem früher Angegebenen mit dem Abwälzen eines Kreiſes R zum Mittelpunkte M und vom Halbmeſſer r auf dem um O als Mittelpunkt mit dem doppelten Halbmeſſer $2r$ beſchriebenen Kreiſe K überein, wobei jeder Punkt im Umfange des rollenden Kreiſes R eine gerade Linie beſchreibt, die durch die Mitte O des Grundkreiſes K hindurchgeht. Der Mittelpunkt M des rollenden Kreiſes bewegt ſich hierbei in einem Kreiſe um O zum Halbmeſſer $OM = r$.

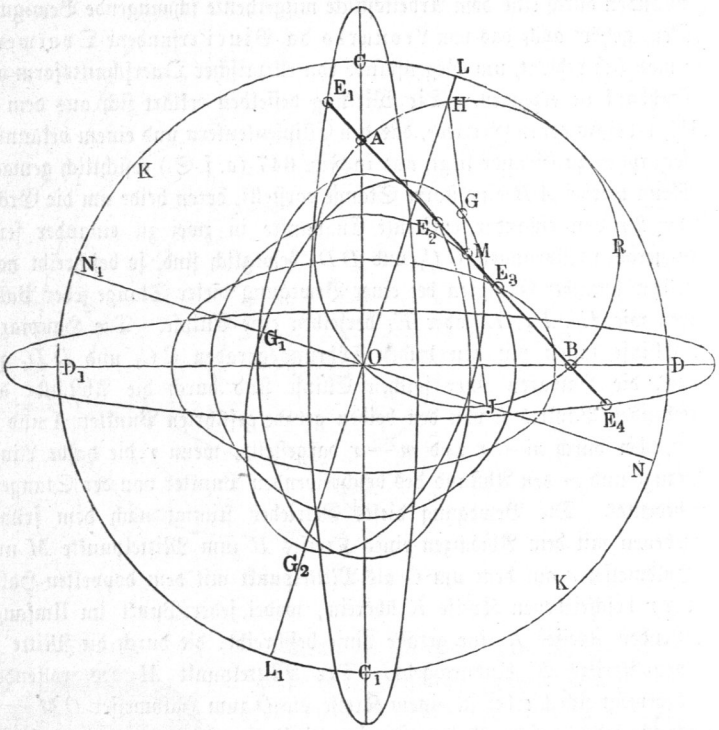
§. 176.

Auch für jeden außerhalb der Geraden AB liegenden und mit derſelben feſt verbundenen Punkt wie G gilt die gleiche Beziehung, wonach dieſer Punkt auch eine Ellipſe mit den Halbaxen $m + r$ und $m - r$ beſchreibt, wenn ebenfalls unter m der Abſtand dieſes Punktes von der Mitte M des rollenden Kreiſes verſtanden wird. Die Hauptaxen einer ſolchen Ellipſe GG_1G_2 fallen aber nicht mit den beiden Führungsgraden CC_1 und DD_1 zuſammen, ſondern deren Lage wird in folgender Weiſe gefunden. Zieht

[1]) D. R.-P. Nr. 38202.

man durch den betreffenden Punkt G den Durchmeſſer des rollenden Kreiſes, ſo erhält man in deſſen Enden H und J zwei Punkte, die bei der vorausgeſetzten Bewegung in den beiden zu einander ſenkrechten Durchmeſſern LL_1 und NN_1 des Grundkreiſes K bewegt werden. Man kann daher das betrachtete Getriebe, in welchem die Stange AB in CC_1 und DD_1 geführt wird, auch erſetzt denken durch ein anderes, worin die gerade Linie HJ mit ihren Endpunkten in den beiden zu einander ſenkrechten Führungsgeraden LL_1 und NN_1 bewegt wird. Demnach beſchreibt der Punkt G eine Ellipſe,

Fig. 647.



deren Hauptaxen in die beiden Richtungen LL_1 und NN_1 hineinfallen. Eine gleiche Betrachtung gilt für jeden beliebigen anderen, außerhalb der Verbindungslinie AB gelegenen mit derſelben feſt verbundenen Punkt.

An der relativen Bewegung des beweglichen, hier aus der Stange AB beſtehenden Syſtems gegen das ruhend gedachte Führungskreuz COD wird nichts geändert, wenn man allen Theilen des ganzen Getriebes, alſo ſowohl der geführten Stange wie dem führenden Kreuze, noch eine beliebige zuſätzliche Bewegung ertheilt denkt. Wählt man dieſe zuſätzliche Bewegung ſo,

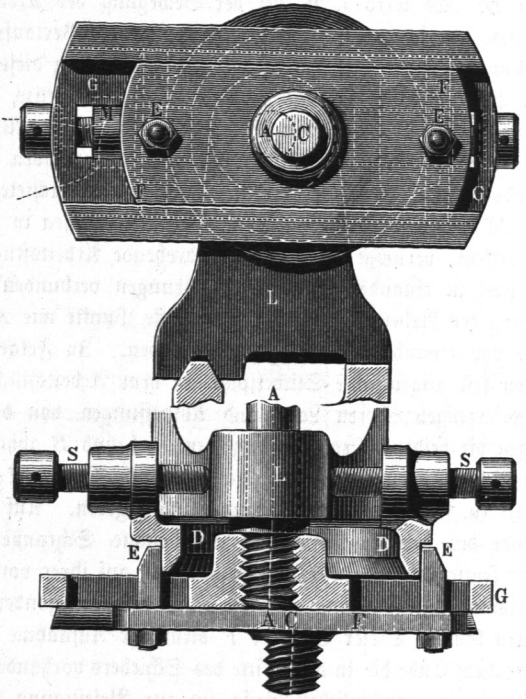
daß ſie für jeden Augenblick der vorausgeſetzten Bewegung der Stange AB genau gleich und in derſelben Linie entgegengeſetzt iſt, ſo kommt die Stange dadurch gänzlich in Ruhe, und das bisher ruhend gedachte Axenkreuz nimmt eine ſolche Bewegung an, vermöge deren ſich daſſelbe mit den beiden Geraden CC_1 und DD_1 ſtets durch die beiden nunmehr feſten Punkte A und B hindurchzieht. Es iſt dieſe Bewegung, wie man leicht erſieht, übereinſtimmend mit dem Rollen des äußeren Kreiſes K um den feſtliegenden R, für welche Bewegung ſich nun ganz ähnliche Betrachtungen anſtellen laſſen, wie für die zuerſt angenommene Bewegung der Stange AB in dem feſten Axenkreuze CD. Es wird z. B. bei der Bewegung des Axenkreuzes um die feſte Stange jede ſolche Ellipſe wie E ihrem ganzen Verlaufe nach durch denjenigen Punkt hindurchgezogen, der bei der Umkehrung dieſes Getriebes, d. h. bei der Bewegung der Stange in dem feſten Axenkreuze, dieſe Ellipſe beſchreibt. Für den Mittelpunkt der Stange M gehen dieſe Ellipſen in den Kreis um O und für die Endpunkte A und B in die geraden Linien CC_1 und DD_1 über. Auf dieſer Eigenthümlichkeit des betrachteten Getriebes beruht nun das erwähnte Ovalwerk, das im weſentlichen in einer ſolchen Anordnung beſteht, vermöge deren das abzudrehende Arbeitsſtück mit einem Kreuze von zwei zu einander ſenkrechten Führungen verbunden iſt, die bei der Umdrehung des Arbeitsſtückes durch zwei feſte Punkte wie A und B im Abſtande $2r$ von einander hindurchgezogen werden. In Folge deſſen muß eine irgendwo feſt angebrachte Stichelſpitze an dem Arbeitsſtücke eine elliptiſche Furche erzeugen, deren Lage und Abmeſſungen von der Lage des Stichels gegen die beiden feſten Führungspunkte A und B abhängen.

Um dieſe Bedingungen zu erfüllen, hat man dem Ovalwerk die folgende, aus Fig. 648 (a. f. S.) erſichtliche Einrichtung gegeben. Auf das an dem vorderen Ende der Drehbankſpindel A angebrachte Schraubengewinde iſt nach Art der Futter die Platte G geſchraubt, die auf ihrer vorderen Fläche mit einer prismatiſchen Führung verſehen iſt, in der ein beſonderes Schieberſtück F gleiten kann. Dieſer Schieber F dient zur Aufnahme des Arbeitsſtückes, zu welchem Ende die in der Mitte des Schiebers vorhandene Schraube dient, auf welche in gewöhnlicher Weiſe ein zur Befeſtigung des Arbeitsſtückes geeignetes Futter geſchraubt werden kann. Um den Schieber mit dem daran befeſtigten Arbeitsſtücke in der prismatiſchen Führung von G zu verſchieben, ſind an dem Schieber zwei das Stück G durchſetzende Anſätze oder Backen E angebracht, welche einen kreisförmigen Ring D ſtets von außen berühren der hinterhalb an dem Spindelſtocke der Drehbank unwandelbar befeſtigt iſt. Dieſem Ringe D kann durch die beiden gegenüber liegenden Stellſchrauben S innerhalb gewiſſer Grenzen eine beliebige excentriſche Stellung gegen die Drehbankſpindel A gegeben werden, ſo daß der Mittelpunkt C dieſes Ringes von der Axe A der Spindel den

feſten Abſtand AC hat, welcher der Länge $2r$ der Stange AB in Fig. 647 entſpricht.

Hiernach nimmt das mit dem Schieber verbundene Arbeitsſtück bei der Umdrehung der Drehbankſpindel eine Bewegung an, vermöge deren es genöthigt iſt, ſich mit zwei zu einander ſenkrechten Geraden durch die beiden feſten Punkte zu verſchieben, die durch die Mitte A der Drehbankſpindel und durch diejenige C des Ringes D dargeſtellt ſind. Während nämlich die Mittellinie des Schiebers F bei deſſen Gleitung in dem Führungsſtück G

Fig. 648.



immer durch die Axe A der Drehbankſpindel hindurchgeht, iſt die dazu ſenkrechte, zu den beiden Backen E parallele Mittellinie ſtets durch die Mitte C des feſten Ringes gerichtet.

Aus dem Vorſtehenden geht hervor, daß ein im Support der Drehbank feſtgehaltener Stichel das Arbeitsſtück nach einer Ellipſe bearbeitet, wobei das Folgende zu bemerken iſt. Wenn durch die Handhabung des Supports der Stichel bei der Bearbeitung eines plattenförmigen Körpers, etwa eines Bilderrahmens, ſenkrecht zur Spindel hin verſchoben wird, ſo haben alle von der Schneide in deren verſchiedenen Abſtänden von der Spindelaxe erzeugten

Ellipſen den Unterſchied der Halbaxen gemeinſam gleich der Entfernung von A und C. Die Richtung der Hauptaxen dieſer gedachten Ellipſen iſt dabei nur unter der Vorausſetzung übereinſtimmend, daß die Verſchiebungsrichtung des Stichels genau mit der geraden Verbindungslinie AC zuſammenfällt, wozu alſo in Folge der Einrichtung des Supports erforderlich iſt, daß dieſe Verbindungslinie AC horizontal iſt, und daß der Stichel genau in die Höhe der Spindel eingeſtellt wird. Würde dieſe Bedingung nicht erfüllt ſein, ſo würden die Hauptaxen der verſchiedenen, von dem Stichel erzeugten Ellipſen nicht in dieſelbe Richtung fallen, wie man aus der Fig. 647 leicht erkennt.

Stellt nämlich hierin A die Spindel und B die Mitte des um die Größe $2r$ excentriſch dazu geſtellten Führungsringes vor, ſo beſchreibt eine in der geraden Linie AB befindliche Schneide, wie z. B. E_2, eine Ellipſe, deren große Hauptaxe in die Richtung CC_1 fällt. Verſchiebt man den Stichel alsdann nach einem Punkte außerhalb AB, etwa nach G, ſo fällt die Hauptaxe nach dem Vorhergehenden in die Richtung LL_1, und es hat ſich die Lage der Hauptaxen daher während der Verſchiebung des Stichels von E_2 nach G fortwährend geändert. Hieraus ergiebt ſich die angegebene Bedingung.

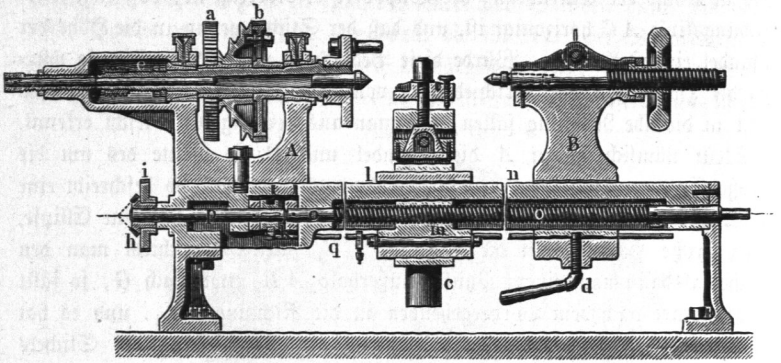
In Folge der gedachten Eigenſchaft der betrachteten Vorrichtung, wonach alle an einem Arbeitsſtücke ſich bildenden Ellipſen denſelben Unterſchied der Halbaxen zeigen, erſcheint in gewiſſen Fällen die Form der herzuſtellenden Gegenſtände wenig gefällig, beſonders dann, wenn der Abſtand des Stichels von der Spindel bedeutend verändert werden muß, wie dies etwa bei breiten Bilderrahmen der Fall iſt, bei denen die innere Form eine ſehr lang geſtreckte Ellipſe wird, während der äußere Umfang ſich der Kreisform nähert.

Es iſt erſichtlich, daß bei der im Vorſtehenden vorausgeſetzten Benutzung des Ovalwerkes die Herſtellung von Gegenſtänden durch Freidrehen im Auge gehalten wurde. Wenn es ſich dagegen um die Anfertigung von längeren, etwa ſtangenförmigen Gegenſtänden elliptiſchen Querſchnittes handeln würde, ſo müßten dazu zwei übereinſtimmende Ovalwerke in Anwendung gebracht werden, von denen das zweite an dem Reitſtocke befindliche das andere Ende des Gegenſtandes aufzunehmen hätte.

v. Pittler's Drehbank. Unter dem Namen Univerſal-Werkzeug- §. 177.
maſchine iſt neuerdings eine Drehbank von W. v. Pittler eingeführt worden, die ſich in mehreren Punkten von der gebräuchlichen Ausführungsart der oben beſprochenen Drehbänke vortheilhaft unterſcheidet, und die zur Ausführung der verſchiedenſten Dreherarbeiten bequem verwendet werden kann, ſo daß deren Erwähnung hier gerechtfertigt erſcheint. Wie aus der Fig. 649 (a. f. S.) zu erſehen iſt, zeigt dieſe Maſchine in A einen Spindel-

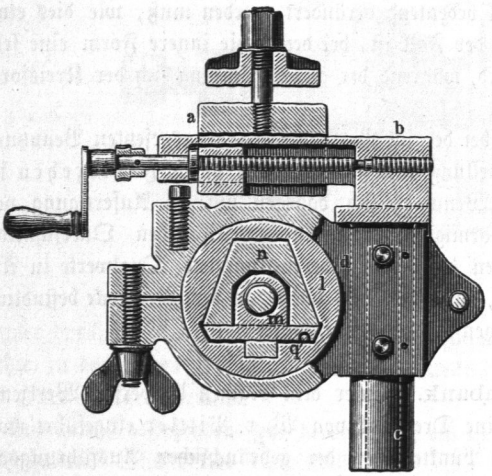
ſtock von ähnlicher Einrichtung, wie bei den gewöhnlichen Drehbänken, und ebenſo iſt der Reitſtock *B* im allgemeinen mit denen der bisher beſprochenen Drehbänke übereinſtimmend. Eine weſentliche Abweichung zeigt dagegen das

Fig. 649.



Bett, welches hier durch ein einziges Prisma von trapezförmigem Querſchnitt, Fig. 650, gebildet wird, deſſen Höhlung eine Leitſpindel *o* aufnimmt. Auf dieſem Prisma kann der daſſelbe umfangende Reitſtock *B* verſchoben und an beliebiger Stelle durch die Druckſchraube *d* feſtgeſtellt werden, während der Spindelſtock ſeine Stellung am linken Ende unverrückt beibehält. Die Spindel trägt die gewöhnlichen Stufenſcheiben, die für die Verwendung zu leichteren Arbeiten für Schnurbetrieb eingerichtet ſind, auch ſind die Zahnräder für das übliche doppelte Vorgelege in *a* und *b* angegeben. Die Spindel iſt übrigens der Länge nach durchbohrt, ebenſo wie auch der hintere Druckbolzen, um längere ſtabförmige Arbeitsſtücke bequem einführen zu können, wie dies bei den zur Herſtellung von Schrauben dienenden Drehbänken in der Regel der Fall iſt.

Fig. 650.



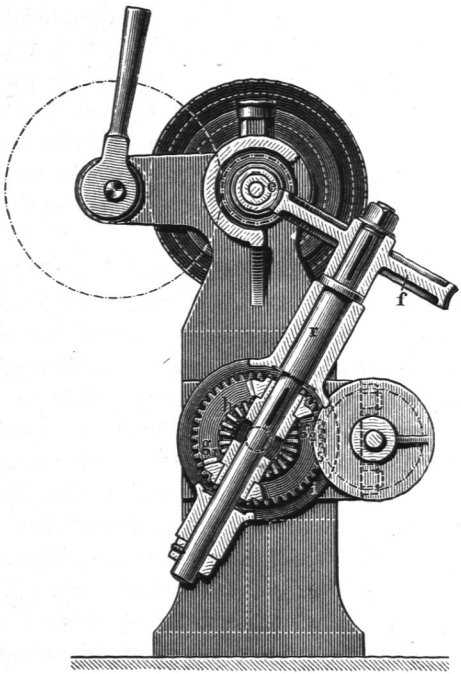
Eigenthümlich und von der gewöhnlichen Ausführung abweichend iſt der Support geſtaltet, wie aus Fig. 650 hervorgeht. Hiernach iſt der den Stichel aufnehmende Halter oder das Stichelgehäuſe a auf einem prismatiſchen Arme b von gleichfalls trapezförmigem Querſchnitte verſchiebbar angeordnet, und zwar kann die Verſchiebung durch die in dieſem Arme gelagerte Schraubenſpindel in ähnlicher Art wie bei den bisher beſprochenen Querſchlitten geſchehen. Dieſer Arm b ſelbſt, der dem Querprisma des gewöhnlichen Supports entſpricht, iſt mit dem cylindriſchen Schafte c in eine paſſende Bohrung des Stückes d geſteckt, das wieder mit einer cylindriſchen Bohrung auf dem Schlittenſtücke l befindlich iſt, welches ſich auf dem Bettprisma n der Länge nach verſchieben läßt. Offenbar geſtattet die cylindriſche Form von c und l, daß ſowohl das Querprisma b beliebig gegen die Längsrichtung der Drehbank geneigt werden kann, wie auch, daß man den ganzen Support um das Schlittenſtück l und damit um die Axe der Drehbank drehen kann. Die Befeſtigung geſchieht in beiden Fällen durch Feſtklemmen, zu welchem Zwecke ſowohl das Auge d für den Schaft c, wie auch der das Schlittenſtück l umfangende Ring geſchlitzt und mit den erforderlichen Druckſchrauben verſehen ſind.

Zur Längsbewegung des Supports iſt das Schlittenſtück l im Inneren mit einer Mutter m verſehen, die von der Leitſpindel bewegt wird, ſobald man dieſelbe umdreht. Dieſe Umdrehung kann durch eine auf das vierkantige Ende der Spindel geſteckte Handkurbel oder auch ſelbſtthätig von der Drehbankſpindel aus in folgender Weiſe bewirkt werden. Eine in der Richtung der Leitſpindel o gelagerte kurze Axe p kann durch eine ausrückbare Zahnkuppelung k mit der Leitſpindel gekuppelt werden, die dann von ihr mitgenommen wird, ſobald ſie von der Drehbankſpindel eine Umdrehung erhält. Um dies zu erzielen, trägt die Axe p auf dem freien Ende das kleine Kegelrad h, in welches eins der beiden gleichen Räder eingreifen kann, die auf einer Zwiſchenaxe r, Fig. 651 (a. f. S.), angebracht ſind. Dieſe beiden Räder g_1 und g_2 bilden ein Stück, das auf der Zwiſchenaxe verſchieblich iſt und von dieſer letzteren mittelſt Nuth und Feder mitgenommen wird, wenn die Zwiſchenaxe r umgedreht wird. Die Bewegungsübertragung auf dieſe Zwiſchenaxe erfolgt von der Drehbankſpindel aus durch eine Schraube ohne Ende e, die in das Schneckenrad f auf r eingreift. Man erſieht hieraus, daß der Support nach der einen oder anderen Richtung verſchoben wird, je nachdem das eine oder andere der beiden Kegelräder g_1 und g_2 mit h in Eingriff gebracht wird, und daß die Bewegung unterbrochen werden kann durch Ausrückung der Zahnkuppelung k zwiſchen der Axe p und der Leitſpindel o. Um hierbei die Fortrückgeſchwindigkeit des Supports zu verändern, kann man verſchieden große Schneckenräder f auf die Zwiſchenaxe ſetzen, und es iſt, um den Eingriff derſelben mit der

Schraube auf der Drehbankſpindel ſtets zu erzielen, die Zwiſchenaxe r in einem um die Axe p drehbaren Bügel gelagert, der in der erforderlichen Stellung feſtgeſtellt werden kann.

Dieſe Einrichtung geſtattet die Herſtellung von Schraubengewinden in einfacherer Art, als dies nach dem Vorhergehenden mittelſt der Wechſelräder (§. 171) geſchehen kann, indem man nur nöthig hat, für jede gewünſchte Steigung des zu erzeugenden Schraubengewindes das betreffende Schneckenrad auf die Zwiſchenaxe zu ſetzen. Wenn daſſelbe z Zähne hat, alſo bei z Umdrehungen des Arbeitsſtückes einmal umläuft, ſo ergiebt ſich für die Steigung der zu erzeugenden Gewinde die Größe $\frac{1}{z} l = s$, wenn l die Steigung der Leitſpindel bedeutet. Bei den Drehbänken dieſer Art ſind die Verhältniſſe der Leitſpindel ſo gewählt, daß jedes der vorhandenen Schneckenräder Schrauben zu erzeugen geſtattet, die für einen engliſchen Zoll halb ſo viele Gewindegänge zeigen, als die Zähnezahl des Schneckenrades angiebt. Da hierfür eine fünfgängige Schnecke verwendet wird, ſo ergiebt ſich die erforderliche Steigung der Leitſchraube aus der Gleichung $\frac{5\,l}{z} = \frac{2''}{z}$ zu $l = 0{,}4''$ engliſch. Bei dieſer Einrichtung hat man daher ſo viele Schneckenräder nöthig, als verſchiedene Gewinde zu ſchneiden ſind, und es iſt natürlich die Verſchiedenheit der überhaupt möglichen Steigungen bei weitem nicht ſo groß, wie bei der Anwendung einer gleich großen Anzahl von Wechſelrädern nach §. 171 erreichbar iſt, doch genügt die hier angegebene, durch größere Einfachheit ausgezeichnete Einrichtung für die gewöhnlichen Bedürfniſſe der Praxis, wo es hauptſächlich darauf ankommt,

Fig. 651.

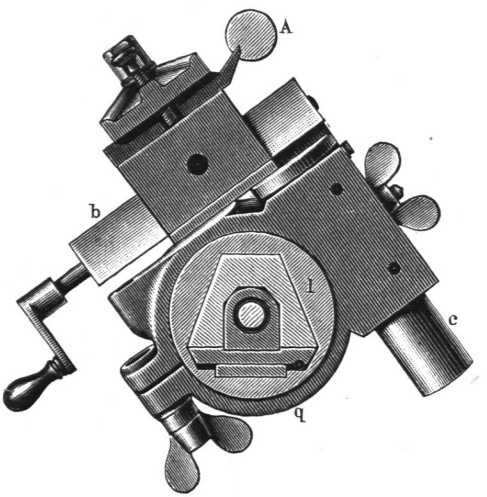


die Schraubengewinde des Whitworth'ſchen Syſtems (ſ. weiter unten) herzuſtellen.

Die hier beſchriebene ſelbſtthätige Längsbewegung des Supports durch die Schnecke *e* und ein paſſendes Wurmrad kann natürlich auch für das Drehen cylindriſcher Gegenſtände benutzt werden. Hierfür iſt eine ſelbſtthätige Ausrückung der Zahnkuppelung vorgeſehen, indem das Schlittenſtück *l*, Fig. 649, durch Anſtoßen gegen einen Stellring auf der Schubſtange *q* dieſe letztere ihrer Länge nach verſchiebt und dadurch die bewegliche Hälfte der Kuppelung von der feſten entfernt.

Ein beſonderer Vorzug der hier beſchriebenen Drehbank beſteht darin, daß wegen der Drehbarkeit des Supports um das Bettprisma dem Stichel leicht die für das Drehen geeignete Lage gegeben werden kann, wie aus Fig. 652 erſichtlich iſt, welche die Stellung des Supports bei dem Abdrehen eines cylindriſchen Bolzens *A* vergegenwärtigt. Es geht daraus hervor, wie man durch Drehen des Ringes *q* um das cylindriſche Schlittenſtück *l* jederzeit den Stichel in ſolche Lage bringen kann, daß die der Schneide auf dem Querprisma *b* ertheilte Verſchiebung genau durch die Axe des Arbeitsſtückes oder um einen beſtimmten Betrag ober- oder unterhalb derſelben vorbeigeht. Dies iſt der Fall nicht nur, wenn das Querprisma *b* ſenkrecht zur Längsrichtung der Drehbank ſteht, ſondern auch, wenn man daſſelbe durch Drehung des Schaftes *c* in dem Auge *d* in eine ſchräge Stellung bringt, wie ſie zum Abdrehen eines coniſchen Arbeitsſtückes nöthig iſt.

Fig. 652.

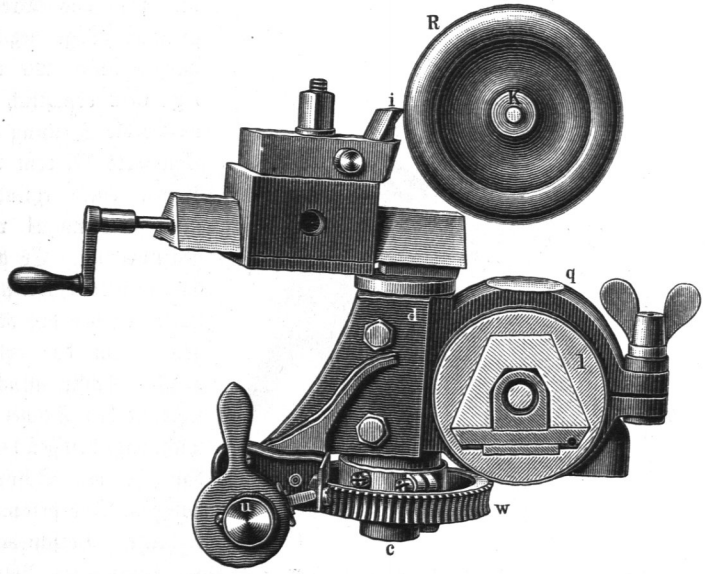


In welcher Weiſe man ferner die Drehbarkeit des Querprismas *b* um ſeinen Schaft *c* benutzen kann, um ringförmige Gegenſtände mit kreisförmigem Querſchnitte zu bearbeiten, geht aus Fig. 653 (a. f. S.) hervor. Hier iſt das Auge *d* für den Schaft des Querprismas nach vorn gebracht, und auf dem unteren Theile dieſes Schaftes ein Wurmrad *w* befeſtigt, das durch eine auf der Axe *u* befindliche Schnecke langſam umgedreht werden

kann. Dabei beſchreibt die Spitze *i* des Stichels einen Kreisbogen um die Mittellinie des Schaftes *c*, ſo daß der wulſtförmige Rand des Rades *R* genau abgedreht wird.

Stellt man dabei durch Verdrehung des Ringes *q* auf dem Schlitten *l* den Support ſo, daß die Axe des Schaftes *c* durch die Mitte der Drehbank *M* hindurchgeht, ſo erzeugt der Stichel eine Kugelfläche, deren Halbmeſſer gleich dem Abſtande der Stichelſchneide von der Axe des Schaftes *c* iſt, welchem Halbmeſſer vermittelſt der Schraube des Querprismas leicht die gewünſchte Größe gegeben werden kann. Setzt man dabei die Stichelſchneide auf dem Querprisma über die Axe des Schaftes *c* hinaus nach der

Fig. 653.



entgegengeſetzten Seite, ſo arbeitet der Stichel eine hohle Kugelfläche aus, oder man kann, wenn die Axe des Schaftes *c* ſeitlich vor der Drehbankſpindel vorübergeht, Hohlkehlen von kreisförmigem Querſchnitte erzeugen. Damit bei dieſer Verwendung der Drehbank zum Drehen von Kugeln und Ringen der Stichel ſelbſtthätig bewegt werde, empfängt die in das Wurmrad *w* eingreifende Schnecke ihre Drehung von der Drehbankſpindel aus durch Vermittelung der Axe *p* in Fig. 649, auf der ein Zahnrad *i* dazu dient, eine beſondere in der Figur nicht weiter angegebene Hülfsaxe umzudrehen, die mit dem Bolzen *u* für die Schnecke in Fig. 653 durch ein ausdehnſames Kuppelungsſtängelchen mittelſt zweier Univerſalgelenke verbunden iſt.

Wenn man in das Auge d des Ringes q anstatt des Querprismas eine Handvorlage setzt, so ist die Drehbank zum Drehen aus freier Hand tauglich, ebenso kann man aber auch in dieses Auge eine geeignete Vorrichtung zum Fräsen (s. weiter unten), oder einen Revolversupport einbringen, so daß hieraus eine mannigfache Verwendung der Drehbank zur Herstellung sehr verschiedener Arbeiten folgt. Für die Bearbeitung leichterer Gegenstände in mechanischen Werkstätten stellt daher diese Drehbank ein sehr brauchbares Werkzeug vor.

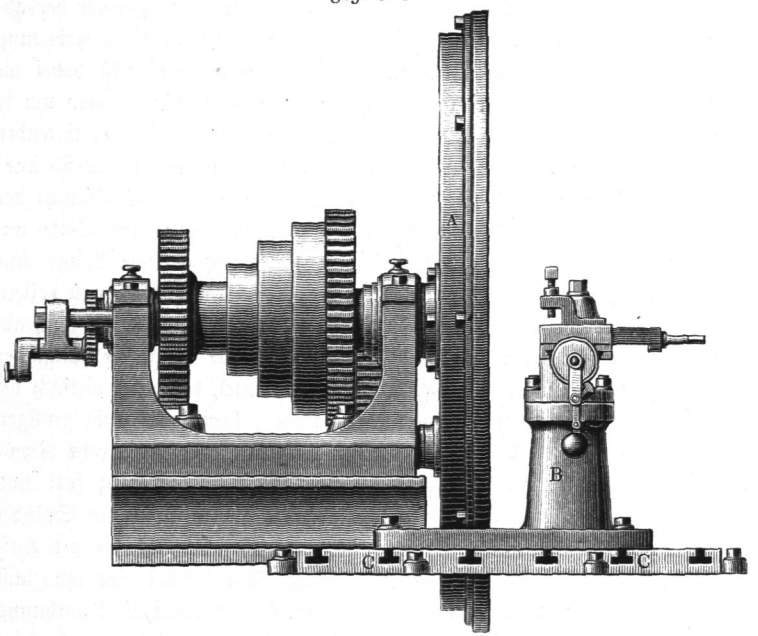
Plandrehbänke. Da die sogenannte Spitzenhöhe, d. h. die Höhe der Spindel über den Wangen des Bettes den größten Halbmesser der abzudrehenden Gegenstände bestimmt, so würde diese Höhe für die Bearbeitung großer Räder oder Riemscheiben eine so erhebliche werden, daß dabei die Standfähigkeit des Spindelstockes beeinträchtigt werden müßte, was um so bedenklicher erscheint, als gerade bei großen Arbeitsstücken die auftretenden Widerstände den abzuschälenden starken Spänen entsprechend bedeutend ausfallen. Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat man daher die Bauart der gewöhnlichen Drehbank etwas geändert dadurch, daß man dem Bette unmittelbar vor dem Spindelstocke auf eine bestimmte geringe Länge eine Durchkröpfung oder Durchbiegung nach unten ertheilt, wodurch man erzielt, daß Gegenstände von größerem Halbmesser, als die Spitzenhöhe ist, noch abgedreht werden können, vorausgesetzt, daß ihre axiale Länge die Länge der gedachten Kröpfung nicht überschreite. Dieses Mittel, das man vielfach bei den Drehbänken der Maschinenwerkstätten findet, kann aber nicht genügen für sehr große Arbeitsstücke, wie z. B. für Schwungräder und große Riemscheiben. Für solche Arbeitsstücke läßt man den Reitstock ganz fort und richtet die Drehbank nur für das Freidrehen ein, indem man die Spindel mit einer großen Planscheibe A, Fig. 654 (a. f. S.), versieht, die zur Aufnahme des abzudrehenden Gegenstandes dient. Um hierbei eine thunlichst geringe Höhe des Spindelstockes zu erhalten, trifft man dabei die Anordnung so, daß die Planscheibe mit dem daran befestigten Arbeitsstücke unterhalb in eine unmittelbar vor dem Spindelstocke angebrachte grubenförmige Vertiefung eintritt. §. 178.

Der zur Aufnahme des Stichels dienende Kreuzsupport gewöhnlicher Einrichtung wird hierbei in der Regel durch einen Ständer B unterstützt, welcher auf einer vor und neben der besagten Grube befindlichen eisernen Platte an der erforderlichen Stelle durch Schrauben befestigt wird, zu welchem Ende die in der Platte befindlichen Nuthen C ein bequemes Mittel bieten. Zur Umdrehung der Planscheibe von der Spindel aus bedient man sich hierbei meist einer auf der Rückseite der Planscheibe angebrachten Verzahnung, in die ein Zahngetriebe auf einer Vorgelegswelle eingreift, die von

der Spindel aus bewegt wird, wie dies in §. 165 und durch Fig. 586 bereits angegeben wurde. Die Geſchwindigkeit der Umdrehung der Spindel muß bei ſolchen Bänken innerhalb ſehr weiter Grenzen veränderlich ſein, da es ſich hierbei ebenſowohl um das Abdrehen des äußeren Umfanges eines ſolchen Rades, wie um das Ausdrehen oder Ausbohren der Nabe zu handeln pflegt. Ein Abdrehen zwiſchen Spitzen iſt bei ſolchen Plandrehbänken nicht möglich und in den meiſten Fällen auch nicht nöthig.

Derartige Planbänke haben mancherlei Uebelſtände. Zunächſt iſt das Aufbringen großer Gegenſtände auf eine ſolche ſenkrecht ſtehende Planſcheibe

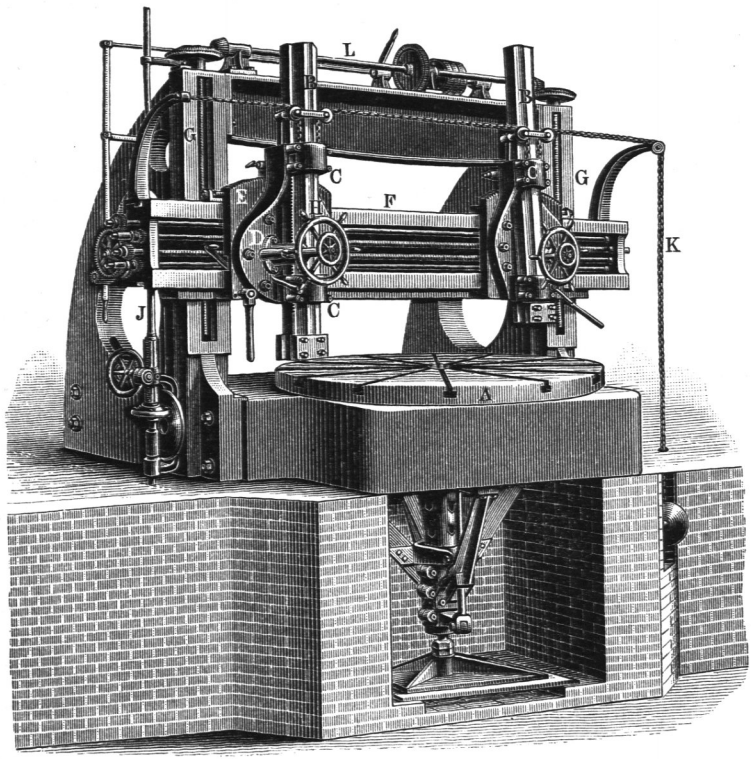
Fig. 654.



ſchwierig und das genaue Ausrichten zeitraubend. Dann aber wirkt das ganze, oft ſehr beträchtliche Gewicht des Arbeitsſtückes an einem ziemlich langen Hebelarme auf das freie Ende der Spindel, womit eine Durchbiegung der letzteren verbunden iſt, worunter die Genauigkeit der Arbeit leidet. Man hat daher, beſonders in amerikaniſchen Werkſtätten, dieſe Plandrehbänke aufrechtſtehend gebaut, ſo daß die auf einer ſenkrechten Spindel angebrachte Planſcheibe wegen ihrer wagrechten Lage in geringer Höhe über dem Fußboden ein bequemes und ſicheres Aufbringen und Ausrichten des Werkſtückes zuläßt, und die Spindel durch das Eigengewicht der Planſcheibe nicht auf Biegung beanſprucht wird.

Eine ſolche aufrechte Drehbank der Niles Tool Works in Hamilton, Ohio, iſt durch Fig. 655 verdeutlicht. Die Planſcheibe *A* iſt auf dem oberen Ende einer ſenkrechten Spindel befeſtigt, die in einer Grube unterhalb in einem Halslager geführt und durch eine Stahlſpur unterſtützt wird. Für kleinere Arbeiten nimmt dieſer Spurzapfen das Gewicht der Planſcheibe auf, während bei der Bearbeitung ſchwerer und großer Gegenſtände das Spurlager in geringem Betrage geſenkt wird, ſo daß die Planſcheibe ſich

Fig. 655.



leicht auf eine in der Nähe des äußeren Umfanges unter ihr angebrachte ringförmige Führung ſtützt. Zur Umdrehung der Scheibe dient ein an ihrer Unterſeite angebrachter innerer Zahnring, in den ein Getriebe auf einer ſtehenden Welle eingreift, die durch Vermittelung coniſcher Räder von einer in der Figur nicht ſichtbaren Stufenſcheibe gedreht wird.

Zur Aufnahme der Stichel ſind zwei ſtarke Werkzeughalter *B* vorgeſehen, die in genauen Führungen *C* ihrer Länge nach verſchoben werden können. Dieſe Führungslager jedes Werkzeughalters befinden ſich in einer Platte *D*,

die eine gewiſſe Aehnlichkeit mit der bei den Hobelmaſchinen als Lyra bezeichneten Platte hat, und auch wie dieſe an dem Schlittenſtücke E drehbar befeſtigt iſt, das auf einem Querprisma F ſich verſchieben läßt. Auch in Betreff der Einrichtung dieſes Querbalkens F und deſſen Verſchiebung an den Verticalſtändern G mit Hülfe zweier Schraubenſpindeln iſt die Uebereinſtimmung mit den entſprechenden Theilen bei Tiſchhobelmaſchinen unverkennbar, und es mag hierfür auf die Beſchreibung in §. 151 verwieſen werden. In dem Querbalken ſind zwei Schraubenſpindeln für die Horizontalbewegung der Schlitten und Stichel angebracht, während zwei genuthete Wellen die Verſchiebung der Sticheltträger in ihrer Längsrichtung in derſelben Weiſe ermöglichen, wie ſie durch Fig. 554 erläutert wurde, und zwar kann wie dort dieſe Verſchiebung ſelbſtthätig in der Richtung der Barren B erfolgen, ſowohl bei ſenkrechter wie ſchräger Stellung derſelben.

Hierdurch iſt die Möglichkeit geboten, jedes der beiden Werkzeuge unabhängig von dem anderen nach der einen oder anderen Richtung zu bewegen, und um dieſe Fortrückung ſelbſtthätig zu machen, dient die ſtehende Hülfsaxe J, die von einer liegenden Zwiſchenwelle vermittelſt zweier Frictioñsſcheiben umgedreht wird, wobei durch eine Verſchiebung der auf dieſer ſtehenden Axe angebrachten Reibungsſcheibe die Geſchwindigkeit der Fortrückbewegung jederzeit nach Belieben verändert werden kann. Außerdem läßt ſich jeder einzelne Barren behufs eines ſchnellen Zurückziehens auch mittelſt eines in die gezahnte Barre eingreifenden Triebrades durch das Handrad H bewegen.

Wie aus der Figur erſichtlich iſt, dient ein an der Kette K hängendes Gewicht dazu, das Eigengewicht der beiden Barren B zu tragen, zu welchem Ende dieſe Kette an jeder Barre über drei Rollen geführt iſt, von denen zwei feſt an dem Führungsſtück angebracht ſind, während die dritte zwiſchen ihnen befindliche als loſe Rolle mit der Barre verbunden iſt. Durch dieſe Anordnung wird das zur Ausgleichung erforderliche Gegengewicht auf die Hälfte des ſonſt nöthigen Betrages verringert, auch wird die Ausgleichung durch die ſeitliche Verſchiebung der Barren oder durch die ſchräge Stellung derſelben nicht beeinträchtigt.

Die ſenkrechte Verſchiebung des Querträgers F an den Ständern G mittelſt der beiden in den letzteren befindlichen Schraubenſpindeln kann bei dieſer Maſchine ebenfalls ſelbſtthätig vorgenommen werden, zu welchem Ende die auf dem Querriegel des Geſtelles gelagerte Welle L, die durch Kegelräder die Schraubenſpindeln in den Ständern umdreht, von einer Vorgelegswelle aus bewegt wird, die durch zwei Riemen, einen offenen und einen gekreuzten nach Belieben links- oder rechtsum gedreht werden kann.

Dieſe Maſchinen dienen nicht bloß zum Abdrehen und Ausbohren ſehr großer Arbeitsſtücke, ſondern ſie können auch verwendet werden, um eine

größere Anzahl von kleineren auf die Planſcheibe geſchraubten Gegenſtänden gleichzeitig zu bearbeiten. Auch hat man dieſe Maſchinen mit Einrichtungen verſehen, die ein Abdrehen von Riemſcheiben in der Art geſtalten, daß die Scheiben nach ihrer Ausbohrung auf Bolzen oder Dornen befeſtigt und auf denſelben zwiſchen Spitzen abgedreht werden können, um die Spannung zu vermeiden, die in ſolchen Scheiben in den nur dünnen Armen und Kränzen entſteht, ſobald man ſie durch Spannkloben mit der Planſcheibe verbindet. Zu dem Behufe erhält die Planſcheibe in ihrer Mitte einen Kerner, und man bringt an dem Querprisma einen beſonderen, gleichfalls mit Kerner verſehenen Schlitten an, der genau über die Mitte geſtellt, die Stelle des Reitſtockes vertritt.

Dieſe Maſchinen, die man für Arbeitsſtücke bis zu 8 Meter Durchmeſſer ausführt, haben in den Vereinigten Staaten von Amerika eine große Verbreitung gefunden.

Cylinderbohrmaschinen. Mit dem Abdrehen der Gegenſtände auf der Drehbank hat das Ausbohren von Cylindern im Inneren eine gewiſſe Aehnlichkeit inſofern, als hierbei ebenfalls durch einen oder mehrere nach Art der Drehmeißel geformte Stichel das Abſchälen von Spänen in derſelben Art, wie bei dem Drehen ſtattfindet. Ein weſentlicher Unterſchied beſteht jedoch darin, daß bei dem Ausbohren von Cylindern die drehende Arbeitsbewegung immer dem Werkzeuge mitgetheilt wird; auch empfängt daſſelbe faſt immer die langſame Verſchiebung behufs der Spanverſetzung, ſo daß das Arbeitsſtück bei dieſen Maſchinen vollkommen unbeweglich iſt. Nur bei dem Ausbohren kleinerer Cylinder bedient man ſich zuweilen einer Drehbank oder ähnlichen Maſchine von ſolcher Einrichtung, daß der zu bearbeitende Cylinder der Länge nach verſchoben wird. Zu dem Zwecke befeſtigt man bei Drehbänken den auszubohrenden Cylinder auf der Grundplatte des Supports, die durch die Leitſpindel langſam verſchoben wird, während die arbeitende Schneide, das Bohrmeſſer, mit einer ſtarken, zwiſchen die Spitzen geſpannten Stange, der Bohrſtange, feſt verbunden an deren Umdrehung Theil nimmt. Dieſe Anwendung der Drehbank als Cylinderbohrmaſchine muß aber als ein Nothbehelf angeſehen werden, der nur für kleine Cylinder anwendbar iſt, da die ganze Einrichtung der Drehbank für eine derartige Verwendungsart von vornherein überhaupt nicht berechnet iſt. Auch haftet dieſer gedachten Art des Ausbohrens der große Uebelſtand an, daß die beſagte Bohrſtange dabei eine große Länge erhalten muß, die mindeſtens gleich der doppelten Länge des auszubohrenden Cylinders zu bemeſſen iſt, und da der Druck gegen die Schneide dieſe Stange in ihrer Mitte angreift, ſo wird die Genauigkeit der Arbeit durch die Durchbiegung beeinträchtigt, welche die Stange unter dem Drucke der Schneide erfährt. §. 179.

Die eigentlichen Cylinderbohrmaſchinen werden je nach Stellung der Cylinder während des Bohrens als liegende oder ſtehende bezeichnet; ſtehende werden in der Regel für die größeren Cylinder und die liegenden für geringere Abmeſſungen verwendet. Es iſt übrigens für die erhaltene Arbeit nicht gleichgültig, ob der auszubohrende Cylinder in wagrechter oder ſenkrechter Stellung dem Ausbohren unterworfen wird; es kommt dabei darauf an, welche Aufſtellung der Cylinder ſpäter erhält, wie man ſich durch folgende Betrachtung deutlich macht. Geſetzt, ein großer Cylinder ſei in ſenkrechter Stellung genau cylindriſch ausgebohrt, ſo daß er im Inneren genau rund, d. h. von genau kreisförmigem Querſchnitte iſt, ſo wird dieſe Querſchnittsform nicht mehr genau vorhanden ſein, ſobald dieſer Cylinder in wagrechte Lage gebracht wird, wie es der Fall iſt, wenn er zu einer liegenden Maſchine beſtimmt iſt. In dieſer wagrechten Stellung wird nämlich durch das Eigengewicht in dem Cylinder das Beſtreben hervorgerufen, einen mehr ovalen Querſchnitt anzunehmen. Ebenſo kann man bemerken, daß ein in wagrechter Lage genau rund ausgebohrter Cylinder den genauen kreisförmigen Querſchnitt einbüßen muß, ſobald er aufrecht geſtellt wird, und alſo nunmehr die Querſchnittsform nicht mehr in der Weiſe durch das Eigengewicht beeinflußt wird, wie es während des Ausbohrens der Fall war. Wenn auch die durch das Eigengewicht veranlaßten Formänderungen in den meiſten Fällen nur gering ſein werden und insbeſondere bei kleinen Cylindern kaum bemerkt werden dürften, ſo müſſen dieſe Formänderungen doch in dem Maße merklicher werden, wie der Durchmeſſer größer iſt, um ſo mehr als die Wandſtärken der Cylinder in der Regel nicht in demſelben Verhältniſſe größer genommen werden, wie die Cylinderdurchmeſſer. Man hat daher wohl als Regel aufgeſtellt, man ſolle die Cylinder ſo ausbohren, wie ſie ſpäter aufgeſtellt werden, alſo die Cylinder liegender Maſchinen auf liegenden und diejenigen ſtehender Maſchinen auf ſtehenden Bohrmaſchinen, ohne daß man jedoch immer in der Lage ſein wird, dieſe Regel ſtreng zu befolgen.

Bei allen hier in Betracht kommenden Maſchinen handelt es ſich zunächſt darum, den auszubohrenden Cylinder möglichſt ſtarr und unverrückbar auf dem feſten Geſtell aufzuſtellen, wobei gleichzeitig eine thunlichſt centriſche Ausrichtung vorzunehmen iſt, damit beim Ausbohren der abzuſchälende Span ringsum möglichſt dieſelbe Stärke erhält. Für die ſtehend zu bohrenden Cylinder begnügt man ſich hierbei mit einer Befeſtigung des unteren Endes oder Flanſches, da eine Befeſtigung auch des oberen Endes mit großen Schwierigkeiten verknüpft ſein würde, und da die Cylinder auch meiſtens in ſich ein hinreichend großes Widerſtandsmoment gegen Erzitterungen haben.

Ganz beſondere Sorgfalt hat man auf die Ausführung und Stärkenbemeſſung der Bohrſtange zu verwenden. Dieſelbe muß ſtark genug ſein, um ſich unter dem auf ſie ausgeübten Widerſtande nicht merklich durchzu-

biegen; aus demſelben Grunde wird man die Unterſtützungen dieſer Stange in ſo geringer Entfernung von einander anordnen wie möglich, und für eine vorzügliche Führung in den unterſtützenden Lagern ſorgen, auch einem etwa durch die Abnutzung eingetretenen Schlottern der Stange in ihren Lagern durch geeignete Nachſtellvorrichtungen begegnen.

Nur ſelten und etwa nur bei den kleinſten Cylindern bedient man ſich eines einzigen Stichels; man pflegt vielmehr immer mehrere Schneiden oder Bohrmeſſer mit der Bohrſtange zu verbinden, zu welchem Ende dieſelbe in der Regel mit einem ſcheibenförmigen Bohrkopfe verſehen wird, der an ſeinem Umfange die einzelnen Meſſer ringsum in gleichmäßiger Vertheilung enthält. Hierdurch wird die Bohrſtange vor einem einſeitig auf ſie wirkenden Drucke möglichſt bewahrt und von einem ſolchen nur inſofern beanſprucht, als die Widerſtände der einzelnen Meſſer nicht ſämmtlich von gleicher Größe ſind. Dabei iſt es vielfach gebräuchlich, eine ungerade Anzahl von Meſſern in dem Bohrkopfe anzuordnen, damit nicht zwei Meſſer diametral gegenüber befindlich ſind, weil von einer ſolchen Angriffsweiſe befürchtet werden muß, daß bei einem übermäßig großen Widerſtande, den ein Meſſer an einer beſonders harten Stelle findet, das gegenüberſtehende Meſſer zu einem zu tiefen Einſchneiden veranlaßt werden könnte.

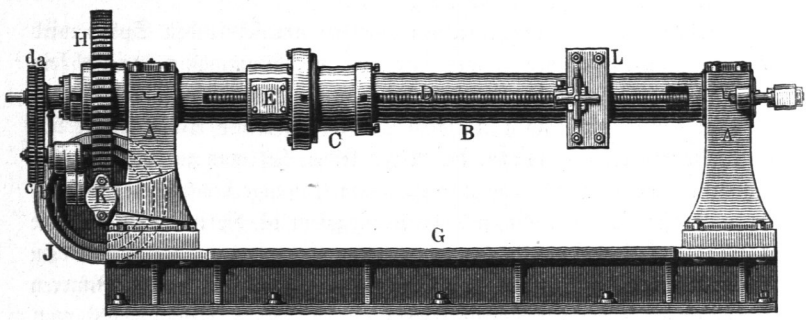
Die Stärke der von den einzelnen Meſſern abzuſchälenden Späne wird aus begreiflichen Gründen immer nur eine verhältnißmäßig geringe ſein können, denn abgeſehen davon, daß bei dem Abſchälen ſehr ſtarker Späne wegen der dabei auftretenden ſtärkeren Erzitterungen des Arbeitsſtückes wie des Werkzeuges die Genauigkeit der Arbeit leidet, hat man zu bedenken, daß der auszubohrende Cylinder durch die an dem Umfange des Bohrkopfes ausgeübten Kräfte einer erheblichen Torſion ausgeſetzt iſt, die in der Regel eine viel größere Anſtrengung in der Cylinderwandung erzeugt, als ſie bei dem ſpäteren Betriebe der Dampf- und Gebläſemaſchinen durch den im Inneren vorherrſchenden Druck herbeigeführt wird.

Behufs der Verſetzung des Bohrmeſſers nach der Axenrichtung des zu bohrenden Cylinders macht man entweder die mit dem Bohrkopfe ein zuſammenhängendes feſtes Stück bildende Bohrſtange in ihren Lagern verſchieblich, oder man verſchiebt den Bohrkopf auf der Bohrſtange, welche letztere Anordnung die gebräuchlichere iſt. Die Verſchiebung geſchieht immer durch eine Schraubenſpindel, die bei einem verſchieblichen Bohrkopfe im Inneren der Bohrſtange gelagert, an deren Umdrehung theilnimmt und deren Mutter mit dem Bohrkopfe verbunden iſt. Eine Verſchiebung des letzteren auf der ſich drehenden Bohrſtange wird dabei dadurch erreicht, daß man durch ein geeignetes Getriebe die Schraubenſpindel mit etwas größerer oder kleinerer Geſchwindigkeit umdreht, als die Bohrſtange und die Schraubenmutter, ſo daß die Verſchiebung gemäß der Differenz der beiden Umdrehungen erfolgt.

Alle dieſe Bohrmaſchinen mit einem die Meſſer aufnehmenden Bohrkopfe können nur zum Ausbohren cylindriſcher Höhlungen benutzt werden, während die Bearbeitung kegelförmiger Flächen nur in einer dem Drehen entſprechenden Weiſe mittelſt eines Meſſers geſchehen kann, das eine gegen die Axe des Arbeitsſtückes geneigte Verſchiebung erfährt. Doch erfordert es große Aufmerkſamkeit, auf dieſen Bohrmaſchinen einen genauen Cylinder zu bohren, da durch die unvermeidliche Abnutzung der Bohrmeſſer der Abſtand der Schneiden von der Axe ſich verkleinert, ſo daß nur durch ſehr genaue Stellung der nach dem Stumpfwerden wieder angeſchliffenen Bohrmeſſer eine möglichſt genaue cylindriſche Form der ausgebohrten Höhlung erreicht werden kann. Während ein ſolches Anſchleifen bei kleineren Cylindern meiſt nicht erforderlich iſt, da dieſelben in kurzer Zeit vollendet werden können, iſt daſſelbe bei dem Ausbohren größerer Cylinder, die oft mehrere Tage zu ihrer Bearbeitung erfordern, in der Regel nicht zu umgehen.

§. 180. **Liegende Cylinderbohrmaſchinen.** Eine liegende Cylinderbohrmaſchine iſt durch Fig. 656 veranſchaulicht, die dem Werke von Hart über

Fig. 656.



Werkzeugmaſchinen entnommen iſt. Zur Aufnahme des auszubohrenden Cylinders dient die obere Fläche des gußeiſernen Geſtelles G, die mit den erforderlichen Durchbrechungen verſehen iſt, um die zur Befeſtigung des Cylinders dienenden Schrauben anzubringen. In zwei kräftigen Lagern A iſt die ſtarke Bohrſtange B gelagert, die äußerlich genau cylindriſch abgedreht iſt, um darauf den paſſend ausgebohrten Bohrkopf C zu verſchieben. Zu dieſer Verſchiebung dient die in der hohlen Bohrſtange centriſch angebrachte Schraubenſpindel D, deren Mutter E, wie aus der Figur erſichtlich iſt, mit dem Bohrkopfe feſt verbunden iſt, indem dieſelbe durch einen Längsſchlitz der Bohrſtange nach außen tritt. Entſprechende Oeffnungen in dem Bohrkopfe dienen zur Aufnahme der Bohrmeſſer, die durch Schrauben ſo feſtgeſtellt

werden, daß die Schneiden genau um den Halbmeſſer der herzuſtellenden Bohrung von der Axe abſtehen.

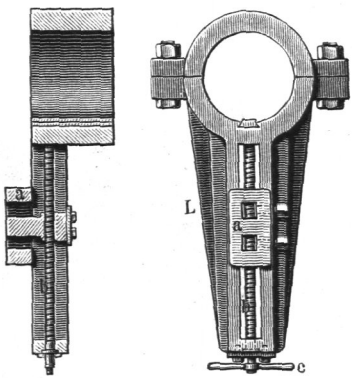
Die Bohrſtange erhält ihre langſame Umdrehung entſprechend der in §. 147 angeführten Umfangsgeſchwindigkeit der Schneiden von einer durch die Stufenſcheiben J angetriebenen Schraube ohne Ende K, die in das auf der Bohrſtange befeſtigte Schneckenrad H eingreift. Um zur Längsſchiebung des Bohrkopfes die Schraubenſpindel D umzudrehen, dient ein ſogenanntes Differentialräderwerk von folgender Einrichtung. An dem Ende der Bohrſtange iſt auf dieſer das Stirnrad a befeſtigt, das in ein anderes Rad b eingreift, welches mit einem dritten Rade c feſt verbunden ſich mit dieſem loſe um ſeine Axe drehen kann. Endlich ſteht das Rad c mit einem vierten Rade d im Eingriffe, das auf der Schraubenſpindel D befeſtigt iſt. Vermöge dieſer ſchon in Th. III, 1 beſprochenen Einrichtung macht die Schraubenſpindel bei einer Umdrehung der Bohrſtange B $\frac{a}{b}\frac{c}{d}$ Umdrehungen nach derſelben Richtung, wenn unter a, b, c, d die Zähnezahl oder die Halbmeſſer der gleich bezeichneten Räder verſtanden werden. Die relative Drehung der Schraube gegen die Mutter ergiebt ſich daher zu

$$w = 1 - \frac{a}{b}\frac{c}{d} \text{ Umdrehungen,}$$

wodurch eine Längsverſchiebung des Bohrkopfes erzielt wird, die durch $s = \left(1 - \frac{a}{b}\frac{c}{d}\right) h$ gegeben iſt, unter h die Steigung der Schraubenſpindel verſtanden. Die Zähnezahlen von a und d, ſowie die von b und c ſind nur wenig von einander verſchieden, ſo daß die Verſchiebung des Bohrkopfes bei jeder Umdrehung der Bohrſtange oder bei einem Schnitte jedes Meſſers nur gering iſt. Hat man z. B. die Zähnezahlen $a = 60$, $b = 64$, $c = 52$ und $d = 53$, und hat die Schraubenſpindel eine Steigung von $h = 7\,\text{mm}$, ſo ergiebt ſich die Verſchiebung für jede Umdrehung zu

$$s = \left(1 - \frac{60}{64}\frac{52}{53}\right) 7 = (1 - 0{,}920)\ 7 = 0{,}08 \,.\, 7 = 0{,}56\,\text{mm}.$$

Fig. 657.

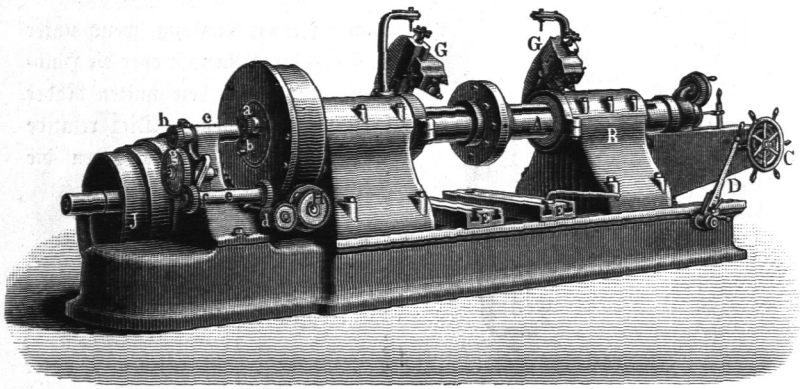


Auf der Bohrſtange kann außerdem noch an beliebiger Stelle ein Arm L befeſtigt werden, mittelſt deſſen die Flanſchen oder Stirnflächen der Cylinder eben gedreht werden können. Zu dieſem Zwecke iſt dieſer Arm, Fig. 657,

zu einer prismatiſchen Führung geſtaltet, auf welcher ein Stichelhalter *a* verſchieblich iſt, der zur Aufnahme des Stichels zum Abdrehen der beſagten Flächen dient. Dieſes Abdrehen erfolgt daher entgegen demjenigen auf der Drehbank durch die Umdrehung des Stichels an dem feſtliegenden Arbeitsſtücke, alſo in derſelben Weiſe wie das Ausbohren. Um hierbei den Stichel ſenkrecht zur Axe des Cylinders ſelbſtthätig zu verſchieben, dient in einfacher Weiſe ein auf die Schraubenſpindel *b* des Armes geſteckter Stern *c*, der bei jedem Umgange durch Anſtoßen eines ſeiner Arme gegen einen feſten Anſtoßknaggen entſprechend gedreht wird, wodurch der Stichel verſchoben wird. Es iſt dies einer der ſeltenen Fälle, wo man bei dem Abdrehen oder Bohren das Werkzeug ſchrittweiſe fortrückt; man wählt hier dieſe Art der Schaltung wegen ihrer leichten Ausführung.

Bei dieſer Maſchine iſt es erforderlich, um einen Cylinder einbringen oder herausnehmen zu können, die Bohrſtange nach Abnahme der Lagerdeckel zu

Fig. 658.



entfernen, ein Uebelſtand, der mit der durch Fig. 658 dargeſtellten Maſchine von Niles in Hamilton nicht verbunden iſt. Bei dieſer Maſchine iſt die Bohrſtange *A* in einem dem Reitſtocke der Drehbank entſprechenden Ständer *B* geführt, und kann durch denſelben nach rechts herausgezogen werden, wozu eine Zahnſtange dient, die mit dem Ende der Bohrſtange verbunden iſt und in die ein durch das Handrad *C* umzudrehendes Zahnrad eingreift. Auch der beſagte Reitſtock *B* kann mittelſt einer Zahnſtange durch den Schalthebel *D* je nach der Länge des zu bohrenden Cylinders verſtellt werden, ebenſo können die zur Aufnahme des Arbeitsſtückes dienenden Stützplatten *E* der Länge nach verſetzt werden. Zum Abdrehen der Cylinderflanſchen ſind hier zwei Arme *G* vorgeſehen, die erforderlichenfalls mit der Bohrſtange feſt verbunden oder von ihr gelöſt werden können. Dieſe Arme

zeigen bezüglich der Stichelverſchiebung eine ähnliche Einrichtung, wie die vorher beſprochene Maſchine. Auch hier wird die Bohrſtange durch ein Schneckenrad umgedreht, in das eine auf der Axe H angebrachte Schnecke eingreift. Die Stufenſcheibe zum Antrieb der Maſchine iſt in J ſichtbar, der Antrieb der Schneckenwelle H erfolgt durch zwei Kegelräder, die in der Figur verdeckt ſind. Ein ſolcher Betrieb durch eine Schraube ohne Ende iſt einer Umdrehung durch Zahnräder trotz der größeren Reibungswiderſtände vorzuziehen, weil die Bewegung dadurch ganz beſonders ſanft und ruhig erfolgt, wie es zur Erzeugung ſchöner Arbeitsflächen unbedingt erforderlich iſt.

In abweichender Weiſe wird bei dieſer Maſchine die den Bohrkopf verſchiebende Schraubenſpindel bewegt. Dieſe Schraubenſpindel iſt nämlich nicht in der Axe der Bohrſtange, ſondern excentriſch zu derſelben gelagert und ſie trägt an ihrem linken Ende ein kleines Zahnrad a. Dieſes Zahnrad greift in ein anderes kleines Rad b ein, das auf dem Ende einer Hülfsaxe c angebracht iſt, die genau in der Axenrichtung der Bohrſtange befindlich iſt. Vermöge dieſer Einrichtung wird das Rädchen a auf der Schraubenſpindel bei der Drehung der Bohrſtange um das auf der Hülfsaxe c befindliche Rädchen b herumgeführt, und es wird hierbei der Schraubenſpindel außer der Drehung mit der Bohrſtange auch noch eine Drehung um die eigene Axe ertheilt, in Folge deren der Bohrkopf verſchoben wird. Wenn dabei das Rad b unbeweglich feſtſtünde, ſo würde die Drehung der Schraubenſpindel und Verſchiebung des Bohrkopfes viel zu groß werden, man hat daher auch dem Rade b eine eigene Drehung zu ertheilen, was bei der abgebildeten Maſchine von der Schneckenaxe H aus mittelſt der Zwiſchenwellen d und e und der Wechſelräder f, g und h geſchieht. Dabei geſtatten die Wechſelräder in bekannter Art eine Veränderung der Geſchwindigkeit, mit welcher das Rädchen h gedreht wird, und daher eine Veränderung der Verſchiebung des Bohrkopfes für jede Umdrehung.

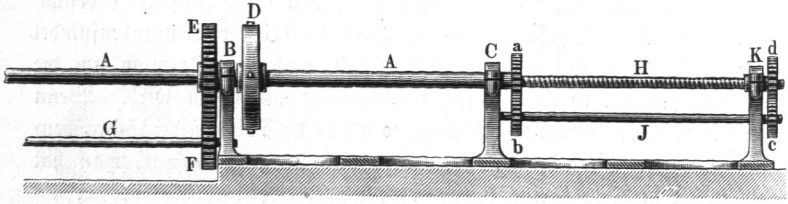
Man kann den Zuſammenhang zwiſchen der Umdrehung von A und der Verſchiebung der Bohrkopfes leicht in folgender Weiſe verdeutlichen. Das Rad a auf der Schraubenſpindel macht bei einer Umdrehung der Bohrſtange rechtsum außer dieſer Umdrehung, welche auf die Verſchiebung keinen Einfluß hat, da ſowohl die Spindel wie die Mutter daran theilnehmen, noch $\frac{b}{a}$ Umdrehungen um ſeine eigene Axe in demſelben Sinne rechtsum, wenn vorläufig das Rad b als feſtgehalten vorausgeſetzt wird, und wieder mit a und b die Zähnezahlen oder die Halbmeſſer der betreffenden Räder bezeichnet werden. Wird nun die Hülfsaxe mit dem Rädchen b in derſelben Zeit einer Umdrehung der Bohrſtange n mal ebenfalls rechtsum gedreht, ſo folgt daraus eine entgegengeſetzte Drehung linksum des Rädchens a und der

Schraubenſpindel im Betrage $n\frac{b}{a}$. Hiernach ergiebt ſich die geſammte Umdrehung der Schraubenſpindel für eine Umdrehung der Bohrſtange zu $(1-n)\frac{b}{a}$ Umdrehungen, wodurch der Bohrkopf um $s = (1-n)\frac{b}{a}h$ verſchoben wird, wenn wieder h die Steigung der Schraubenſpindel bezeichnet. Man kann demnach durch Veränderung der Geſchwindigkeit n des Rädchens b vermittelſt der Wechſelräder dem Vorſchube des Bohrkopfes die gewünſchte Größe geben.

Ein Bild von der Einrichtung einer Maſchine, bei welcher die Bohrſtange ſammt dem feſt auf ihr angebrachten Bohrkopfe verſchoben wird, erhält man durch Fig. 659.

Hier ſtellt A die durch die beiden Böcke B und C getragene Bohrſtange mit dem feſt darauf gekeilten Bohrkopfe D vor. Durch die Zahnräder E und F erhält die Bohrſtange ihre Umdrehung von der Vorgelegswelle G, während eine am rechtsſeitigen Ende der Bohrſtange mit dieſer feſt ver-

Fig. 659.

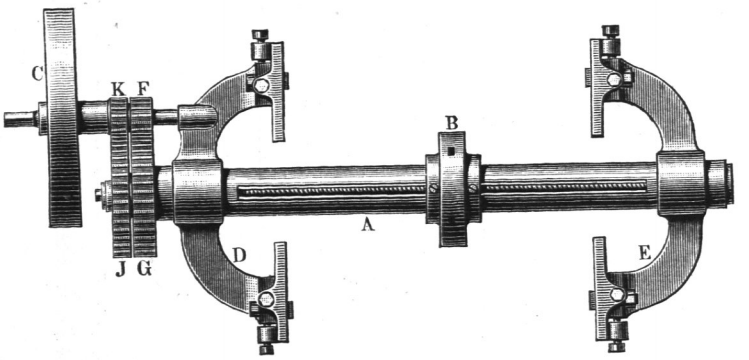


bundene Schraubenſpindel H die Verſchiebung beſorgt. Zu dieſem letzteren Zwecke iſt die Mutter für die Schraubenſpindel in einem beſonderen Bocke K ſo gelagert, daß ſie ſich darin drehen kann, an der Verſchiebung aber durch vorſtehende Bundringe verhindert wird. Eine in den beiden Böcken C und K gelagerte Zwiſchenwelle J vermittelt die Uebertragung der Drehung von der Bohrſtange A auf die Schraubenmutter, wozu die vier Räder a, b, c und d angebracht ſind, die in ähnlicher Art wirken, wie die vier Räder des Differentialräderwerkes in Fig. 656. Dreht ſich die Bohrſtange mit der Schraubenſpindel einmal um, ſo hat ſich die mit dem Rade a verbundene Mutter $\frac{a}{b}\frac{c}{d}$ mal gedreht, der Bohrkopf iſt alſo dabei $s = \left(1-\frac{a}{b}\frac{c}{d}\right)h$ verſchoben worden, wenn wieder h die Ganghöhe der Schraube bedeutet. Man erkennt, daß bei dieſer Maſchine die Bohrſtange auch nach links über das Rad E hinaus noch mindeſtens um die Länge der ganzen Verſchiebung verlängert und auf dieſer Verlängerung mit einer Nuth verſehen ſein muß, in die ein Keil innerhalb der Nabe des Rades E eingreift. Ebenſo muß ſich das Rad b auf der Zwiſchenwelle J verſchieben können, weshalb dieſe Welle

gleichfalls mit einer durchlaufenden Nuth verſehen ſein muß. Ein Uebelſtand dieſer Maſchine iſt daher in der großen Länge des von ihr beanſpruchten Raumes zu erkennen.

In Fig. 660 iſt noch die Skizze eines Bohrwerkes[1]) angegeben, das dazu dienen kann, Cylinder von Locomotiven, die eines Nachbohrens mit der Zeit bedürftig geworden ſind, auszubohren, ohne ſie abnehmen zu müſſen. Zu dem Zwecke wird dieſe Maſchine mit den beiderſeitigen Bügeln D und E feſt gegen die Flanſchen des auszubohrenden Cylinders geſchraubt, wobei auf

Fig. 660.



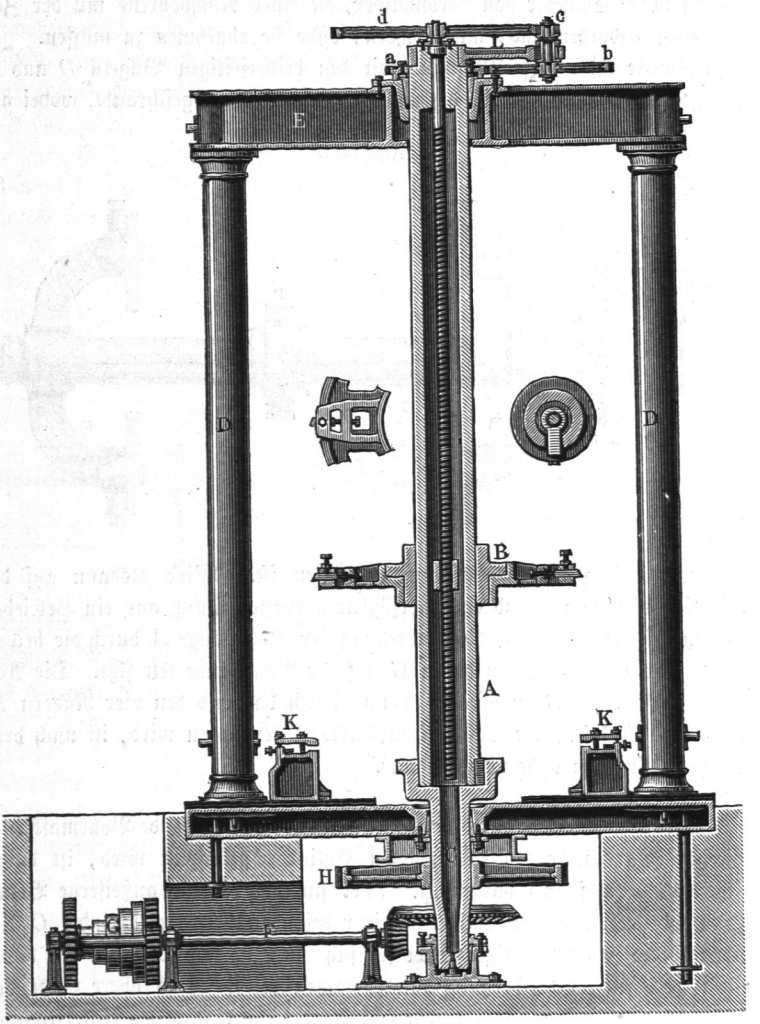
eine möglichſt genaue Centrirung zu achten iſt. Wird alsdann auf die Riemſcheibe C von irgend einer verfügbaren Wellenleitung aus ein Betriebsriemen geführt, ſo erfolgt die Umdrehung der Bohrſtange A durch die beiden Zahnräder F und G, von denen G auf der Bohrſtange feſt ſitzt. Die Art, wie der Bohrkopf B angebracht iſt und durch das aus den vier Rädern F, G, J und K beſtehende Differentialräderwerk verſchoben wird, iſt nach dem Vorhergegangenen ohne weiteres klar.

Stehende Cylinderbohrmaſchinen. Eine ſtehende Bohrmaſchine, §. 181
wie ſie zum Ausbohren der größten Cylinder gebraucht wird, iſt durch Fig. 661[2]) (a. f. S.) vorgeſtellt. Hier findet die hohle gußeiſerne Bohrſtange A unterhalb ihre Stütze in einer beſonderen kurzen Spindel C, in deren oberes muffenförmiges Ende ſie ſich einſetzt, und von der ſie durch einen Keil bei der Umdrehung mitgenommen wird. Das obere Ende der Bohrſtange dagegen wird in einem Halslager geführt, zu deſſen Unterſtützung die beiden kräftigen, auf die Grundplatte geſchraubten Säulen D dienen, die

[1]) Von Richard Hartmann in Chemnitz. — [2]) Hart, Die Werkzeugmaſchinen.

einen ſtarken, außerdem noch in der Wand befeſtigten Querrahmen *E* tragen. Der Antrieb erfolgt auf die kurze Welle *F* von einer Stufenſcheibe *G* aus, die in ähnlicher Art, wie bei Drehbänken, mit einem doppelten Vorgelege

Fig. 661.



verſehen iſt. Die verlängerte Axe dieſer Stufenſcheibe treibt zunächſt mittelſt zweier Kegelräder eine ſtehende Zwiſchenwelle, auf der ein Zahnrad befindlich iſt, das in das Zahnrad *H* auf *C* eingreift. Der ganze Betriebsapparat iſt unterhalb des Fußbodens angeordnet. Die angegebene Ein-

richtung ermöglicht, daß man beim Ein- und Ausbringen der Cylinder nur nöthig hat, die Bohrſtange mit dem ganz herabgeſchobenen Bohrkopfe mittelſt einer Hebevorrichtung empor zu ziehen, ohne daß dabei die treibenden Räder in Mitleidenſchaft gebracht werden.

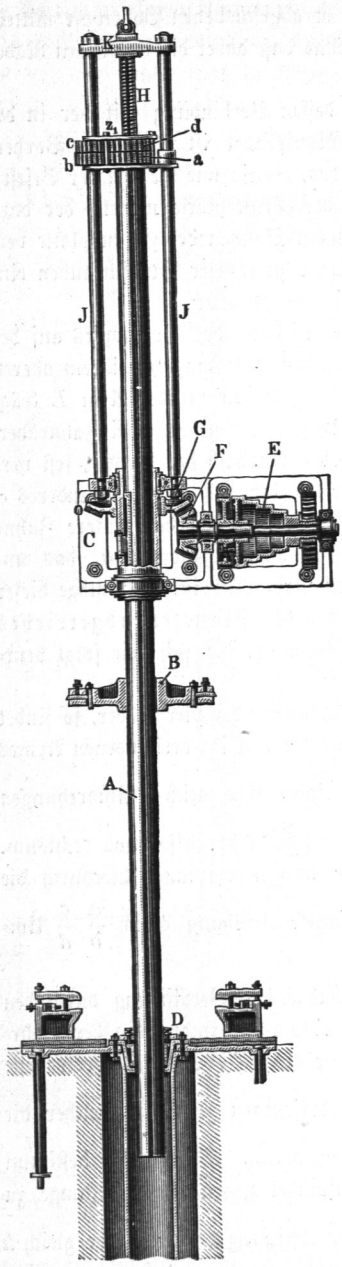
Die Einrichtung des Bohrkopfes und deſſen Verbindung mit der in der Axe der Bohrſtange aufgeſtellten Schraubenſpindel iſt nach dem Vorhergegangenen aus der Figur deutlich zu erſehen, ebenſo wie die Art der Befeſtigung des auszubohrenden Cylinders auf der Grundplatte mittelſt der dazu dienenden Spannkloben K, welche in radialen Bahnen der Grundplatte verſchieblich ſind und dadurch, ſowie vermittelſt geeigneter Stellſchrauben eine genaue und bequeme Centrirung des Cylinders geſtatten.

Die Vorrichtung zur gleichmäßigen Verſchiebung des Bohrkopfes auf der Stange hat folgende Einrichtung. Ein mit der Bohrſtange an ihrem oberen Ende feſt verbundener und an der Umdrehung theilnehmender Arm L trägt in ſeinem Auge am freien Ende einen Bolzen, mit welchem zwei Zahnräder, ein größeres b unterhalb und ein kleineres c oberhalb des Armes, feſt verbunden ſind. Während von dieſen das obere Zahnrad c in ein anderes d auf der Schraubenſpindel angebrachtes eingreift, kreiſelt das untere Zahnrad b bei der Drehung des Armes um ein viertes Zahnrad a, das unwandelbar feſt mit dem Lager oder Geſtell verbunden iſt. Vermöge dieſer Einrichtung, wie ſie wohl unter dem Namen des Planetenradgetriebes bekannt iſt, erhält der Bohrkopf eine Verſchiebung, die ſich wie folgt beurtheilen läßt.

Bezeichnen wieder die Buchſtaben die Halbmeſſer der vier Räder, ſo findet ſich für eine Umdrehung der Bohrſtange und des mit ihr verbundenen Armes eine Bewegung der Räder b und c um die eigene Axe gleich $\frac{a}{b}$ Umdrehungen in demſelben Sinne, in dem die Bohrſtange ſich dreht, alſo etwa rechtsum. Vermöge der Räderüberſetzung zwiſchen c und d empfängt hierdurch die Schraubenſpindel eine entgegengeſetzt gerichtete Drehung gleich $\frac{a}{b}\frac{c}{d}$ Umdrehungen.

Da nun aber die Schraubenſpindel vermöge der Verbindung durch den Arm L und die Räder c und d auch die einmalige Umdrehung der Bohrſtange rechtsum mitmacht, ſo folgt die ganze auf dieſe Spindel übertragene Bewegung zu $1 - \frac{a}{b}\frac{c}{d}$ Umdrehungen in derjenigen Zeit, in welcher die Mutter mit der Bohrſtange eine Umdrehung macht. Demgemäß beſtimmt ſich die relative Verdrehung der Schraubenſpindel gegen die Bohrſtange zu $1 - \frac{a}{b}\frac{c}{d} - 1 = \frac{a}{b}\frac{c}{d}$, wodurch bei einer Steigung der Schraube gleich h

Fig. 662.



der Bohrkopf um $\frac{a}{b}\,\frac{c}{d}\,h$ verſchoben wird. Wenn dieſe Steigung beiſpielsweiſe zu $h = 15$ mm gewählt iſt, und man hat die Zähnezahlen $a = 80$, $b = 120$, $c = 15$, $d = 120$, ſo erhält man eine Verſchiebung des Bohrkopfes für jede Umdrehung gleich

$$\frac{80}{120}\cdot\frac{15}{120}\,15 = \frac{1}{12}\,15 = 1{,}25\text{ mm}.$$

In Fig. 662 iſt noch eine ſtehende Bohrmaſchine dargeſtellt, bei welcher die Bohrſtange A mit dem auf ihr befeſtigten Bohrkopfe B im Ganzen verſchoben wird. Hierbei wird die ihrer ganzen Länge nach mit einer Nuth verſehene Bohrſtange bei C in einem Halslager geführt, während ſie unten durch das Lager D hindurch in eine daſelbſt angebrachte Vertiefung eintreten kann. Umgedreht wird ſie von der mit dem bekannten doppelten Rädervorgelege verſehenen Stufenſcheibe E durch die Vermittelung der beiden Kegelräder F und G, von denen das letztere auf der röhrenförmigen Hülſe befeſtigt iſt, die der Bohrſtange zur Führung dient. Der Bohrkopf B kann an beliebiger Stelle durch einen Keil auf der Stange befeſtigt werden. Zur Verſchiebung der hohlen Bohrſtange dient eine in deren Inneres eintretende Schraubenſpindel H, deren Muttergewinde in dem oberen Theile der Bohrſtange enthalten iſt. Es handelt ſich daher auch hier wieder darum, die Schraubenſpindel mit einer Geſchwindigkeit umzudrehen, die von der Geſchwindigkeit der Bohrſpindel etwas verſchieden iſt, und dies wird durch das aus den vier Rädern a, b, c und d

beſtehende Differentialräderwerk erreicht, von welchen Rädern a auf der Bohrſtange befeſtigt iſt, während d auf der Schraubenſpindel ſitzt, die ſich durch die Nabe dieſes Rades hindurchzieht, wobei ein in dem Rade befindlicher Keil in eine Längsnuth der Schraube eingreift und dieſe zur Drehung zwingt. Die beiden anderen Räder b und c, die zuſammen wieder ein Stück bilden, ſind loſe drehbar auf eine der beiden Rundſtangen J geſchoben, die oberhalb durch einen Bügel K verbunden ſind, mit welchem die Schraubenſpindel verbunden iſt. Ein daſelbſt angebrachter Haken dient einer Kette zum Angriff, mittelſt deren man die Bohrſtange nach oben ſoweit heraufzuziehen hat, daß der zu bohrende Cylinder eingebracht werden kann. Bevor dies geſchieht, muß man jedoch die beiden Führungsſtangen J unterhalb von ihren Muttern löſen und den Bohrkopf möglichſt nahe dem unteren Ende der Bohrſtange auf dieſer befeſtigen.

Wie hieraus erſichtlich iſt, hat dieſe Maſchine die unangenehme Eigenſchaft, zu ihrem Betriebe einer großen, durch mehrere Stockwerke reichenden Höhe zu bedürfen; auch muß es als ein Nachtheil bezeichnet werden, daß die beiden zur Führung der Bohrſtange dienenden Lager nicht in einem und demſelben eiſernen Geſtelle angebracht ſind, ſondern an zwei verſchiedenen Mauerkörpern haften, ſo daß bei einem wohl kaum zu vermeidenden ungleichen Setzen des Mauerwerkes die ſichere Lage der genannten Führungen in derſelben Axe leicht gefährdet iſt.

Von der Zeit, die zum einmaligen Ausbohren eines Cylinders erforderlich, erhält man durch eine einfache Rechnung Kenntniß. Iſt d der Durchmeſſer eines auszubohrenden Cylinders, bei deſſen Ausbohren man für das Werkzeug eine Umfangsgeſchwindigkeit gleich v und eine Verſchiebung von s für jeden Umgang annehmen möge, ſo erhält man die Dauer einer Umdrehung zu $\frac{\pi d}{v}$ Secunden, und da bei einer Länge des Cylinders gleich l die Anzahl der erforderlichen Umdrehungen zu $\frac{l}{s}$ ſich berechnet, ſo folgt die für ein einmaliges Ausbohren erforderliche Zeit zu

$$t = \frac{l}{s}\,\frac{\pi d}{v}\ \text{Secunden} = \frac{l}{s}\,\frac{\pi d}{3600\,v}\ \text{Stunden}.$$

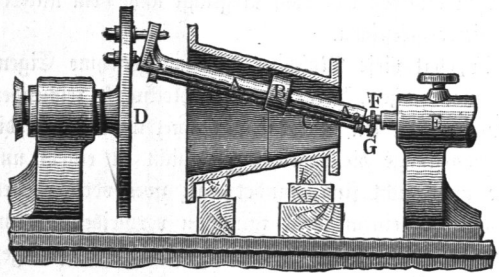
Wäre z. B. der Durchmeſſer gleich 1 m, die Umfangsgeſchwindigkeit gleich 0,060 m und betrüge der Vorſchub für eine Umdrehung 0,5 mm, ſo wäre zum Ausbohren des Cylinders von der Länge $l = 2$ m die Zeit

$$t = \frac{2000}{0{,}5}\,\frac{3{,}14\,.\,1000}{3600\,.\,60} = 58{,}15\ \text{Stunden}$$

erforderlich, abgeſehen von allen Betriebsunterbrechungen.

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 Reitſtocke E einer gewöhnlichen Drehbank angebracht werden, daß ihre Axenlinie $A_1 A_2$ parallel zu der auszubohrenden Kegelfläche gerichtet iſt. Wenn man dann an der Spindel des Reitſtockes 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 Axenebene angebracht werden.

Fig. 663.



§. 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.

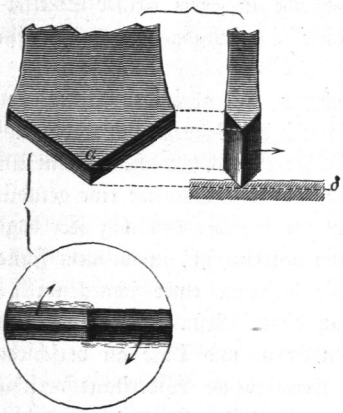
Die Art der Bildung dieſer Späne hängt weſentlich von der Härte der zu bearbeitenden Materialien ab. Während bei weichen Stoffen, wie Holz, eine eigentlich *ſchneidende* Wirkung ſtattfindet, indem eine keilförmige Schneide ſich zwiſchen das Material drängt und die Späne unter Ueberwindung der entſprechenden 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 ergiebt, 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 Axe 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 erfüllte 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 Bohrerſchaft 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 Loche herausbefördert werden. Man hatte früher zum selbstthätigen Herausfallen der Späne bei Kanonenbohrwerken die Einrichtung auch wohl so getroffen, daß die Schneide des Bohrers aufwärts gekehrt war, wobei das zu bohrende Rohr unter dem Einflusse seines Eigengewichtes 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 herausspült (s. weiter unten).

Fig. 664.

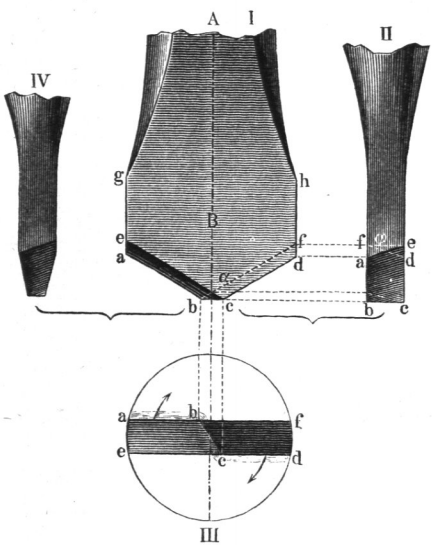


Die Einrichtung eines gewöhnlichen Bohrers, wie er zur Herstellung der kleinsten Löcher von den Metallarbeitern benutzt wird, ist aus Fig. 664 ersichtlich. Hiernach trägt der unterhalb flach geschlagene Stahlstab an seinem Ende zwei gerade, unter einem Winkel α von 80 bis 120° gegen einander geneigte 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 δ in das Material ein, so daß bei einer Umdrehung des Bohrers vor jeder dieser Schneidkanten ein Span von dieser Dicke δ 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 entſtehen 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 Schneiden 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 indeſſen 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 Schliffläche nicht auf dem Grunde

Fig. 665.



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 Axe 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 Axe liegt. Daß dies der Fall und daß auch die Neigung der beiden Flächen $abce$ und $cdfb$ gegen die Axe 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.

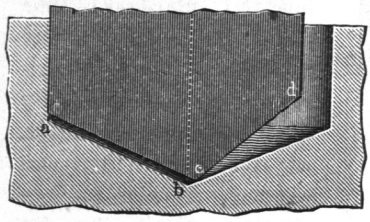
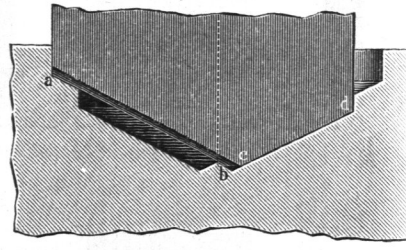


Fig. 667.



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 angiebt, 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 ſeichten 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 rechtsgängige Schraubenfurchen diametral gegenüber eingefräſt ſind, deren Querſchnitt durch einen Kreisbogen begrenzt wird. Wenn dieſer Stab an dem Ende kegelförmig abgedreht wird, ſo entſtehen daſelbſt zu jeder Seite zwei gebogene Durchſchnittskanten ab und bc, an denen bei bc die Kantenwinkel ſpitz und bei ab ſtumpf ſind. Damit nun aber an den Kanten bc, die das Material abzulöſen haben, der erforderliche Anſtellungswinkel vorhanden iſt, wird die Spitze nicht durch eine zur Axe des Bohrers concentriſche Kegelfläche gebildet, ſondern man ſchleift den Bohrer derart an, daß jede Hälfte der Schlifffläche einer von zwei Kegelflächen zugehört, deren Axen in BC und B_1C_1, Fig. 669, gelegen ſind. Hierdurch erreicht man nicht nur, daß die Schlifflächen abc um den betreffenden Anſtellungswinkel von der Grundfläche des gebohrten Loches abweichen, ſondern man erhält auch in der Durchſchnittslinie der beiden kegelförmigen Schliffe die für den mittleren Theil des Loches erforderliche Schneidkante, für die ganz ähnliche Betrachtungen 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.

Fig. 668.

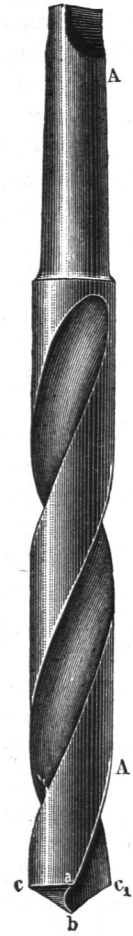
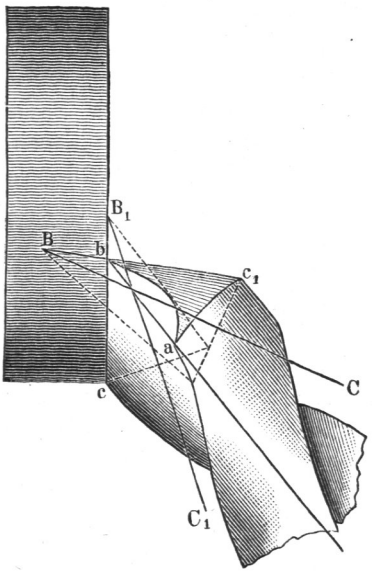


Fig. 669.



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

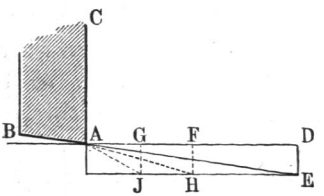
in den Schraubenfurchen nach oben aus dem Loche herausſchieben. Man hat ſich dieſe Wirkung in der Art zu erklären, daß auf die in einer ſolchen Furche befindlichen und an der Umdrehung theilnehmenden Späne an der Bodenfläche des Loches ein Druck nach oben ausgeübt wird, ſobald die ſchneidende Kante, 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 Schraubenmutter ſich längs der Gewindegänge 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 ſchraubenförmigen 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 Schliffflächen 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 Axe 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. Geſetzt nun, der

Bohrer werde bei jeder vollen Umdrehung um eine Größe s in der Axenrichtung des Loches vorgeschoben, so ist die Vorschiebung 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 Schlifffläche 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 Schlifffläche befindliche Material einer gewaltsamen Zusammenpressung ausgesetzt wäre. Es geht hieraus hervor, wie wichtig es für alle Bohrer ist, sie so anzuschleifen, daß die Schlifflächen hinterhalb der Schneidkanten genügend von der Bodenfläche im Loche abweichen, die von diesen Schneidkanten erzeugt wird. Wenn auch der Winkel DAE, Fig. 670, an dem äußeren Umfange des Loches für gewöhnlich 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 Vorschiebung, wie schon bemerkt, dabei nicht möglich sein. Ebenso ergiebt sich, daß ein Schraubenbohrer nach Fig. 668 ganz unbrauchbar wäre, wenn man das Ende durch eine Kegelfläche zur Axe des Bohrers bilden wollte.

Fig. 670.



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 Grundſätzen 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

für Holz, nur daß die Bewegung der Schneide eine drehende iſt. Sobald hierbei die Faſern des Holzes, wie in der Figur angedeutet iſt, mit dieſer Schneide parallel laufen, iſt die Wirkung erfahrungsmäßig eine unvollkommene, indem einzelne Faſern, gegen die ſich die Schneide ihrer ganzen Länge nach ſetzt, zunächſt einer gewiſſen Zuſammendrückung ausgeſetzt werden, bis durch die auf das Eiſen wirkende Schubkraft ein plötzliches Abreißen des ganzen erfaßten Faſerſtückes erfolgt, ſo daß die Schnittfläche rauh und uneben ausfällt. Man umgeht dieſen Uebelſtand bei den beſagten Handhobeln durch eine gegen den Faſernlauf ſchräge Stellung der Schneide, Fig. 672, wodurch man erreicht, daß jede Faſer immer nur in einem Punkte angegriffen wird, in Folge deſſen man einen glatteren Schnitt erhält. Auch gewährt die gegen die Bewegungsrichtung ſchräge Stellung der Schneide die in §. 54 erläuterten Vortheile, die man in der Technik vielfach durch den ſogenannten gezogenen Schnitt zu erreichen ſucht.

Fig. 671.

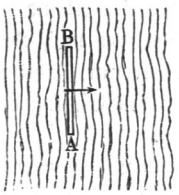


Fig. 672.

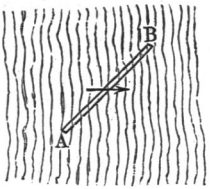


Fig. 673.

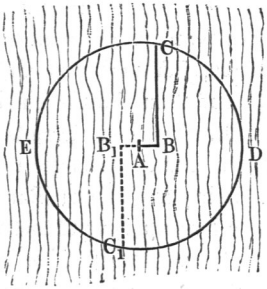
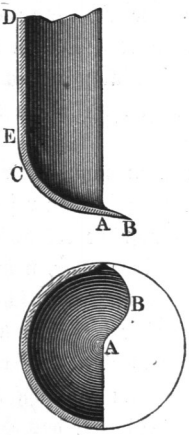


Fig. 674.



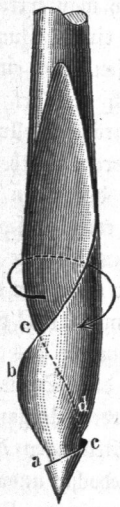
Denkt man ſich nun einen um die Axe A, Fig. 673, drehbaren Bohrer mit einer von der Mitte ausgehenden geraden Schneide BC von der Länge ungefähr gleich dem Halbmeſſer des zu bohrenden Loches verſehen, ſo begegnet dieſe Schneide bei ihrer Drehung um A zweimal bei jedem Umgange einer zu ihr parallelen Faſer in den Stellungen BC und B_1C_1, und es findet hierbei jene gedachte unvollkommene Schneidwirkung ſtatt; auch kann unter Umſtänden ein Spalten des Holzes durch die große, in dieſen Stellungen ausgeübte Kraft nach der Richtung von D und E veranlaßt werden. Es iſt hier zu bemerken, daß die Faſer nicht bloß in der Länge BC von dem Grunde, ſondern auch an ihrem Ende C von dem umgebenden Holze abzureißen iſt, was eine beſondere Rauhigkeit des Lochumfanges in der Nähe der Stellen bei C und C_1 zur Folge hat.

Um dieſen Uebelſtänden zu begegnen, hat man bei den ſogenannten Löffelbohrern eine gekrümmte Schneide angewendet, indem man den Bohrer nach Fig. 674 in der Geſtalt einer halben Röhre DE

ausführt, welche unterhalb durch ein ebenes oder auch wohl kugelig ausgetieftes Plättchen CA abgeſchloſſen wird, das an dem gekrümmten Umfange AB zu einer ſcharfen, entſprechend ſchräg abwärts gerichteten Schneide ausgebildet iſt. An dieſer Schneide AB bilden ſich bei der Umdrehung die Späne, die in der Höhlung der halben Röhre Raum finden, um nach oben zu gelangen, wobei dieſe Röhre DE gleichzeitig dem Bohrer zur Führung in dem gebohrten Loche dient, und einem Verlaufen durch den Einfluß des einſeitig auf die Schneide AB wirkenden Druckes begegnet.

In vorzüglicher Weiſe hat man den gleichen Zweck eines gezogenen Schnittes durch die gegen die Bewegungsrichtung ſchräge Stellung der Schneide bei den ſogenannten ſteyeriſchen Schneckenbohrern, Fig. 675, erreicht. Ein ſolches Werkzeug wird aus einer runden Stahlſtange dadurch hergeſtellt, daß man das Ende flach ſchmiedet, rinnenförmig aushöhlt und in der aus der Figur erſichtlichen Weiſe um die Axe windet. Hierbei nehmen die beiden Ränder der halbcylindriſchen Rinne die Geſtalt von Schraubenlinien an, deren Steigung ſich nach dem Ende hin ſtetig verkleinert, während ſie nach dem Schafte hin in die parallel zu der Axe geſtellten Rinnenränder übergehen. Von dieſen beiden ſchraubenförmigen Kanten dient die eine ab zum Ausſchälen der Späne, die in der Höhlung Raum finden, während die andere Kante cd wegen ihrer rückwärts gekrümmten Form nicht ſchneiden kann. Es iſt leicht erſichtlich, daß ein ſolcher Bohrer eine Holzfaſer niemals ihrer ganzen Länge nach, ſondern immer nur in einzelnen Punkten angreift, und daß die ſchön polirte äußere Oberfläche den Bohrer bei tieferem Eindringen ſicher führt. Der an der Spitze eingefeilte Schraubengang ac wirkt als Einzugvorrichtung, indem ſich der Bohrer dadurch ſelbſtthätig in das Holz einſchraubt.

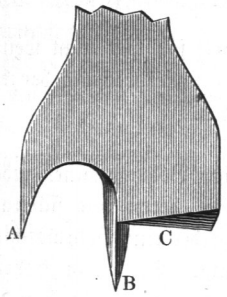
Fig. 675.



Bei dem Bohren von Löchern durch dünne Platten kann man die vorerwähnten Bohrer nicht gut anwenden, man bedarf bei denſelben einer ſenkrecht zur Axe liegenden Schneide, die alſo eine ebene Endfläche des Loches erzeugt, und man wendet bei derartigen Bohrern meiſtens eine gerade, nahezu radial ſtehende Schneide an. Die hierbei zur Geltung kommenden ſchädlichen Einflüſſe des Faſernlaufes hebt man dadurch ganz oder theilweiſe auf, daß man ein beſonderes, im Umfange des Loches herumgehendes Vorſchneidmeſſer anbringt, welches die ſämmtlichen Faſern im Umfange des Loches zuerſt durchſchneidet, ehe die darauf folgende Bohrſchneide das Holz innerhalb des ſo erzeugten Kreisſchnittes ablöſt. In dieſer Weiſe wirkt der Centrumbohrer, Fig. 676, der ſo genannt wird, weil in der Mitte eine

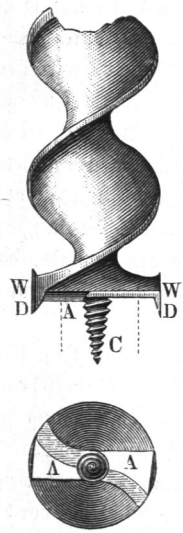
meiſt dreikantige Spitze *B* angebracht iſt, die den Bohrer richtig führen ſoll. Die Wirkung des Vorſchneiders *A* und der unter geringer Neigung gegen die Querſchnittsebene geſtellten Bohrſchneide *C* iſt nach der Figur und dem Vorhergehenden deutlich.

Fig. 676.



Bei allen bisher beſprochenen Bohrern für Holz ſtellt ſich ein einſeitiger Widerſtand ein, inſofern alle dieſe Bohrer das Holz nur mittelſt einer ganz auf derſelben Seite der Axe liegenden Schneide bearbeiten, im Gegenſatze zu den im vorigen Paragraphen beſprochenen Bohrern für Metall, die faſt immer mit zwei diametral gegenüber liegenden Schneiden verſehen ſind. Während dieſer Uebelſtand bei den ſteyeriſchen Schnecken- und den Löffelbohrern weniger nachtheilig iſt, indem dieſelben, ſobald ſie einigermaßen tief eingedrungen ſind, in der oberhalb angeſchloſſenen Rinne ſehr ſicher geführt werden, ſo iſt bei den Centrumbohrern, denen eine ſolche Führung abgeht, leicht ein Verlaufen zu befürchten, beſonders, wenn das Holz zu weich iſt, um dem einſeitig auf die Schneide ausgeübten Drucke genügenden Widerſtand entgegenzuſetzen. Man hat daher die Bohrer auch mit zwei zu beiden Seiten der Axe liegenden gleichen Schneiden ausgeführt; insbeſondere werden auch hier die ſchraubenförmigen Bohrer vielfach gebraucht. Nach Fig. 677, welche einen derartigen Bohrer darſtellt, beſteht derſelbe aus einem flachen, ſchraubenförmig um die eigene Axe gewundenen Stahlſtabe, deſſen beide Ränder in Folge der Windung die Geſtalt einer zweigängigen Schraube angenommen haben. Am unteren Ende läuft jeder Gang in eine Schneide aus, die je aus zwei Theilen beſteht. Während die parallel zur Axe ſtehenden kurzen Vorſchneider *D* zum Durchſchneiden der Holzfaſern im Umfange des Loches dienen, heben die ſenkrecht zur Axe geſtellten ſchaufelförmigen Schneiden *A* die Späne ab, wie dies ſchon bezüglich des Centrumbohrers angeführt worden iſt. In der Axe des Bohrers iſt zwiſchen den beiden Schneiden die kleine Zugſchraube *C* angebracht, welche in der Regel als zweigängige Schraube ausgeführt wird, ſo daß jeder ihrer beiden Gänge ſich an eine der beiden Schneiden anſchließt. Offenbar wird dadurch der Bohrer bei jeder Umdrehung um die Steigung dieſer Schraube angezogen, ſo daß die Dicke der Späne gleich dem Abſtande

Fig. 677.

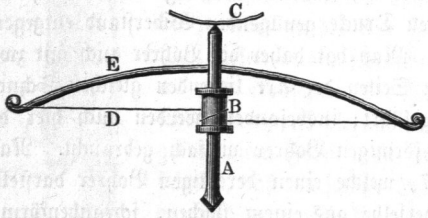


der Gewindegänge auf der Zugſchraube iſt. Ein Druck in der Richtung der Axe braucht daher auf dieſe Bohrer nicht ausgeübt zu werden. Es iſt erſichtlich, daß dieſe Bohrer ebenſo wie die Schraubenbohrer für Metall, Fig. 668, den Vorzug einer guten Führung und ſelbſtthätigen Entfernung der gebildeten Späne darbieten.

Von den ſonſt noch angewandten Bohrern für Holz ſoll hier nicht weiter gehandelt werden, die Bohrer für Stein mögen bei der Beſprechung der betreffenden Steinbohrmaſchinen näher angeführt werden.

§. 184. **Bohrgeräthe.** Der Behandlung der eigentlichen Bohrmaſchinen möge eine kurze Erwähnung derjenigen Geräthe vorhergehen, deren man ſich zum Bohren in ſolchen Fällen zu bedienen pflegt, wo entweder eine Bohrmaſchine nicht vorhanden iſt oder ſich nicht gut anwenden läßt. Bei jedem Bohren handelt es ſich, wie ſich aus den vorſtehenden Bemerkungen ergiebt, um die Umdrehung des Bohrers und ſeine Vorſchiebung in der Richtung der Axe des zu erzeugenden Loches. Die Umdrehung des Bohrers durch die Hand des Arbeiters wird bei den hier in Frage ſtehenden Bohrgeräthen in verſchiedener Weiſe bewirkt. Die Verſchiebung geſchieht entweder durch einen auf den Bohrer wirkenden Druck, ſei es, daß derſelbe unmittelbar vom Arbeiter, ſei es, daß er durch einen belaſteten Hebel ausgeübt wird; oder man bedient ſich einer gegen den Bohrer wirkenden Schraube, die langſam umgedreht wird. Es wurde ſchon im vorigen Paragraphen bemerkt, daß gewiſſe Bohrer für Holz unmittelbar an ihrer Schneide die Zugſchraube tragen, die den Vorſchub ſelbſtthätig bewirkt.

Fig. 678.

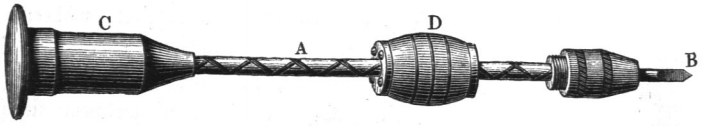


Nur für die kleinſten Bohrer wendet man das einfache, aus Fig. 678 erſichtliche Werkzeug zur Umdrehung des mit einer Rolle B verſehenen Bohrers A an, der durch eine um dieſe Rolle in einer Umwindung geſchlungene Schnur D abwechſelnd in entgegengeſetzten Richtungen umgedreht wird, ſobald man den die Schnur tragenden Bogen E hin und her bewegt. Der Druck zum Vorſchieben wird einfach durch das Blech C ausgeübt, das vor der Bruſt des Arbeiters liegt. Für dieſe Betriebsart wurden, wie ſchon bemerkt, die Bohrer urſprünglich als zweiſchneidige ausgeführt, doch wendet man der beſſeren Wirkung wegen auch vielfach einſchneidige Bohrer in dieſer Bohrrolle an. Die Umdrehungszahl des Bohrers ergiebt ſich hierbei einfach zu $\frac{l}{\pi d}$,

wenn d den Durchmeſſer der Rolle und l die Länge eines Ausſchubes des Bogens vorſtellt. Der Durchmeſſer d ſchwankt hierbei etwa zwiſchen 10 und 25 mm, der Ausſchub l zwiſchen 0,15 und 0,30 m.

Ein wegen ſeiner bequemeren Anwendung vielfach anſtatt des Bohrbogens gebrauchtes Werkzeug iſt das durch Fig. 679 verdeutlichte. Daſſelbe beſteht einfach aus einem mit ſteilen Schraubengewinden verſehenen geraden Stabe A, der am unteren Ende den Bohrer B aufnimmt und oberhalb mit dem Hefte C drehbar verbunden iſt. Durch eine auf dieſem Stabe hin und her geſchobene Hülſe D, die im Inneren paſſende Hervorragungen für die Gewinde trägt, alſo wie eine Mutter wirkt, wird die Spindel ebenfalls abwechſelnd hin und her gedreht, während der erforderliche Druck auf das Heft C mit der Hand oder durch die Bruſt vom Arbeiter ausgeübt werden kann. Die Schraubengewinde werden hierbei meiſt durch Winden eines prismatiſchen Stabes von quadratiſchem oder polygonalem Querſchnitte gebildet, wobei jede Kante des Stabes eine Schraubenlinie bildet. Um die Wirkung zu ermöglichen, müſſen dieſe Gewinde genügend ſteil ſein, der Winkel, den ſie mit der Axe bilden, muß auf alle Fälle kleiner als $90 - \varrho$

Fig. 679.



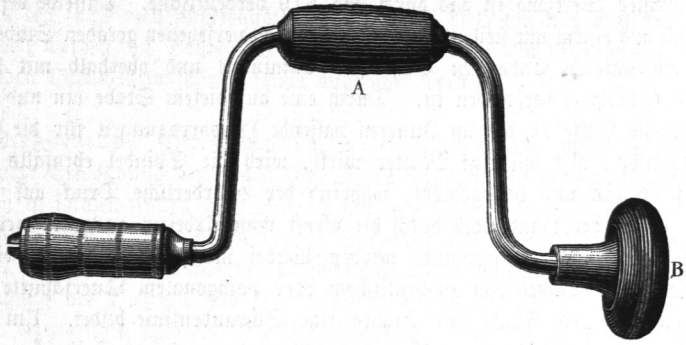
ſein, wenn ϱ den zugehörigen Reibungswinkel vorſtellt. Bezeichnet h die Steigung eines Schraubenganges, ſo wird der Bohrer bei einer Verſchiebung der Hülſe $\frac{l}{h} = n$ mal umgedreht, wenn l die Länge dieſer Verſchiebung bedeutet.

Bei den gewöhnlichen Werkzeugen dieſer Art, bei denen die Spindel durch einen gewundenen Stab gebildet wird, erhält man durch die Hin- und Herbewegung der Hülſe eine abwechſelnde Drehung des Bohrers rechtsum und linksum. Das in der Figur gezeichnete Werkzeug dagegen iſt ſo ausgeführt, daß der Bohrer ſtets nach derſelben Richtung umgedreht wird, zu welchem Ende die Spindel A mit linken und rechten Gewindegängen verſehen iſt und die Hülſe D an dem einen Ende die linke, an dem anderen die rechte Mutter loſe trägt. Bei der Bewegung der Hülſe wird durch geeignete, mit ſchrägen Zähnen verſehene Kuppelungen abwechſelnd die eine und die andere Mutter mit der Hülſe feſt verbunden.

Während die vorſtehend beſprochenen Geräthe nur für die kleinſten Bohrer und insbeſondere für weichere Materialien anwendbar ſind, ſo gebraucht

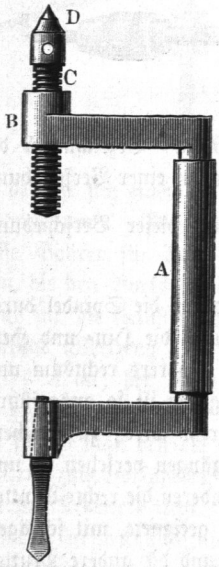
man bei größeren Widerſtänden die Handkurbel, wovon in Fig. 680 eine für das Bohren in Holz und in Fig. 681 für die Aufnahme von Metallbohrern dienliche Ausführung dargeſtellt iſt. Die Umdrehung der Kurbel

Fig. 680.



und des in ihr ſteckenden Bohrers erfolgt in erſichtlicher Weiſe durch die Hand an dem Hefte *A* der Kurbel, und der Vorſchub des Bohrers wird bei der Bruſtleier, Fig. 680, durch den Druck der Bruſt gegen den Knopf *B* erzielt, während in Fig. 681 hierzu die Schraube *C* dient. Die letztere ſtemmt ſich mit ihrer oberen Spitze *D* gegen ein feſtes Grübchen, in welchem ſie ſich leicht drehen kann, und da das Muttergewinde in dem Auge *B* der Kurbel befindlich iſt, ſo genügt eine zeitweiſe geringe Drehung der Schraube durch einen in ein Loch des Kopfes geſteckten Stift, um den Bohrer in entſprechendem Maße vorzuſchieben.

Fig. 681.



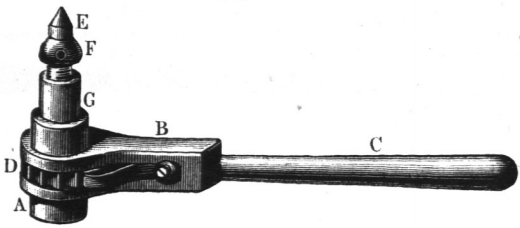
Wenn bei dem Bohren aus freier Hand der zum Umdrehen der Kurbel im vollen Kreiſe erforderliche Raum nicht vorhanden iſt, ſo wird der Bohrer durch einen Hebel gedreht, den man in kleinem Bogen hin und her ſchwingt. Dabei kann die Einrichtung entweder ſo getroffen werden, daß der Bohrer nur bei der einen Bewegung des Hebels mitgeht, oder ſo, daß er durch die beiden entgegengeſetzten Schwingungen des Hebels immer in derſelben Richtung umgedreht wird. Eine Einrichtung der erſteren Art zeigt Fig. 682.

Der Bohrer ſteckt mit ſeinem vierkantigen Ende in einer paſſenden Höhlung des kurzen cylindriſchen Stückes *A*, das in dem gabelförmigen Auge *B* des

Hebels C leicht drehbar iſt. Zwiſchen den beiden Schenkeln der Gabel iſt auf der Bohrhülſe A ein Schaltrad D befeſtigt, in deſſen Zähne eine Schaltklinke eingreift, die mit dem Hebel drehbar verbunden iſt und durch eine Feder in die Zähne gedrückt wird. Denkt man ſich daher das Werkzeug mit der kegelförmigen Spitze E gegen einen feſten Anſchlag geſtemmt, ſo wird der Bohrer durch die Schaltklinke nur bei der einen Bewegung des ſchwingenden Hebels C mitgenommen, während bei der Rückſchwingung desſelben die Klinke über die Zähne hinweggleitet. Dem Bohrer wird hierdurch eine abſetzende Bewegung ertheilt und um ihn vorzuſchieben, dient eine ähnliche Einrichtung, wie ſie in Fig. 681 dargeſtellt und vorher beſchrieben wurde. Es iſt hierzu nöthig, die Schraube F, deren Muttergewinde in der Bohrhülſe bei G befindlich ſind, zeitweiſe entſprechend zu drehen, zu welchem Ende ein Stift in eins der im Kopfe der Schraube angebrachten Löcher geſteckt wird.

Das Bohren mit einem ſolchen Hebel, der den Namen **Bohrknarre** führt, geht nur langſam von ſtatten, und zwar nicht bloß deswegen, weil

Fig. 682.

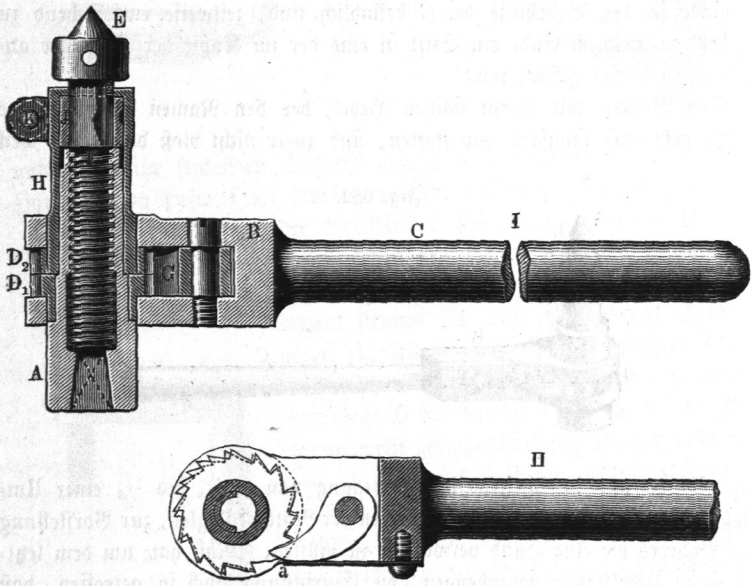


der Bohrer nur in ſchrittweiſer Bewegung von je $^1/_8$ bis $^1/_6$ einer Umdrehung bewegt wird, ſondern auch wegen der Nothwendigkeit, zur Vorſtellung des Bohrers die eine Hand verwenden zu müſſen. Man hat, um dem letztgedachten Uebelſtande vorzubeugen, die Einrichtung auch ſo getroffen, daß der Vorſchub ſelbſtthätig bewirkt wird, und dies z. B. durch die Bohrknarre, Fig. 683 (a. f. S.), erreicht.

Hierbei wird durch die Schwingung des Hebels C ſowohl die zur Aufnahme des Bohrers dienende Bohrhülſe A wie auch die Schraubenſpindel F gedreht; da aber der Betrag der Drehung für dieſe beiden Theile etwas verſchieden iſt, ſo muß ein Herabſchrauben der Hülſe A an der Schraubenſpindel F entſprechend dem Unterſchiede dieſer beiden Drehungen erfolgen. Um dies zu erreichen, ſind zwei Schalträder D_1 und D_2 angeordnet, von denen das eine 15 und das andere 14 Zähne enthält, und gegen welche eine gemeinſchaftliche Schaltklinke G wirkt. Von dieſen beiden Rädern ſitzt D_1 feſt auf der Bohrhülſe, während D_2 auf einer die Bohrhülſe A um-

gebenden Röhre H befindlich ist. Diese an ihrem oberen Ende aufgeschlitzte Röhre kann durch eine Klemmschraube K so fest zusammengezogen werden, daß sie bei ihrer Umdrehung den oberhalb eingelegten Ring J und durch Nuth und Feder auch die Druckschraube F mitnimmt. Wenn man dagegen die Klemmschraube löst, so dreht sich die Röhre H lose um den Ring J, ohne die Schraubenspindel F zur Umdrehung zu nöthigen. In diesem letzteren Falle kann daher das Werkzeug wie eine gewöhnliche Bohrknarre benutzt werden, indem man den Vorschub zeitweise durch Umdrehung der Schraube an deren Kopfe E mittelst eines Stiftes vornimmt. Wird dagegen durch Anziehen der Klemmschraube K die Röhre H mit der

Fig. 683.



Schraubenspindel F zu einem Ganzen verbunden, so ist die Wirkung folgende.

Bezeichnet z_2 die Zähnezahl des Rades D_1 und z_1 diejenige von D_2, so gehört zu einem Zahne des Rades D_1 ein Mittelpunktswinkel $\alpha_1 = \frac{2\pi}{z_1}$ und von D_2 ein solcher $\alpha_2 = \frac{2\pi}{z_2}$, es ist also der Unterschied zwischen beiden $\alpha_2 - \alpha_1 = 2\pi\left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1}\right)$. Wird nun der Hebel aus seiner Endlage, in welcher die beiden von ihm bewegten Zähne, wie in der Figur bei a, genau über einander stehen, um n Zähne des Rades D_2 zurückbewegt,

ſo hat bei der darauf folgenden Vorwärtsbewegung des Hebels die Schaltklinke zuerſt das Rad D_2 allein um den Betrag

$$n(\alpha_2 - \alpha_1) = n \cdot 2\pi \left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1}\right)$$

zu drehen, ehe ſie auch den betreffenden Zahn des Rades D_1 mitnehmen kann. Iſt daher der Hebel wieder bis zu ſeinem Ausgangspunkte zurückgekehrt, um in derſelben Weiſe das Spiel zu wiederholen, ſo hat eine Drehung des Rades D_1 mit dem Bohrer um $n\alpha_1 = n\frac{2\pi}{z_1}$, und eine ebenſo gerichtete Drehung der Röhre H mit der Schraube um $n\alpha_2 = n\frac{2\pi}{z_2}$ ſtattgefunden, ſo daß für dieſe Drehung des Bohrers in dem Betrage $\frac{n}{z_1} 2\pi$ ein Vorſchub gleich $n\left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1}\right)h$ erzielt worden iſt, wenn man mit h die Steigung der Schraube bezeichnet.

Es iſt von Intereſſe, zu bemerken, daß man bei dieſer Vorrichtung auch den Vorſchub beliebig kleiner machen kann, wenn man die Klemmſchraube K nur mäßig anzieht, wie ſich in folgender Weiſe erklärt. Die vorſtehende Rechnung gilt nämlich nur ſo lange, als die Röhre H mit der Schraubenſpindel F ſo feſt verbunden iſt, daß die letztere gezwungen iſt, die Drehung der Röhre H mitzumachen, ohne zu gleiten. Wenn indeſſen die Klemmſchraube K nicht ſo ſtark angezogen wurde, vielmehr ein gewiſſes Gleiten der Röhre H auf dem die Schraube umfangenden Ringe J eintreten kann, ſo muß der Vorſchub geringer ausfallen, als er unter der erſten Vorausſetzung einer ganz feſten Anſpannung der Klemmſchraube K iſt. Bezeichnet man nämlich den durch die Wirkung der Klemmſchraube zwiſchen der Röhre H und dem Ringe J am Halbmeſſer r erzeugten Reibungswiderſtand mit W, ſo wird die Schraubenſpindel nur ſo lange von der Röhre H mitgenommen werden, als das Moment Wr der gedachten Reibung größer iſt, als das Moment desjenigen Widerſtandes, welcher ſich zwiſchen den Gewindegängen einer relativen Verdrehung der Schraubengewinde gegen diejenige der Mutter entgegenſetzt. Wird dieſes Widerſtandsmoment jedoch größer als das erwähnte Reibungsmoment zwiſchen der Röhre H und dem Ringe J, ſo ſchleift die erſtere auf dem Ringe und die Schraube bleibt ſtehen. Da nun aber der Widerſtand zwiſchen den Gewindegängen in dem Maße zunehmen muß, wie der Bohrer ſtärker vorgeſchoben wird, ſo geht hieraus hervor, daß man durch mehr oder minder ſtarkes Anziehen der Klemmſchraube K eine gewiſſe Regelung des Vorſchubes in der Hand hat.

Die Bohrknarren, die man ſo ausgeführt hat, daß bei dem Ausſchwenken des Hebels ſowohl nach der einen wie nach der anderen Richtung der Bohrer

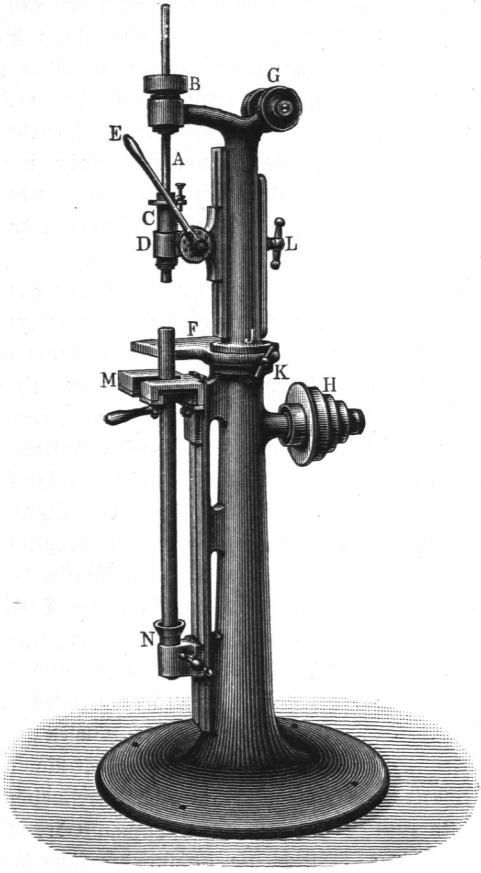
nach ein und derſelben Richtung gedreht wird, mögen nur erwähnt werden, da ſie den an ſie geknüpften Erwartungen nicht entſprochen haben, ſich vielmehr meiſtens als ſchwerfällige und den Arbeiter ermüdende Werkzeuge herausgeſtellt haben. Man wird ſich der vorſtehenden Geräthe, der Bohrkurbeln wie der Bohrknarren, natürlich immer nur nothgedrungen in ſolchen Fällen bedienen, wo die theure und wenig wirkſame Handarbeit nicht umgangen werden kann, wie bei der Aufſtellung von Maſchinen oder Eiſenconſtructionen, wo Bohrmaſchinen nicht vorhanden oder anzubringen ſind.

§. 185. **Bohrmaschinen.** Nach dem Vorſtehenden iſt es nun leicht, die Einrichtung und Wirkungsweiſe der Bohrmaſchinen zu verſtehen. So verſchieden dieſelben auch in Betreff ihrer beſonderen Verwendungsart und Anordnung, namentlich auch in Bezug auf ihre Geſtelle ſein mögen, ſo ſtimmen ſie doch in den Hauptpunkten ſämmtlich mit einander überein. Zur Bewegung des Bohrers iſt immer eine in Lagern möglichſt ſicher geführte Spindel vorhanden, die je nach dem Durchmeſſer des zu bohrenden Loches mit verſchiedener Geſchwindigkeit gedreht werden kann, ſo daß die Umfangsgeſchwindigkeit des Bohrers den in §. 147 angeführten zweckmäßigſten Werthen nahe kommt. Hierzu ſind faſt allgemein die Stufenſcheiben gebräuchlich, auch wird bei den größeren Bohrmaſchinen das von den Drehbänken her bekannte doppelte Vorgelege häufig angewandt. Zur Vorſchiebung des Bohrers iſt die Bohrſpindel faſt immer ihrer Länge nach in ihren Lagern verſchieblich, nur in außergewöhnlichen Fällen bewegt man das Arbeitsſtück gegen die unverſchieblich gelagerte Bohrſpindel. Die Spindel wird bei allen nicht ganz kleinen Bohrmaſchinen ſelbſtthätig verſchoben, doch iſt immer auch für eine Vorſchiebung durch die Hand Sorge getragen; das Zurückziehen des Bohrers aus dem fertigen Loche geſchieht immer mit der Hand, ebenſo wie das Anſtellen vor dem Bohren eines Loches. Hierbei iſt dafür zu ſorgen, daß der Bohrer ſchneller verſchoben werden kann, als bei dem eigentlichen Bohren zuläſſig iſt. Das Arbeitsſtück ſteht, wenn es größere Abmeſſungen hat, auf einer feſten Grundplatte, kleinere Stücke werden auch wohl auf einer Tiſchplatte befeſtigt, die der Höhe des Arbeitsſtückes entſprechend höher und tiefer geſtellt werden kann, um eine unnöthig große freie Länge des Bohrers zu vermeiden. Zuweilen auch wird die Tiſchplatte nach einer oder zwei zu einander ſenkrechten Richtungen verſchieblich gemacht, um die durch einen Kerner bezeichnete Mitte des zu bohrenden Loches genau in die Axe der Bohrſpindeln bringen zu können. Bei allen Bohrmaſchinen mit ſenkrechten Spindeln, wie ſie meiſtens ausgeführt werden, iſt die genau wagrechte Stellung der ebenen und ſorgfältig abgehobelten Tiſchplatte eine Hauptbedingung für ſchnelles und gutes Arbeiten. Je nach der Anordnung der ganzen Maſchine und der danach ſich richtenden Form des Geſtelles unter-

ſcheidet man wohl Wand-, Säulen- und freiſtehende Bohrmaſchinen; eine beſondere Art bilden die Radial- oder Krahnbohrmaſchinen.

Eine einfache Bohrmaſchine zur ſchnellen Herſtellung kleinerer Bohrungen in leichteren Gegenſtänden iſt in Fig. 684 abgebildet. Bei dieſer Maſchine, wie ſie in der Fabrik von Friſter und Roßmann in Berlin gebaut wird, iſt die Bohrſpindel A oberhalb mit Nuth und Feder durch die in dem Geſtellarme drehbar gelagerte Nabe der Riemſcheibe B geführt, während ſie am unteren Ende von der langen Hülſe C gehalten wird, in der ſie ſich frei drehen kann. Durch hervorragende Bundringe wird ſie genöthigt, ſich an der auf- und abſteigenden Bewegung dieſer Hülſe zu betheiligen. Die Hülſe C kann in dem Auge D des Geſtelles durch eine an ihr angebrachte Zahnſtange verſchoben werden, deren zugehöriges Zahnrad durch den Handhebel E gedreht wird. An dieſem Hebel wird daher von dem Arbeiter der Druck ausgeübt, der den Bohrer zum Eindringen in das auf dem Tiſche F liegende Arbeitsſtück zwingt, während die Bohrſpindel durch einen Riemen umgedreht wird, der über den entſprechenden Lauf der Stufenſcheibe H geht und durch die beiden Führungsrollen G auf die Scheibe B der Bohrſpindel geleitet wird.

Fig. 684.



Der Tiſch F kann um die feſte Säule J gedreht und in beſtimmter Stellung durch die Stellſchraube K befeſtigt werden, wogegen der zur Führung der Hülſe C dienende Arm in ſenkrechter Richtung an der Prismaführung des Geſtelles verſchoben und ebenfalls durch eine Schraube L in

ſolcher Höhe feſtgeſtellt werden kann, wie für die Dicke des Arbeitsſtückes erforderlich iſt. Durch dieſe Einrichtung wird erreicht, daß der in die Spindel zu ſteckende Bohrer nur die der Tiefe der Bohrung entſprechende Länge zu haben braucht, und daß die Bohrſpindel durch die niedergehende Hülſe C immer an ihrem unteren Ende geführt wird, auch wenn die Spindel in die tiefſte Lage gedrückt wurde. Wenn der Tiſch F ganz nach der Seite gelegt wird, ſo kann die Maſchine dazu dienen, längere Gegenſtände, z. B. Spindeln oder Axen, an dem oberen Ende anzubohren, wozu ſie mit dem unteren Ende in den verſtellbaren Napf N geſtellt werden und oberhalb noch durch einen auf die Prismaführung geſchobenen Bügel M gehalten werden können. Derartige Maſchinen werden wohl als Schnellbohrmaſchinen bezeichnet, weil die Arbeit vergleichsweiſe ſchnell damit ausgeführt werden kann. Größere Löcher ſind damit nicht zu bohren, weil der Stufenſcheibe das zur Ueberwindung größerer Widerſtände erforderliche Vorgelege fehlt.

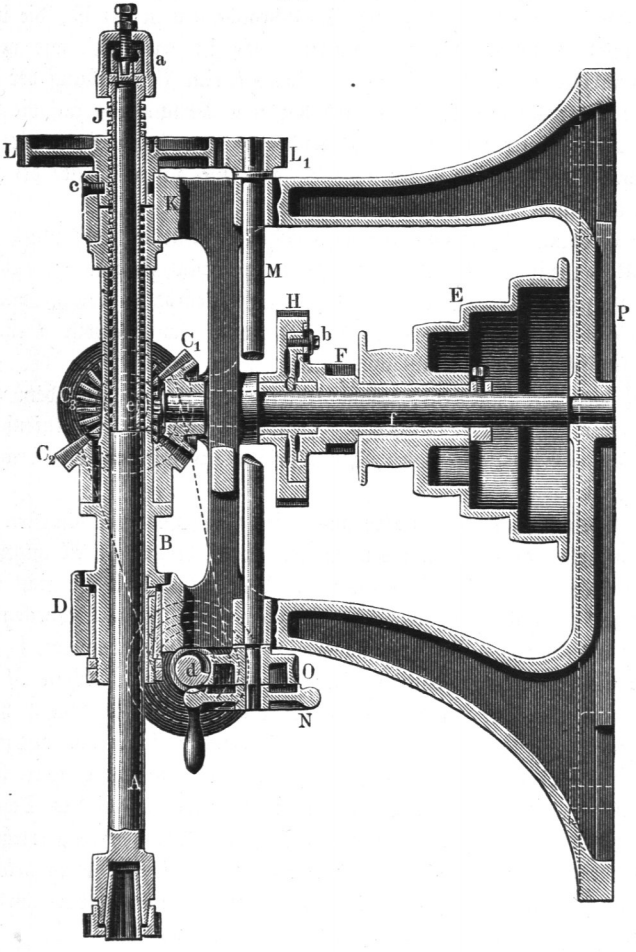
Die Einrichtung einer größeren Bohrmaſchine[1]) mit einem doppelten Vorgelege iſt in Fig. 685 dargeſtellt. Hier ſtellt A die am unteren Ende zur Aufnahme des Bohrers eingerichtete Bohrſpindel vor, die in einer Röhre B ſich ſenkrecht verſchieben läßt und vermittelſt einer der ganzen Länge nach in der Spindel angebrachten Nuth durch die Röhre mitgenommen wird, wenn man dieſe letztere umdreht. Zu dieſem Zwecke greift das auf der Antriebswelle befindliche Kegelrad C_1 in ein anderes ſolches Rad C_2 auf der Röhre B ein, die in dem Geſtelle bei D gelagert iſt. Die vier Läufe der Stufenſcheibe E ermöglichen wegen der Anordnung eines ausrückbaren doppelten Vorgeleges acht verſchiedene Geſchwindigkeiten je nach dem Durchmeſſer des zu bohrenden Loches, und es gelten hierfür die bei Beſprechung der Drehbänke angeführten Bemerkungen, nur iſt die Einrichtung dieſes Vorgeleges hier in etwas abweichender Art getroffen. Die Stufenſcheibe E nämlich iſt auf der hülſenförmig verlängerten Nabe des kleines Zahnrades F befeſtigt, das auf der Axe f loſe drehbar iſt. Die Umdrehung dieſer Axe wird vermittelt durch die feſt auf die Axe gekeilte Scheibe G, mit welcher das Rad F feſt verbunden werden kann, ſobald man eine in der Scheibe G befindliche Schraube b ſo weit nach innen rückt, daß ſie in einen Einſchnitt des an dem Rade F befindlichen Randes tritt. Gleichzeitig iſt auf der Nabe der Scheibe G das größere Zahnrad H loſe drehbar befindlich, doch kann dieſes Rad mit der Scheibe G durch dieſe Schraube b feſt verkuppelt werden, wenn dieſe bis zum Eingriff mit einem Einſchnitte im Kranze des Rades H nach außen verſchoben wird; die Verbindung der Scheibe G mit dem kleinen Zahnrade F iſt dann aufgehoben. Die zur Umſetzung der Bewegung erforderliche, in der Zeichnung nicht weiter ſichtbare Vorgelegswelle hat die

[1]) J. Hart, Die Werkzeugmaſchinen.

übliche Einrichtung, indem ſie mit zwei Zahnrädern, einem größeren in F und einem kleineren in H eingreifenden, verſehen iſt und mittelſt excentriſcher Zapfen ein- und ausgerückt werden kann.

Zum Vorſchub des Bohrers iſt folgende Einrichtung getroffen. Die Bohrſpindel A iſt in ihrem oberen Theile um ſo viel dünner als im unteren

Fig. 685.



gehalten, daß in den Zwiſchenraum zwiſchen ihr und der Röhre B ein zweites Rohr eingebracht werden kann, das äußerlich mit Schraubengewinden verſehen iſt. Dieſe Rohrſchraube J betheiligt ſich nicht an der Drehung der Bohrſpindel, ſie kann aber durch die gewählte Einrichtung eine beſondere langſame Umdrehung empfangen, in Folge deren ſie ſich durch die an dem

Geſtelle bei K feſt angebrachte Mutter hindurchſchiebt. Zur Umdrehung der Rohrſchraube dient das Zahnrad L, das über die Schraube J geſchoben wurde und innerlich mit einem vorſpringenden Keile verſehen iſt, der in eine Nuth eingreift, die in der Rohrſchraube deren ganzer Länge nach vorhanden iſt. Das Rad L iſt in dem Geſtell ſo gelagert, daß es ſich darin frei drehen kann, wogegen ihm eine axiale Verſchiebung, insbeſondere ein Abheben von dem Geſtell durch eine Stellſchraube c verwehrt iſt, die in eine ringförmige Nuth der Radnabe eintritt. Es iſt erſichtlich, wie vermöge dieſer Einrichtung die Umdrehung des Rades L eine Verſchiebung der Rohrſchraube J zur Folge haben muß, und um dieſe Verſchiebung auf die Bohrſpindel A zu übertragen, iſt die Rohrſchraube am oberen Ende mit einem aufgeſchraubten Bügel a verſehen, durch den eine auf das Ende der Bohrſpindel drückende Stahlſpindel hindurchtritt.

Zur Erzielung des ſelbſtthätigen Vorſchubes dient die ſenkrechte Hülfswelle M, die mit dem kleinen Zahnrade L_1 das Rad L umdreht und ſelbſt durch ein am unteren Ende befindliches Schneckenrad O bewegt wird, in welches eine Schraube ohne Ende auf der kurzen Zwiſchenwelle d eingreift. Dieſe Zwiſchenwelle endlich wird durch einen Riemen von der oberen Zwiſchenwelle e umgedreht, welche letztere den Antrieb von dem Kegelrade C_2 der Bohrſpindel durch das Kegelrad C_3 empfängt. Stufenſcheiben auf d und e ermöglichen dabei, den Vorſchub in beſtimmten Grenzen zu verändern.

Zur Vorſchiebung des Bohrers aus freier Hand und zum ſchnellen Rückführen deſſelben dient das auf dem unteren Ende der Welle M angebrachte Handrad N. Da durch daſſelbe aber eine Umdrehung ſo lange nicht herbeigeführt werden kann, als die Schraube ohne Ende in das Schneckenrad O eingreift, indem dieſes Getriebe hierbei als Geſperre wirken würde, ſo iſt die Anordnung ſo getroffen, daß das Schneckenrad loſe auf die Welle M geſetzt iſt und erſt durch das Handrad damit verkuppelt wird. Zu dem Behufe iſt der Kranz des Schneckenrades zu einem innerlichen Sperrrade ausgebildet, in das eine an dem Handrade angebrachte, leicht ein- und ausrückbare Sperrklinke eingreift. Hiernach geht bei dem Selbſtgange die auf das Schneckenrad übertragene Bewegung durch deſſen Sperrzähne auf den Sperrkegel und das Handrad N über, welches die ſenkrechte Welle M, auf die es gekeilt iſt, mitnimmt, während bei ausgerücktem Sperrkegel unmittelbar durch das Handrad eine Verſchiebung der Bohrſpindel ermöglicht iſt.

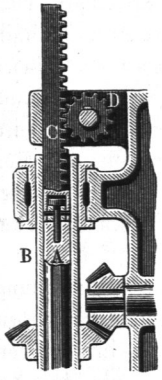
Die hier beſprochene Bohrmaſchine, die dem Werke von J. Hart entnommen wurde, iſt als Säulenbohrmaſchine ausgeführt, derart, daß eine gußeiſerne Säule dazu dient, die Platte P des Bohrgeſtelles aufzunehmen, während an dem unteren Theile der ſenkrecht verſtellbare Tiſch angebracht iſt, und im oberen Theile ein Lager für die Welle des Deckenvorgeleges

befeſtigt werden kann, das in bekannter Art mit der feſten und loſen Betriebsriemenſcheibe, ſowie mit der zweiten Stufenſcheibe ausgerüſtet iſt. Eine Befeſtigung derſelben Maſchine an der Wand vermittelſt einer geeigneten Geſtellplatte anſtatt der Säule würde einen weſentlichen Unterſchied in der Bauart nicht begründen.

Es iſt erſichtlich, daß bei der vorſtehend beſchriebenen Bohrmaſchine die Spindel in ihrer tiefſten Lage auf eine erhebliche Länge frei aus dem Lager *D* herausragt, ſo daß ſie leichter Erzitterungen ausgeſetzt iſt, als dies bei einer Anordnung nach Art der Fig. 684 der Fall iſt, wo das die Bohrſpindel führende Lager verſchoben wird.

Die Vorſchiebung der Bohrſpindel durch eine Schraube iſt ſehr gebräuchlich, wenn auch vielfach die Anordnung in der Weiſe abgeändert wird, daß man die Mutter drehbar macht und die Schraube an der Umdrehung verhindert. Man hat manchmal indeſſen auch die Schraube durch eine Zahnſtange erſetzt, die man gegen das Ende der Bohrſpindel wirken läßt, wie Fig. 686 zeigt. Hier ſtellt *A* das obere Ende der Bohrſpindel vor, die ebenfalls in einer Röhre *B* enthalten iſt, von welcher ſie die Umdrehung durch Nuth und Feder erhält. In der Verlängerung der Bohrſpindel iſt die Zahnſtange *C* angebracht, die von dem kleinen Zahnrade *D* verſchoben wird. Hierbei iſt die Zahnſtange mit der Bohrſpindel in ſolcher Weiſe zu verbinden, daß die erſtere nicht mit umgeht, aber doch bei ihrem Emporſteigen die Spindel mitnimmt. Da bei einer Umdrehung des Zahngetriebes *D* die Verſchiebung gleich dem Umfange deſſelben iſt, ſo wird die Umdrehung dieſes Rades im Allgemeinen nur ſehr langſam erfolgen dürfen, und man wendet daher meiſtens eine zweimalige Ueberſetzung durch Schraube ohne Ende und Schneckenrad zur Umdrehung des die Zahnſtange treibenden Rades *D* an.

Fig. 686.



Fortsetzung. Auf eine Eigenthümlichkeit der beſprochenen ſelbſtthätigen Vorſchiebung muß hier aufmerkſam gemacht werden. Vermöge der getroffenen Einrichtung wird dabei der Bohrer für jede Umdrehung um einen ganz beſtimmten Betrag in der Richtung der Axe vorgeſchoben, und für dieſe Größe, die man in jedem Falle aus den Verhältniſſen der einzelnen Getriebetheile leicht berechnen kann, iſt der Widerſtand ganz ohne Einfluß, den der Bohrer findet. Dieſer Widerſtand würde dabei nur dann beſtändig von derſelben Größe ſein, wenn das Material vollkommen gleichmäßig wäre und auch die Schneide des Bohrers ihren Zuſtand während des Arbeitens nicht änderte. Dieſe beiden Bedingungen ſind im Allgemeinen niemals ſtrenge §. 186.

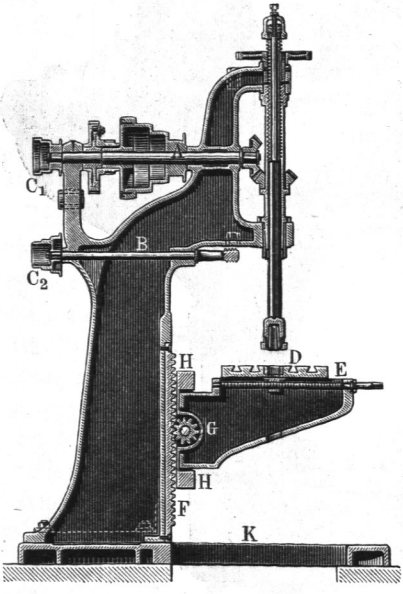
erfüllt, denn das zu bearbeitende Material enthält faſt immer mehr oder minder harte Stellen, und der Bohrer wird durch die Arbeit allmählich abgeſtumpft. Es folgt daher, daß der dem Bohrer ſich darbietende Widerſtand bei einer Vorſchiebung, wie die angegebene, nicht immer dieſelbe Größe haben wird, und daß dieſer Widerſtand unter beſonderen Verhältniſſen übermäßig große Werthe annehmen kann, was ein Abbrechen des Bohrers oder eine unvollkommene Arbeit zur Folge haben kann. In dieſer Beziehung verhält ſich der Vorſchub der Maſchine in Fig. 684 und überhaupt der Vorſchub aus freier Hand anders. Denkt man ſich, daß der Bohrer in Fig. 684 durch eine unveränderliche Kraft, wie ſie etwa durch ein Belaſtungsgewicht an dem Hebel vorgeſtellt wird, niedergedrückt werde, ſo iſt viel eher die Möglichkeit eines gleichbleibenden Widerſtandes vorhanden, indem unter dieſem unveränderlichen Drucke der Bohrer an einer beſonders widerſtandsfähigen Stelle des Materials weniger tief eindringen wird. Aehnlich werden die Verhältniſſe ſein, wenn der Bohrer bei einer Maſchine wie Fig. 685 aus freier Hand an dem Handrade vorgeſchoben wird, indem dann der Arbeiter aus dem Widerſtande, der ſich der Umdrehung des Handrades entgegenſtellt, ein Urtheil über den Bohrwiderſtand erhält, und durch das Gefühl dabei ganz von ſelbſt eine entſprechende Regulirung des Vorſchubes ſtattfindet. Man kann demnach einen Unterſchied machen zwiſchen einer conſtanten linearen Vorſchiebung und einer ſolchen mit conſtantem Drucke.

Es iſt übrigens leicht, auch bei einer ſelbſtthätig wirkenden Einrichtung, wie diejenige in Fig. 685 iſt, den Bohrer mit conſtanter Kraft vorzuſchieben, wozu nur erforderlich iſt, daß man an irgend einer Stelle in dem vorſchiebenden Getriebe eine Reibungskuppelung einſchaltet, die mit einer den Umſtänden angemeſſenen Kraft zuſammengepreßt wird. Würde man z. B. bei dieſer Maſchine anſtatt des Sperrrades und der Sperrklinke eine Reibungskuppelung anwenden, um das Handrad mit der Vorſchiebewelle von dem Schneckenrade mitnehmen zu laſſen, ſo würde ein Vorſchub nur ſo lange ſtattfinden, als zur Umdrehung der Vorſchiebewelle an dem Handrade eine Kraft ausreicht, wie ſie durch die Reibung daſelbſt gegeben iſt, indem bei einem größeren Widerſtande die beiden Theile auf einander gleiten würden. Ein ähnliches Verhalten zeigte ſich übrigens auch ſchon bei der in §. 184 beſchriebenen Bohrknarre, Fig. 683, mit ſelbſtthätigem Vorſchube. Um dieſen Zweck einer Vorſchiebung mit beſtimmter Kraft zu erreichen, hat man verſchiedene Einrichtungen angegeben, die im weſentlichen ſo zu beurtheilen ſind, wie hier angegeben. Man hat auch wohl zu demſelben Zwecke den das Arbeitsſtück tragenden Tiſch dem Bohrer mit conſtanter Kraft entgegengeführt, indem man dieſen Tiſch mit einem cylindriſchen Plungerkolben ausſtattete, der aus einem darunter ſtehenden hydrauliſchen Cylinder durch den

Wasserdruck mit unveränderlicher Kraft emporgedrückt wurde. Eine größere Verwendung hat diese Einrichtung aber nicht gefunden.

Ein Beispiel für eine freistehende Bohrmaschine, die ohne weitere Befestigung durch ihr eigenes Gewicht den hinreichend festen Stand erhält, sei durch die Fig. 687 dargestellt, die eine Bohrmaschine der Maschinenfabrik von Gschwindt und Zimmermann[1]) in Karlsruhe versinnlicht. Die Lagerung und Bewegung der Bohrspindel, die Einrichtung des doppelten Vorgeleges und der Vorschub durch die Rohrschraube ist übereinstimmend mit der Maschine Fig. 685 angeordnet. Der einzige Unterschied in dem Antriebe der für den Vorschub dienenden Zwischenwelle B durch die kleinen Stufenscheiben C_1 und C_2 unmittelbar von der Antriebswelle A aus ist aus der Figur ohne weiteres klar. Man ersieht daraus ferner, wie zur Aufnahme des Arbeitsstückes eine Tischplatte D vorgesehen ist, die auf einer prismatischen Führung E mittelst einer Schraubenspindel zu verschieben ist, so daß man das betreffende Arbeitsstück jederzeit genau in die richtige Lage unter dem Bohrer bringen kann. Auch gestattet diese Vorrichtung, nach einander mehrere Löcher genau parallel in derselben geraden Linie neben einander ohne jedesmaliges Umspannen des Gegenstandes zu bohren. Die Verstellung des Tisches nach der Höhe wird hier durch eine am Gestell feste Zahnstange F ermöglicht, in die ein kleines Zahnrad G eingreift, das durch ein seitlich auf der Axe befindliches Schneckenrad mittelst einer Schraube ohne Ende umgedreht wird. Bei dem Bohren hoher Gegenstände kann dieser Tisch um zwei Zapfen H nach der Seite geschwenkt werden, so daß die Arbeitsstücke auf die Grundplatte K gestellt werden können.

Fig. 687.

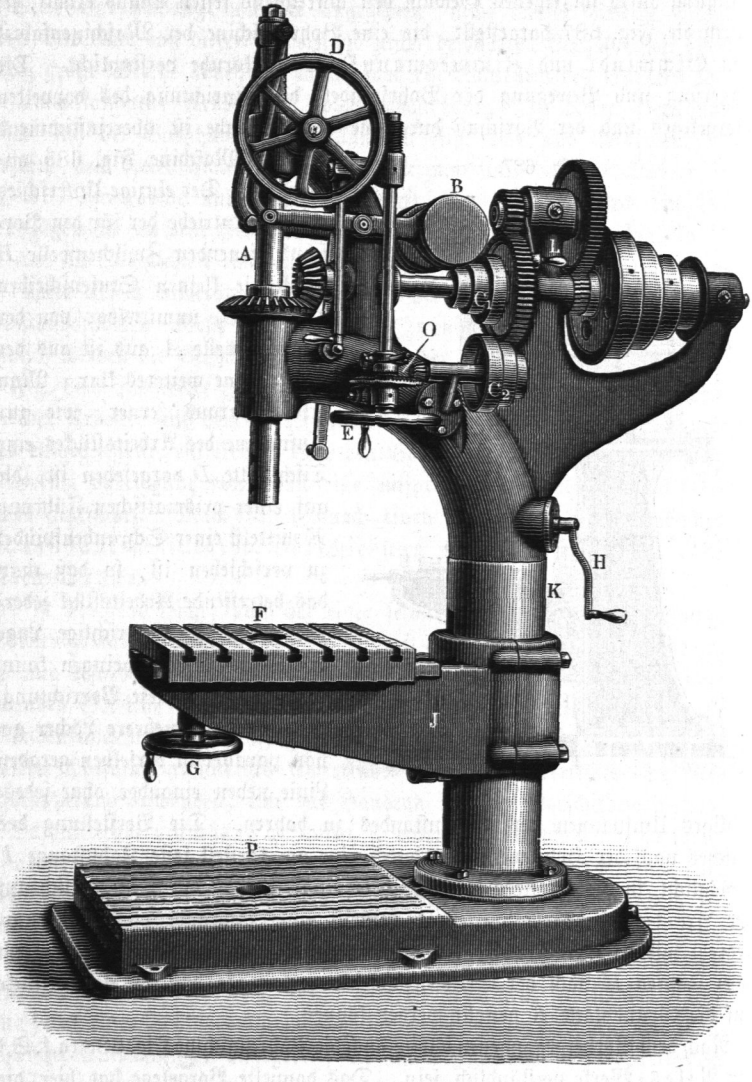


Nach dem Vorhergegangenen dürfte auch die Bohrmaschine Fig. 688 (a. f. S.) der Niles-Werke verständlich sein. Das doppelte Vorgelege hat hier die gewöhnliche Einrichtung und kann mittelst des Hebels L ein- oder aus-

[1]) J. Hart, Die Werkzeugmaschinen.

gerückt werden. Durch die Gegengewichte B wird die Bohrſpindel A in Gleichgewichte gehalten, der Vorſchub erfolgt in ähnlicher Weiſe, wie bei der

Fig. 688.



vorhergehenden Maſchine von einer Stufenſcheibe C_1 der Antriebswelle aus, aber mit Hülfe einer auf das obere Ende der Bohrſpindel wirkenden Zahnſtange, deren Getriebe durch das große Schneckenrad D auf der ſenkrechten

Welle ſehr langſam gedreht wird. Die Kuppelung O iſt an ihrem Hebel auszurücken, wenn der Bohrer aus freier Hand an dem Rade E vorgeſtellt oder zurückgezogen werden ſoll. Auch hier iſt die Tiſchplatte F durch eine Schraube verſtellbar gemacht, die an dem Handrade G mit Hülfe von zwei Kegelrädern gedreht werden kann. Ebenſo wird durch die Kurbel H und zwei im Inneren des Ständers K gelegene Kegelrädchen eine in der Axe der Säule aufgeſtellte Schraubenſpindel umgedreht, deren Mutter mit dem Träger J verbunden iſt, ſo daß hierdurch der Tiſch gehoben und geſenkt werden kann. Daß man den Tiſch um die Säule K drehen kann, wenn die Gegenſtände auf die Grundplatte P geſtellt werden ſollen, iſt erſichtlich.

Von den bisher beſprochenen Bohrmaſchinen für Metall unterſcheiden ſich die für Holz gebräuchlichen Bohrmaſchinen durch die einfachere Anordnung, die daraus folgt, daß man bei dieſen Maſchinen niemals ein Vorgelege anzuwenden nöthig hat, weil der Widerſtand immer nur verhältnißmäßig klein und eine größere Bohrgeſchwindigkeit anzuwenden iſt. Auch die Vorſchiebevorrichtung iſt einfacher und wird meiſt durch die Hand oder den Fuß des Arbeiters bewegt, wenn der Bohrer nicht durch eine Zugſchraube von ſelbſt eingezogen wird. Die Spindel muß, weil ihr eigenes Gewicht in den meiſten Fällen ſchon einen zu ſchnellen Vorſchub veranlaſſen würde, immer durch Gegengewichte gut ausgeglichen werden; den Tiſch macht man häufig derartig verſtellbar, daß er bei ſchräger Lage das Bohren von Löchern in einer gegen das Arbeitsſtück geneigten Richtung zuläßt.

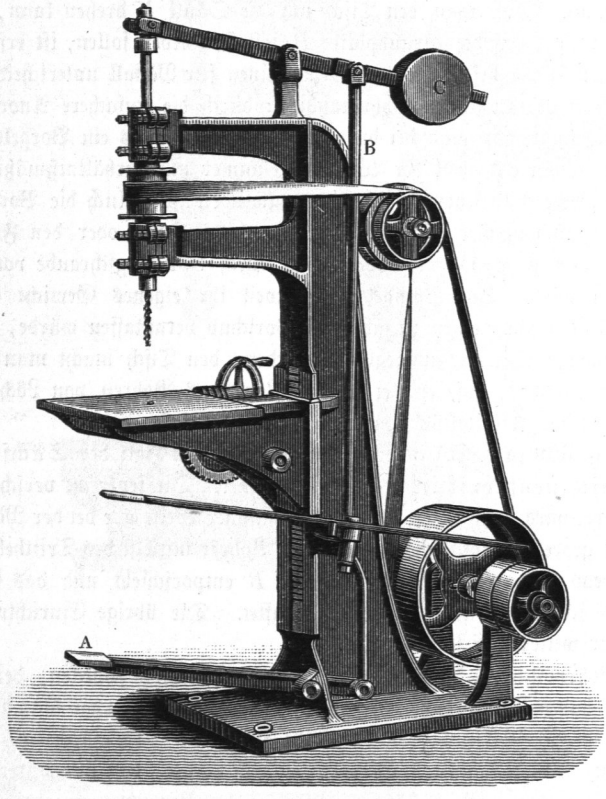
In Fig. 689 (a. f. S.) iſt eine Bohrmaſchine für Holz der Sächſiſchen Stickmaſchinenfabrik in Kappel gezeichnet. Die ſenkrecht verſchiebliche Bohrſpindel wird durch einen Riemen in ähnlicher Weiſe wie bei der Maſchine Fig. 684 gedreht. Vorgeſchoben wird der Bohrer mittelſt des Tritthebels A, der bei dem Niedertreten die Schubſtange B emporſchiebt und das Gegengewicht C für die Spindel theilweiſe entlaſtet. Die übrige Einrichtung bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Die Bohrmaſchinen hat man je nach den beſonderen Zwecken, denen ſie zu dienen haben, ſehr verſchieden eingerichtet; insbeſondere hat man ſie auch mit einer größeren Anzahl von Spindeln ausgerüſtet, die gleichzeitig ebenſo viele Löcher bohren können. Es wird dadurch erzielt, daß alle unter dieſen Spindeln gebohrten Gegenſtände in Betreff der Lage der einzelnen Löcher zu einander vollſtändig übereinſtimmen, was bei der maſſenhaften Herſtellung gewiſſer Gegenſtände, z. B. der Nähmaſchinen, von großer Bedeutung iſt. Von einer Bohrmaſchine mit drei Spindeln möge noch in Fig. 690 (auf S. 1043) eine Darſtellung gegeben werden.

Wie aus der Figur erſichtlich iſt, trägt dieſe, von den Niles-Works in Hamilton gebaute Maſchine an einem durch die beiden Ständer A geſtützten Querbalken B drei Schieber C, in denen die Bohrſpindeln D gelagert ſind.

Dieſe Schieber mit den Spindeln ſind wagrecht auf dem Querbalken verſtellbar gemacht, ſo daß die gegenſeitige Stellung der Spindeln zu einander den Bedürfniſſen entſprechend gewählt werden kann. Zu dieſer Verſtellung dient die Zahnſtange E an dem Querbalken und für jeden Schieber ein kleines, durch G umzudrehendes Zahnrad. Von der Stufenſcheibe H erhält die Querwelle J die Bewegung, die ſie in der aus der Figur erſichtlichen Weiſe den Spindeln durch Kegelräder mittheilt, welche von den Querſchlitten

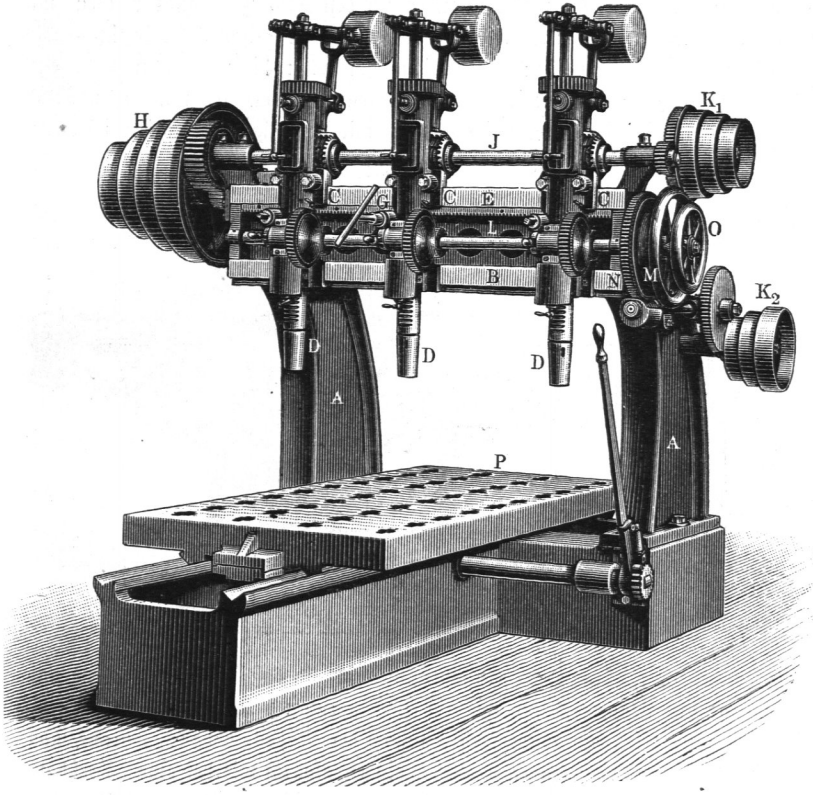
Fig. 689.



bei deren Verſchiebung mitgenommen werden. Zum Vorſchieben der Bohrer dient die Querwelle L, die durch die kleineren Stufenſcheiben K, durch eine Kegelradüberſetzung und durch das Wurmrad N mit Schneckenantrieb, langſam umgedreht wird, ſo daß ſie mittelſt kleiner Zahnräder die zu Zahnſtangen ausgebildeten Bohrhülſen verſchiebt. Zum Vorſchieben aus freier Hand und zur ſchnellen Rückführung des Bohrers dient das Handrad M, welches auf der Welle L mittelſt einer Nuth und Feder befindlich

iſt und bei dem ſelbſtthätigen Vorſchube an dem kleineren Stellrade O feſt gegen das loſe auf die Welle L geſteckte Wurmrad N gepreßt wird. Dieſe Anordnung einer Reibungskuppelung gewährt die oben angegebenen Vortheile eines mit conſtantem Drucke erfolgenden Vorſchubes. Vor der Bewegung der Spindel aus freier Hand iſt natürlich die Reibungskuppelung zu löſen.

Fig. 690.

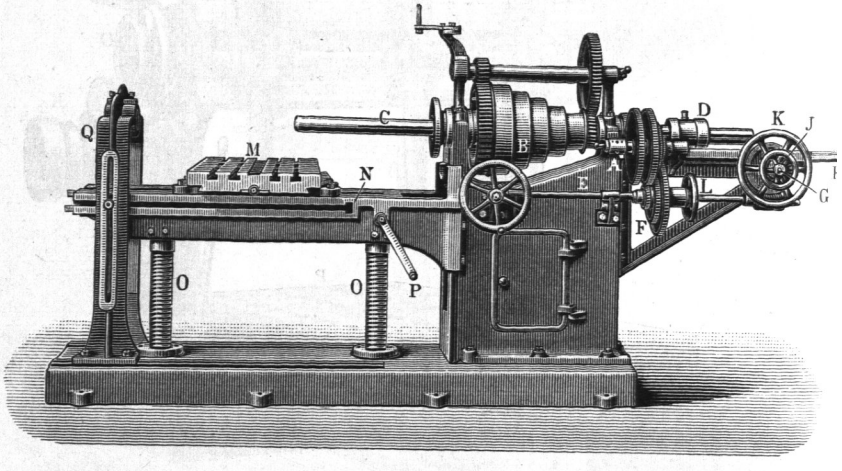


Bei dieſer Maſchine iſt auch in Führungen die Platte P wagrecht zu verſchieben, welche zur Aufnahme der zu bohrenden Gegenſtände dient; dieſe Einrichtung geſtattet das Bohren vieler Löcher an verſchiedenen Stellen eines und deſſelben größeren Gegenſtandes, ohne daß man denſelben wiederholt in verſchiedener Lage aufſpannen muß.

Horizontale Bohrmaſchinen. Während die bisher beſprochenen Bohrmaſchinen ſämmtlich eine ſenkrechte Stellung der Spindel zeigen, hat man auch mehrfach Bohrmaſchinen gebaut, bei denen die Bohrſpindel wag- §. 187.

recht angeordnet iſt. Dieſe Maſchinen ſind in vieler Beziehung den in §. 180 beſprochenen Cylinderbohrmaſchinen ähnlich und dienen wie dieſe meiſtens auch zum Ausbohren ſchon vorhandener Höhlungen, während ſie zum Bohren von Löchern aus dem vollen Material nur weniger angewendet werden. Für viele Gegenſtände gewährt dieſe Art der Bearbeitung beſondere Vortheile, beiſpielsweiſe kann mittelſt ſolcher Maſchinen eine größere Anzahl von Wellenlagern, die neben einander auf den Tiſch geſchraubt werden, mit einem Durchgange der Bohrſtange gleichzeitig in genau übereinſtimmender Weite ausgebohrt werden. Zuweilen hat man dieſe Maſchinen ſo eingerichtet, daß ſie auch die Arbeit der Drehbank übernehmen können, während ihre Wirkungsweiſe andererſeits vielfach mit derjenigen der weiter unten zu

Fig. 691.



beſprechenden Fräsmaſchinen übereinſtimmt, ſo daß man damit ebene und prismatiſche Flächen ebenſo wie auf Hobelmaſchinen herſtellen kann.

Fig. 691 zeigt eine ſolche Bohrmaſchine der Niles-Works, woraus man erſieht, daß in dem Geſtell *A* eine Spindel, ähnlich wie bei einer Drehbank gelagert iſt und auch wie bei dieſer durch Stufenſcheiben *B* und ein doppeltes Vorgelege umgedreht wird. Durch die hohle Spindel tritt der ganzen Länge nach die eigentliche Bohrſtange *C* hindurch, die am vorderen Ende mit einem Schlitze zur Aufnahme des quer hindurchgeſteckten Bohrmeſſers verſehen iſt, während das hintere Ende von dem Schlittenſtück *D* getragen wird und von dieſem die Längsverſchiebung erhält. Zur ſelbſtthätigen Verſchiebung dient die Hülfswelle *E*, die von drei Stufenradvorgelegen *F* mit dreifach verſchiedener Geſchwindigkeit bewegt werden kann, und durch eine Schnecke das Schneckenrad auf der Vorſchiebewelle *G* umdreht, die durch ein Zahnrad die mit dem Schlittenſtück verbundene Zahnſtange *H* verſchiebt. Der

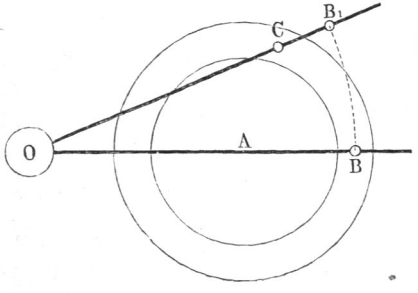
Vorſchub oder die Rückführung der Bohrſtange aus freier Hand erfolgt von dem Handrade K aus, nachdem die Reibungskuppelung durch das Stellrad J gelöſt worden iſt; das Handrad L dient dazu, durch eine innere Kuppelung eins der drei auf der Welle E ſitzenden Stufenräder F mit der erſteren zu verbinden.

Das Arbeitsſtück wird auf der Platte M befeſtigt, die auf ihrer Unterlage quer verſtellt und mit dieſer der Länge nach auf dem Bett N verſchoben werden kann. Die richtige Höhenlage giebt man dem Bett durch zwei ſtarke Schraubenſpindeln O, die gleichzeitig von der Handkurbel P aus durch eine Zwiſchenwelle mittelſt coniſcher Räder gedreht werden können. Zur ſicheren Unterſtützung des an dem Geſtell in ſenkrechten Prismen geführten Bettes an ſeinem freien Ende iſt der Bock Q angeordnet, der in ſeinem oberen Querſtege eine Bohrung zur Führung der Bohrſtange C enthält. Bei manchen Maſchinen dieſer Art kann man anſtatt dieſes Setzſtockes Q einen Reitſtock anbringen, ſo daß man Gegenſtände zwiſchen dieſem Reitſtocke und der Spindel in Spitzen unterſtützen und die Maſchine wie eine Drehbank benutzen kann. Auch hat man zur Verſchiebung der Bohrſtange durch die Spindel hindurch eine Schraubenſpindel angewendet, die in ähnlicher Art wie bei den in §. 180 beſprochenen Cylinderbohrmaſchinen durch Differentialräder eine etwas andere Geſchwindigkeit erhält, wie die Spindel.

Krahnbohrmaſchinen. Wenn es ſich darum handelt, in Gegenſtände an verſchiedenen Stellen parallele Löcher zu bohren, ſo iſt dazu bei der Anordnung einer feſt aufgeſtellten Bohrſpindel die wiederholte Verſetzung des Arbeitsſtückes auf ſeiner Unterlage erforderlich. Sind hierbei die Arbeitsſtücke ſchwer und unhandlich, ſo iſt zu dieſer Verſetzung viel Zeit erforderlich, da das Arbeitsſtück in jeder neuen Lage genau ausgerichtet werden muß, um die parallele Lage der gebohrten Löcher zu verbürgen. In ſolchen Fällen richtet man die Bohrmaſchinen zweckmäßig ſo ein, daß die Bohrſpindel ſich verſetzen läßt, ſo daß dem Arbeitsſtücke eine unwandelbar feſte Aufſtellung gegeben werden kann. In welcher Art dies zu geſchehen hat, wird aus Fig. 692 erſichtlich, worin A einen größeren Dampf- oder Gebläſecylinder vorſtellen möge, in deſſen Flanſchen ringsum eine größere Anzahl von Löchern für die zur Befeſtigung der Deckel dienenden Schrauben zu bohren ſind. Denkt man ſich hier die Bohr-

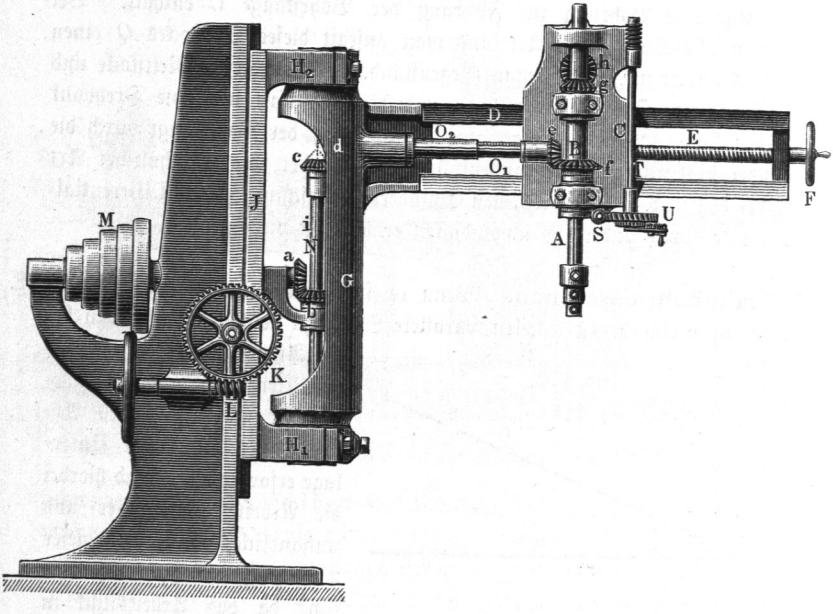
§. 188.

Fig. 692.



ſpindel in B befindlich, ſo kann dieſelbe nach der Vollendung des daſelbſt anzubringenden Loches zum Bohren eines anderen Loches, z. B. in C, dadurch befähigt werden, daß man ſie an einem um O drehbaren Arme anbringt, an welchem ſie der Länge nach verſchoben werden kann. Man dreht dann dieſen Arm zunächſt in die Stellung OB_1 und verſchiebt daran die Spindel von B_1 bis C. Weil der Arm OB hierbei in die Lage der verſchiedenen Radien eines um O beſchriebenen Kreiſes gebracht werden kann, nennt man dieſe Art von Bohrmaſchinen wohl Radialbohrmaſchinen, während die Aehnlichkeit der Bewegung der Bohrſpindel mit derjenigen des Laſthakens bei gewiſſen Krahnen zu der Bezeichnung Krahnbohrmaſchine geführt hat.

Fig. 693.



Die Einrichtung dieſer Maſchinen wird am einfachſten aus der Betrachtung einiger Beiſpiele deutlich. Es ſtellt Fig. 693 die von Whitworth herrührende, dem Werke von J. Hart entnommene Anordnung vor. Die Bohrſpindel A iſt hier in der bekannten Art durch eine Röhre B geführt, die ihre Lager in dem Schlittenſtücke C erhält, das auf den Prismaführungen des Armes D verſtellt werden kann. Zu dieſer Verſtellung dient die Schraubenſpindel E, deren Mutter mit dem Schlittenſtücke C feſt verbunden iſt, ſo daß durch die Umdrehung der Schraube an dem Handrade F die beabſichtigte Verſchiebung erreicht werden kann. Der Arm D iſt mit dem hohlen halbcylindriſchen Stücke G zuſammengegoſſen, das in zwei über einander liegenden

Lagern H_1 und H_2 des Rahmens J drehbar iſt, ſo daß durch dieſe Anordnung den Bedingungen für die Verſtellbarkeit der Bohrſpindel genügt wird, wie ſie vorſtehend angeführt worden ſind. Außerdem iſt noch dafür geſorgt, daß man den Rahmen J in ſenkrechten Führungen des feſten Ständers höher oder niedriger ſtellen kann, um Gegenſtände von verſchiedener Höhe bequem bohren zu können, die auf der Grundplatte genau wagrecht aufgeſtellt werden. Dieſe ſenkrechte Verſtellung erfolgt vermittelſt einer an der Platte J innerlich angebrachten Zahnſtange, deren eingreifendes Zahngetriebe durch das Schneckenrad K von der Schraube ohne Ende L gedreht wird.

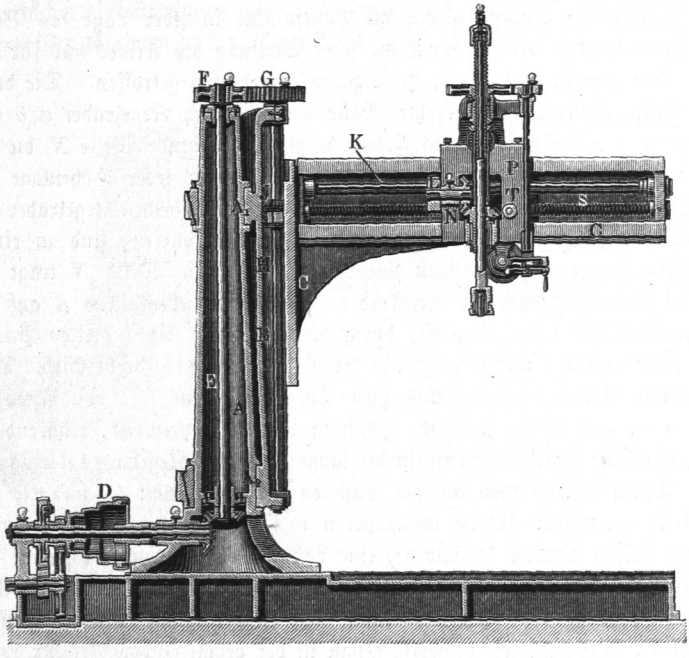
Um nun die Bewegung auf die Bohrſpindel in jeder Lage des Bohrſchlittens auf dem Arme, ſowie bei jeder Stellung des Armes und für jede Höhe deſſelben zu übertragen, iſt folgende Anordnung getroffen. Die durch die Stufenſcheibe M umgedrehte Welle bewegt durch Kegelräder a, b eine genau in der Drehungsaxe des Armes aufgeſtellte ſtehende Welle N, die mit einer durchgehenden Längsnuth verſehen iſt, um in jeder Höhenlage des Rahmens J die Bewegung übertragen zu können. Die beiden Kegelräder a, b, die an der Hebung und Senkung nicht theilnehmen dürfen, ſind in einem an dem Ständer angebrachten Lager gehalten. Die Welle N trägt am oberen Ende ebenfalls ein Kegelrad c, das in ein ebenſolches d auf der wagrechten Welle O_2 eingreift, durch die vermittelſt eines dritten Paares von Kegelrädern e und f das Rohr der Bohrſpindel umgedreht wird. Dieſe wagrechte Axe beſteht nun aus zwei Theilen O_1 und O_2, von denen O_1 maſſiv iſt und in die paſſende Höhlung von O_2 hineintritt, während der röhrenförmige Theil O_2 ebenſo in die lange Nabe des Kegelrades d eingelegt iſt. Durch Längsnuthen auf den äußeren Umfängen von O_1 und O_2 und durch hervorragende Federn im Inneren von O_2 und der Radnabe von d iſt den beiden Theilen O_1 und O_2 eine Längsſchiebung ermöglicht, ohne daß dadurch die Bewegungsübertragung zwiſchen N und O_1 geſtört würde. Auch die Schwenkung des Armes D kann dieſe Uebertragung nicht beeinfluſſen, ſobald die Welle N, wie bemerkt, genau in der geometriſchen Axe der Lager H_1 und H_2 aufgeſtellt iſt, da alsdann die beiden Kegelräder c und d immer richtig in einander eingreifen.

Um auch den Vorſchub des Bohrers in jeder Stellung der Bohrſpindel ſelbſtthätig zu machen, iſt die Bewegung für den Vorſchub von dem Rohre B der Bohrſpindel abgeleitet, indem hierzu durch die Kegelräder g und h die Axe des letzteren gedreht wird, die durch zwei in der Figur nicht ſichtbare Stufenſcheiben die Schnecke S umdreht. Wie durch die ſenkrechte Spindel T des zugehörigen Schneckenrades U die Bohrſpindel vorgeſchoben wird, bedarf nach den früheren Angaben einer Erläuterung nicht.

Ein Uebelſtand dieſer Bauart muß in der ausziehbaren Welle zur Uebertragung der Bewegung auf die Bohrſpindel erkannt werden, derſelbe iſt

vermieden bei der durch Fig. 694 verbildlichten Bohrmaſchine aus der Maſchinenfabrik von Gſchwindt & Zimmermann in Karlsruhe[1]). Hierbei iſt zur Aufnahme des drehbaren Armes die feſte Säule A vorgeſehen, die bei A_1 und A_2 von zwei Halslagern des Rahmens B umfangen wird. An den vorderen Prismen dieſes Rahmens iſt der wagrechte Arm C der Höhe nach verſtellbar, zu welchem Zwecke in dem Rahmen eine Schraubenſpindel undrehbar befindlich iſt, deren Mutter vermittelſt zweier Kegelrädchen durch einen Schalthebel bequem umgedreht werden kann.

Fig. 694.



Der Antrieb erfolgt von der mit doppeltem Vorgelege verſehenen Stufenſcheibe D aus zunächſt auf die genau in der Axe der Säule A aufgeſtellte ſtehende Welle E, die auf dem oberen Ende das Stirnrad F trägt, in welches ein anderes Stirnrad G auf der ſtehenden Welle H eingreift. Dieſe letztere Welle, die ihre Lagerung in dem Drehſtück B findet, wird auf dieſe Weiſe ſtets umgedreht, ohne daß die Bewegungsübertragung durch das Schwenken des Armes beeinflußt wird, indem hierbei das Stirnrad G um dasjenige F auf der axialen Welle E herumkreiſt. Die ſtehende Hülfswelle H iſt ihrer ganzen Länge nach genuthet, ſo daß ſie ein Kegelrad d

[1]) J. Hairt, Die Werkzeugmaſchinen.

umdreht, in welcher Höhe dieſes an der Hebung und Senkung des Armes theilnehmende Rad J auch ſtehen möge. Von dem Kegelrade J wird durch ein gleiches Rad die in dem Arme gelagerte Welle K umgedreht, die vermittelſt einer Längsnuth ein Stirnrad bewegt, das weiter im Eingriffe mit dem Stirnrade L die Umdrehung der Bohrſpindel durch die Kegelräder N beſorgt. Da das in L eingreifende Stirnrad auf der wagrechten Welle K verſchieblich iſt und bei der Verſchiebung des Bohrſchlittens P auf dem Arme C mitgenommen wird, ſo wird durch dieſe Verſchiebung die Betriebsübertragung in keiner Weiſe beeinflußt. Die Verſchiebung des Bohrſchlittens auf dem Arme C erfolgt bei dieſer Maſchine dadurch, daß man die Mutter der in dem Arme undrehbar befeſtigten Schraubenſpindel S durch ein Handrad unter Vermittelung zweier Kegelrädchen T umdreht. Im Uebrigen iſt die Einrichtung dieſer Maſchine aus der Figur deutlich.

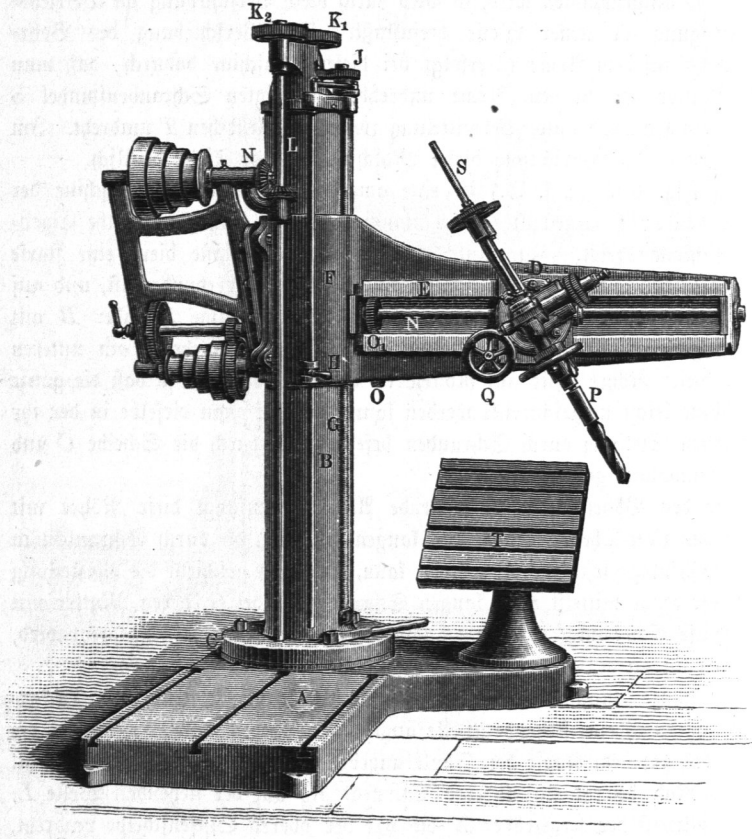
In Fig. 695 (a. f. S.) iſt eine amerikaniſche Krahnbohrmaſchine der Niles-Works dargeſtellt, die in mancher Hinſicht bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten zeigt. Zur Unterſtützung dieſer Maſchine dient eine ſtarke Spindel oder Säule, die feſt mit der Grundplatte A verbunden iſt, und auf deren oberem Ende der darüber geſtülpte röhrenförmige Ständer B mit einem genau paſſenden Lager hängt. Die ſtarke Scheibe C am unteren Ende dieſer Röhre läuft auf Rollen in der Grundplatte, ſo daß die ganze Maſchine leicht umgeſchwenkt werden kann, worauf man dieſelbe in der ihr gegebenen Stellung durch Schrauben befeſtigt, die durch die Scheibe C und die Grundplatte gezogen werden.

Der den Bohrſchlitten D tragende Arm E umfängt dieſe Röhre mit einer aus zwei Theilen beſtehenden langen Hülſe F, die durch Schrauben in jeder Höhenlage feſtgeſpannt werden kann, und zwar geſchieht die Verſtellung nach der Höhe mittelſt einer langen Schraubenſpindel G, deren Mutter mit der Hülſe F vereinigt iſt, und die von der treibenden Kraft umgedreht wird, ſobald man an der Handhabe H die Räder J einrückt.

Die ganze Maſchine wird in eigenthümlicher Weiſe von dem Deckenvorgelege durch eine ſtehende Welle angetrieben, deren unteres Ende in die Nabe des auf dem Kopfe der Säule angebrachten Stirnrades K_1 geſteckt iſt. Dieſes Rad bewegt ein anderes Stirnrad K_2 auf der ſtehenden Welle L, die vermittelſt der Kegelräder N die Axe der oberen Stufenſcheibe umdreht, und zwar wird dieſe Bewegungsübertragung weder durch die Drehung des Armes E noch durch deſſen Verſtellung nach der Höhe beeinflußt, indem bei einer Drehung das Rad K_2 um das in der Axe der Säule aufgeſtellte Rad K_1 kreiſen kann, während die Kegelräder N an einer ſenkrechten Verſchiebung theilnehmen. Die untere Stufenſcheibe, die mit dem bei Drehbänken üblichen doppelten Vorgelege verſehen iſt, trägt auf ihrer verlängerten Axe ein in der Figur nur bei O zum Theil ſichtbares Zahnrad, das in ein

anderes O_1 eingreift, welches auf der in dem Querarme gelagerten Welle N befeſtigt iſt. Ein auf dieſer Welle verſchiebliches Zahngetriebe, das vermöge der Nuth in der Welle N ſtets an deren Drehung theilnehmen muß, bewegt dann die Bohrſpindel P, und es wird auch zum Selbſtgange die Umdrehung der Schraubenſpindel S hiervon durch Räder abgeleitet. Dabei iſt die Einrichtung ſo getroffen, daß man die Bohrſpindel P unter beliebiger Neigung

Fig. 695.

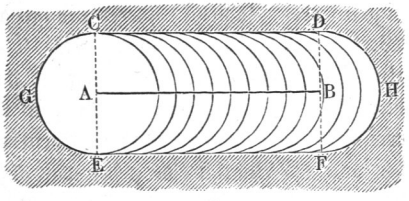


gegen das Loth feſtſtellen kann, ohne die Bewegungsübertragung dadurch zu ſtören, wie aus der in der Figur angenommenen Stellung der Bohrſpindel erſichtlich iſt. Zur Verſchiebung des Bohrſchlittens D an dem Querarme E dient eine an dem letzteren befindliche Zahnſtange, in die ein Zahnrad eingreift, zu deſſen Bewegung das Handrad Q dient. Der zu bearbeitende Gegenſtand kann entweder auf der Grundplatte A oder auf einem beſonderen Tiſche T befeſtigt werden, der ebenfalls in geneigter Lage feſtgeſtellt werden kann.

§. 189.

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 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 Schlitz übergeht, ſobald der Bohrer das Arbeitsſtück ganz durchdringt.

Fig. 696.

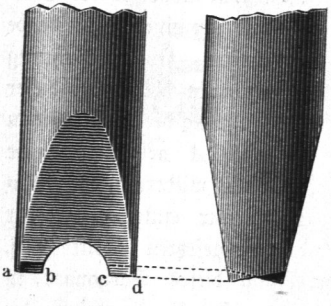


Man erhält aus dem Vorſtehenden eine Vorſtellung von der Wirkungsweiſe der ſogenannten Langlochbohrmaſchinen, wie ſie z. B. dazu gebraucht werden, um die Keillöcher in den Köpfen von Lenkerſtangen und ähnlichen Arbeitsſtücken herzuſtellen. Aus der Betrachtung der Wirkungsweiſe geht zunächſt hervor, daß der Bohrer bei derartigen Maſchinen im Gegenſatze 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 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 vorgerückt 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.

Fig. 697.



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 benutzt.

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.

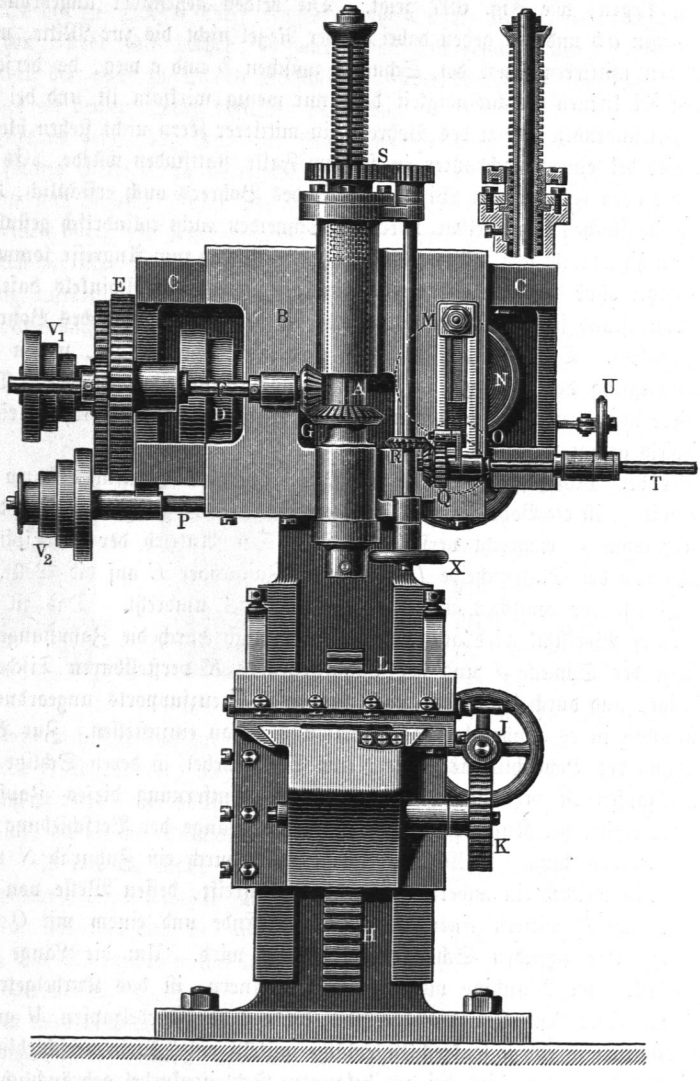
Bei der Maſchine, Fig. 698 (a. f. S.), von J. Zimmermann in Chemnitz[1]), iſt die Bohrſpindel A in einem Schlitten B gelagert, der an dem Querprisma C wagrecht verſchieblich iſt. Der Antrieb der Bohrſpindel erfolgt von der Stufenſcheibe D aus durch Zahnräder E auf die Welle F, die mittelſt der coniſchen 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 Bohrſchlittens B dient eine Schlitzkurbel, in deren Schlitze 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 Schlitze 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-

[1]) J. Hart, Die Werkzeugmaſchinen.

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

Fig. 698.



der Kegelrädchen 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 Nuthen 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 Axe 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 Axe befeſtigt, und enthält auf ſeinem Umfange genau halb ſo viel Zähne wie das ebenfalls kreisrunde und centriſch auf die Kurbelwelle geſetzte 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 Axe des Rades O immer gerade die für einen richtigen Zahneingriff erforderliche Größe erhält. Zu dem Ende iſt auf der Axe 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-

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

Fig. 699.

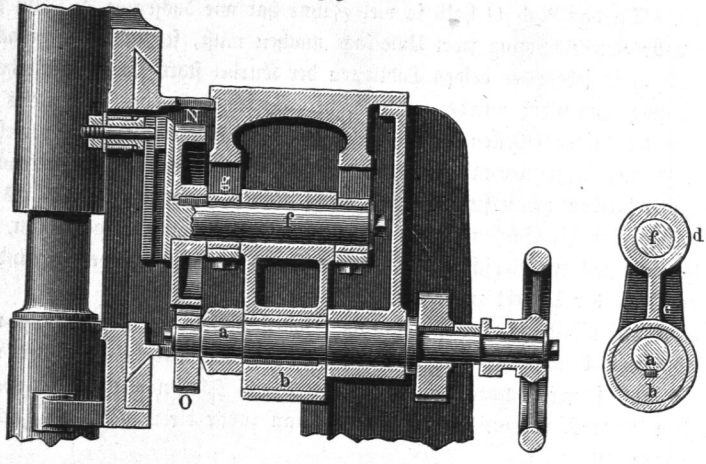
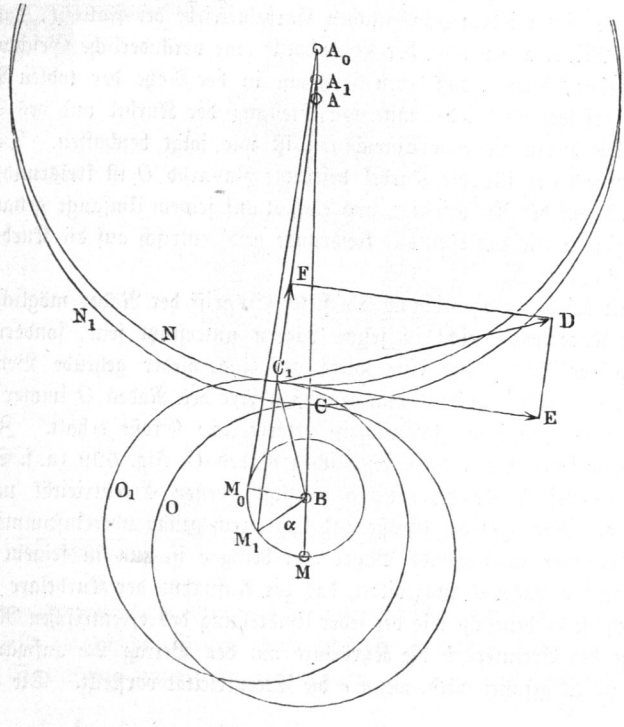


Fig. 700.



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 Axe 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 Axe 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 ω die Winkelgeſchwindigkeit der Axe B verſtanden wird. Der Kurbelzapfen ſteht in dieſem Augenblicke in der höchſten oder tiefſten Lage, entſprechend der mittleren Stellung des Bohrſchlittens.

Wird jetzt die Axe 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 $BC_1 . \omega = C_1D$. 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 Zahnlängen 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 Axe durch die Mitte der Ellipſe geht, und deſſen Zähnezahl ebenfalls doppelt ſo groß iſt, wie diejenige des excentriſchen Rades. In dieſem Falle können die Axen 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 [1]). Es iſt bei dieſer Maſchine noch zu bemerken, daß bei ihr gleichzeitig zwei Bohrer zur Wirkung kommen, deren Axen 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 Schlitze 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 ertheilt, 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.

ſtandsfähigkeit des bearbeiteten Steines wie von der Arbeitsgröße $A = G\,\frac{v^2}{2g}$ ab, die dem Bohrer von dem Gewichte G innewohnt, wenn ihm die Geſchwindigkeit v ertheilt wurde. Denkt man den Meißel dann erhoben und von neuem gegen den Stein geſtoßen, nachdem man ihn zuvor um ſeine Längsaxe um einen gewiſſen Winkel ACA_1 gedreht hat, ſo wird die Schneide, indem ſie einen neuen Einſchnitt nach der Richtung A_1B_1 hervorbringt, gleichzeitig die beiden ſectorenförmigen Steinſtückchen ACA_1 und BCB_1 wegſprengen. Ein gleicher Vorgang wird ſich bei jedem ferneren Stoße wiederholen, ſofern man den Meißel nach jedem Stoße um denſelben Winkel dreht oder umſetzt und dafür ſorgt, daß die Axe des Meißels immer ihre Lage in C beibehält. Wenn der Meißel in Folge der wiederholten Um-

Fig. 701.

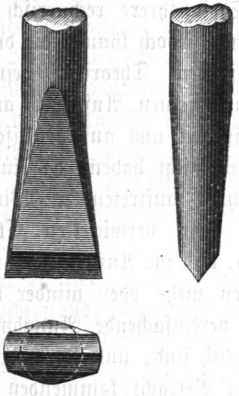
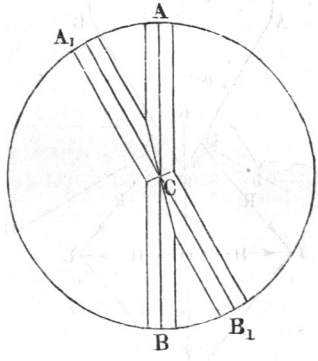


Fig. 702.

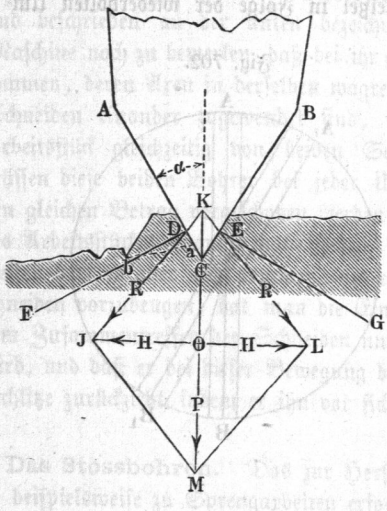


ſetzungen gerade eine halbe Umdrehung gemacht hat, ſo iſt eine ſeichte cylindriſche Vertiefung von der Tiefe δ des Eindringens der Meißelſchneide und von einem Durchmeſſer entſtanden, der durch die Breite $AB = d$ der Meißelſchneide gegeben iſt. Die Schneide ſtößt jetzt wieder in der Richtung AB des erſten Einſchnittes gegen den Stein, und man wird durch die Fortſetzung der gedachten Arbeit eine cylindriſche Höhlung oder ein Loch von dem Durchmeſſer d erzeugen.

Es iſt leicht erſichtlich, daß die Schneide hierbei das Steinmaterial nicht allein zerdrückt oder zermalmt, ſondern daß gleichzeitig kleine Bruchſtücke durch Wegſprengen oder Abbröckeln gebildet werden müſſen, wie man ſich mit Hülfe der Fig. 703 (a. f. S.) überzeugt. Denkt man ſich hier auf die Schneide ACB des Meißels in der Richtung der Mittellinie eine gewiſſe Kraft $KM = P$ wirkſam, ſo muß dieſelbe, wie eine auf den Rücken eines

Keiles ausgeübte Kraft zwei von den Flanken AC und BC aufgenommene Seitenkräfte R erzeugen, die gegen das Steinmaterial von dem Meißel ausgeübt werden. Dieſe Kräfte ſind nach bekannter Regel gegen die Normalrichtungen DF und EG zu den beiderſeitigen Flanken um den Reibungswinkel abweichend, ſo daß man dieſelben in KJ und KL erhält, wenn $FDJ = GEL = \varrho$ gemacht wird, unter ϱ den Reibungswinkel für die Reibung des Meißels auf dem Steine verſtanden. Dieſe beiden, von dem Meißel gegen das Material ausgeübten Druckkräfte werden das erſtere zu zerdrücken beſtrebt ſein und außerdem wird die von der Fläche AC ausgeübte Kraft KJ das zur Seite befindliche Material in einer gewiſſen Fläche ab abbrechen, wie oben angegeben wurde.

Fig. 703.



Es iſt mehrfach verſucht worden, die vorbeſchriebene Wirkungsweiſe des Steinbohrers rechneriſch zu verfolgen[1]), jedoch können die durch die betreffenden Theorien gefundenen Formeln einen Anſpruch auf Zuverläſſigkeit und auf praktiſche Bedeutung nicht haben, da einestheils die hier auftretenden Wirkungen einen ſehr verwickelten Charakter haben, und zur Anſtellung von Rechnungen mehr oder minder willkürliche vereinfachende Annahmen erforderlich ſind, und da andererſeits die in Betracht kommenden Erfahrungszahlen, wie die Feſtigkeit der verſchiedenen Geſteinsarten gegen Druck und Schub und die Größe der Reibungscoëfficienten noch ſo gut wie unbekannt ſind. Auch iſt der praktiſche Werth dieſer Formeln wohl nur gering, da die zur Ueberwindung der Reibung des Bohrers im Bohrloche und zum Zerreiben des abgeſprengten Materials zu feinem Mehle erforderliche Arbeit von hervorragender Bedeutung iſt. Als Beleg hierzu kann angeführt werden[2]), daß nach den unten angeführten Theorien von der bei dem Handbohren thatſächlich aufgewendeten mechaniſchen Arbeit für die eigentliche Zerkleinerung des Geſteines nur etwa 4 bis 7 Proc. oder nur etwa 6 bis 10 Proc. verwendet

[1]) v. Sparre, Berg- und hüttenm. Zeitung 1865; F. M. Stapf, Ueber Geſteinsbohrmaſchinen, Stockholm 1869.

[2]) Geſteinsbohrmaſchinen von W. Schulz, Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, 4. Bd.

werden, je nachdem man die Formeln von Stapf oder von Sparre zu Grunde legt. Dagegen wird der Verluſt, welcher durch unvollſtändige Verwerthung der Keilarbeit der Schneide entſteht, zu 10 bis 15 Proc. angegeben, und angeführt, daß 7 bis 8 Proc. durch unwirkſame Schläge, Pulveriſiren der abgeſprengten Geſteinsſtückchen u. ſ. w. verzehrt werden. Beim gewöhnlichen Schlagbohren mit Hülfe eines gegen den Meißel geführten Hammers oder Schlägels ſollen außerdem von der von dem Arbeiter ausgeübten Arbeit 50 Proc. bei dem Ausholen zum Schlagen und 29 Proc. zu der dem Meißel mitgetheilten bleibenden Formänderung verwendet werden. Angeſichts ſolcher Verhältniſſe wird es gerechtfertigt erſcheinen, dieſe Theorien hier nur erwähnt zu haben.

Für die gute Wirkung eines Steinbohrers iſt ſicher die Form und Zuſchärfung der Schneide von hervorragender Bedeutung. In Betreff der Zuſchärfung, d. h. des Keilwinkels $ACB = 2\alpha$ der Schneide, entwickelt v. Sparre die Formel $tg\,\alpha = \sqrt[3]{f}$, worin f den zugehörigen Reibungscoëfficienten zwiſchen dem Meißel und der Geſteinsart und α denjenigen halben Keilwinkel bedeutet, welcher die vortheilhafteſte Ausnutzung der zur Verwendung kommenden mechaniſchen Arbeit geſtattet. Bezüglich der Brauchbarkeit dieſer Angabe, nach welcher der Zuſchärfungswinkel des Meißels von der mehr oder minder großen Härte des Geſteins ganz unabhängig ſein würde, werden die ſchon oben angeführten Bemerkungen ebenfalls gelten. In der Wirklichkeit pflegt man im Gegenſatze hierzu die Zuſchärfung nach der Beſchaffenheit des zu bearbeitenden Steinmaterials zu bemeſſen, derart, daß der Winkel 2α der Schneide um ſo ſtumpfer gewählt wird, je härter und widerſtandsfähiger das Material iſt, weil erfahrungsmäßig hierbei die längſte Dauer der Schneide erreicht wird. Als guter Mittelwerth kann $2\alpha = 70^0$ angeſehen werden. Daß eine möglichſt gute Schärfung von hervorragender Bedeutung iſt und eine auch nur geringe Abſtumpfung der Schneide deren Wirkſamkeit bedeutend herabzieht, dürfte an ſich klar ſein.

Dagegen muß man den von v. Sparre in Betreff der Form der Schneide gemachten Bemerkungen beipflichten. Eine Betrachtung der Fig. 702 zeigt nämlich, daß die von irgend welchem Punkte der Schneide auszuübende Arbeit oder zu beſeitigende Materialmenge in etwa demſelben Maße wächſt, wie der Abſtand dieſes Punktes von der Mitte des Meißels oder Loches zunimmt, ſo daß der äußerſte Punkt zu jeder Seite die größte Arbeit auszuüben hat, womit das erfahrungsmäßig beobachtete ſchnellere Stumpfwerden des Meißels nach außen hin in Uebereinſtimmung iſt. Wenn man daher zur Erzielung einer möglichſt gleichmäßigen Abnutzung der Schneide an dieſelbe die Bedingung ſtellt, daß jedes Element derſelben von einer beſtimmten, überall gleichen Länge auch annähernd die gleiche Arbeit verrichten ſolle, d. h. daß der von jedem Elemente während der Arbeit des

Meißels beſchriebene ringförmige Raum nahezu dieſelbe Größe haben ſolle, ſo erhält man als die zu wählende Form der Schneide eine ſolche, bei welcher die Abweichung von der radialen Richtung nach außen hin zunimmt. Dieſer Bedingung kann nur durch eine gekrümmte Form der Schneide entſprochen werden, und zwar fällt dieſe Form verſchieden aus, je nachdem die Schneide in einer durch die Axe des Meißels gehenden oder in einer hierzu ſenkrechten Ebene gelegen iſt. In dem erſteren Falle einer in einer Axenebene gelegenen Schneide erhält man eine gewölbte Form, wie Fig. 704, von welcher v. Sparre angiebt, ſie ſolle durch eine Parabel begrenzt ſein. In der Praxis macht man von einer ſolchen meiſtens kreisförmig gekrümmten Schneide vielfachen Gebrauch, und zwar hauptſächlich auch aus dem Grunde, weil dabei die Uebelſtände von ſchief gegen die Bohreraxe geführten Schlägen, wie ſie insbeſondere bei weniger geübten Arbeitern häufig vorkommen, weniger nachtheilig ſind, als bei der Anwendung einer geraden Schneide, bei welcher durch ſchräg geführte Schläge gegen den Meißel die Wirkung faſt ganz auf die Ecken verlegt wird, die daher ſchnell ſtumpf werden. Wollte man der oben gedachten Bedingung bei einer zur Axe ſenkrechten Lage der Schneide genügen, ſo würde dieſelbe eine S-förmige Geſtalt, etwa nach Art der Fig. 705, erhalten, die indeſſen für die praktiſche Anwendung zu ſchwierig herzuſtellen und zu erhalten ſein würde. Dagegen finden ſich zuweilen Schneiden mit beiderſeitigen Anſätzen, ſogenannten Ohren, die ganz oder nahezu in die Peripherie des Bohrloches fallen und nach ihrer Form entweder als S- oder als Z-Schneiden bekannt ſind.

Fig. 704.

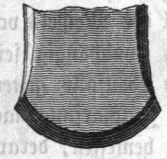
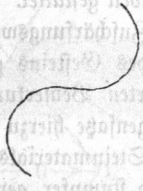


Fig. 705.



Für die vortheilhafte Ausführung der Bohrarbeit iſt die möglichſt häufige Entfernung der abgeſprengten oder zermalmten Steinſplitter von großer Wichtigkeit, weil dieſelben, wenn ſie längere Zeit in demſelben Bohrloche verbleiben, den Stößen des Meißels einen ähnlichen Widerſtand darbieten, wie ihn die in einem Mörſer der Zerkleinerung unterworfene Maſſe den Stößen der Mörſerkeule entgegenſetzt, ſo daß dieſe Theile auch ebenſo wie in einem Mörſer in ein mehr oder weniger feines Pulver verwandelt werden. Die hierzu verbrauchte Arbeit iſt natürlich für die eigentliche Nutzleiſtung des Bohrens verloren, dieſelbe kann bei reichlich vorhandenem Bohrmehle ſehr beträchtlich ausfallen, ſo daß die Wirkung des Bohrers dabei ſehr gering wird. Während bei einem aufwärts getriebenen Bohrloche die Bohrſpäne fortwährend durch ihr Eigengewicht aus dem Loche herausfallen und während ſie bei nahezu wagrechtem Bohren durch die

wiederholten Stöße ebenfalls aus dem Bohrloche herausgedrängt werden, muß man das letztere, ſobald es abwärts gerichtet iſt, von Zeit zu Zeit mittels geeigneter Geräthe entleeren. Um dies beſſer ausführen zu können, feuchtet man das Bohrmehl durch zeitweiſe in das Bohrloch gegoſſenes Waſſer etwas an, ſo daß es einen mehr zuſammenhängenden Bohrſchmand bildet. Da während der Entfernung des Bohrmehls die Bohrarbeit unterbrochen werden muß, ſo iſt damit ein insbeſondere bei tiefen Bohrlöchern ſehr erheblicher Zeitaufwand verbunden, und man hat vielfach, um dieſen zu verringern, bei dem Tiefbohren das Bohrmehl durch Waſſer fortgeſpült. Hiervon, ſowie von den Geräthen zur Entfernung des Bohrmehls aus dem Bohrloche ſoll weiter unten geſprochen werden.

Dem Bohrmeißel wird die zu vorbeſagter Wirkung erforderliche Geſchwindigkeit, ſofern es ſich um das Handbohren handelt, entweder unmittelbar von dem Arbeiter durch die geeignete Wurfbewegung ertheilt, *Wurfbohren*, oder es werden gegen das äußere der Schneide abgewandte Ende des Meißels Schläge mit dem *Bohrfäuſtel*, einem Hammer von 1 bis 2 kg Gewicht, geführt. Da das Handbohren hier nicht weiter zu behandeln iſt, ſo möge nur ſoviel hierüber angeführt werden, daß das Wurfbohren mechaniſch vortheilhafter iſt, als das Bohren mit dem Fäuſtel, da bei dem letzteren mit jedem Schlage ein gewiſſer Verluſt an mechaniſcher Arbeit verbunden iſt, der in Folge der unvollkommenen Elaſticität des Meißels und Fäuſtels bei dem Stoße auftritt, und über deſſen verhältnißmäßige Größe das Nähere in Th. I nachzuſehen iſt. Bei dem Wurfbohren fällt dieſer Stoß und mit ihm der gedachte Verluſt natürlich ganz fort. Die zum Bohren in Stein angewandten Maſchinen können demgemäß in zweifacher Art ausgeführt werden, und zwar entweder entſprechend dem Wurfbohren ſo, daß dem Meißel durch eine auf ihn wirkende Kraft eine beſtimmte Geſchwindigkeit ertheilt wird, oder ſo, daß ein auf das hintere Meißelende ſchlagender hammerartiger Körper einen beſtimmten Stoß ausübt. Die letztgedachten, wohl als *Hammermaſchinen* bezeichneten Steinbohrmaſchinen wurden zuerſt ausgeführt, ſie ſind aber wohl heute gar nicht mehr im Gebrauch und haben überall den Maſchinen der erſtgedachten Art weichen müſſen, bei denen der Meißel unmittelbar durch eine auf ihn wirkende Kraft die erforderliche Geſchwindigkeit erhält. Bei den immer ſenkrecht abwärts geführten *Tiefbohrungen* iſt das Eigengewicht des Meißels ſelbſt und des ihn tragenden langen Geſtänges dieſe treibende Kraft, während bei den gewöhnlichen Steinbohrmaſchinen, wie ſie insbeſondere für Sprengarbeiten dienen, die Beſchleunigung des nur leichten Meißelgeſtänges durch einen von geſpanntem Dampf oder gepreßter Luft getriebenen Kolben hervorgerufen wird. Bei den nur wenig gebrauchten Steinbohrmaſchinen für Handbetrieb dient auch wohl eine zuſammengepreßte Feder als Triebmittel für den

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[1]) 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 Axe 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 Axe des Geſtänges oder Bohrloches vorgeſchoben werden.

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

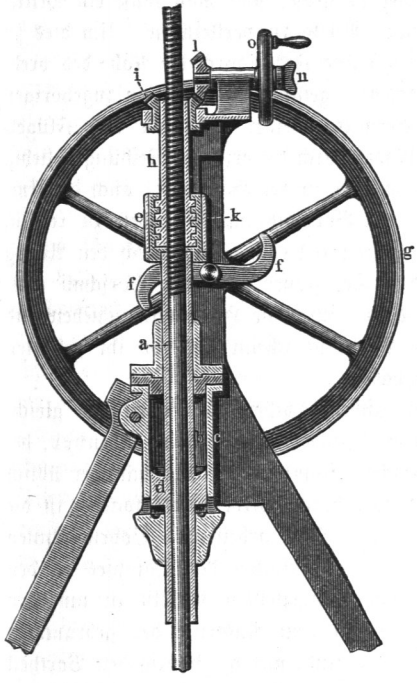
Steinbohrmaſchinen für Handbetrieb ſind zwar in verſchiedener Art ausgeführt worden, ohne daß dieſelben jedoch eine größere Verbreitung gefunden hätten. Die Gründe hierfür ſind hauptſächlich darin zu erkennen, daß wegen der verhältnißmäßig großen Nebenhinderniſſe in ſolchen Maſchinen die von denſelben 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-

[1]) 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. Lincke 1885.

gewinde verſehen iſt, um den erforderlichen Vorſchub geben zu können. Dieſe Bohrſtange geht durch die röhrenförmige Kolbenſtange *b* eines im Cylinder *c* ſpielenden Kolbens *d* hindurch, ſo zwar, daß die Bohrſtange ſich in dieſer Röhre zwar frei verſchieben kann, eine Drehung der Kolbenſtange *b* aber auf die Bohrſtange *a* übertragen wird, zu welchem Ende die Bohrſtange 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 Hebedaumen *f* greifen, die auf der von 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 Kammzapfen *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 Bohrſtange *a* beſtehende Apparat durch jeden der beiden Daumen gehoben, wobei die oberhalb des Kolbens *d* in dem Cylinder *c* befindliche Luft zuſammengepreßt wird. Sobald der Daumen dann die Muffe *e* frei giebt, werden die vorgenannten Theile durch die Spannkraft der zuſammengepreßten Luft abwärts geworfen, ſo daß die Luft hierbei lediglich die Rolle einer Schlagfeder übernimmt.

Fig. 706.



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 Californiaſtampfer angegeben worden iſt, und an dieſer Umdrehung muß die Bohrſtange *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 Vorſchiebung 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 φ die Bohrſtange in dem Betrage φs vorgeſchoben werden, wenn s die Steigung der Schraubengewinde bedeutet. Dieſer, bei jedem Stoße des Bohrers erfolgende Vorſchub wäre natürlich viel zu groß, und man muß ein Mittel haben, die Vorſchiebung in gehöriger Weiſe zu verkleinern. Um dies zu erreichen, iſt die Röhre h mittels Nuth und Feder durch die Nabe des drehbar im Geſtelle gelagerten Kegelrädchens i geführt, das mit dem zugehörigen Kegelrade l im Eingriffe ſteht. Vermittelſt 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 Kegelrädern 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 Muſchel- 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 Steuerungsſchiebers 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 nnd 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 Stoße 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 Umſetzungen erforderlich ſind. Gewöhnlich arbeiten die Bohrmaſchinen mit einem conſtanten Umſetzungswinkel, doch iſt es in vielen Fällen auch möglich, die Größe der Umſetzung den Verhältniſſen entſprechend durch Austauſch einzelner Theile, wie z. B. der verwendeten Schalträder, zu verändern.

Die ſelbſtthätige Umſetzung des Meißels geſchieht bei einzelnen Maſchinen mit Hülfe 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 Hülfskolben 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 Umſetzung des Mittels, die Kolbenſtange mit einer oder mehreren ſchraubenförmigen Nuthen, ſogenannten Drallzügen, zu verſehen, indem man dieſe Kolbenſtange an der betreffenden Stelle durch die Nabe eines Sperrrades hindurchgleiten läßt, welche im Inneren mit entſprechenden Hervorragungen für jene Nuthen 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 ſtattfinde, 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 Sperrrades 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 Sperrrades 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 Hergange abwechſelnd die Kolbenſtange und das die Muttergänge für die Drallzüge enthaltende Sperrad 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 hinwegſchiebt, 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 todter 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 Vorſchiebung 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 Schlagcylinders ein beſonderer Vorſchubcylinder 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 Gegenklinke 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 Schlagcylinders kleiner als das des Kolbens mit Kolbenſtange und Meißel, ſo daß der Druck der Luft im Schlagcylinder 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 vorſchiebt, 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 vorſchieben, 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.

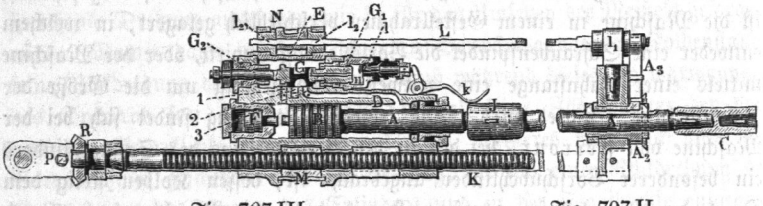


Fig. 707 III.

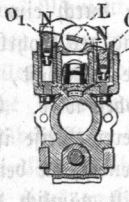
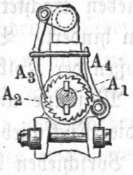


Fig. 707 II.



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 Muschelform zeigt, zu bewegen, dient der als Steuerkolben wirkende cylindrische Ansatz 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 Axe 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 Ansatze G_2 des Schiebers. In Folge davon wird der Schieber im Inneren des Schieberkastens einem Drucke der Luft gleich

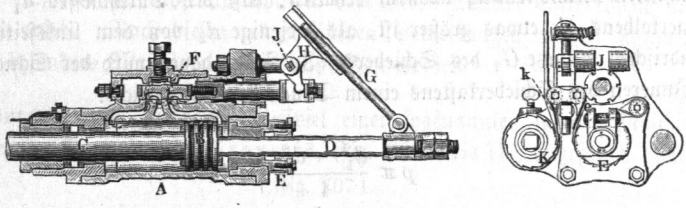
$$p\,\pi\,\frac{d_1^2 - d_2^2}{4}$$

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 Schlage 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 Nuth 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 Cylindercanälen 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 Schiebklinke A_3 das Schaltrad bei jedem Rückgange des Schlagkolbens um einen Zahn dreht. Die mit der Schiebeklinke A_3 durch ein Gummibändchen verbundene Gegenklinke 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.

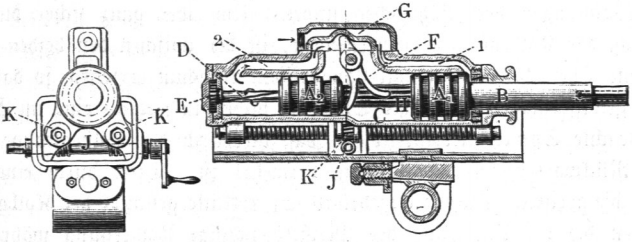
Die Vorſchiebung wird bei der hier betrachteten Maſchine in leicht verſtändlicher Art vermittelſt der Schraubenſpindel K vorgenommen, die durch ein Handrad auf der Axe P mit Hülfe kleiner Kegelräder R umgedreht wird, und deren Mutter M feſt mit dem Schlagcylinder verbunden iſt.

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 heraustritt, 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 Schubklinken e und k benutzt, von denen diejenige e für das Schaltrad E zur Umsetzung des Meißels dient, während durch k ein Schaltrad K umgedreht wird, das die Vorschiebung 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 Kegelradübersetzung 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 Umsetzung durch Drallzüge gegeben. Diese Maschine enthält zwei Kolben A_1 und A_2 von verschiedenem Durchmesser a_1 und a_2 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 Umsetzen des Meißels ist der Dorn D fest mit dem in dem hinteren Cylinderdeckel drehbar gelagerten Sperrade 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 Umſetzung 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 Längsriffeln 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 angedrückte Sperrklinke geſtattet der Kolbenſtange dagegen die zur Umſetzung 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 Kolbenſchubes, 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. Geſetzt 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 $\frac{360^0}{z}$ 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 Klinke bei dem Kolbenvorgange mehr als eine Zahntheilung betragen müſſen. Demungeachtet wird aber die Umſetzung des Meißels nach wie vor in dem Betrage von $\frac{360^0}{z}$ erfolgen, indem nämlich, wie man leicht erſieht, bei dem darauf folgenden Rückgange des Kolbens die ganze relative Verdrehung $\frac{l}{s}\,360^0$ 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 $\frac{l-l_0}{s}\,360^0$ wieder in entgegengeſetztem Sinne ſich dreht, weil erſt von dieſem Augenblicke an die Klinke ſich gegen den vor ihr befindlichen Zahn ſetzen kann. Man erſieht hieraus, daß die Zahl der Zähne der Sperrrades, die übrigens mit derjenigen der Riffelungen 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.

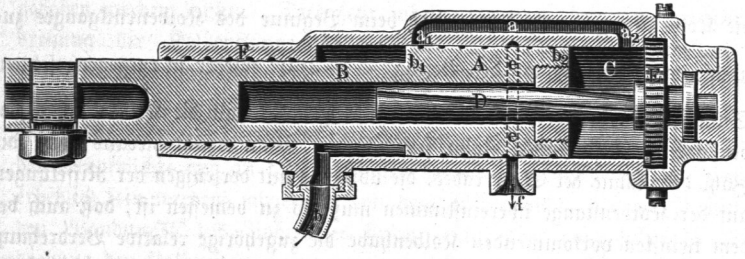
Man hat anſtatt des Sperrrades auch wohl eine Frictionsſcheibe angewendet, welche nur bei dem Rückgange des Kolbens, und zwar durch den Druck der gegen ſie geführten Luft feſtgehalten wird. Für dieſe Anordnung, welche man als die eines Sperrrades mit unendlich vielen Zähnen anſehen kann, wird natürlich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

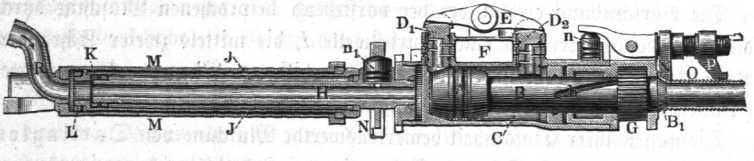
Fig. 710.



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 Ferroux 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 Umſetzung wird wieder durch die beiden auf der Kolbenſtange B angebrachten gewundenen Nuthen oder Drallzüge b vermittelt, in welche zwei Naſen 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 Vorſchiebkolben 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_1 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_1 durch den Druck der Preßluft auf den darüber angeordneten kleinen Kolben n_1 eingedrückt wird. Dieſen Kolben n_1 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 Dampfbetrieb 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[1]) 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 Kolbenrückganges 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[2]) 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 Erzitterungen 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 wagrechter oder stark gegen das Loth geneigter Richtung solche Gestelle von genügender Standfähigkeit und leichter Versetzbarkeit 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 Schlitzen 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 Schräm-

maſchinen, die nur geringe Anwendung gefunden haben, kann an unten angezeigter Stelle[1]) 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 (arteſiſche 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 einigermaßen beträchtlichen Tiefen das Geſtängegewicht 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 Vorſchiebung 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

[1]) Schräm- und Schlitzmaſchinen von Dr. Ph. Forchheimer. Vierter Band des Handbuchs der Ingenieurwiſſenſchaften 1885.

es durch ein einzuſchaltendes Zwiſchenſtück verlängert wird. Dieſes Nachlaſſen erfolgt immer durch die Hand. Eine beſondere Schwierigkeit iſt bei dieſen Bohrungen mit der erforderlichen Entfernung des gebildeten Bohrmehles oder Schmandes verbunden. Zu dieſem Zwecke hat man zeitweiſe das ganze Geſtänge aus dem Bohrloche auszuheben und durch Einführung eines geeigneten Geräthes, des ſogenannten Löffels, die auf der Sohle des Bohrloches befindliche zerkleinerte Maſſe zu faſſen und zu Tage zu fördern. Offenbar wächſt die Schwierigkeit und der hiermit verbundene Zeitverluſt mit der Tiefe des Bohrloches, da das aus vielen einzelnen Theilen beſtehende Geſtänge bei dem Aufholen jedesmal in die einzelnen Stücke zu zerlegen und bei dem Wiedereinbringen von neuem zuſammenzuſetzen iſt. Zur Ausführung dieſer Arbeiten iſt natürlich immer eine von der Betriebsmaſchine zu bewegende Winde vorhanden, deren Seil über eine ſo hoch über der Bohrlochmündung gelegene Rolle geführt wird, daß das längſte Geſtängſtück oder eine Vereinigung von zwei bis drei ſolcher Stücke zwiſchen dieſer Rolle und der Mündung des Bohrloches Raum findet. Es erklärt ſich hieraus die Nothwendigkeit eines über dem Bohrloche aufzuſtellenden Gerüſtes oder Bohrthurmes von genügender Höhe. Eine zweite Winde iſt in der Regel vorgeſehen, um die zur Entleerung des Bohrloches dienenden Löffel und ſonſtigen Geräthe einzulaſſen und auszuheben.

Wenn der Bohrmeißel feſt mit dem unteren Ende des Geſtänges verbunden wäre, ſo würde das letztere bei jedem Aufſchlagen des Meißels einen Stoß empfangen, welcher wegen der großen Länge des Geſtänges leicht zu Verbiegungen und Brüchen führen würde. Man hat daher faſt immer die Einrichtung ſo getroffen, daß der Bohrmeißel nur mit einem kurzen Geſtängſtücke, der ſogenannten Schwerſtange, feſt verbunden wird, und daß man dieſem aus Meißel und Schwerſtange gebildeten Untergeſtänge eine gewiſſe Verſchiebung gegen das Obergeſtänge geſtattet, wodurch bei dem Aufſchlagen des Meißels erreicht wird, daß der Stoß ſich nur dem Untergeſtänge mittheilt, indem ſich das Obergeſtänge während des letzten Theiles der niedergehenden Bewegung frei über das Untergeſtänge hinwegſchieben kann. Hierzu dienen die ſogenannten Freifallinſtrumente, die vielfach auch die Umſetzung des Meißels vermitteln. Bei der Anwendung einer derartigen Vorrichtung wird ſonach nur das Gewicht des beſagten Untergeſtänges zur Erzielung des Schlages verwendet, aus welchem Grunde man der genannten Schwerſtange genügende Maſſe zu geben hat, während man das Obergeſtänge durch ein Gegengewicht gänzlich ausgleicht. Der Hub des Obergeſtänges iſt dabei immer um diejenige Länge größer, um welche das beſagte Gleiten deſſelben in dem Freifallinſtrumente ſtattfindet. Die Einrichtung dieſer Apparate ſoll weiter unten noch näher beſprochen werden.

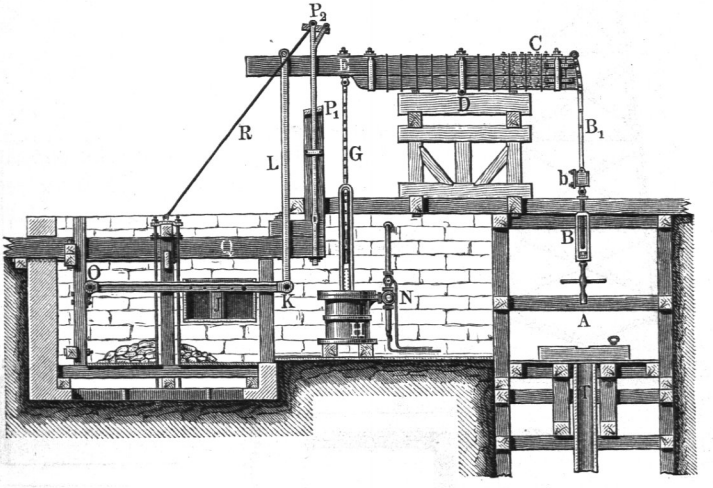
Um den mit der wiederholten Reinigung des Bohrloches von dem gebildeten Bohrmehle verbundenen Zeitaufenthalt möglichſt zu verkleinern, hat man verſchiedene Mittel verſucht. Zunächſt hat man das ſteife Geſtänge durch ein Seil erſetzt, welches den Meißel ſchneller auszuheben und einzuſetzen geſtattet, als dies bei der Anwendung des Geſtänges möglich iſt, das, wie geſagt, jedesmal in die einzelnen Theile zerlegt und darauf wieder zuſammengeſetzt werden muß, während ein Seil durch die Aufwickelung auf eine Trommel ſchnell gehoben und ebenſo leicht wieder eingelegt werden kann. Dieſe vielfach zur Verwendung gekommene Methode des Seilbohrens hat es ermöglicht, tiefe Bohrlöcher in verhältnißmäßig viel kürzerer Zeit niederzubringen, als es durch das Geſtängebohren möglich iſt.

Noch in einer anderen Art hat man eine Beſchleunigung des Bohrens erreicht, indem man nämlich das ſich bildende Bohrmehl durch einen in das Bohrloch eingeführten Strom Waſſers fortwährend fortſpült, um das Auslöffeln des Bohrloches und den damit verbundenen Zeitaufenthalt ganz zu beſeitigen. Bei dieſer Methode des ſogenannten Spülbohrens bedient man ſich eines röhrenförmigen Bohrgeſtänges, in deſſen obere Oeffnung durch eine Druckpumpe unausgeſetzt Waſſer eingedrückt wird, das an der Sohle des Bohrloches durch geeignete Oeffnungen des Bohrmeißels austritt. Indem dieſes Waſſer in dem Zwiſchenraume zwiſchen dem Bohrgeſtänge und der Bohrlochswandung mit einer gewiſſen hinreichend großen Geſchwindigkeit emporſteigt, führt es die durch den Meißel gelöſten Theilchen unausgeſetzt, wie dieſelben gebildet werden, aus dem Bohrloche fort. Die Einrichtung iſt hier natürlich ſo zu treffen, daß das Waſſer der oberen Mündung des Geſtänges unbeſchadet der auf- und niedergehenden Bewegung deſſelben zugeführt wird. Bei dieſem, ſowie bei dem Tiefbohren überhaupt, iſt es häufig nöthig, das Bohrloch zu verrohren, d. h. eiſerne Röhren von oben in das Bohrloch dem Bohrer folgend nachzutreiben, wenn die Beſchaffenheit des durchbohrten Geſteins dies nöthig macht. Dieſe Röhren werden durch geeignete Ramm- oder Druckvorrichtungen eingetrieben, und zwar bei großen Tiefen vielfach mit nach unten ſchrittweiſe abnehmenden Weiten, da die mit der Länge des niederzudrückenden Rohres wachſenden Widerſtände an den Wänden des Bohrloches bald eine ſolche Größe annehmen, bei welcher ein weiteres Eindrücken nicht mehr möglich iſt, ſo daß die Verrohrung mit einem engeren Satze fortgeſetzt werden muß. Das Nähere hierüber gehört nicht hierher und iſt in den Schriften über die Bohrtechnik[1]) nachzuleſen. Es mögen nach dieſen allgemeineren Bemerkungen nur noch die weſentlichſten Maſchinen und Geräthe zum Tiefbohren angeführt werden.

[1]) Th. Tecklenburg, Handbuch der Tiefbohrkunde, Leipzig 1886.

In Fig. 712 iſt die Einrichtung im weſentlichen dargeſtellt, wie ſie in Sperenberg zur Herſtellung eines Bohrloches von 1271 m Tiefe gebraucht worden iſt. Das aus 11 m langen Eiſenſtangen durch Verſchraubung zuſammengeſetzte Geſtänge, welches einen Meißel von 0,39 m Breite mittels Freifallinſtrumentes trug, war bei A angeſetzt und hing vermittelſt der zum Nachlaſſen dienenden Schraube B und einer Laſchenkette B_1 an dem Kopfe des Schwengels C, eines zweiarmigen hölzernen Hebels, der, um den Zapfen D ſchwingend, bei E von der Laſchenkette G niedergezogen wurde, ſobald der Kolben in dem darunter befindlichen, unten offenen Dampfcylinder H durch den von oben eingeführten Dampf niedergedrückt wurde. Durch das in dem Kaſten J befindliche Gegengewicht wurde mittels des

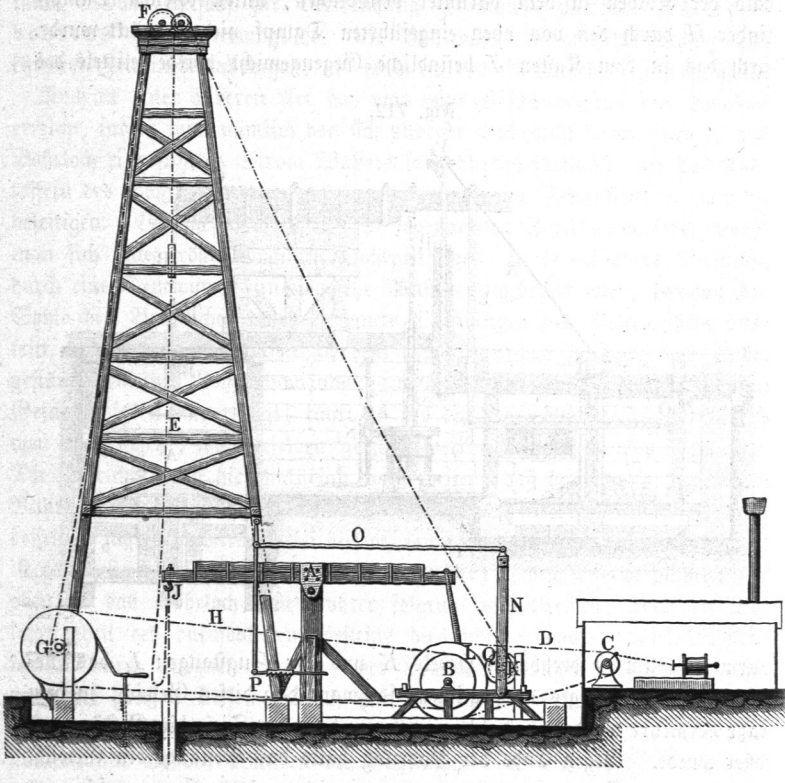
Fig. 712.



einarmigen, um O drehbaren Hebels K und der Zugſtangen L das Gewicht des Obergeſtänges ausgeglichen, ſo zwar, daß dieſes Gewicht in dem Maße vermehrt wurde, in welchem mit zunehmender Tiefe die Geſtängelaſt größer wurde. Gegen Ende der Bohrung hatte das Geſtänge ein Gewicht von etwa 160 Centnern, und es war ein etwa 100 Centner ſchweres Gegengewicht hierbei erforderlich. Die Steuerung des Dampfes in dem einfach wirkenden Dampfcylinder wurde mittels des Wilſon'ſchen Hahnes N durch die Hand beſorgt, und um die Stöße zu mildern, waren bei P_1 und P_2 Prellklötze angebracht. Während der untere Prellbock P_1 auf dem federnden Balken Q befeſtigt war, nahmen die Zugſtangen R die gegen den oberen Prellklotz ausgeübten Stöße auf. Auch war die Nachlaßvorrichtung B mittels eines aus Gummiplatten beſtehenden Buffers b an die Laſchenkette B_1

gehängt, um die Stoßwirkungen bei dem Anheben des Geſtänges zu mildern. Bei *T* iſt der ſogenannte Bohrtäucher, d. i. eine in die Mündung des Bohrloches genau ſenkrecht eingeſetzte cylindriſche Röhre dargeſtellt, in deren Axe das Geſtänge niedergeht. Ueber dem Bohrloche war ein 28 m hoher Bohrthurm aufgeſtellt, um in ſeiner Spitze die Seilrollen für die Seile zum Fördern des Geſtänges und des Löffels aufzunehmen. Zur Bewegung der zugehörigen Seiltrommeln diente eine beſondere Dampfmaſchine von

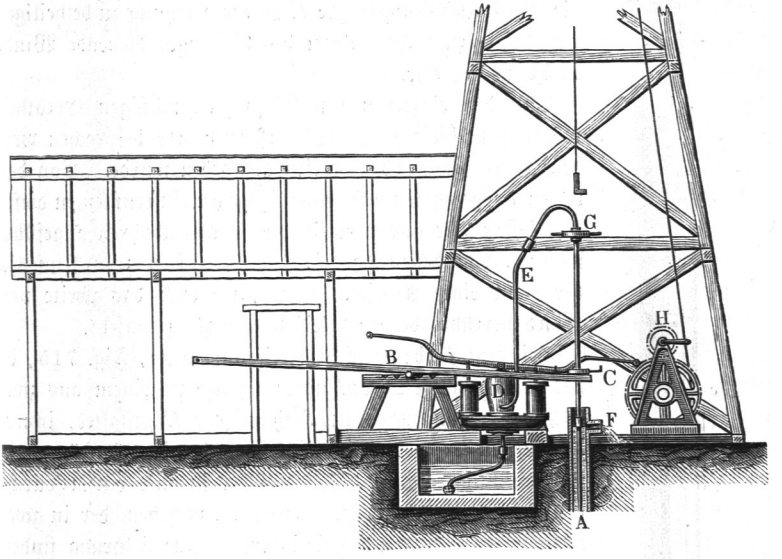
Fig. 713.



80 Pferdekraft, mittels deren es möglich war, gegen das Ende der Bohrung das Geſtänge in 2 Stunden 6 Minuten auszufördern, während zum Einhängen deſſelben 2 Stunden 17 Minuten Zeit erforderlich war. Die Einrichtung eines ſolchen Bohrthurmes und die Anordnung der Fördervorrichtung iſt aus Fig. 713 zu erſehen, welche eine Einrichtung zum Seilbohren darſtellt, wie ſie in Amerika zum Erbohren von Petroleum vielfach gebräuchlich iſt.

Hier wird der Schwengel *A* durch eine Kurbel auf der Welle *B* bewegt, die von der Axe *C* einer liegenden Dampfmaſchine durch den Riemen *D* angetrieben wird. Das an ſeinem unteren Ende den Meißel tragende Bohrſeil *E* iſt über die in der Spitze des Bohrthurmes angebrachte Leitrolle *F* und von da nach der Fördertrommel *G* geführt, die ihre Umdrehung erforderlichenfalls durch den Seiltrieb *H* von der Axe *B* aus erhalten kann. Von dem Schwengelhaken *J* hängt die Nachlaßſchraube herab, in deren unteres Ende eine feſt mit dem Seile verbundene Klemme eingehakt iſt. Wenn die Nachlaßſchraube ganz herabgedreht iſt, kann dieſe Klemme gelöſt und ein entſprechendes Stück des Seiles durch dieſelbe hindurchgezogen werden, worauf nach vorher erfolgter Zurückdrehung der Nachlaßſchraube

Fig. 714.

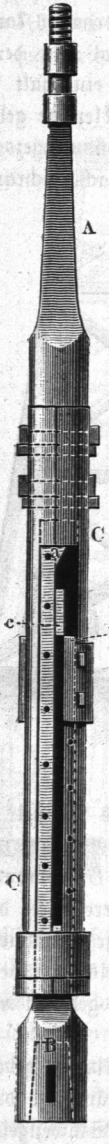


der Betrieb weiter geführt werden kann. Zum Ausheben des Meißels behufs erneuter Schärfung deſſelben oder zum Zwecke des Auslöffelns wird das Seil nach Abnahme der Klemme auf die Trommel *G* gewunden, während das zweite über die Trommel *K* geführte ſchwächere Seil dazu dient, den zum Reinigen dienenden Löffel niederzulaſſen. Dieſe Trommel *K* wird von der Riemſcheibe *L* dadurch umgedreht, daß mittels der Hebelverbindung *NOP* die Scheibe *Q* feſt genug gegen diejenige *L* gedrückt wird, um die Mitnahme durch Reibung zu erzielen.

Wie die Einrichtung zu treffen iſt, wenn mit Waſſerſpülung gebohrt werden ſoll, zeigt Fig. 714. Hierbei iſt das hohle Bohrgeſtänge *A* durch den gabelartig geſchlitzten Kopf des für Handbohrung dienenden Schwengels *B*

hindurch geführt und bei *C* mit dem ſogenannten Krückel, d. h. dem Hebel zum Umſetzen des Meißels verbunden. Durch die Druckpumpe *D* wird fortwährend Waſſer mittels des Schlauches *E* in das Geſtänge eingepreßt, welches, aus der Tiefe des Bohrloches zurückſtrömend, bei *F* austritt und den Bohrſchlamm mit ſich führt. Bei der hier angenommenen Handbohrung iſt eine beſondere Nachlaßvorrichtung nicht nöthig, man hat nur, wenn der Schwengelkopf und Krückel *C* mit der Zeit bis zu einer für den Arbeiter unbequemen Tiefe niedergeht, den auf dem Geſtänge feſtgeklemmten Krückel entſprechend höher anzuſetzen. Bei *G* iſt ein Drehkopf, d. h. eine Vorrichtung angeordnet, die dem Geſtänge das Umſetzen geſtattet, ohne daß ſich die Waſſerzuführungsröhre *E* an der Drehung zu betheiligen hat. Die zum Ausfördern des Geſtänges dienende Winde *H* iſt an ſich klar.

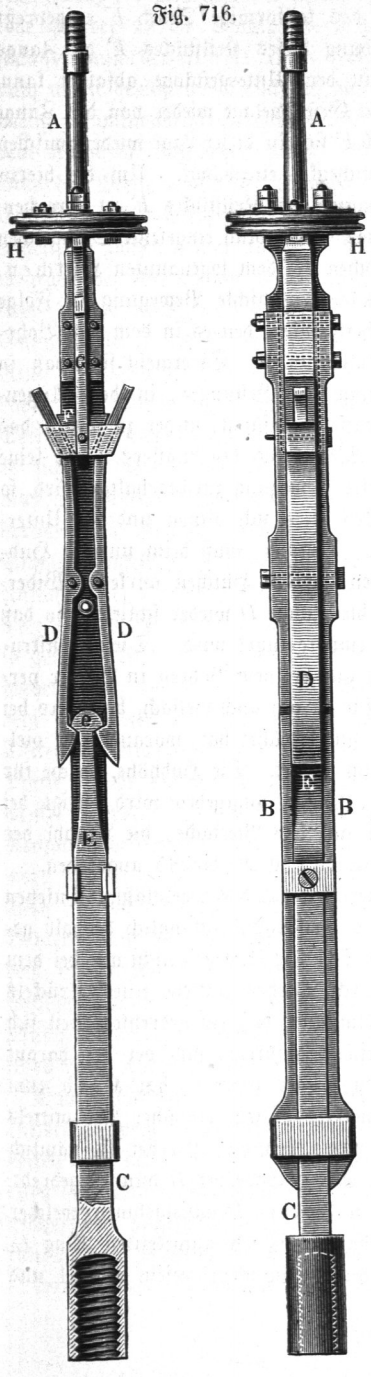
Fig. 715.



Von den einzelnen zum Tiefbohren nöthigen Geräthen mögen zunächſt die Freifallinſtrumente beſprochen werden, deren Zweck oben bereits angegeben wurde. Von den vielen ausgeführten und vorgeſchlagenen Inſtrumenten dieſer Art ſollen hier nur zwei für das Stangenbohren angeführt werden, von denen das eine von Fabian zum Umſetzen der Hand eines Arbeiters bedarf, während das zweite von Kind herrührende den Meißel ſelbſtthätig umſetzt.

Bei dem Fabian'ſchen Freifallapparate, Fig. 715, iſt das Obergeſtänge *A* am unteren Ende zu einem aus zwei Hälften zuſammengeſetzten Hohlcylinder *C* geſtaltet, innerhalb deſſen der obere cylindriſche Theil des Untergeſtänges *B* ſich verſchieben kann. Dieſer Theil iſt mit einem durchgeſteckten Keilſtück *c*, dem Fangkeil, verſehen, der in zwei diametralen Schlitzen des Cylinders *C* ſeine Führung findet, und bei dem Aufgehen des Obergeſtänges auf den Anſätzen *b* hängt, ſo daß hierdurch auch das Untergeſtänge mit dem Meißel gezwungen iſt, an der aufſteigenden Bewegung des Geſtänges Theil zu nehmen. Wenn dann bei dem Hubwechſel der Krückelführer dem Geſtänge eine kurze, ſtoßweiſe Drehung giebt, ſo bleibt das Untergeſtänge vermöge ſeiner Trägheit zurück, der Fangkeil verliert ſeinen Halt, und das Untergeſtänge fällt in den Schlitzen ſelbſtändig und unabhängig von der Bewegung des Obergeſtänges mit der ihm durch die Schwerkraft ertheilten Beſchleunigung nieder. Da es hierbei dem Obergeſtänge voraneilt, ſo wird der bei dem

Fig. 716.

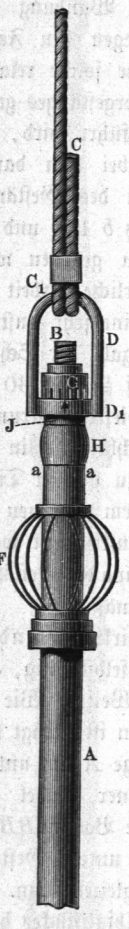


Auffallen des Meißels ausgeübte Stoß nicht auf das Obergeſtänge übertragen, alſo der beabſichtigte Zweck erreicht. Wenn darauf das Obergeſtänge mit der cylindriſchen Hülſe *C* den tiefſten Stand erreicht, tritt die ſchräge Wandung des Schlitzes bei *a* gegen den Fangkeil *c*, wodurch eine ſolche relative Verdrehung des Obergeſtänges gegen das untere herbeigeführt wird, daß der Fangkeil ſich bei dem darauf folgenden Aufgehen des Geſtänges wieder auf den Sitz *b* legt und der Meißel von neuem gehoben wird. Die hierzu erforderliche Arbeit des Krückelführers iſt eine ſehr anſtrengende, und die Anzahl der Schläge in der Minute auf 25 bis 30 beſchränkt, doch iſt dieſes Inſtrument wegen ſeiner Einfachheit viel in Anwendung und bis zu großen Tiefen brauchbar. Bei einem hölzernen Geſtänge wirkt das Inſtrument wegen der großen Verdrehung des Geſtänges in ſich nur unregelmäßig.

Dem gegenüber wirkt das Kind'ſche Freifallinſtrument ſelbſtthätig, und zwar in folgender Weiſe. Wie aus Fig. 716 zu erſehen iſt, trägt hierbei das Obergeſtänge *A* am unteren Ende zwei zu einer Gabel oder Scheere verbundene Backen *BB*, in deren Schlitze das untere Geſtänge oder Abfallſtück *C* gleiten kann. Die Zunge *E* dieſes Abfallſtückes hängt bei dem Aufgange des Geſtänges mittels des Köpfchens *e* zwiſchen den beiden hakenförmig geſtalteten Enden von zwei Zangenbacken *D*, die dadurch geſchloſſen gehalten werden, daß

zwiſchen die oberen Enden derſelben das keilförmige Stück F eingepreßt wird. Es iſt erſichtlich, wie eine Hebung dieſes Keilſtückes F die Zange bei e öffnet, ſo daß die Zunge E mit dem Untergeſtänge abfallen kann, während das Köpfchen e in der tiefſten Geſtängelage wieder von der Zange erfaßt werden muß, ſobald das Keilſtück F ſich in dieſer Lage wieder zwiſchen die oberen Zangenſchenkel einzwängt. Um die hierzu erforderliche Bewegung des Keilſtückes F zu erreichen, iſt daſſelbe durch das verſchieblich eingeſetzte Stängelchen G mit dem Scheibchen H, dem ſogenannten Hütchen, verbunden, welches die gewünſchte Bewegung in Folge des Widerſtandes herbeiführt, den es in dem das Bohrloch erfüllenden Waſſer findet. Es ergiebt ſich, daß in der höchſten Stellung des Geſtänges, in dem Augenblicke, in welchem daſſelbe anfängt, nieder zu gehen, das Hütchen durch den Widerſtand des Waſſers gegen ſeine Unterfläche von dieſer Bewegung zurückgehalten wird, ſo daß die Zangenbacken bei e ſich öffnen und das Unterſtück abfallen muß. Dagegen muß beim unteren Hubwechſel der von oben auf das Hütchen wirkende Widerſtand des Waſſers die Zange D wieder ſchließen, ſo daß die Zunge E mit emporgeführt wird. Dieſes Inſtrument kann hiernach nur bei dem Bohren in Waſſer verwendet werden, wofür es ſich auch vielfach, beſonders bei großen Tiefen, ſehr gut bewährt hat, woraus ſeine vielfache Anwendung ſich erklärt. Die Hubhöhe, welche für weiches Gebirge zu 0,20 m angegeben wird, ſteigt bei hartem Gebirge bis auf das Vierfache, die Anzahl der Hübe in der Minute wird zu 20 bis 35 angegeben.

Fig. 717.



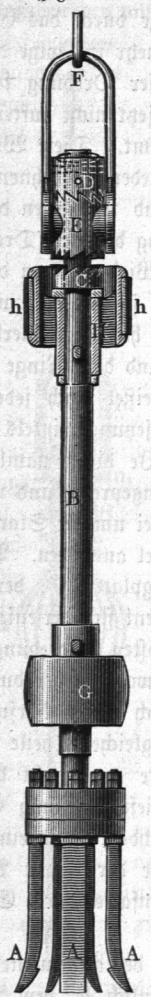
Beſondere Schwierigkeit hat das regelmäßige Umſetzen des Meißels bei dem Seilbohren anfänglich deshalb gemacht, weil bei dem Seil das Umſetzen nicht wie bei dem ſtarren Geſtänge durch Drehen mittels eines Krückels möglich iſt. Den Umſtand, daß ein gedrehtes Seil ſich bei dem Anziehen etwas aufdreht, und bei der darauf folgenden Entlaſtung wieder zudreht, hat Kolb zum Umſetzen des Bohrmeißels in ſehr einfacher Art mittels der durch Fig. 717 dargeſtellten Anordnung benutzt. Hierbei iſt nämlich die den Meißel tragende Stange A am oberen Ende bei B dünner gedreht, um den am Seile C hängenden drehbaren Wirbel D aufzunehmen, welcher mit ſeinem Auge D_1 das Geſtänge A durch den feſt aufgekeilten Ring G emporzieht, wenn das Seil angezogen wird. Zwiſchen dieſem Wirbel und

dem Anſatz der Stange bei a iſt die Gummihülſe H und zwiſchen dieſer und dem Wirbel D die Stahlplatte J angebracht. Sobald der Meißel aufſchlägt, muß der Wirbel D in Folge ſeines Beharrungsvermögens einen nach unten gerichteten Druck auf die Gummihülſe ausüben, und dieſelbe ein wenig zuſammendrücken, wodurch die Preſſung zwiſchen dem Wirbel D und dem Ringe G aufgehoben wird. Wenn daher das vorher durch das Gewicht des Meißels und der Stange A belaſtete Seil nunmehr in Folge der Entlaſtung ſich wieder zurückdreht, kann der Wirbel dieſer Drehung frei folgen, da zwiſchen ihm und dem Ringe G eine Reibung jetzt nicht auftritt, wogegen der Meißel an dieſer Drehung nicht Theil nimmt. Dieſe Wirkung dauert indeß nur ſo lange, bis durch die ſich wieder ausdehnende Gummihülſe H das Auge D_1 des Wirbels wieder genügend feſt gegen den Ring G angedrückt wird, um durch die entſtehende Reibung die freie Drehbarkeit des Wirbels auf dem Stangenanſatz aufzuheben. Wird alsdann das Seil wieder angezogen, ſo dreht es ſich in ſich wieder um ſo viel auf, wie es ſich bei dem ſoeben beſprochenen Vorgange zugedreht hat, und hierbei muß der Meißel folgen, wegen der zwiſchen dem Wirbel und dem Ringe G vorhandenen Reibung. Auf dieſe Weiſe wird der Meißel nach jedem Schlage umgeſetzt. Hierbei kann man die Größe des Umſetzungswinkels in einfacher Art durch die Dicke der Stahlplatte J regeln. Je dicker nämlich dieſe Scheibe iſt, deſto mehr iſt die Gummihülſe zuſammengepreßt, und um ſo geringer iſt die Zeit, während welcher der Wirbel ſich frei um die Stange drehen kann, um ſo kleiner wird daher der Umſetzungswinkel ausfallen. Bei dem Gebrauche hat man eine Anzahl ſolcher Zwiſchenlegplatten J, deren Dicken um etwa 0,5 mm verſchieden ſind, und man bedient ſich derjenigen Platte, welche den für das zu durchbohrende Geſtein paſſendſten Umdrehungswinkel ergiebt. Da ſich die Größe dieſes Winkels nicht wohl vorher durch Rechnung beſtimmen läßt, ſo ermittelt man dieſelbe durch einen Verſuch, wozu der Ring G auf ſeiner Umfläche in eine Anzahl gleicher Theile getheilt iſt, während man auf dem Wirbel eine Pfeilmarke angebracht hat. Bemerkt man die Stellung dieſes Pfeils in Bezug auf dieſe Theilung vor dem Einhängen des Meißels, und ebenfalls wieder, nachdem man einige Schläge gethan hat, ſo ergiebt ſich aus dem Unterſchiede der beiden Ableſungen die eingetretene Umſetzung, die man erforderlichenfalls durch Einlegen einer anderen Platte J verändern kann.

Eine bei dieſer Anordnung gemachte Beobachtung verdient des allgemeineren Intereſſes wegen erwähnt zu werden. Es ergab ſich nämlich bei dem Arbeiten mit dieſer Vorrichtung regelmäßig nach einer beſtimmten Zeit von etwa drei Tagen ein Bruch des Seiles an der Stelle bei C_1, wo es an den Bohrwirbel angeſchloſſen war. Man hat ſich dieſe Erſcheinung ſo zu erklären, daß jedesmal bei dem Auffallen des Meißels das bei C_1 plötzlich

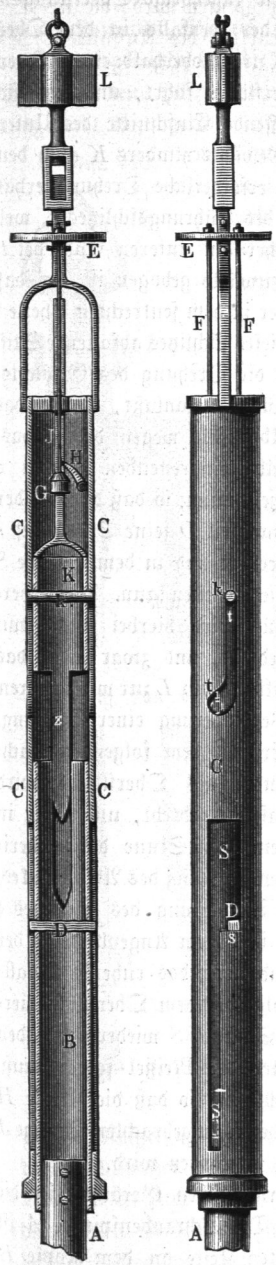
angehaltene Seil an der Umbiegungsſtelle daſelbſt einer Stauchung ausgeſetzt iſt, welche durch die lebendige Kraft hervorgerufen wird, die in dem ganzen darüber befindlichen Seile in dem Augenblicke des Auffallens noch vorhanden iſt. Wenn dieſe Wirkung an ſich auch nur klein iſt und nicht zum Bruche des Seiles führen könnte, ſo tritt ein ſolcher doch nach einer beſtimmten Anzahl von Wiederholungen mit Sicherheit ein, wie dies durch die bekannten Verſuche von Wöhler an Eiſenbahnwagenaxen feſtgeſtellt worden iſt. Als Mittel, um ſolchen Brüchen vorzubeugen, würde zweckmäßig ein kurzes, aus mehreren Gliedern beſtehendes Kettenſtück anzuwenden ſein, das zwiſchen den Wirbel *D* und das untere Seilende einzuſchalten ſein würde. Der bei *F* in der Figur angedeutete Leitkorb dient vornehmlich dazu, das Geſtänge auch bei einem Seilbruche immer centriſch im Bohrloche zu halten, ſo daß es von oben leichter mit entſprechenden Fanghaken erfaßt und ausgefördert werden kann.

Fig. 718.



In eigenthümlicher Art wird der Meißel bei der Einrichtung von Mather und Platt umgeſetzt, wovon Fig. 718 eine Darſtellung iſt. Das hierbei aus mehreren einzelnen Meißeln *A* zuſammengeſetzte Bohrgeräth trägt feſt auf der Stange *B* die beiden mit ſchrägen Kuppelungszähnen verſehenen Scheiben *C* und *D*. Zwiſchen dieſen iſt eine loſe drehbar aufgeſetzte Hülſe *E* befindlich, mit welcher die Zuggabel *F* feſt verbunden iſt, die an dem Seile hängt, das hierbei in Form eines Bandſeiles zur Verwendung kommt. Dieſe Hülſe *E* iſt, wie aus der Zeichnung erſichtlich, ebenfalls mit ſchrägen Zähnen verſehen, welche in diejenigen der beiden Scheiben *C* und *D* eingreifen können. In der gezeichneten Stellung hängt das Bohrgeräth mittels der Scheibe *D* auf der Hülſe *E* und ſinkt bei dem Niedergange des Seiles herab, bis der Meißel ſich auf den Bohrlochgrund aufſetzt. In dieſem Augenblicke löſt ſich die noch weiter hinabgehende Hülſe *E* aus den Zähnen der oberen Scheibe *D* und tritt mit ihren unteren Zähnen in diejenigen der Scheibe *C* ein. Da nun die zuſammentreffenden Zähne von *E* und *C* um eine halbe Zahntheilung gegen einander verſetzt ſind, ſo wird die Hülſe *E* wegen der ſchrägen Form der Zähne um eine halbe Zahntheilung in dem Sinne des Pfeiles nach links gedreht, und das Seil betheiligt ſich an dieſer Drehung. Bei dem darauf folgenden Auf-

Fig. 719.



zuge löſt ſich zunächſt wieder E von C, und wenn die oberen Zähne von E in diejenigen von D eintreten, muß die Hülſe E und das Seil eine fernere Drehung nach links ebenfalls um eine halbe Zahntheilung annehmen. Der durch die Reibung im Bohrloche feſtgehaltene Meißel iſt bei dieſem Vorgange nicht gedreht worden. Sobald das emporgehende Seil den Bohrer anhebt, wird es ſich in Folge der durch das Gewicht des Bohrgeräthes ausgeübten Spannung wieder in ſeine natürliche Lage zurückdrehen, und der Meißel muß jetzt dieſer Drehung folgen, ſo daß derſelbe um eine ganze Zahntheilung nach rechts, d. h. in dem entgegengeſetzten Sinne des Pfeiles umgeſetzt wird. Die cylindriſchen Scheiben G und H dienen zur Führung des Geſtänges in dem Bohrloche, und zwar trägt H einzelne Platten h, die mit ſchraubenförmig gewundenen Rillen von ſägezahnartigem Querſchnitte verſehen ſind, ſo daß durch die Einwirkung der Bohrlochswände auf dieſe Schraubengänge die angeführte Drehung des Meißels mit Sicherheit erzielt wird.

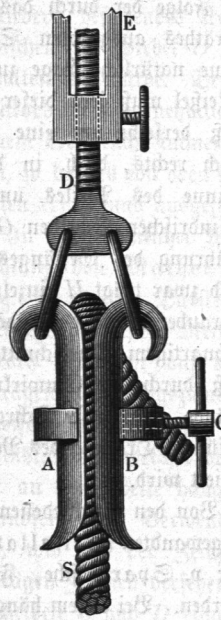
Von den verſchiedenen bei dem Seilbohren angewandten Freifallapparaten möge nur der v. Sparre'ſche, Fig. 719, angeführt werden. Bei dieſem hängt der Meißel mittels der Stange A an dem hohlen Abfallſtücke B, welches cylindriſch iſt und in dem röhrenförmigen Oberſtücke C gleiten kann. Angehoben wird der Meißel mittels des Fangkeiles D, der ſich auf den Sitz bei s in dem Schlitze S des Oberſtückes aufſetzt. Bei dem oberen Hubwechſel wird das Hütchen E in der ſchon angegebenen Art zurückgehalten, wodurch ein mit dieſem Hütchen durch zwei Stängelchen F verbundener Anſtoßknaggen G eine Sperrklinke H aus den Zähnen der Stange J auslöſt. Dieſe Sperrklinke iſt an

dem Oberſtück C drehbar befeſtigt, während die zugehörige Sperrſtange J mit einem Gewichtscylinder K verbunden iſt, der ebenfalls in dem Oberſtücke gleiten kann. Dieſer Gewichtscylinder K trägt oberhalb einen Querſtift k, der ſich in paſſenden Schlitzen des Oberſtückes führt, und ſetzt ſich unterhalb in die Zinken z fort, welche in paſſende Einſchnitte des Unterſtückes eingreifen, ſo daß eine Drehung dieſes Gewichtscylinders K auch dem Abfallſtücke B mitgetheilt werden muß. Die erforderliche Drehung erhält das Gewichtsſtück K durch die geeignete Form des Führungsſchlitzes t, welcher am unteren Ende bei t_1 ſeitwärts gebogen iſt, ſo daß der in dem ſenkrechten Theile t dieſes Schlitzes abfallende Stift k die Drehung des Gewichtsſtückes veranlaßt, woran das Abfallſtück wegen der in daſſelbe eingreifenden Zinken z theilnimmt, ſo daß dadurch der Fangkeil D ſeine Stütze auf s verliert und in dem Schlitze S niedergleiten kann. Das Oberſtück wird hierbei nicht mit gedreht, und zwar dient das Flügelkreuz L zur wirkſameren Verhinderung einer Drehung. Erſt bei dem folgenden Nachſinken des Oberſtückes wird daſſelbe gedreht, und zwar in demſelben Sinne der vorherigen Drehung des Abfallſtückes, ſobald nämlich die ſeitliche Ausbiegung des Schlitzes t gegen den Stift k trifft, der in dieſem Augenblicke in der tiefſten Lage befindlich iſt und durch das ruhende Abfallſtück an der Drehung verhindert wird. In Folge der dem Oberſtücke hierdurch ertheilten Drehung gelangt der Sitz s des Schlitzes S wieder unter den Fangkeil D, ſo daß bei dem Anzug des Seiles der Meißel folgen muß. Bei dem unteren Hubwechſel ſenkt ſich das Hütchen, ſo daß die Klinke H wieder in die Zähne der an dem Gewichtscylinder K angebrachten Stange J einfällt, und dieſer Cylinder dadurch gleichzeitig angehoben wird.

Fig. 720.



Fig. 721.



Von den ſonſtigen bei dem Tiefbohren gebräuchlichen Geräthen iſt die Nachlaßſchraube, Fig. 720, leicht verſtändlich. Die Schraubenſpindel A iſt hierbei mittels eines Scharniers oder einer kurzen Kette an dem Kopfe B

des Schwengels befeſtigt, während das Geſtänge *C* mittels eines das Umſetzen geſtattenden Wirbels *D* an der Schere *E* hängt, deren oberer Theil das Muttergewinde für die Schraube enthält. Durch die Umdrehung der Schere an dem Hebel *F* wird das Geſtänge niedergelaſſen, bis die Schraube ausgedreht iſt, worauf das Geſtänge entſprechend zu verlängern und die Mutter wieder zurückzudrehen iſt. Für das Umſetzen dient der Krückel *K*. Zum Nachlaſſen hat man ſich wohl auch anſtatt der Schraube einer Kette bedient, deren eines Ende an den Schwengelkopf gehakt iſt, und die in einer herabhängenden Schleife eine loſe Rolle trägt, an deren Axe der Geſtängewirbel hängt. Das andere Kettenende iſt um eine Trommel geführt, durch deren Umdrehung man das Geſtänge nach Bedarf nachlaſſen kann.

Fig. 722.

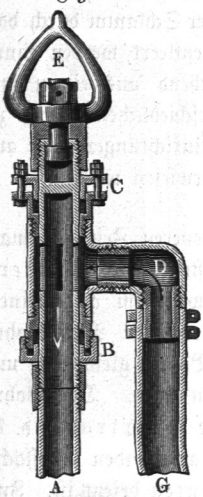
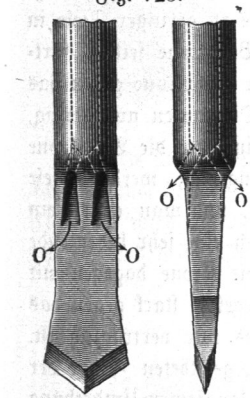


Fig. 724.



Die Verbindung des Seiles mit der Nachlaßſchraube bei dem Seilbohren iſt aus Fig. 721 deutlich, worin *AB* die aus zwei Theilen beſtehende Klemme vorſtellt, die durch die Schraube *C* feſt mit dem Seile *S* verbunden wird. Nachdem die Nachlaßſchraube *D* um ihre ganze Länge niedergegangen iſt, löſt man die Klemme und zieht unter gleichzeitiger Rückdrehung der Nachlaßſchere *E* ein entſprechendes Stück Seil hindurch.

Fig. 723.



Wie bei dem Spülbohren das hohle Geſtänge *A* durch die beiden Stopfbüchſen *B* und *C* mit dem Drehkopfe *D* verbunden iſt, zeigt Fig. 722. Der Drehkopf hängt mittels des Wirbels *E* an der vom Schwengel ausgehenden Nachlaßvorrichtung, während das durch die Pumpe eingepreßte Spülwaſſer mittels des Schlauches *G* nach dem Drehkopfe und in das Innere des Geſtänges geführt wird.

Die Meißel bei dem Spülbohren ſind natürlich ſo einzurichten, daß ſie dem Spülwaſſer in möglichſter Nähe der Arbeitsſtelle den Austritt geſtatten. Bei dem in Fig. 723 abgebildeten Meißel tritt das aus dem Geſtänge in den hohlen Meißelſchaft gelangende Waſſer durch die vier Oeffnungen *O* zu beiden Seiten des Meißels aus.

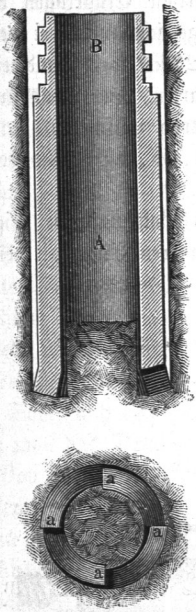
Noch möge die Vorrichtung angeführt werden, welche zu dem ſogenannten *Löffeln*, d. h. zur Entleerung des Bohrloches von dem gebildeten *Bohrſchmand* angewandt wird. Fig. 724 (a. v. S.) ſtellt einen gewöhnlichen Löffel vor, beſtehend aus dem cylindriſchen Rohre A, deſſen unterer Rand mit einer Schneide 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[1]) 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 Axe gedreht und in deren Richtung vorgeſchoben wird. Das Bohrgeſtänge trägt hierbei an ſeinem Ende eine ſogenannte *Bohrkrone*, d. h. einen kolben- oder ringförmigen Körper, der an der arbeitenden Endfläche entweder mit harten *Stahlzähnen* oder mit *Diamanten* beſetzt iſt. Indem dieſe Bohrkrone 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 Bohrkrone ſeitlich fortgeſchoben wird. Der Druck, mit welchem hierbei die Bohrkrone gegen das Geſtein gedrückt wird, iſt bei der Verwendung von Diamanten nur gering, weil bei einem bedeutenden Drucke ein Löſen der kleinen, in die Bohrkrone 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 Bohrkrone. Wenn die Krone 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 Bohrkrone tiefer in das Geſtein vor, und bei der ſehr langſamen Umdrehung der Krone 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

[1]) Th. Tecklenburg, 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.

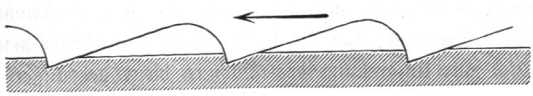
Fig. 725.



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 Bohrkrone deutlich, welche aus einem Stahlrohre *A* gebildet und deſſen Stirnfläche zu vier Zähnen ausgearbeitet iſt, deren Form

Fig. 726.

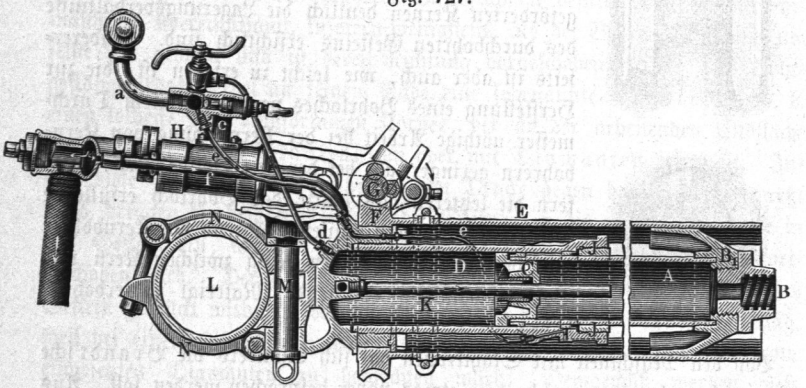


aus der Abwickelung in Fig. 726 erſichtlich wird. Auch erkennt man aus dieſer Figur, wie die Zähne unter dem Einfluſſe des gegen die Bohrkrone ausgeübten ſtarken Druckes in das Geſtein um einige Millimeter eindringen und bei der Bewegung im Sinne des Pfeiles das vor ihnen befindliche Material fortſchieben.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

geſchränkt, d. h. abwechſelnd nach innen und außen geneigt, damit nicht nur die Reibung der Bohrkrone 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 Bohrkrone 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 Längsſchlitze dem Kopfe B_1 Führung ertheilt 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 Waſſerſäulenmaſchine *H* angebracht iſt. In Betreff der Einrichtung dieſer Waſſerſäulenmaſchine 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 Waſſerſäulenmaſchine 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 erneueten 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 Jarolimek im weſentlichen nur durch die Art des Vorſchiebens und Anpreſſens der Bohrkrone, 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 Differentialrädergetriebe 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 Jarolimek eignen ſich wegen des großen Druckes, der auf die Bohrkrone 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[1]) über die Ergebnisse der Versuche angeführt werden, die mit einer Maschine von Jarolimek 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 Bohrkrone neu geschärft werden mußte.

Bezeichnung des Gesteins, in dem gebohrt wurde	In der Minute gebohrt t mm	Bohrtiefe, für welche die Krone aushielt z mm
Sehr fester Porphyr	15 — 33	45 — 100
Gneis vom Arlberg, parallel zur Schichtung	25 — 40	60 — 280
Grauwackenschiefer mit Quarzschnüren	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	—

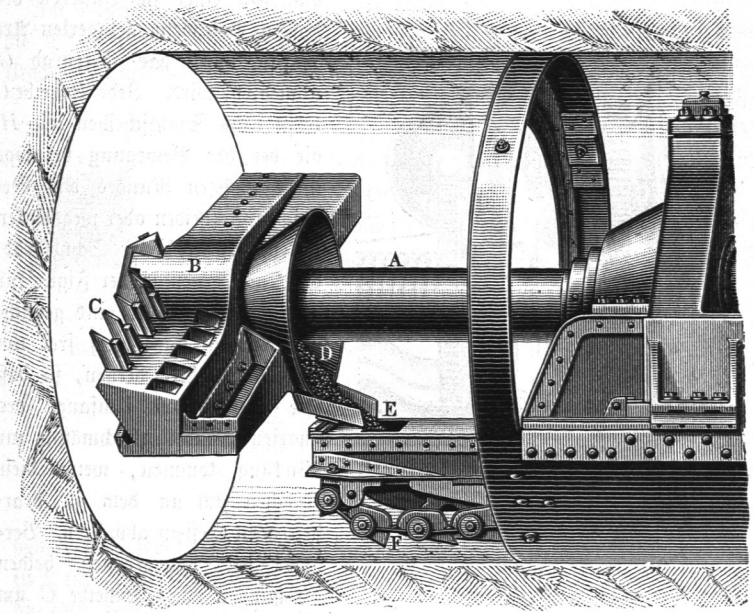
Hier wären auch die mehrfach vorgeschlagenen und in einigen Fällen zur Anwendung gekommenen Tunnelbohrmaschinen[2]) zu erwähnen, welche die Ausbohrung eines Tunnels durch Anwendung einer den ganzen Querschnitt mit einem Male in Angriff nehmenden Bohrvorrichtung bezwecken. Bei der Maschine von Beaumont war die wagrechte starke Bohrwelle 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-

[1]) Oesterr. Ztschrft. für Berg- und Hüttenwesen 1882, S. 106.

[2]) 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 Räderüberſetzung wurde dieſe Axe von einer mit Luft betriebenen Zwillingsmaſchine mit etwa 1,5 Umdrehungen in der Minute umgedreht, während fortwährend durch einen hydrauliſchen Preßkolben ein axialer Druck gegen die Bohrkrone ausgeübt wurde. Vermittelſt 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 Drehbankſtichеln übereinſtimmend. Die abgedrehten Geſteins-

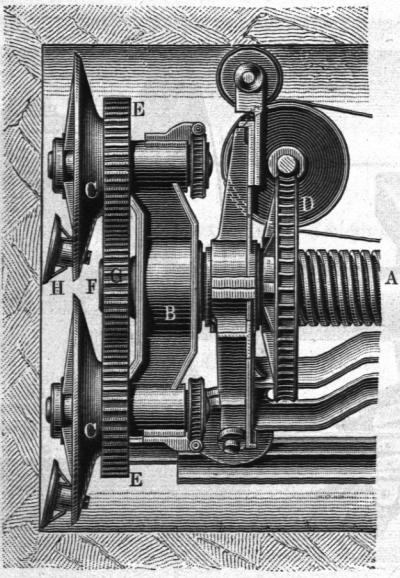
Fig. 728.



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 Zwillingsmaſchine 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 Ergebniß bezeichnet werden muß.

Von Intereſſe iſt eine andere von Brunton[1]) angegebene Maſchine zu dem gleichen Zwecke des Tunnelbohrens, bei welcher anſtatt der im Bohrkopfe feſten Meißel drehbare Schneidſcheiben vorgeſehen ſind, worüber die Fig. 729 Aufſchluß giebt. Hier trägt die wagrecht in der Axe des zu bohrenden Tunnels aufgeſtellte Bohrwelle *A* am freien Ende ebenfalls ein Querſtück *B*, in welchem zwei Axen für die beiden Scheiben *C C* drehbar gelagert ſind. Dieſe Scheiben erhalten außer der langſamen Umdrehung um die Bohrwelle *A*, die durch das Schneckenrad *D* übertragen wird, noch eine Drehung um die eigenen Axen, zu welchem Zwecke auf jeder Scheibe *C* ein Stirnrad *E* angebracht iſt, das von einer im Inneren der hohlen Bohrwelle gelagerten Axe *F* aus durch das Stirnrad *G* umgedreht wird. Jede Scheibe *C* trägt ſechs Stahlſcheiben wie *H*, die bei der Bewegung vermöge ihres ſcharfen Randes das Geſtein wegſchneiden oder wegdrücken ſollen. Jedes dieſer Schneidrädchen, von denen in der Figur für jede Scheibe *C* nur eins gezeichnet worden, kann ſich frei um ſeine eigene Axe drehen, ſo daß alle Punkte am Umfange des ſcharfen Randes gleichmäßig zur Wirkung kommen, wenn dieſe Rädchen ſich an dem zu bearbeitenden Geſtein abwälzen. Vermöge der angegebenen beiden Drehungen einer Scheibe *C* um die eigene und um die Axe der Bohrwelle *A* bewegt ſich offenbar die Axe jedes der zwölf Schneidrädchen *H* in beſtimmten cykloidiſchen Curven, deren Schleifen ſich vielfach neben und über einander legen, ſo daß die ganze Stirnfläche des Tunnels der Bearbeitung unterliegt. Der Charakter dieſer Cykloiden iſt aus dem Geſchwindigkeitsverhältniſſe der beiden gedachten Drehungen leicht zu beſtimmen, und zwar kennzeichnen ſich dieſe Curven wegen der ſehr langſamen Umdrehung der Bohrwelle *A* und der viel größeren Geſchwindigkeit der Scheiben *C* als verlängerte Hypo- oder Epicykloiden, je nachdem *B* und *G* ſich in demſelben oder in entgegengeſetztem Sinne drehen.

Fig. 729.



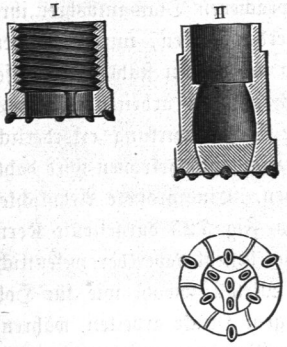
[1]) Ph. Forchheimer, Tunnelbohrmaſchinen.

Zum Vorſchieben des Bohrkopfes gegen das Geſtein diente das auf der Bohraxe *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 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 Hohlbohrer 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 Waſſerſpülung werden meiſt Furchen in den äußeren Umfang der Krone eingedreht. Man führt ſolche Bohrkronen in Durchmeſſern von 30 mm bis zu 0,6 m aus und gebraucht hierzu bis zu 50 Diamanten.

Fig. 730.



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[1]) 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 Waſſerdruckcylinder 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.

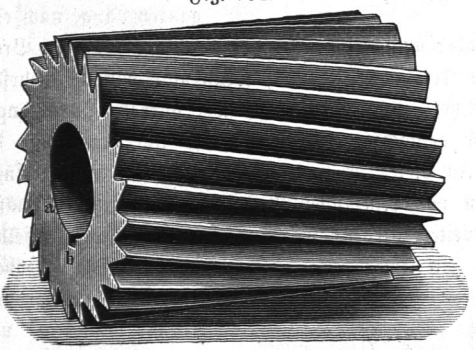
§. 195. **Fräſen.** Eine Fräſe iſt nach dem in §. 146 Angeführten im weſentlichen ein nach der Geſtalt eines Umdrehungskörpers geformtes Stahlſtück, das an ſeiner Umfläche mit einer mehr oder minder großen Zahl ſchneidender Kanten oder Zähne verſehen iſt, die bei der Umdrehung der Fräſe das ihnen im 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 ehedem 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 unzweckmäßiger und unvollkommener Weiſe mit feinen Zähnchen verſehen waren, die man, wenn ſie ſtumpf geworden

[1]) Th. Tecklenburg, Handb. d. Tiefbohrkunde. Bd. III: Das Diamantbohrſyſtem.

waren, durch Handarbeit mittelſt der Feile wieder ſchärfen mußte. Abgeſehen davon, daß dieſe Arbeit eine mühſame und koſtſpielige war, konnte man dabei auch natürlich niemals diejenige Genauigkeit erreichen, die gerade für die Herſtellung der Fräſen unumgänglich iſt, wenn dieſelben befriedigend arbeiten ſollen. Es iſt ohne weiteres klar, daß nur dann alle einzelnen Zähne ſich gleichmäßig an der Bearbeitung betheiligen können, wenn eine vollſtändige Uebereinſtimmung der einzelnen Zähne, namentlich was den Abſtand von der Axe anbetrifft, vorhanden iſt, weil ohne dieſe Bedingung einzelne hervorragende Zähne die ganze Arbeit zu verrichten hätten, in Folge wovon ſie bald abſtumpfen und nur mangelhaft wirken würden. Zu dieſen Uebelſtänden geſellte ſich als weiterer der, daß eine ſolche aus Stahl beſtehende und gehärtete Fräſe vor dem jedesmaligen Schärfen durch Ausglühen weich gemacht und, nachdem ſie geſchärft worden, wieder gehärtet werden mußte, ein Verfahren, das eine, ſelbſt aus dem beſten Materiale gefertigte Fräſe nur wenige Male aushält, ohne durch Härteriſſe unbrauchbar zu werden.

Fig. 731.



Alle dieſe Uebelſtände wurden dadurch beſeitigt, daß man die Fräſen mit einer geringeren Zahl von gröberen Zähnen verſah, deren Abſtand von einander groß genug war, um einer dünnen Schmirgelſcheibe von geeigneter Form den Eintritt behufs des Schärfens zu geſtatten, das nun an der gehärteten Fräſe ohne vorheriges Ausglühen derſelben vorgenommen werden konnte. Als man ferner noch zweckmäßige Schleifmaſchinen ausführte, welche ermöglichen, die einzelnen Zähne vollkommen übereinſtimmend zu ſchärfen, waren die Bedingungen für eine umfangreiche und weite Verbreitung der Fräſen erfüllt. Bevor die Eigenthümlichkeiten der Fräſewirkung näher erläutert werden, mögen die verſchiedenen Ausführungsformen der Fräſen kurz beſprochen werden.

Die einfachſte und meiſt gebräuchliche Form einer Fräſe iſt die eines geraden Cylinders, welcher entweder auf ſeiner Mantelfläche oder auf der zur Axe ſenkrechten Stirnfläche mit den betreffenden ſchneidenden Zähnen verſehen iſt. In Fig. 731 iſt eine ſolche cylindriſche oder walzenförmige Fräſe dargeſtellt, die auf der Mantelfläche 24 ſchraubenförmige Rippen oder Schneidkanten zeigt, während die beiderſeitigen Stirnflächen glatt

gehalten ſind. Wird dieſes Werkzeug auf einem genau in die Bohrung a paſſenden Dorne durch einen in die Nuth b getriebenen Keil befeſtigt, und mit dieſem Dorne ſchnell umgedreht, ſo arbeiten die Zähne an einem Werkſtücke eine ebene Fläche aus, wenn daſſelbe auf einem geeigneten Schlitten in einer zur Axe der Fräſe ſenkrechten Richtung an derſelben entlang geführt wird, wie dies aus Fig. 732 zu erkennen iſt. In dieſer Figur iſt die Breite des Arbeitsſtückes A geringer vorausgeſetzt, als die Länge der Fräſe B nach ihrer Axe gemeſſen, ſo daß die ganze obere Fläche des Arbeitsſtückes mit einem einmaligen Durchgange unter der Fräſe der ganzen Länge nach eben gearbeitet wird. Es iſt aber auch erſichtlich, daß bei einer größeren Breite des Arbeitsſtückes derſelbe Erfolg erzielt wird, wenn man daſſelbe mehrfach unter der Fräſe hindurchführt, und zwiſchen je zwei ſolchen Durchgängen um die Breite des zuvor gemachten Schnittes, alſo um die Länge der Fräſe, ſeitlich verſetzt. In dieſer Weiſe können, ſelbſt bei nur geringer Fräſenlänge, doch Flächen von erheblicher Breite mittels verhältnißmäßig weniger Durchgänge bearbeitet werden, während zur Herſtellung derſelben Fläche durch Hobeln eine ſehr viel größere Anzahl von Hin- und Hergängen des Tiſches erforderlich iſt.

Fig. 732.

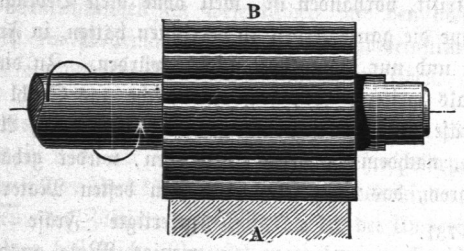
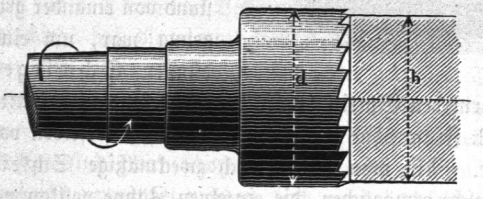


Fig. 733.



Nach dem Vorſtehenden iſt die Form und Wirkung einer Stirnfräſe, d. h. einer ſolchen mit radialen Zähnen, aus Fig. 733 leicht verſtändlich, und man erſieht hieraus, daß auch dieſe Fräſe das ihm dargebotene Arbeitsſtück eben arbeitet, wenn es vor der Fräſe ſenkrecht zur Zeichnungsebene verſchoben wird. Auch iſt klar, daß Arbeitsſtücke, deren Breite b größer iſt als der Durchmeſſer d dieſer Fräſe, durch wiederholtes Vorbeiführen an derſelben in der ganzen Breite eben gefräſt werden, ſobald man nach jedem Schnitte das Arbeitsſtück um den Durchmeſſer d ſeitlich verſetzt.

Dieſe beiden Fräſen, die hier kurz als Mantelfräſe und Stirnfräſe bezeichnet werden mögen, bilden die Grundformen für die meiſten der üblichen

Fräſen, wofür einige Beiſpiele angeführt werden mögen. Hat die Mantelfräſe nur ſehr geringe Breite, ſo nimmt ſie die Form einer Scheibe, Fig. 734, an. In dieſer Form wird ſie häufig angewandt, um Einſchnitte oder Nuthen von einer Breite gleich der Scheibendicke in Arbeitsſtücken herzuſtellen, z. B. die Keilnuthen in Wellen. Bei ſehr geringer Dicke ſtimmt die Fräſe mit einer Kreisſäge überein und wird dann ebenſo wie eine ſolche auch wohl zum Durchſchneiden von Gegenſtänden benutzt, wie auch andererſeits Kreisſägen zuweilen zum Nuthen gebraucht werden. Bei der Verwendung einer ſolchen Scheibenfräſe, wie Fig. 734 darſtellt, ſchneiden die Zähne offenbar nur das Material im Grunde der herzuſtellenden Nuth aus, während an den beiden Seitenflächen die Abtrennung mehr durch Abbrechen oder Abreißen erfolgt, ſo daß dieſe Flächen weniger glatt und eben ausfallen. Will man dies vermeiden, ſo kann man auch die Stirnflächen der Scheibe mit Zähnen verſehen, ſo daß die durch Fig. 735 dargeſtellte Form entſteht. Derartige Fräſen finden vielfache Verwendung, und zwar ſetzt man häufig mehrere derſelben auf eine und dieſelbe Axe, wodurch man in der Lage iſt, Arbeitsſtücke mit hervorragenden Rippen oder Anſätzen von durchweg gleicher Breite mit einem Durchgange gleichzeitig an den verſchiedenen Flächen eben zu fräſen. In Fig. 736 (a. f. S.) iſt ein ſolcher Satz von drei Fräſen gezeichnet, mittels deſſen man ein Arbeitsſtück, wie Fig. 737 (a. f. S.), bearbeiten kann. Zuweilen ſetzt man auch wohl mehrere Scheibenfräſen von gleichem Durchmeſſer neben einander, Fig. 738 (a. f. S.), um in der Vereinigung eine längere Mantelfräſe zur Herſtellung breiterer Flächen zu erhalten, in welchem Falle, wenn die einzelnen Scheiben dicht neben einander gerückt werden, ſeitlich keine Zähne angebracht werden. Wenn man dagegen, wie in der Figur angenommen worden, jede einzelne Scheibe auch auf den beiderſeitigen Stirnflächen mit Schneidzähnen verſieht, ſo bedient man ſich paſſend des Kunſtgriffes, die Zahnſpitzen jeder Scheibe mitten zwiſchen diejenigen der Nachbarſcheibe zu ſetzen, wodurch man erreicht, daß die Wirkungsgebiete der einzelnen Scheiben ſich gegenſeitig um eine geringe Breite überragen, ſo daß die Entſtehung kleiner Rippen zwiſchen je zwei Scheiben vermieden wird, was andernfalls zu befürchten wäre. Daß

Fig. 734.

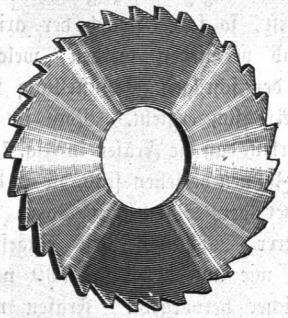
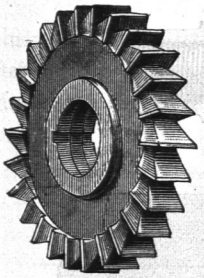


Fig. 735.



man die Zähne bei den hier gezeichneten Fräſen ſchräg gegen die Axe geſtellt hat, dient ebenſo, wie die ſchraubenförmige Anordnung in Fig. 731, dem Zwecke, durch die ſchräge Stellung eine beſſere Schnittwirkung zu erzielen, wie in §. 54 angegeben wurde; und wenn die Neigung der Zähne von je zwei benachbarten Scheiben entgegengeſetzt gewählt worden iſt, ſo ſoll dadurch der axiale Schub vermieden werden, welcher aus der ſchrägen Zahnſtellung für die Axe ſich ergiebt. Noch iſt zu bemerken, daß die Fräſen in Fig. 738 mit Zähnen verſehen ſind, die in den Körper der Scheibe in Form beſonderer Stahlmeſſerchen eingeſetzt ſind, wie aus der Fig. 739 noch deutlicher hervorgeht. Fräſen mit ſolchen eingeſetzten Zähnen werden vielfach bei größeren Durchmeſſern gemacht, weil die Darſtellung aus einem Stücke, und beſonders die Härtung, auf große Schwierigkeiten ſtoßen würde. Die Art, wie hierbei die einzelnen

Fig. 736.

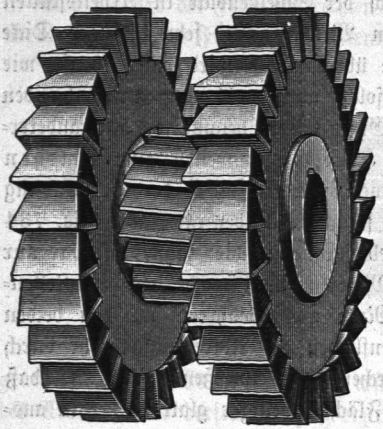
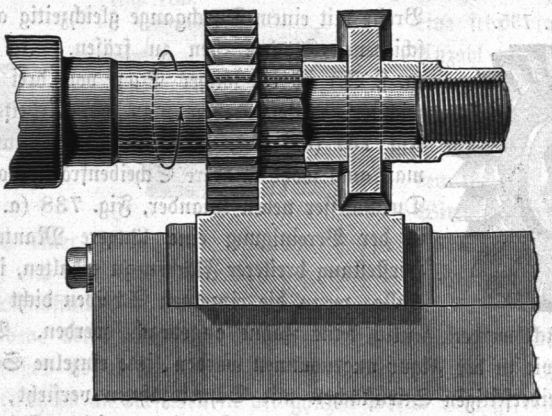


Fig. 737.



Zähne eingeſetzt und befeſtigt werden, iſt ſehr verſchieden, man bedient ſich dabei zum Feſtklemmen meiſtens kleiner Keile oder Schrauben, oder, wie in der Figur, der federnden Wirkung des zwiſchen zwei Zähnen befindlichen, zu dem Zwecke aufgeſchlitzten Materials.

Die Verwendung von Fräſen, wie Fig. 740 darſtellt, zur Herſtellung ſchräg geneigter Einſchnitte oder Furchen, iſt aus der Figur ohne weiteres klar, und es mag nur bemerkt werden, daß derartige coniſche Fräſen insbeſondere zur Herſtellung der Fräſen ſelbſt vielfach verwendet werden, wie dies durch die Fig. 741 (a. f. S.) erſichtlich gemacht iſt, worin *A* das genau rund abgedrehte Stahlſtück bedeutet, in deſſen Umfläche durch die Fräſe *B* Einſchnitte erzeugt werden, wie ſie zur Bildung der Schneidzähne an *A* nöthig ſind. In derſelben Weiſe werden Fräſen von der Form, wie Fig. 742 (a. f. S.) zeigt, verwendet, um die Furchen in die Gewindeſchneidbohrer (ſ. weiter unten) zu arbeiten, wie aus dem Durchſchnitt *A* eines ſolchen Bohrers in Fig. 743 (a. f. S.) hervorgeht. Wird hierbei der zu bearbeitende Bohrer *A* in der Richtung ſeiner Axe, alſo ſenkrecht zur Ebene des Papieres, unter der ſich drehenden Fräſe *C* verſchoben, ſo entſteht eine axial gerichtete Furche, deren Querſchnitt mit dem Fräſenprofil übereinſtimmt, während eine gleichzeitige Umdrehung des Arbeitsſtückes um ſeine Axe zu der Entſtehung von ſchraubenförmig gewundenen Nuthen Veranlaſſung giebt, wie ſie bei den amerikaniſchen ſogenannten Schneckenbohrern angeordnet werden, worüber Fig. 744 (a. f. S.) Aufſchluß giebt.

Fig. 738.

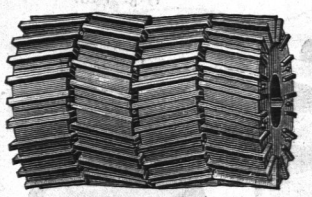


Fig. 739.

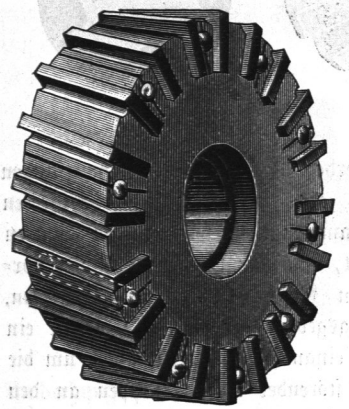
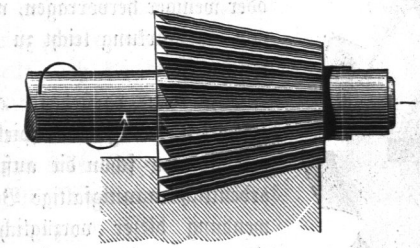


Fig. 740.



Die zuletzt angeführten Fräſen mit einem nach einer beſtimmten Curve geformten Profile führen wohl auch den Namen Formfräſen; eine häufig vorkommende Art derſelben iſt durch die Fräſe Fig. 745 (a. f. S.) dargeſtellt, wie ſie zur Herſtellung genauer Zahnräder dient, worüber in einem ſpäteren Paragraphen das Weitere angeführt werden mag. Formfräſen können natürlich je nach der Geſtalt des für dieſelben gewählten

Profils in ſehr verſchiedenen Arten ausgeführt werden, in welcher Beziehung nur auf die beiden Fig. 746 und 747 verwieſen werden mag. Auch dieſe

Fig. 741.

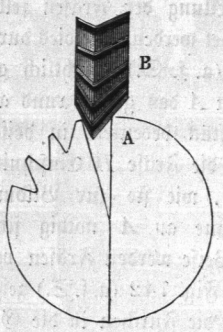


Fig. 742.

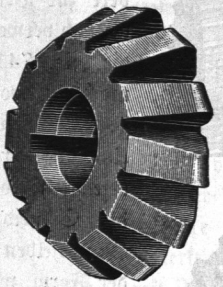


Fig. 743.

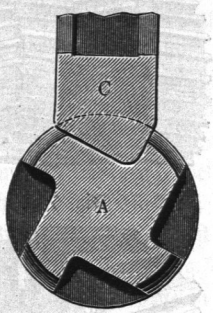


Fig. 744.

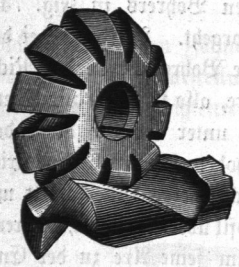
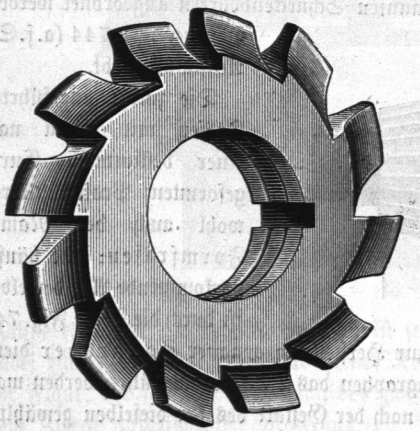


Fig. 745.



Fräſen werden bei größeren Abmeſſungen zweckmäßig als Satzfräſen aus mehreren Theilen zuſammengeſetzt, wie aus den Figuren erſichtlich iſt, und man wendet auch hier vortheilhaft den ſchon gedachten Kunſtgriff an, die Wirkungsgebiete der einzelnen Theile ein wenig über einander greifen zu laſſen, um die Entſtehung ſtörender kleiner Rippen an den Vereinigungsſtellen zu vermeiden. Wie aus Fig. 747 zu erſehen iſt, hat man dies hierbei dadurch erreicht, daß die Zähne jeder einzelnen Fräſe nach der Axenrichtung abwechſelnd mehr oder weniger hervorragen, wovon die Wirkung leicht zu erkennen iſt.

Aus den vorſtehend angeführten wenigen Beiſpielen erkennt man ſchon die außerordentlich mannigfaltige Verwendung dieſer vorzüglichen Werkzeuge, die, wie in dem folgenden Paragraphen gezeigt werden wird, zur Herſtellung vieler Flächen benutzt

werden können, die man bisher meiſt auf Hobelmaſchinen und Drehbänken erzeugt hat, während man außerdem mit Fräſen gewiſſe Arbeiten herſtellen kann, für welche keine andere Maſchine die Möglichkeit bietet.

Fig. 746.

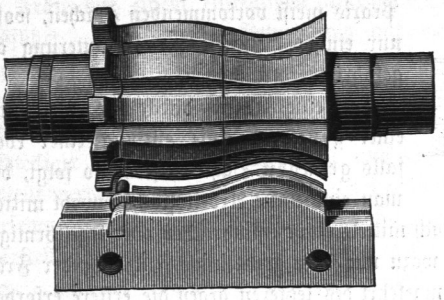
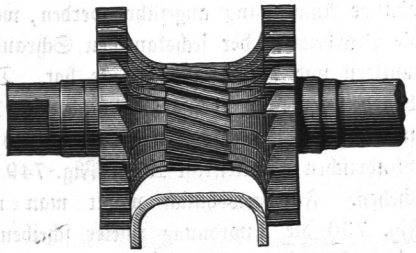


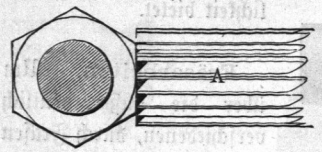
Fig. 747.



Fräsarbeiten. Um §. 196. über die außerordentlich verſchiedenen, durch Fräſen herſtellbaren Arbeiten ein ungefähres Urtheil zu gewinnen, denke man ſich eine beliebige Fräſe in Umdrehung um ihre feſte Axe geſetzt, und derſelben irgend ein Arbeitsſtück allmählich in ſolcher Richtung genähert, daß die Zähne eindringen, ſo wird die Fräſe aus dem Material eine Höhlung ausarbeiten, die eine genaue Umhüllung des durch die Fräſe dargeſtellten Umdrehungskörpers bildet, in deſſen Umfange ſämmtliche Schneidkanten gelegen ſind. Nachdem die Fräſe bis zu beſtimmter Tiefe in das Material eingedrungen iſt, möge ſie relativ gegen das Arbeitsſtück in ſolcher Art verſchoben werden, daß die Axe der Fräſe in jedem Augenblicke der Bewegung ſenkrecht auf der letzteren ſteht, wobei es übrigens gleichgültig iſt, ob die abſolute Bewegung der Fräſe ſelbſt oder dem Arbeitsſtücke mitgetheilt wird, und wobei die relative Bahn der Fräſenaxe gegen das Arbeitsſtück eine beliebige gerade oder gekrümmte, ebene oder räumliche Linie ſein mag. Es erhellt, daß bei dieſer Bewegung die in ununterbrochener Arbeit gedachte Fräſe an dem Arbeitsſtücke eine Fläche ausarbeitet, die folgende Eigenthümlichkeit haben muß: Jede durch die Fräſenaxe ſenkrecht zu deren Bahn gelegte Ebene wird die erzeugte Fläche in einer Linie durchſchneiden, die mit der Meridianlinie der Fräſe übereinſtimmt, und in welcher die Berührung der erzeugten Fläche mit der Fräſe ſtattfindet. Die erzeugte Fläche kennzeichnet ſich daher als eine ſolche, wie ſie entſteht, wenn man die Meridianlinie der Fräſe ſo auf der beſagten Bahnlinie der Axe entlang führt, daß ſie von dieſer letzteren unverändert denſelben Abſtand behält und daß ihre Ebene ſtetig ſenkrecht auf der Bahnlinie ſteht. Hiernach kann man in jedem

Falle leicht ermeſſen, ob und wie eine gewiſſe vorliegende Fläche ſich durch Fräſen werde herſtellen laſſen, und man erkennt auch ſogleich daraus das weite Feld der Verwendbarkeit der Fräſen bei der Herſtellung der in der Praxis meiſt vorkommenden Flächen, wofür nur einige Beiſpiele zur Erläuterung angeführt werden mögen.

Fig. 748.



Da eine Ebene durch die Bewegung einer geraden Linie entlang einer ebenfalls geraden Bahn entſteht, ſo folgt, daß man eine ebene Arbeitsfläche ſowohl mittels einer ebenen Stirnfräſe, wie auch mittels einer cylindriſchen oder kegelförmigen Mantelfräſe herſtellen kann, wozu nur eine geradlinige Führung der Fräſe gegen das Arbeitsſtück oder umgekehrt des letzteren gegen die erſtere erforderlich iſt. Als Beiſpiel hierfür kann eine ſehr häufige Anwendung angeführt werden, welche die Bearbeitung der ſechskantigen Schraubenmuttern und Köpfe zum Zwecke hat. Dieſe Bearbeitung kann ebenſowohl nach Fig. 748 mittels der Stirnfräſe A wie auch mittels der cylindriſchen Mantelfräſe A in Fig. 749 geſchehen. Für gewöhnlich wählt man nach Fig. 750 die Anordnung zweier ſcheibenförmigen Stirnfräſen A_1 und A_2, die zu gleicher Zeit zwei von den beſagten ſechs Flächen der Mutter B_1 genau parallel und in beſtimmtem Abſtande von einander bearbeiten, und die übrigens auch zu gleicher Zeit noch eine zweite Mutter bei B_2 in derſelben Art abfräſen können.

Fig. 749.

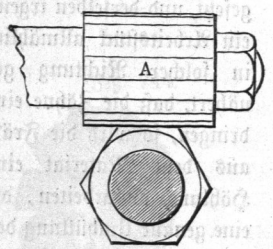
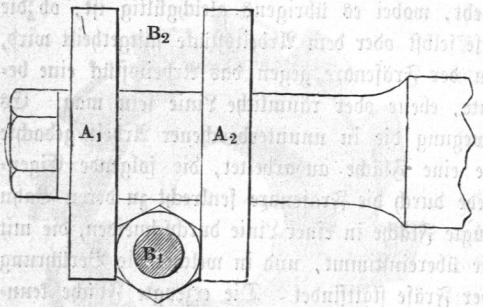


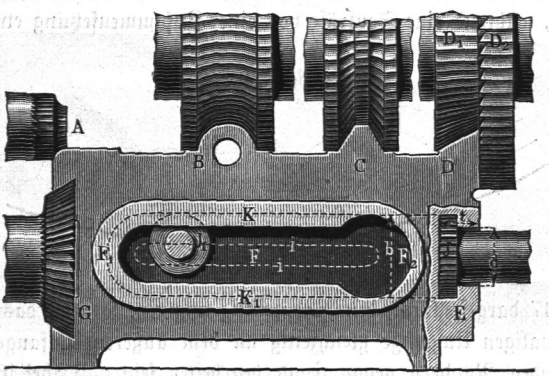
Fig. 750.



In welcher Weiſe man paſſend coniſche Fräſen zur Herſtellung ebener Flächen verwendet, iſt aus Fig. 751 erſichtlich, worin eine Anzahl verſchiedener Verwendungen der Fräſen dargeſtellt iſt. Während dabei die ſcharfe Leiſte D durch eine aus den beiden Theilen D_1 und D_2 zuſammengeſetzte Satzfräſe hergeſtellt werden kann, iſt es für Formen wie B und C möglich, eine einzige Fräſe von dem erforderlichen Profile zu benutzen. Wie die coniſche Fräſe G die Herſtellung der bei Werkzeugmaſchinen häufigen

ſchwalbenſchwanzförmigen Nuth ermöglicht, iſt ohne weiteres deutlich, und es muß bemerkt werden, daß die Herſtellung einer ſolchen Nuth auf Hobelmaſchinen ganz beſonders ſchwierig und zeitraubend iſt, während die Fräſe mit einem einmaligen Durchgange die gewünſchte Bearbeitung ausführt. Eine gleiche Betrachtung gilt für die T-förmige Nuth *E*, wie ſie ſo häufig in Tiſchplatten für die Köpfe der zum Aufſpannen dienenden Schrauben angewandt wird. Hier kann mit einer gewöhnlichen cylindriſchen Mantelfräſe von dem Durchmeſſer gleich *d* zuerſt ein rechteckiger Schlitz von dieſer Weite und einer Tiefe nahezu gleich *t* hergeſtellt werden, worauf die am Mantel und auf der Stirnfläche mit Zähnen verſehene Scheibenfräſe *J* die erforderliche Erweiterung herſtellt. Wenn die Herſtellung einer derartigen T-förmigen Nuth durch Aushobeln ſchon erhebliche, mit der Köpfung der zu verwendenden Hobelſtichel verbundene

Fig. 751.

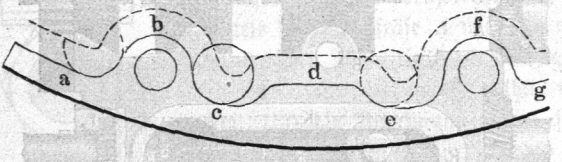


Schwierigkeiten darbietet, ſo iſt dieſe Art der Darſtellung durch Hobeln überhaupt nicht möglich, ſobald die Furche nicht beiderſeits offen, ſondern etwa, wie in *F* dargeſtellt iſt, an den Enden bei F_1 und F_2 bogenförmig abgeſchloſſen ſein ſoll. Zum Fräſen dieſer Nuth mittels einer Fräſe, deren Durchmeſſer gleich der Breite *b* der Erweiterung iſt, hat man nur nöthig, an einer Stelle, etwa an einem Ende F_2, die überſtehenden Ränder wegzufräſen, um die Fräſe überhaupt einführen zu können. Will man dies aber vermeiden, und ſoll die Nuth an beiden Enden ſo wie bei F_1 begrenzt ſein, ſo kann man dies durch die Anwendung einer kleineren Fräſe J_1 erzielen, die nur einſeitig das Arbeitsſtück angreift, und die man dann natürlich in einer Bahn *ii* herumführen muß, wie ſie durch die Mitte von J_1 punktirt gezeichnet iſt. Die Verwendung einer ſolchen kleineren und nur einſeitig angreifenden Fräſe empfiehlt ſich auch noch ganz beſonders aus

bestimmten, im folgenden Paragraphen näher aus einander gesetzten Gründen, weshalb man die letztgedachte Anordnung immer wählen wird, sobald die Weite des zu fräsenden Schlitzes dies gestattet. Aus *A* in der Figur ist noch zu ersehen, wie man eine hohlkehlenartig ausgeschweifte Fräse vortheilhaft zum Abrunden von Kanten anwenden kann, womit die Arbeit viel schneller und genauer ausgeführt wird, als bei der sonst hierfür üblichen Verwendung von Handarbeit.

Die schon durch die Profilform der angewandten Fräsen erreichbare Verschiedenheit der herzustellenden Arbeiten wird natürlich ganz außerordentlich vergrößert, wenn man die Fräse nicht, wie bisher angenommen wurde, relativ gegen das Arbeitsstück in einer geradlinigen, sondern einer irgendwie gekrümmten und gewundenen Bahn bewegt. So kann in vielen Fällen die Fräsarbeit in vortheilhafter Weise das Abdrehen auf der Drehbank ersetzen. Denkt man sich beispielsweise ein Rad zwischen die Spitzen einer Drehbank gebracht oder centrisch mit deren Planscheibe verbunden und sehr langsam umgedreht, während eine Satzfräse von einer Zusammensetzung etwa, wie sie

Fig. 752.



in Fig. 737 dargestellt ist, den Radumfang angreift, so wird das Rad nach einem einmaligen Umgange gleichzeitig an dem äußeren Umfange wie auch an den beiden Rändern genau rund bearbeitet sein. Dabei ist es ganz gleichgültig, welchen Querschnitt der Radkranz auch haben möge, indem nur nöthig ist, den Fräsen die entsprechende Form zu ertheilen. Wäre z. B. eine Seilscheibe mit einer größeren Anzahl übereinstimmender Seilfurchen herzustellen, wie sie neuerdings für die Uebertragung großer Kräfte so beliebt geworden sind, so genügte die Anwendung einer Satzfräse, deren einzelne Theile den verschiedenen Rillen entsprechen.

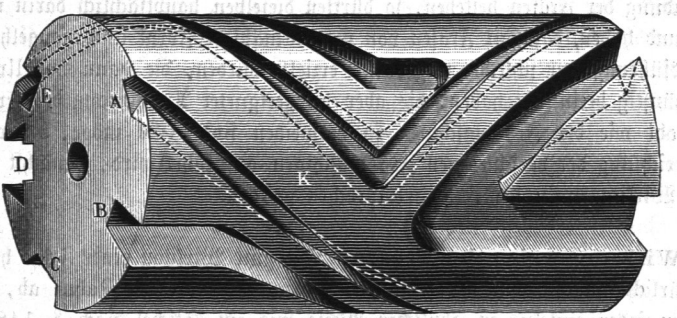
Es ist ferner ersichtlich, daß man bei der fortschreitenden Bewegung der Fräse gegen das Arbeitsstück jede beliebige Bahn zu Grunde legen kann, in welcher man durch Führungsschienen oder sonstige Hülfsmittel eine zwangläufige Bewegung zu erreichen vermag, wodurch die Herstellung von sehr verschiedenen, oft recht unregelmäßigen Flächen ermöglicht wird. Als ein Beispiel hierfür möge der in Fig. 752 gezeichnete Radkranz angeführt sein, der im Inneren etwa so bearbeitet sein soll, wie die Begrenzung *abcdefg* angiebt. Hierzu ist nur nöthig, die cylindrische Mantelfräse *A* in der durch

die Punktirung angegebenen, zur Begrenzungslinie äquidiſtanten Bahn relativ gegen das Arbeitsſtück zu verſchieben.

Ein letztes Beiſpiel ſei noch in Fig. 753 angeführt, woraus man leicht erkennt, wie die Geſtalt der Fräſe für jede einzelne der mit A, B, C, D und E bezeichneten Furchen anzunehmen iſt, und wie man die relative Bewegung der Fräſe gegen den Cylinder k in gehöriger Weiſe aus einer Drehung um die Cylinderaxe und einer Verſchiebung längs derſelben zuſammenzuſetzen hat.

Die vorſtehend angeführten Bemerkungen laſſen nicht nur die große Mannigfaltigkeit der durch Fräſen ausführbaren Arbeiten erkennen, ſondern ſie zeigen auch, daß den Fräsarbeiten im Allgemeinen gewiſſe ſehr ſchätzbare Vorzüge gegenüber jeder anderen Art der Bearbeitung anhaften. Abgeſehen von der in faſt allen Fällen ganz erheblich ſchnelleren und billigeren Herſtellung, die durch Fräſen erreichbar iſt, zeichnet ſich die Arbeit derſelben

Fig. 753.



durch große Genauigkeit und insbeſondere durch die große Uebereinſtimmung aller mit derſelben Fräſe bearbeiteten Gegenſtände aus. Es iſt erſichtlich, daß eine Satzfräſe, wie z. B. die in Fig. 737 dargeſtellte, alle von ihr bearbeiteten Gegenſtände mit genau übereinſtimmenden Abmeſſungen herſtellen wird, ſo lange wenigſtens, als nicht durch die Abnutzung der Fräſen eine Aenderung in deren Form eingetreten iſt. Dieſer Umſtand iſt aber von der größten Bedeutung in allen ſolchen Fällen, wo es ſich darum handelt, viele Gegenſtände von genau übereinſtimmender Form und Abmeſſung herzuſtellen, an welche die Anforderung geſtellt wird, daß ein ſolcher abgängig gewordener Gegenſtand ohne weitere Nacharbeit gegen einen anderen ihm gleichen Erſatztheil ausgewechſelt werden kann. Die Herſtellung der einzelnen Beſtandtheile von Nähmaſchinen, Feuerwaffen, Fahrrädern u. ſ. w., ſowie überhaupt jede ſogenannte Maſſenerzeugung gleichartiger Gegenſtände beruht in erſter Reihe auf der Möglichkeit, viele Gegenſtände derſelben Art in ſo großer Uebereinſtimmung hinſichtlich der

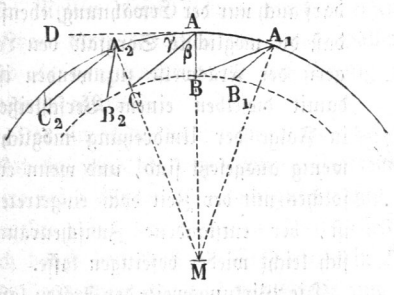
Formen und Abmeſſungen zu erzeugen, wie dies überhaupt nur möglich iſt. Gerade für ſolche Zwecke ſind denn auch die Fräſen zuerſt in größere Verwendung gebracht, und zwar iſt der Anſtoß hierfür vornehmlich von den amerikaniſchen Werkſtätten ausgegangen.

Es kommt hierbei insbeſondere noch der Umſtand in Betracht, daß dieſe Herſtellung in genau übereinſtimmender Form durch Fräſen ermöglicht wird, ohne daß der die Arbeit überwachende Arbeiter genöthigt iſt, durch wiederholt vorzunehmende Meſſungen die Uebereinſtimmung zu ſichern, wie ſolche, immer mit großem Zeitverluſt verbundene Meſſungen bei der Verwendung von Drehbänken und Hobelmaſchinen unerläßlich ſind, und wobei die unvermeidlich dabei unterlaufenden kleinen Ungenauigkeiten das angeſtrebte Ziel ſelten erreichen laſſen. Alle die hier angeführten Vortheile der Fräſen ſind denn auch in der neueren Zeit mehr und mehr zur Geltung gekommen, ſo daß die Verbreitung dieſer Maſchinen eine fortwährend zunehmende geweſen iſt und noch iſt. Wenn trotzdem noch vielfach Vorurtheile gegen die Anwendung der Fräſen beſtehen, ſo dürften dieſelben hauptſächlich darin ihren Grund haben, daß mit Fräſen von unzweckmäßiger Form und mangelhafter Ausführung nur ſchlechte Ergebniſſe erzielt wurden, die dann das Urtheil ungünſtig beeinflußt haben, die aber bei geeigneter Ausführung der Fräſen ſowohl wie der Fräsmaſchinen zu vermeiden ſind. Es möge, bevor die Einrichtung der verſchiedenen Fräsmaſchinen angeführt wird, zunächſt noch die Wirkungsweiſe der Fräſen beſprochen werden.

§. 197. **Wirkungsweiſe der Fräſen.** Die gute Wirkung einer Fräſe hängt natürlich zunächſt von der geeigneten Form der einzelnen Zähne ab, von denen jeder einzelne in ähnlicher Weiſe wie ein Stichel nach §. 148 zu beurtheilen iſt. Verſchiedene, bei der Fräſe in Betracht kommende Eigenthümlichkeiten bedingen indeſſen, daß die für die gewöhnlichen Dreh- und Hobelſtichel als zweckmäßig erkannten Verhältniſſe nicht ohne weiteres auch für die Fräſen als maßgebend angenommen werden können. In jedem Falle wird ein ſolcher Zahn A, Fig. 754, in eine ſcharfe Kante auslaufen müſſen, an welcher der Keilwinkel BAC durch β bezeichnet ſein möge. Ebenſo iſt es wie bei Sticheln nöthig, daß die Rückfläche AC dieſes Keiles um einen gewiſſen, dem Anſtellungswinkel der Stichel entſprechenden Winkel $CAD = \gamma$ von der hergeſtellten Fläche, die hier mit dem Umfange des durch A gelegten Kreiſes übereinſtimmt, abweichen muß, damit die Reibung am Umfange der Fräſe nicht unnöthig groß werde, was um ſo mehr nöthig erſcheint, als dieſe Reibung wegen der großen Umfangsgeſchwindigkeit ſonſt eine beträchtliche Arbeit aufzehren würde. Der für die Wirkung des Zahnes in Betracht kommende Schneidwinkel $BAD = \beta + \gamma = \alpha$ wird indeſſen bei den Fräſen immer erheblich größer als bei gewöhnlichen Sticheln,

und zwar meiſtens gleich 90 Grad oder nur wenig kleiner gewählt, indem man die Vorderfläche AB des Zahnes in der Regel durch eine radial gerichtete Ebene begrenzt. Der Grund hierzu iſt nicht bloß in der Möglichkeit eines bequemen Nachſchärfens durch eine paſſende Schmirgelſcheibe gegeben, ſondern auch darin zu erkennen, daß bei einer gewiſſen, paſſend angenommenen Zähnezahl die Tiefe der Zahnlücken genügend groß ausfallen muß und gleichzeitig die Zähne hinreichende Widerſtandskraft gegen Abbrechen behalten. Man erkennt nämlich leicht, daß bei einer Entfernung zweier auf einander folgenden Zahnſpitzen, etwa gleich $AA_1 = AA_2$, und für eine Richtung der Vorderfläche, wie A_1B_1 oder A_2B_2, entweder die radiale Tiefe nur ſehr klein werden würde, wenn man die Rückfläche wie in A_2C_2 nur wenig von dem Umfange abweichen laſſen wollte, oder aber, daß bei einer Neigung der Rückfläche wie A_1B, welche eine genügende radiale Tiefe der Lücken ergiebt, der Zahn ſehr dünn werden und dem Abbrechen leicht unterworfen ſein würde. Dies iſt der Grund, warum man die Vorderfläche der Zähne in der Regel radial annimmt, auch iſt dieſe Richtung, wie in §. 174 gezeigt wurde, bei den hinterdrehten Fräſen erforderlich, wenn deren Profilform durch das Nachſchärfen nicht verändert werden ſoll, in welchem Falle die Rückfläche nach einer archimediſchen Spirale zu begrenzen iſt, wie dies u. a. für die Zahnradfräſe Fig. 745 gilt. Bei den gewöhnlichen Mantel- und Stirnfräſen mit geradlinigem Profile dagegen wird die Rückfläche der Zähne meiſtens eben begrenzt, ſo daß der Anſtellungswinkel $\gamma = CAD$ dafür eine Größe von etwa 30 bis 40° annimmt.

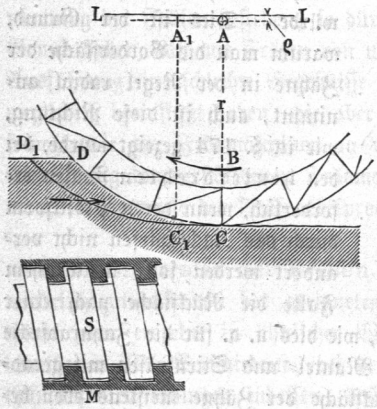
Fig. 754.



In Folge der radialen Stellung der vorderen Begrenzungsebene wird allerdings die Wirkung des Zahnes mehr eine ſchabende als ſchneidende ſein, indeſſen iſt der hiermit verbundene Nachtheil deshalb weniger ins Gewicht fallend, weil die Dicke der von jedem einzelnen Zahne abzulöſenden Späne wegen der großen Umfangsgeſchwindigkeit und der größeren Zahl der Schneidzähne immer nur ſehr gering iſt. Es wird allerdings anzunehmen ſein, daß die Fräſen zur Bildung eines beſtimmten Gewichtes von Spänen einer größeren Arbeit bedürfen, als die mit einem Stichel wirkenden Drehbänke und Hobelmaſchinen, indeſſen kann dieſer Uebelſtand gegenüber den großen anderweiten Vortheilen der Fräſen in den meiſten Fällen außer Betracht gelaſſen werden.

Es wurde ſchon als eine ſelbſtverſtändliche Bedingung jeder guten Fräſe angeführt, daß die Schneidkanten aller Zähne genau in der zugehörigen Umdrehungsfläche liegen müſſen, da jeder hinter dieſer Fläche zurückſtehende Zahn ſich der Wirkung entzieht, während ſolche Zähne, die über jene Fläche hervorragen, die ganze Arbeit zu verrichten haben und in Folge deſſen ſchnell abſtumpfen würden, wonach die Wirkung überhaupt nur eine ſehr unvollkommene ſein könnte. Man erkennt hieraus die Nothwendigkeit, bei der erſten Herſtellung der Fräſen ſowohl, wie bei jedem ſpäter erforderlichen Nachſchärfen derſelben ſich nur der dazu geeigneten Maſchinen und niemals der Handarbeit zu bedienen, eine Bedingung, deren Vernachläſſigung den Vortheil der Fräsarbeit leicht gänzlich in Frage ſtellen kann. Daß zur Erzielung genauer Arbeit eine möglichſt ſichere und gedrungene Unterſtützung der Fräsaxe ſowohl, wie der zur Führung des Arbeitsſtückes in beſtimmt vorgeſchriebenen Bahnen dienenden Maſchinenbeſtandtheile nöthig iſt, bedarf auch nur der Erwähnung, ebenſo, daß die möglichſte Sorgfalt den Lagern der Fräswelle zuzuwenden iſt, damit dieſelben einem Verſchleißen in Folge der Umdrehung möglichſt wenig ausgeſetzt ſind, und wenn ein ſolches mit der Zeit doch eingetreten iſt, der entſtandene Zwiſchenraum ſich leicht wieder beſeitigen laſſe.

Fig. 755.



Die Wirkungsweiſe der Fräſen läßt ſich mit Hülfe der Fig. 755 veranſchaulichen. Denkt man ſich hierbei, daß die Axe A der Fräſe B bei einer vollen Umdrehung derſelben in der Richtung des Pfeiles rechtsum ſich gegen das Arbeitsſtück C um die Größe $AA_1 = w$ von rechts nach links verſchoben habe, oder, was daſſelbe iſt, daß dem Arbeitsſtücke unter der feſtſtehenden Fräſe eine entgegengeſetzte Verſchiebung in dem Betrage $C_1C = w$ ertheilt worden ſei, ſo iſt während dieſer Zeit die durch CDD_1C_1 dargeſtellte Materialmenge in Späne verwandelt worden. Genau genommen hätte man zwar anſtatt der Kreisbogen CD und C_1D_1 diejenigen Curven einzuführen, in denen ſich die Spitze eines Zahnes wie C relativ gegen das Arbeitsſtück bewegt, doch iſt leicht zu erſehen, daß dieſe Curven nur ſo wenig von dem kreisförmigen Umfange der Fräſe abweichen, daß man dieſen ſelbſt mit hinreichender Genauigkeit dafür ſetzen kann. Die Curve nämlich, in welcher ſich irgend ein Punkt der Fräſe, wie die Zahnſpitze C, relativ gegen das Arbeitsſtück bewegt, kennzeichnet ſich als die aus

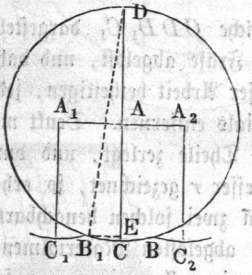
der Umdrehung um die Axe A und aus deren Verschiebung um $AA_1 = w$ hervorgehende verlängerte Cykloide, die man entstanden denken kann durch die Rollung eines kleinen Kreises vom Halbmesser $\varrho = \frac{w}{2\pi}$ auf einer Geraden LL, welche von der Mitte diesen Abstand ϱ hat. Da nun aber die Verschiebung der Axe im Vergleich zu der Geschwindigkeit der letzteren an ihrem Umfange immer nur sehr klein ist, indem das Verhältniß der beiden Geschwindigkeiten meistens zu weniger als $^1/_{500} = 0{,}002$ angenommen werden kann, so folgt hieraus, daß auch der Halbmesser ϱ des anzunehmenden rollenden Kreises in demselben Verhältniß kleiner ausfällt, als der Halbmesser der Fräse $AC = r$. Beispielsweise würde der Halbmesser ϱ des Rollkreises bei einem Verhältniß der beiden Geschwindigkeiten von 0,002 für eine Fräse von dem Durchmesser gleich 100 mm nur den winzigen Betrag von 0,1 mm haben. Es ist hieraus ersichtlich, daß man die einzelnen Schleifen der entstehenden verlängerten Cykloide, die ein Punkt C bei dem Rollen dieses kleinen Kreises erzeugt, mit genügender Annäherung ersetzen kann durch Kreise vom Halbmesser r, deren Mittelpunkte A und A_1 von einander um den Betrag der Verschiebung w bei einer Umdrehung abstehen.

Das im Querschnitt durch die besagte Fläche CDD_1C_1 dargestellte Material wird bei einer ganzen Umdrehung der Fräse abgelöst, und daher wird bei z Zähnen, die sich gleichmäßig an dieser Arbeit betheiligen, jeder einzelne Zahn nur den $z$ten Theil dieses Materials entfernen. Denkt man sich daher den Abstand $CC_1 = w$ in z gleiche Theile zerlegt, und durch die Theilpunkte ebenfalls die Kreise zum Halbmesser r gezeichnet, so erhält man offenbar in dem schmalen Streifen zwischen zwei solchen benachbarten Kreisen den Querschnitt der von einem Zahne abgelösten Materialmenge. Aus der Form dieser Streifchen, deren Breite im allgemeinen nur sehr gering ist, erkennt man, daß die Dicke jedes von einem Zahne abgeschobenen Zahnes im Beginn, d. h. im tiefsten Punkte C gleich Null ist und daß diese Dicke bis zu der Stelle des Austrittes bei D allmählich zunimmt bis zu dem größten Betrage, der indessen immer nur sehr klein sein wird. Beispielsweise beträgt die in der Verschiebungsrichtung D_1D gemessene Dicke jedes solchen Spanes bei 25 Zähnen der Fräse, wenn während einer Umdrehung eine Verschiebung von $w = 0{,}5$ mm gewählt wird, nur $\delta = \frac{0{,}5}{25} = 0{,}02$ mm. Die normal, d. h. in radialer Richtung gemessene Dicke ist noch entsprechend kleiner.

Man erkennt hieraus, daß die gebildeten Späne außerordentlich fein ausfallen, womit die verhältnißmäßige Glätte aller gefrästen Flächen im Zusammenhange steht. Allerdings muß, streng genommen, diese Fläche mit

ſehr kleinen Rippen oder Erhöhungen verſehen ſein, wie ſie in ſehr vergrößertem Maße in Fig. 757 dargeſtellt ſind, worin man ſich zu denken hat, daß je zwei benachbarte Kreisbogen den Bahnen zweier auf einander folgenden Zähne entſprechen. Es iſt indeſſen leicht nachzuweiſen, daß dieſe Erhöhungen in faſt allen Fällen ſo winzig ausfallen, daß ſie ſich der Meſſung entziehen. Denn nimmt man beiſpielsweiſe wieder 25 Zähne der Fräſe vom Durchmeſſer $2r = 100$ mm und eine Verſchiebung derſelben gleich 0,5 mm für eine Umdrehung an, ſo hat man in Fig. 756 die Größe BB_1 gleich der Verſchiebung für einen Zahn zu $\frac{0{,}5}{25} = 0{,}02$ mm zu ſetzen, und man erhält daher die Erhöhung einer ſolchen Rippe CE aus $CE = \frac{B_1E^2}{DE}$, wofür ſehr nahe $\frac{B_1E^2}{DC}$ geſetzt werden kann. Mit $B_1E = {}^1/_2 BB_1 = 0{,}01$ mm und $DC = 2r = 100$ mm folgt daher $CE = \frac{0{,}01^2}{100} = 0{,}000001$ mm.

Fig. 756.



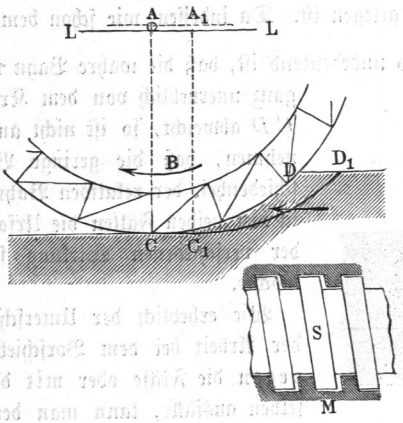
Dieſe Größe, die durch die feinſten Meßwerkzeuge nicht nachzuweiſen ſein dürfte, wenn ſie auch zuweilen dem Auge durch ein gewiſſes Schillern der Fläche bemerkbar wird, iſt jedenfalls viel geringer, als die Ungleichförmigkeiten, die ſich bei jedem Hobeln und Drehen durch die nach §. 148 unvermeidliche Erzitterung des Stichels einſtellen müſſen. Es iſt daher nicht gerechtfertigt, aus der vorſtehenden Betrachtung über die Wirkungsart der Fräſen den Schluß ziehen zu wollen, daß dieſelben ſich zur Herſtellung genauer Flächen für auf einander liegende Maſchinentheile wegen jener beſagten wellenförmigen Erhöhungen nicht eigneten [1]).

Bei den vorſtehenden Ermittelungen wurde immer vorausgeſetzt, daß dem Arbeitsſtücke gegen die Fräſe eine ſolche Verſchiebung ertheilt werde, wie ſie durch die Pfeile in Fig. 755 veranſchaulicht iſt, ſo nämlich, daß die Bewegung des Arbeitsſtückes gegen die Fräſe entgegengeſetzt der Richtung des arbeitenden Zahnes erfolgt. Eine ſolche Anordnung, wonach, wie man ſich wohl ausdrückt, die Fräſe von unten herauf arbeitet, wird auch in der Anwendung faſt immer gewählt, weil die Erfahrung ergeben hat, daß bei einer Verſchiebung in der entgegengeſetzten Richtung, wie ſie durch Fig. 757 dargeſtellt wird, die Arbeit der Fräſe im allgemeinen nicht befriedigend ausfällt. Es mögen dieſe beiden Anordnungen in Fig. 755

[1]) Zeitſchrift des Vereins deutſcher Ingenieure 1893, S. 589.

und 757 kurzweg als Verſchiebung des Arbeitsſtückes gegen die Fräſe, Fig. 755, oder mit der Fräſe, Fig. 757, bezeichnet werden. Die Gründe, warum das letztere Arbeiten mit der Fräſe mangelhaft ſein muß, ſind unſchwer einzuſehen. Hierbei beginnt jeder Zahn, ſobald er gegen die Oberfläche DD_1 trifft, ſeine Arbeit, indem er den wegzunehmenden Span in ſeiner größten Dicke abzuſchieben ſucht, und es muß daher ein dieſem größten Widerſtande entſprechender Stoß des ſchnell umlaufenden Zahnes gegen das Arbeitsſtück ſtattfinden. Daß dieſe in ſchneller Aufeinanderfolge eintretenden Stoßwirkungen den ruhigen Gang der Fräſenaxe trotz der ſicherſten Lagerung derſelben, beeinträchtigen müſſen, iſt erſichtlich. Andererſeits erkennt man aus Fig. 755, daß bei dem Vorſchieben gegen die Fräſe derartige Stöße deswegen nicht vorkommen, weil, wie bemerkt wurde, der Widerſtand jedes Zahnes von dem anfänglichen Werthe Null ſich nur allmählich auf den größten Betrag erhebt.

Fig. 757.



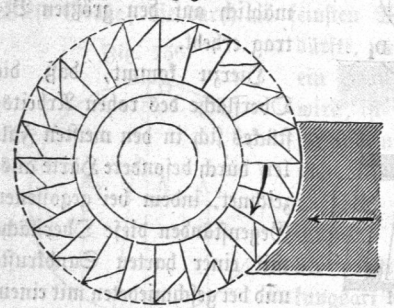
Hierzu kommt, daß die Oberfläche des rohen Arbeitsſtückes ſich in den meiſten Fällen durch beſondere Härte auszeichnet, indem bei gegoſſenen Gegenſtänden dieſe Oberfläche mit einer harten Sandkruſte und bei geſchmiedeten mit einem Ueberzuge von hartem Eiſenſinter bedeckt iſt, in Folge wovon ein ſchnelles Abſtumpfen der Fräſenzähne herbeigeführt wird, wenn die Fräſe wie in Fig. 757 arbeitet. Bei dem Arbeiten nach Fig. 755 dagegen iſt die Beſchaffenheit dieſer Oberfläche für die Schärfe der Zähne unbedenklich, da die einzelnen Späne dabei von unten her weggebrochen werden, ehe die Schneide an dieſe Oberfläche tritt. Ein weſentlicher Grund endlich für die ſchlechtere Arbeit bei einem Vorſchube mit der Fräſe nach Fig. 757 muß in der Einwirkung des ſchädlichen Raumes oder todten Ganges[1]) erkannt werden, welcher zwiſchen den Gewindegängen der zur Vorführung des Arbeitsſtückes dienenden Schraube, ſowie in deren Lagern und den Führungstheilen des Schlittens beſteht. Stellt nämlich S in Fig. 755 und 757 dieſe Schraube und M deren Mutter vor, ſo werden die Muttergewinde bei der Bewegung gemäß

[1]) Zeitſchrift des Vereins deutſcher Ingenieure 1893, S. 839.

Fig. 755 durch den von der Fräſe gegen das Arbeitsſtück ausgeübten Druck ſtetig an die Gewinde der Schraubenſpindel angepreßt. Bei der Arbeit dagegen nach Fig. 757 kann der von den Fräszähnen auf das Arbeitsſtück ausgeübte Zug die Mutter zeitweilig von den Schraubengewinden abziehen, ſo daß die Schraube bei ihrer Umdrehung eine kurze Zeit leer geht, worauf dann ein unregelmäßiges ruckweiſes Vorſchieben ſtattfindet. Hierin dürfte einer der hauptſächlichſten Gründe für die ungenügende Arbeit bei dem Vorſchube mit der Fräſe zu ſuchen ſein.

Man kann allerdings auch bemerken, daß bei dieſer Anordnung nach Fig. 757 die relative Bahn jedes Zahnes eine verlängerte Cykloide iſt, wie ſie der Punkt C bei einem Abrollen längs der geraden Linie LL beſchreibt, die jetzt im Gegenſatze zu Fig. 755 nicht oberhalb, ſondern um den Betrag $\varrho = \frac{w}{2\pi}$ unterhalb der Mitte gelegen iſt. Da indeſſen, wie ſchon bemerkt worden, dieſe Größe ϱ immer ſo unbedeutend iſt, daß die wahre Bahn nur ganz unerheblich von dem Kreiſe CD abweicht, ſo iſt nicht anzunehmen, daß die geringe Verſchiedenheit der relativen Bahnen in den beiden Fällen die Urſache der verſchiedenen Wirkung ſein möchte.

Fig. 758.



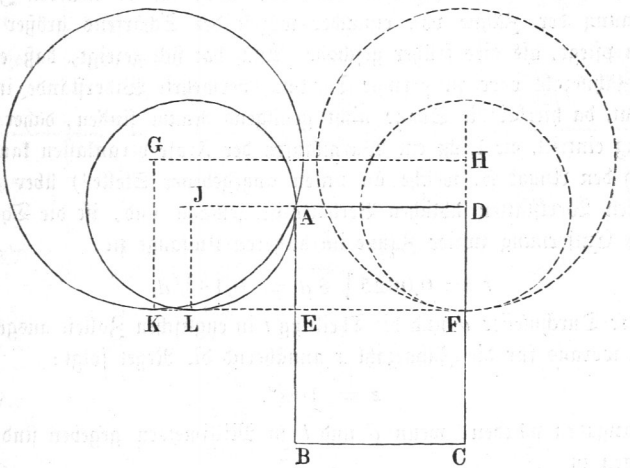
Wie erheblich der Unterſchied der Arbeit bei dem Vorſchieben gegen die Fräſe oder mit derſelben ausfällt, kann man deutlich bemerken, ſobald man mit einer cylindriſchen Mantelfräſe J, Fig. 751, gleichzeitig die beiden Wandungen K und K_1 einer ſchlitzförmigen Durchbrechung bearbeitet. Hierbei zeigt ſich immer diejenige Seite, auf welcher der Vorſchub mit der Bewegungsrichtung der Zähne übereinſtimmt, weniger vollkommen, als die andere, wo gegen die Fräſe vorgeſchoben wird. Es empfiehlt ſich daher in ſolchen Fällen immer, wie ſchon bemerkt wurde, unter Anwendung einer kleineren Fräſe wie J_1 vermittelſt eines Hin- und Herganges jede Seite für ſich zu bearbeiten.

Nur in gewiſſen Fällen mag ein Vorſchub mit der Fräſe zweckmäßig ſein, z. B. wenn man ein dickes Arbeitsſtück durch zwei Stirnfräſen auf beiden Seiten bearbeiten will, Fig. 758, in welchem Falle das Arbeitsſtück dann durch den Druck der Zähne feſt gegen die unterſtützende Tiſchfläche gedrückt wird, während bei dem Vorſchieben gegen die Fräſe das Arbeitsſtück beſtrebt ſein würde, ſich von der Tiſchplatte abzuheben. In ſolchen

Fällen ſoll man nach der Angabe von Brown & Sharpe die Führungsſchraube für den Schlitten feſt anziehen, um die oben gedachten Uebelſtände des todten Ganges zu vermeiden, weil ſonſt leicht ein Fangen der Fräſe und Abbrechen der Zähne eintritt. Auch wird für ſolche Fälle die Anwendung eines Gegengewichtes empfohlen, durch welches die Muttergewinde immer in derſelben Richtung gegen die Schraubengänge gepreßt gehalten werden.

In Betreff des Durchmeſſers, den man einer Fräſe zu geben hat, kann man bemerken, daß es im allgemeinen anzurathen iſt, dieſen Durchmeſſer ſo klein zu wählen, wie es mit der Feſtigkeit der Axe nur verträglich iſt, wenn nicht durch beſondere Umſtände der Durchmeſſer von vornherein beſtimmt

Fig. 759.



wird. Der Grund, warum kleinere Durchmeſſer größeren vorzuziehen ſind, iſt nicht bloß in der leichteren Herſtellung der Fräſen, ſondern namentlich auch in der größeren Leiſtungsfähigkeit kleinerer Fräſen zu ſuchen, die ſich aus Fig. 759 ergiebt. Soll hier das Arbeitsſtück $ABCD$ bis zu einer Tiefe EF bearbeitet werden, ſo muß eine Fräſe von dem Halbmeſſer GK aus ihrer Anfangsſtellung in G, wo ihre Wirkung bei dem Punkte A beginnt, bis zu der Endſtellung H, alſo um die Länge GH, an dem Arbeitsſtücke entlang geführt werden, während eine kleinere Fräſe, wie J, deren Halbmeſſer nicht kleiner als die Tiefe AE iſt, nur auf dem Wege JD an dem Arbeitsſtücke entlang geführt zu werden braucht. Die Firma Brown & Sharpe in Providence, welche durch ihre ausgezeichneten Fräſen weltbekannt iſt, macht in dieſer Beziehung die Angabe, daß nach ihren Er-

fahrungen ein Unterſchied von nur $^1/_2$ Zoll in dem Durchmeſſer der Fräſen ſchon einen ſolchen von 10 Proc. in den Betriebskoſten bedingt habe. Andererſeits wird jedoch ein größerer Durchmeſſer ein längeres Scharfbleiben der Fräſen im Gefolge haben, und zwar nicht bloß deshalb, weil bei einer größeren Fräſe mit entſprechend mehr Zähnen jeder Zahn im Verhältniß der Zähnezahlen weniger Arbeit zu verrichten hat, ſondern auch deswegen, weil jeder Zahn, nachdem er zur Wirkung gekommen iſt, während der längeren Zeit ſeines leeren Umlaufes mehr Gelegenheit zur Abkühlung findet, ſo daß ein Warmlaufen der Fräſen unter ſonſt gleichen Verhältniſſen, d. h. bei gleicher Umfangsgeſchwindigkeit und gleicher Zahntheilung um ſo weniger leicht zu befürchten iſt, je größer der Durchmeſſer iſt.

Was die Zahl der einer Fräſe zu gebenden Zähne, oder die Theilung derſelben betrifft, ſo wurde ſchon bemerkt, daß man in der neueren Zeit die Entfernung der Zähne von einander wegen des Schärfens größer anzunehmen pflegt, als dies früher geſchah. Auch hat ſich gezeigt, daß eine zu große Zähnezahl oder zu geringe Theilung vermehrte Widerſtände im Gefolge hat, da hierbei die Späne nicht genügend Raum finden, daher große Reibung eintritt, die leicht ein Warmlaufen der Fräſe veranlaſſen kann.

Nach den Angaben, welche an unten angegebener Stelle[1]) über die in engliſchen Werkſtätten üblichen Verhältniſſe gemacht ſind, iſt die Theilung oder die Entfernung zweier Zähne im äußeren Umfange zu

$$t = 0{,}0625\sqrt{8\,d} = 0{,}18\sqrt{d},$$

wenn der Durchmeſſer d und die Theilung t in engliſchen Zollen ausgedrückt werden, woraus für die Zähnezahl z annähernd die Regel folgt:

$$z = 100\,t.$$

Dieſe Angaben würden, wenn d und t in Millimetern gegeben ſind, ſich umrechnen in

$$t = 0{,}9\sqrt{d} \text{ und } z = 4\,t.$$

In den amerikaniſchen Werkſtätten dagegen pflegt man die Theilung meiſt größer, etwa anderthalbmal ſo groß zu wählen; die Firma Brown & Sharpe z. B. giebt ihren Fräſen von

2	3	6	und	8	Zoll Durchmeſſer
18	24	32	und	36	Zähne.

Als allgemeine Regel wird von derſelben Quelle angegeben, daß die Zähnezahl ſo bemeſſen werde, daß bei der Arbeit ein Zahn fortwährend wirkt und zwei Zähne während der Hälfte der Zeit zum Angriff kommen.

Bezüglich der den Fräſen zu gebenden Umfangsgeſchwindigkeit können außer den in §. 147 gemachten Angaben noch die hier folgenden angeführt

[1]) Institution of Mechanical Engineers, London, October 30, 1890.

werden. G. Addy[1]) macht über die Umfangsgeschwindigkeit v und die Vorschiebung w für verschiedene Materialien die in der folgenden Zusammenstellung enthaltenen Angaben:

mm in Secunden	Stahl	Schmiedeeisen	Gußeisen	Messing
Umfangsgeschwindigkeit . . .	180	240	300	600
Vorschiebegeschwindigkeit . .	0,2	0,4	0,7	1,1

In dieser Beziehung möge auch noch die folgende, von Brown & Sharpe für ihre Maschinen gültige Zusammenstellung angeführt werden.

Durchmesser der Fräse d mm	Tiefe des Schnittes mm	Vorschub für eine Umdrehung	Breite des Schnittes 25 bis 200 mm			
			Stahl		Gußeisen	
			Umdrehungen in 1 Min.	Vorschub in 1 Min. mm	Umdrehungen in 1 Min.	Vorschub in 1 Min. mm
12,5	1,5	0,225	490	110	600	135
	12,5	0,225	430	97	460	100
18,7	1,5	0,275	320	88	400	110
	18,7	0,275	270	74	300	83
25	1,5	0,35	245	86	300	105
	25	0,35	175	61	230	81
37,5	1,5	0,40	160	64	200	80
	25	0,40	115	46	160	64
50	1,5	0,525	120	63	150	79
	25	0,525	85	44	120	63
75	1,5	0,775	80	62	100	78
	25	0,775	50	39	88	62
100	1,5	0,775	65	50	80	62
	25	0,775	40	31	60	47
150	1,5	0,775	40	31	50	39
	25	0,775	30	23	40	31
Umfangsgeschwindigk. in 1 Secunde in Millimetern			225 und 325		300 und 400	

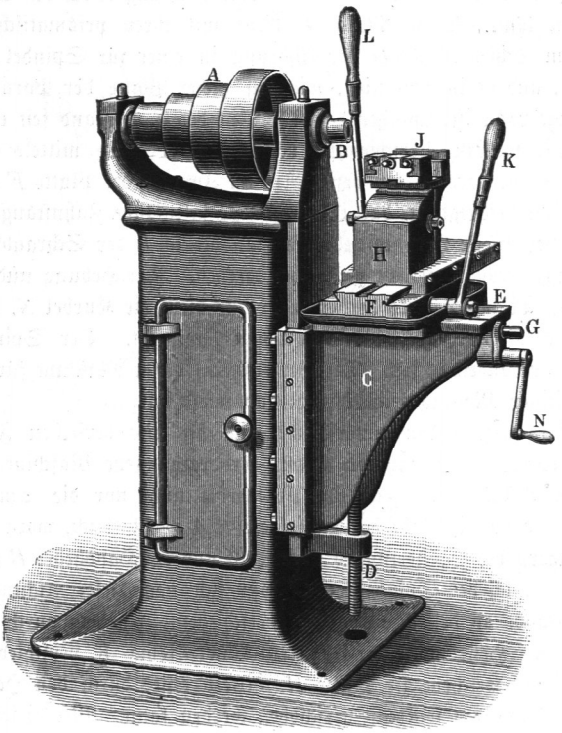
[1]) Construction and Use of Milling Machines, Brown & Sharpe, Manufacturing Co., Providence.

§. 198. **Fräsmaschinen.** Der an jeder Fräsmaschine vorhandene und für dieselbe wesentliche Bestandtheil ist die zur Aufnahme der Fräsen eingerichtete Spindel, die in möglichst sicherer Art gelagert ist und durch Riemen oder Räder gleichmäßig umgedreht wird. Die Fräsen werden entweder an dem freien Ende dieser Spindel befestigt, oder die Spindel tritt durch die Fräsen hindurch, um an ihrem freien Ende noch durch einen Kerner oder in einer Lagerbüchse besonders unterstützt zu werden, so daß diese beiden Wirkungsarten etwa dem Freidrehen und dem Drehen zwischen Spitzen bei der Drehbank entsprechen. Die letztgedachte Anordnung einer an den Enden unterstützten Spindel mit der zwischen den Unterstützungen angebrachten Fräse wendet man selbstverständlich bei den schweren Fräsmaschinen mit Vorliebe an, während für leichtere Arbeiten die Fräse auf dem freien Ende der Spindel befindlich ist. Das betreffende Arbeitsstück wird ebenso wie bei Hobelmaschinen auf einer Tischplatte mittels geeigneter Spannvorrichtungen befestigt, sofern es sich um die Herstellung ebener Flächen und prismatischer Formen handelt, oder man spannt das Arbeitsstück so ein, daß es um eine Axe gedreht werden kann, wenn man runde Gegenstände, wie z. B. Räder, bearbeiten will. Während bei allen Fräsmaschinen die eigentliche Arbeitsbewegung natürlich der Fräse durch ihre Spindel mitgetheilt wird, kann die zur Spanversetzung nöthige Fortrückbewegung ebensowohl der Spindel wie auch dem Arbeitsstück mitgetheilt werden. Bei vielen Maschinen ist die Einrichtung so getroffen, daß man beide Theile, die Spindel und das Arbeitsstück, jeden in bestimmter Weise verschieben kann; die Form und Größe des Arbeitsstückes ist hierbei für die eine oder andere Ausführungsart maßgebend. In jedem Falle hat man die Fortrückungen in durchaus stetiger und ununterbrochener Bewegung auszuführen, Schalträder mit absetzender Wirkung kommen daher bei Fräsmaschinen niemals vor, wofür der Grund aus der oben besprochenen Wirkungsweise der Fräsen leicht ersichtlich ist. Nur bei kleineren Arbeiten wird die Fortrückung durch die Hand des Arbeiters veranlaßt, alle einigermaßen größeren Fräsmaschinen arbeiten mit selbstthätigem Vorschube. Für die Umdrehung der Spindel sowohl wie auch für die Vorschübe hat man je nach dem Durchmesser der Fräse und der Stärke des abzunehmenden Spanes die Geschwindigkeit entsprechend veränderlich zu machen, zu welchem Zwecke fast allgemein die bekannten Stufenscheiben zur Anwendung kommen.

Die Spindel ist bei den meisten Fräsmaschinen wagrecht angeordnet, nur in gewissen Fällen zieht man die stehende Anordnung vor. Häufig führt man die Maschinen auch mit zwei oder mehreren Spindeln aus, die gleichzeitig arbeiten, um dadurch eine schnellere und genauere Arbeit zu erzielen, indem damit die Möglichkeit gegeben ist, mehrere Flächen in bestimmt vorgeschriebener Lage, z. B. parallel oder winkelrecht zu einander, zu bearbeiten,

ohne das Arbeitsſtück umſpannen zu müſſen. So wendet man zur Bearbeitung der ſechskantigen Muttern Fräsmaſchinen mit ſechs, genau unter 60^0 gegen einander geneigten Spindeln an, mit denen man in einem Durchgange ſämmtliche Seitenflächen genau herſtellt. Auch bedient man ſich zum Bearbeiten von Geſtellrahmen für Dampfmaſchinen zuweilen der Fräsmaſchinen mit zwei zu einander genau rechtwinkelig geſtellten Spindeln, von denen die eine zum Abfräſen der Cylinderauflage, der Gradführung u. ſ. w.

Fig. 760.



dient, während man mittels der anderen das Lager für die Kurbelaxe genau winkelrecht zu der Cylinderaxe ausfräſen kann. Es würde nicht möglich ſein, auch nur annähernd die mannigfaltige Einrichtung der verſchiedenen Fräsmaſchinen hier anzuführen, und es muß genügen, einige beſondere Arten zu beſprechen.

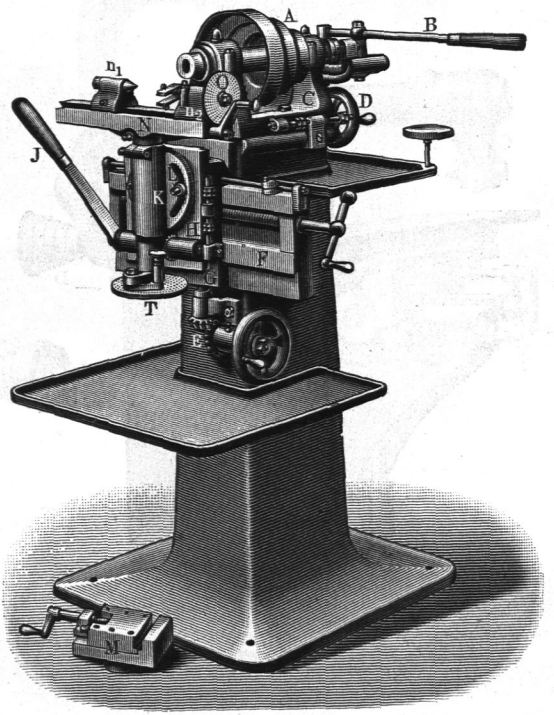
Die einfache Fräsmaſchine, Fig. 760, iſt leicht verſtändlich. Die ähnlich wie bei einer Drehbank gelagerte Spindel, welche ebenſo wie dort durch die Stufenſcheiben *A* angetrieben wird, nimmt in einer Höhlung am vorderen

Ende bei B die mit einem Zapfen verſehene Fräſe auf, und zwar bedarf es hierbei keiner weiteren Befeſtigung der Fräſe, da dieſelbe, vermöge der ſchlank kegelförmigen Geſtalt des beſagten Zapfens, welcher ſehr ſorgfältig in die Spindel eingeſchliffen iſt, in Folge der Reibung mitgenommen wird. Zur Aufnahme des Arbeitsſtückes dient der Tiſch C, der an den ſenkrechten Führungsleiſten des kaſtenförmigen und zugleich als Werkzeugbehälter dienenden Geſtelles mittels der Schraube D höher und tiefer geſtellt werden kann, und welcher auf der oberen Fläche mit dem Längsprisma E verſehen iſt, auf dem ſich die Platte F in der Spindelrichtung durch die Schraube G verſchieben läßt. Dieſe Platte F dient mit ihren prismatiſchen Leiſten ebenſo dem Schieberſtücke H zur Führung in einer zur Spindel ſenkrechten Richtung, und es iſt erſichtlich, wie auf dieſer Platte der Parallelſchraubſtock J angebracht iſt, zwiſchen deſſen Backen der Gegenſtand feſt eingeſpannt wird. Die ſeitliche Verſchiebung von H auf F wird mittels des Handhebels K hervorgebracht, auf deſſen Axe im Inneren der Platte F ein kleines Zahngetriebe befeſtigt iſt, das in eine an H befindliche Zahnſtange eingreift. In ähnlicher Weiſe kann mittels des Handhebels L der Schraubſtock J um eine geringe Größe ſenkrecht verſchoben werden. Zur Hebung und Senkung des ganzen Tiſches mittels der Schraube D dient die Kurbel N, die mittels zweier kleinen Kegelräder die Schraube D umdreht. Der Spindelſtock O ſteht hier unwandelbar feſt. Die Verwendung dieſer Maſchine für die Bearbeitung kleiner Metallgegenſtände iſt von ſelbſt klar.

Von der vorſtehenden unterſcheidet ſich die aus derſelben Fabrik von Pratt & Whitney in Hartford, Cnnt., hervorgegangene Maſchine, Fig. 761, in mehreren Punkten. Zunächſt iſt hierbei nicht nur die Spindel ihrer Länge nach durch die Nabe der Stufenſcheibe A verſchieblich, wozu die letztere in den Lagern des Spindelſtockes unterſtützt und ein Handhebel B angeordnet iſt, ſondern auch der Spindelſtock C läßt ſich nach dieſer Richtung mittels einer Schraube an dem Handrade D verſchieben. An dem durch die Kegelräder E der Höhe nach verſtellbaren Querprisma F verſchiebt ſich der Sattel G, auf welchem die Platte H mittels eines durch den Handhebel J bewegten Zahnrades ſenkrecht verſchoben werden kann. Mit dieſer Platte H iſt durch die kreisrunde Scheibe L drehbar verbunden die Hülſe K, welche entweder einen Parallelſchraubſtock, wie bei M gezeichnet, oder die Theilvorrichtung N aufnehmen kann. Die letztere trägt auf dem Führungsprisma einen kleinen Spindelſtock n_2 und den verſtellbaren Reitſtock n_1, ſo daß man zwiſchen die beiden Spitzen einen Gegenſtand in ähnlicher Art, wie bei einer Drehbank, einſpannen kann. Da die mit der drehbaren Spitze verbundene Theilſcheibe O geſtattet, das Arbeitsſtück genau um einen beſtimmten Winkel zu verdrehen, ſo iſt erſichtlich, wie dieſe Einrichtung zum Einfräſen der Längsnuthen dienen kann, wie ſie bei verſchiedenen Werkzeugen, z. B. Ge-

windebohrern (ſ. weiter unten), angewandt werden; ebenſo können die Zahnlücken kleiner Stirnräder in derſelben Weiſe eingefräſt werden. Sollen dieſe Lücken oder Nuthen unter einem beſtimmten Winkel gegen die Axe geneigt ſein, ſo geſtattet die Hülſe K der Vorrichtung die erforderliche Drehung, zu deren genauer Einſtellung die Theilſcheibe T dient. Auch für coniſche Arbeitsſtücke iſt dieſe Vorrichtung verwendbar, indem bei der Bearbeitung derſelben der ganze Apparat um die Scheibe L in einer lothrechten Ebene

Fig. 761.



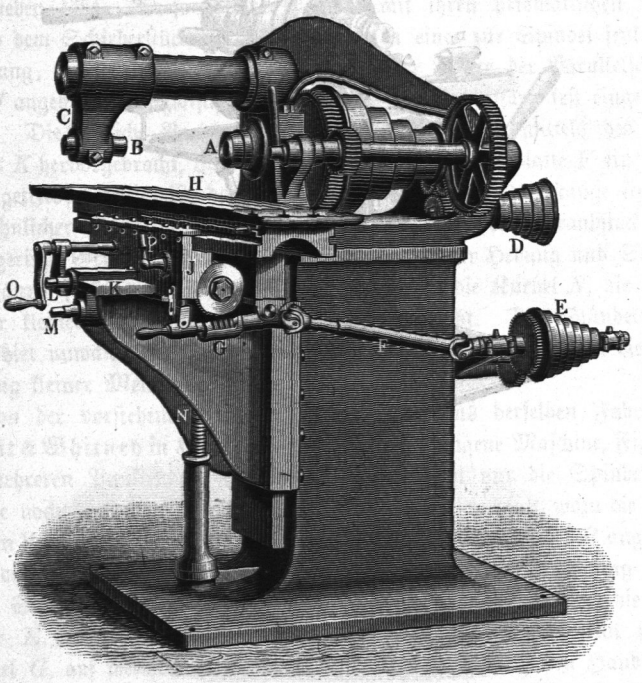
verdreht werden kann. Die vielſeitige Verwendbarkeit dieſer Maſchine für die verſchiedenſten Arbeiten iſt hieraus deutlich.

In welcher Weiſe die Fräsmaſchinen mit ſelbſtthätiger Fortrückbewegung verſehen werden, iſt aus Fig. 762 (a. f. S.) erſichtlich. Man erkennt daraus zunächſt, daß die Spindel mit dem von den Drehbänken her bekannten doppelten Rädervorgelege verſehen iſt, ſo daß man bei vier Läufen der Stufenſcheibe im Ganzen acht verſchiedene Geſchwindigkeiten erzielen kann. Bei ſtarken Schnitten und größeren Fräſen, für welche man das Vorgelege einrücken wird, kann der zur Aufnahme der Fräſe dienende Dorn außer in

der Spindel bei *A* auch noch mit dem freien Ende in der Pfanne *B* des Armes *C* unterſtützt werden, während man bei leichteren Arbeiten dieſen Arm *C* aus dem Wege drehen oder ganz beſeitigen kann, wenn er hinderlich ſein ſollte.

Die kleinere Stufenſcheibe *D*, die von der Spindel durch Stirnräder getrieben wird, bewegt die Stufenſcheibe *E*, deren Axe mittels zweier Univerſalgelenke und einer ausziehbaren Kuppelungsſtange *F* die Schraube ohne Ende *G* umdreht, von welcher durch ein Schneckenrad die für die Quer-

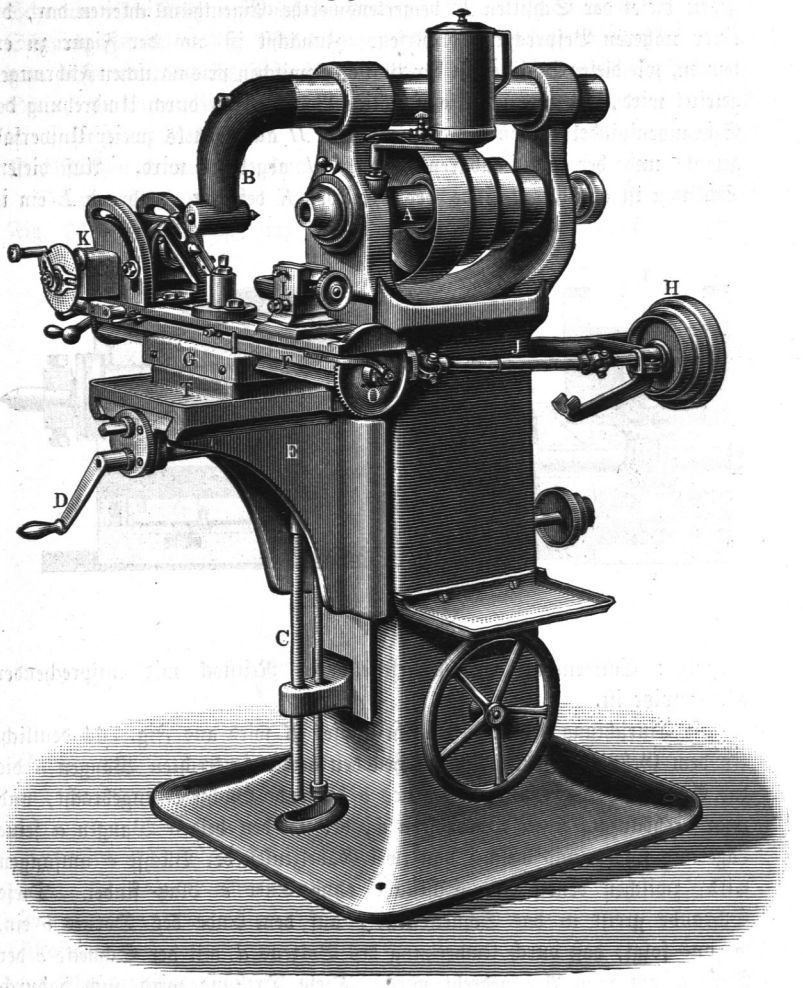
Fig. 762.



bewegung des Schlittens *H* dienende Schraubenſpindel umgedreht wird. Vermöge dieſer Anordnung wird die Bewegungsübertragung nicht geſtört, auch wenn man den Schieber *J* auf dem Längsprisma *K* mittels der Schraubenſpindel *L* verſchiebt, oder wenn er der Höhe nach durch die Schraube *N* verſtellt wird, wozu die kurze Zwiſchenaxe *M* dient, welche durch kleine Kegelräder die Schraube *N* umdreht. Die beiden durch *M* und *L* zu bewirkenden Verſtellungen laſſen ſich mit Hülfe geeigneter Eintheilungen bis zu 0,001 Zoll $= {}^1/_{40}$ mm genau vornehmen. Zur ſchnellen Rückführung des Tiſches *H* dient eine Zahnſtange, in die ein auf der Axe

der Handkurbel *O* angebrachtes kleines Zahngetriebe eingreift, wobei natürlich zunächſt die Vorſchiebemutter mittels des Wirbels *P* aus dem Eingriffe mit der Vorſchubſchraube zu bringen iſt.

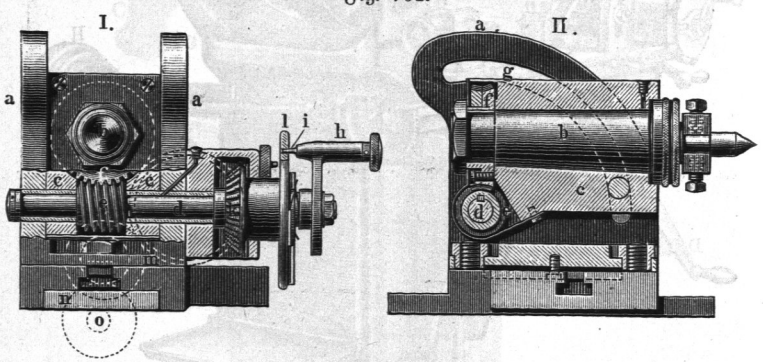
Fig. 763.



Eine ausgezeichnete Maſchine iſt die wegen ihrer vielfachen Verwendbarkeit ſogenannte Univerſalfräsmaſchine von Brown & Sharpe in Providence, R. I., Fig. 763. Dieſe Maſchine, welche von der genannten Firma zuerſt auf der Pariſer Weltausſtellung 1867 ausgeſtellt wurde, hat ſeit dieſer Zeit vielfach als Muſter gedient und mehr als irgend eine andere

zur größeren Verbreitung der Fräsmaſchinen beigetragen. Die Einrichtung der Spindel A und des unterſtützenden Armes B, ſowie des durch die Schraubenſpindel C mittels der Kurbel D der Höhe nach verſtellbaren Tiſches E iſt nach dem Vorhergegangenen aus der Figur erſichtlich. Dagegen bietet der Schlitten F bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten dar, die einer näheren Beſprechung bedürfen. Zunächſt iſt aus der Figur zu erkennen, wie dieſer Schieber in der Platte G zwiſchen prismatiſchen Führungen geleitet wird, und wie ſeine ſelbſtthätige Verſchiebung durch Umdrehung der Schraubenſpindel O von der Stufenſcheibe H aus mittels zweier Univerſalgelenke und der ausdehnbaren Stange J abgeleitet wird. Auf dieſem Schlitten iſt am linken Ende der Theilkopf K befeſtigt, während L ein in

Fig. 764.



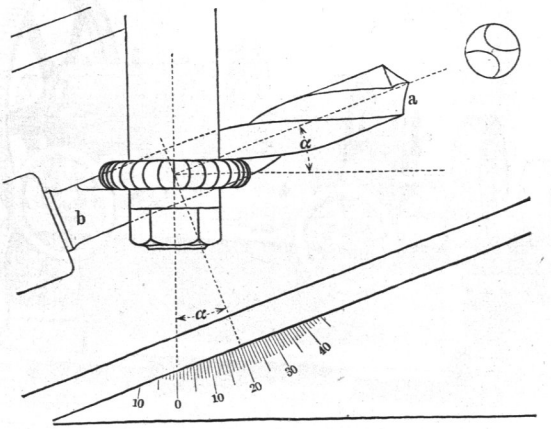
beliebiger Entfernung von K feſtſtellbarer Reitſtock mit entſprechender Kernerſpitze iſt.

Die Einrichtung des beſagten Theilkopfes K wird aus Fig. 764 deutlich. In dem Gehäuſe deſſelben iſt zwiſchen den beiden ſenkrechten Wangen a die zur Aufnahme des coniſchen Dornes b dienende Büchſe c angebracht, und zwar drehbar um einen Querbolzen d, der in den beiden Wangen a ſeine Lagerung findet, und welcher von zwei Gabelzinken der Büchſe c umfangen wird, zwiſchen denen eine Schraube ohne Ende e Platz findet. Dieſe Schraube greift in das Schneckenrad f auf dem Ende des Dornes b ein, woraus folgt, daß durch Umdrehung des Bolzens d mit der Schnecke e der Dorn b um ſeine Axe gedreht wird. Dieſe Drehung wird auch dadurch nicht beeinflußt, daß man die Hülſe c um den Bolzen d dreht, was in einem Betrage um mehr als einem rechten Winkel geſchehen kann, und bei welcher Drehung die kreisförmigen Schlitze g in den beiden Wangen des Gehäuſes zur Führung dienen. Die Schraube ohne Ende e kann mittels des Handgriffes h umgedreht werden, und zwar kann hierbei die Theil-

ſcheibe *l* dazu dienen, mittels des Theilſtiftes *i* genaue Eintheilungen vorzunehmen, wenn es etwa darauf ankommt, auf dem Umfange des zwiſchen die Spitzen des Apparates eingeſpannten Arbeitsſtückes in gleichmäßiger Vertheilung Nuthen oder Zahnlücken einzufräſen. Man kann aber auch die Schraube ohne Ende *e* ſelbſtthätig bewegen laſſen, zu welchem Zwecke die Schraubenſpindel *O*, Fig. 763, benutzt wird, welche nach dem vorher Bemerkten dazu dient, um den Schlitten *F* durch den Sattel *G* hindurch zu verſchieben. Dieſe Spindel, die in Fig. 764 in *o* punktirt gezeichnet iſt, bewegt nämlich durch geeignete Wechſelräder *n* und *m* eine kurze Zwiſchenaxe, die mit einem Kegelrädchen in das ihm gleiche Rad *k* auf dem Bolzen *d* eingreift.

Da nun gleichzeitig die Führungsplatte *G* durch die der Schieber *F* in Fig. 763 hindurchgeht, auf dem Tiſche *T* beliebig um einen ſenkrechten

Fig. 765.

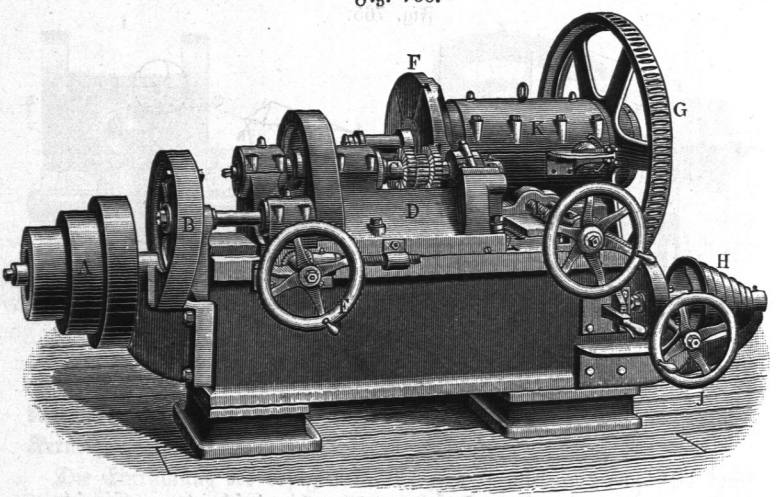


Zapfen gedreht werden kann, ſo folgt aus der hier beſchriebenen Einrichtung, daß die vorliegende Maſchine benutzt werden kann, nicht nur zum Einſchneiden der Zähne in Stirn- und Kegelräder und der axialen Nuthen in Reibahlen oder Gewindebohrer, ſondern daß man auch ganz ſelbſtthätig ſchraubenförmige Furchen in die mehrfach erwähnten amerikaniſchen Schneckenbohrer fräſen kann. Aus dieſem Grunde eignet ſich die hier beſprochene Maſchine vorzugsweiſe zur Herſtellung von Werkzeugen, ſowie überhaupt da, wo ſehr verſchiedene Arbeiten an kleineren Gegenſtänden auszuführen ſind. Wie die letztgedachten Bohrer gefräſt werden, iſt aus Fig. 765 zu erſehen. Der den Theilkopf tragende Schlitten wird hierbei durch Drehung der Platte *G*, Fig. 763, unter dem Winkel α der Abweichung der Schraubenfurchen von der Bohreraxe gegen die Fräsſpindel geneigt, und um die Tiefe der Furchen von der Spitze *a* nach dem hinteren Ende *b* hin abnehmen zu

laſſen, was für die Haltbarkeit der Bohrer von Vortheil iſt, hat man dem Dorne des Theilkopfes, mit welchem der Bohrer feſt verbunden iſt, eine geringe Erhebung von 0,5 bis 1 Grad gegen den Horizont zu geben. Wie man die Zähne von Kegelrädern annähernd richtig fräſen kann, wird weiter unten noch näher beſprochen werden.

Die in Fig. 766 dargeſtellte Maſchine von Pratt & Whitney iſt ein Beiſpiel einer Rundfräsmaſchine, die leicht verſtändlich iſt. Die durch die Stufenſcheiben *A* und das in der Umkapſelung *B* eingeſchloſſene Rädervorgelege betriebene Fräſſpindel *C* iſt in einem Spindelſtocke *D* gelagert, der durch eine Schraube mittels des Handrades *E* der Länge nach verſtellt werden kann, während das Arbeitsſtück an der Planſcheibe *F* be-

Fig. 766.



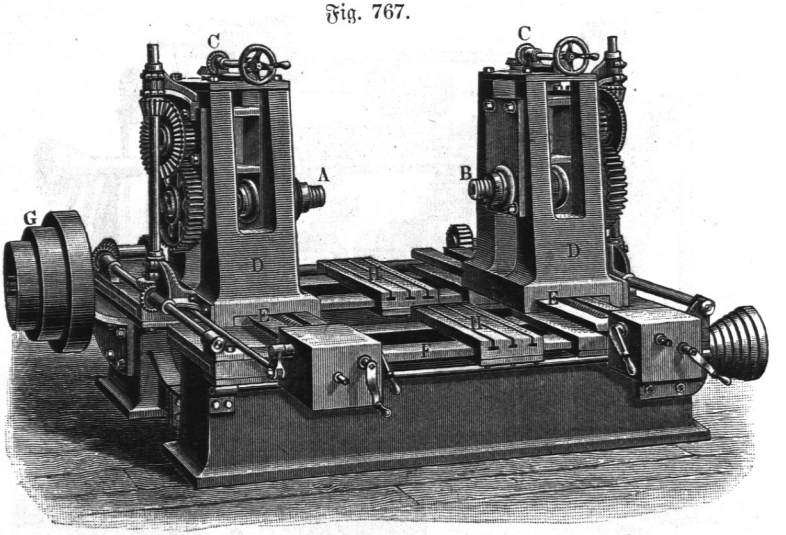
feſtigt wird. Die Spindel der Planſcheibe wird durch das Schneckenrad *G* langſam von der Stufenſcheibe *H* oder durch das Handrad *J* gedreht, und der Abſtand der Fräſe von der Mitte der Planſcheibe iſt entſprechend dem Durchmeſſer des Arbeitsſtückes durch ſeitliche Verſchiebung des Spindelſtockes *K* mittels der Schraube *L* zu erzielen.

Die mit zwei Spindeln *A* und *B*, Fig. 767, ausgerüſtete Maſchine aus derſelben Fabrik, wie die vorhergehende, iſt inſofern eigenthümlich, als die Fräſſpindeln durch die Schrauben mittels der bekannten Kegelradgetriebe *C* ſenkrecht gehoben oder niedergelaſſen werden können. Die Spindelſtöcke *D* ſind auf Querprismen *E* durch die Hand und ſelbſtändig verſchieblich angeordnet, während die Querprismen ſelbſt wieder längs des Bettes *F* einzeln oder zuſammen verſchoben werden können. Wie der Betrieb der Spindeln,

von denen ebenfalls jede für ſich ein- und ausgerückt werden kann, von der Stufenſcheibe *G* aus durch Kegelräder und Stirnräder vor ſich geht, bedarf einer weiteren Erläuterung nicht. Das Arbeitsſtück wird auf den Tiſchen *H* befeſtigt, die ebenfalls ſelbſtthätig der Länge nach auf dem kräftigen Bett verſchoben werden können. Die dargeſtellte Maſchine hat nach Angabe der Erbauer ein Bett von 17 Fuß (5,1 m) Länge und nimmt Gegenſtände auf, die zwiſchen den beiderſeitigen Fräſen 11 Fuß (3,3 m) lang ſind. Die Fräſen haben zwiſchen 13 bis 25 Zoll (325 bis 625 mm) Durchmeſſer.

Während die bisher angeführten Maſchinen mit wagrechten Fräsſpindeln verſehen ſind, ſtellt die Fig. 768 (a. f. S.) eine Maſchine[1]) mit zwei *ſenkrechten* oder *ſtehend* angeordneten Spindeln *A* und *B* vor. Man erkennt ſogleich die Uebereinſtimmung der äußeren Anordnung mit derjenigen der in §. 151 beſprochenen Tiſchhobelmaſchinen. Nur ſind hier anſtatt der Stichelhalter die Fräsſpindeln in den beiden Querſchlitten *A* angebracht, welche letzteren ebenſo wie bei einer Hobelmaſchine auf dem Querträger *B* wagrecht verſchoben und mit dieſem zuſammen durch beiderſeits in den Ständern *C* angebrachte Schrauben geſenkt und gehoben werden können. Ebenſo iſt zur Aufnahme des Arbeitsſtückes die auf den Führungsprismen des Geſtelles verſchiebliche Tiſchplatte *D* vorgeſehen, die durch eine Schraube langſam vorgeſchoben wird, deren Mutter durch die Stufenſcheiben *E* die Umdrehung erhält. Zur ſchnellen Rückwärtsbewegung dient das Handrad *F*,

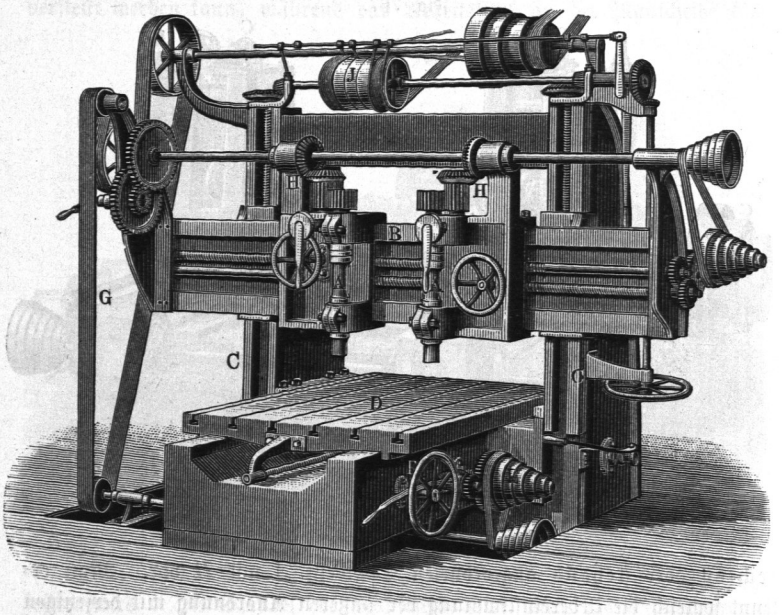
Fig. 767.



[1]) Aus Paul N. Hasluck, Milling Machines and Processes.

wobei zu bemerken iſt, daß eine Vorrichtung, um das Arbeitsſtück ſchnell zurück zu bewegen, immer mit Rückſicht darauf wünſchenswerth erſcheint, daß der Vorſchub nur gegen die Fräſe zu erfolgen hat, daher in den meiſten Fällen eine Bearbeitung während des Rückganges nicht ſtattfindet, vielmehr das Arbeitsſtück leer zurückzuführen iſt. Alle übrigen Einrichtungen, ſo namentlich der Antrieb der Fräsſpindeln durch den mehrfach um Rollen geſchlungenen Riemen *G* und die Kegelräder *H*, ſowie die ſelbſtthätige Verticalbewegung des Querarmes durch die Riemſcheiben *J* für offenen und gekreuzten Riemen ſind aus der Figur erſichtlich.

Fig. 768.

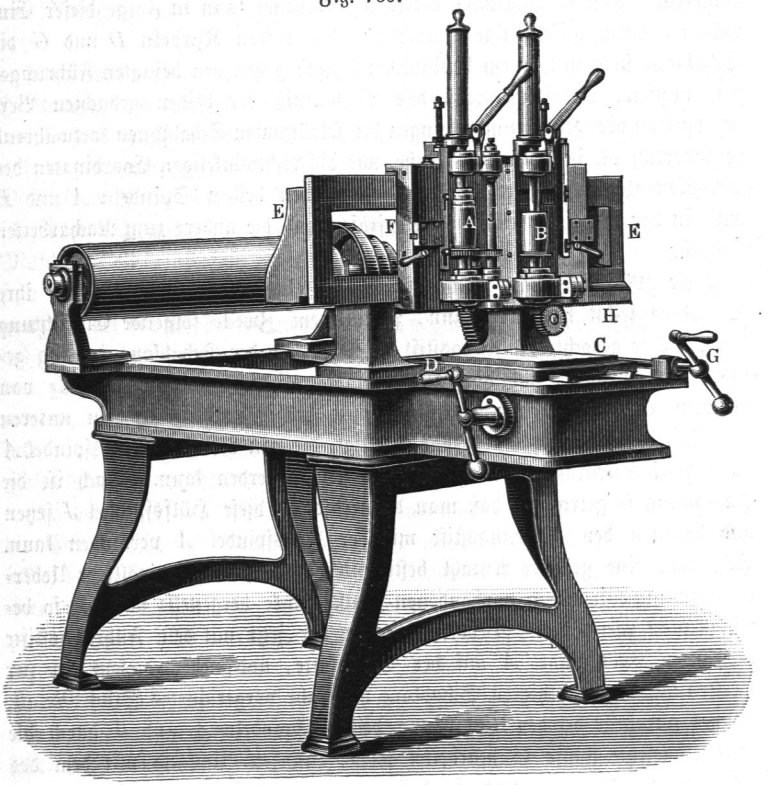


Es mag bemerkt werden, daß man ebenſo auch mehrfach Fräsmaſchinen mit ſtehender Spindel in ſolcher Anordnung ausgeführt hat, wie ſie bei den in §. 160 beſprochenen Stoßmaſchinen angeführt worden iſt, und durch Fig. 570 erläutert wurde. Hierbei wird die in ſenkrechten Führungen gleitende Stoßſtange durch die Fräsſpindel erſetzt, während das Arbeitsſtück auf einer wagrechten Tiſchplatte befeſtigt wird, die ebenſo, wie bei jenen Stoßmaſchinen, ſowohl um ihre ſenkrechte Axe gedreht, wie auch mit dieſer nach zwei zu einander rechtwinkelig ſich kreuzenden Richtungen verſchoben werden kann, woraus die Beſchaffenheit der auf ſolchen Maſchinen ausführbaren Arbeiten ſich von ſelbſt ergiebt. Aus der Uebereinſtimmung ſolcher

und der in Fig. 768 dargeſtellten Maſchinen mit den betreffenden Hobel- und Stoßmaſchinen erklärt es ſich, warum man neuerdings öfter vorhandene Maſchinen der letztgedachten Art zu Fräsmaſchinen umgebaut hat, ein Verfahren, das allerdings mehr als Nothbehelf anzuſehen iſt.

Die Maſchine Fig. 769, mit zwei ſtehenden Fräsſpindeln *A* und *B*, iſt deswegen beſonders bemerkenswerth, weil ſie dazu dient, Gegenſtände von einer beliebig unregelmäßigen Umrißform nach einer vorhandenen Schablone

Fig. 769.



zu bearbeiten. Zu dem Ende wird nämlich neben dem auf der Tiſchplatte *C* befeſtigten Arbeitsſtück die betreffende Schablone befeſtigt, deren Umfang genau der herzuſtellenden Form des Arbeitsſtückes entſprechend ausgearbeitet iſt. Denkt man ſich nun dieſe Tiſchplatte relativ gegen einen an dem Gehäuſe der Fräsſpindel angebrachten Führungsſtift ſo verſchoben, daß der letztere immer in Berührung mit der Schablone bleibt, ſo wird die arbeitende Fräſe das Arbeitsſtück an ſeinem Umfange in der gewünſchten

Weiſe bearbeiten. Dieſer Zweck, die Schablone unter Ausſchluß jeder Verdrehung an dem Führungsſtifte entlang zu verſchieben, wird hier dadurch erreicht, daß die Tiſchplatte *C* auf den Prismaleiſten des Bettes mit Hülfe einer Zahnſtange durch die Handkurbel *D* in der zu dem Querarme *E* ſenkrecht ſtehenden Richtung verſchoben werden kann, während der die Fräſſpindeln tragende Querſchlitten *F* auf dem Querarme *E* gleichzeitig verſchoben wird, wozu eine an dieſem Schlitten angebrachte Zahnſtange *H* dient, in welche ein durch die Handkurbel *G* umzudrehendes kleines Zahnrad eingreift. Der die Maſchine bedienende Arbeiter kann in Folge dieſer Einrichtung durch gleichzeitige Umdrehung der beiden Kurbeln *D* und *G* die Schablone ſtets mit einem beſtimmten Drucke gegen den beſagten Führungsſtift preſſen, wobei natürlich das Verhältniß der beiden gedachten Verſchiebungen oder Kurbelumdrehungen bei gekrümmten Schablonen fortwährend veränderlich iſt, in demſelben Maße, wie die rechtwinkeligen Coordinaten der Schablonenbegrenzung es bedingen. Von den beiden Spindeln *A* und *B* wird in der Regel die eine zum Vorfräſen und die andere zum Nacharbeiten benutzt.

Dieſe Maſchine hat man zugleich ſo eingerichtet, daß ſie ſich ihre Schablone ſelbſt herſtellen kann, zu welchem Zwecke folgende Einrichtung dient. Der gedachte Führungsſtift, welcher an der Schablone entlang geführt werden muß, hat die Geſtalt einer cylindriſchen kleinen Rolle von gleichem Durchmeſſer mit der cylindriſchen Fräſe, und iſt an dem unteren Ende einer beſonderen Spindel *J* befeſtigt, die von der einen Fräſſpindel *A* durch zwei Stirnrädchen in Umdrehung geſetzt werden kann. Auch iſt die Anordnung ſo getroffen, daß man die Fräſe in dieſe Hülfsſpindel *J* ſetzen und dagegen den Führungsſtift mit der Fräſſpindel *A* verbinden kann. Soll nun eine größere Anzahl beſtimmter Gegenſtände in völliger Uebereinſtimmung mit einem vorhandenen Muſterſtücke hergeſtellt werden, ſo befeſtigt man zuerſt dieſes Probeſtück unter der jetzt mit dem Führungsſtifte verſehenen Fräſſpindel *A* auf der Tiſchplatte, und neben dieſem ein zur Herſtellung der benöthigten Schablone ungefähr vorgerichtetes Stück Metall, welches nunmehr bei der Umdrehung beider Spindeln *A* und *J* durch die in *J* eingeſetzte Fräſe ſo bearbeitet wird, daß ſein Umfang mit dem des Muſterſtückes übereinſtimmt, ſo daß es dann als Schablone dienen kann, ſobald man den Führungsſtift mit der Fräſe vertauſcht. Die in dieſer Weiſe hergeſtellte Schablone behält auch während des ferneren Gebrauches als ſolche dieſelbe Stelle auf der Tiſchplatte, wo ſie hergeſtellt wurde, während natürlich das Probeſtück durch das abzufräſende rohe Arbeitsſtück erſetzt wird. Es iſt leicht erſichtlich, daß durch dieſes Verfahren wegen der Vertauſchung der Fräſe mit dem Führungsſtifte der beabſichtigte Zweck einer genauen Copie der vorgelegten Form nur zu erzielen iſt, wenn der Führungsſtift

genau denſelben Durchmeſſer hat, wie die Fräſe, in welcher Beziehung auf die in §. 173 gemachten Bemerkungen verwieſen werden kann. Derartige Copirfräsmaſchinen werden für gewiſſe Zwecke, z. B. bei der Waffenerzeugung, ſowie überall da mit Vortheil angewandt, wo es darauf ankommt, eine große Anzahl von Gegenſtänden unregelmäßiger Form in genau übereinſtimmenden Abmeſſungen herzuſtellen. Es kann ſich bei der hier beſprochenen Maſchine natürlich nur um die Bearbeitung des Umfanges von Körpern plattenförmiger Geſtalt handeln; wie man anders geſtaltete Körper auf Maſchinen copiren kann, wird weiter unten noch angeführt werden.

Fortsetzung. Während die bisher beſprochenen Fräsmaſchinen zur Herſtellung der verſchiedenſten Gegenſtände gebraucht werden, hat man andererſeits auch vielfach Maſchinen ausgeführt, deren Wirkung ſich nur auf die Bearbeitung ganz beſtimmter Arbeitsſtücke erſtreckt. Durch ſolche Maſchinen für beſondere und ganz beſtimmte Zwecke erzielt man einestheils ſchnellere und andererſeits genauere Arbeit, als durch die Verwendung von Maſchinen einer allgemeineren Gebrauchsfähigkeit möglich iſt. Insbeſondere ſind gerade Fräsmaſchinen, die für ganz beſtimmte Zwecke gebaut ſind, geeignet, bei der Maſſenfabrikation vieler gegen einander *auswechſelbarer*, daher genau übereinſtimmender Gegenſtände als Hülfsmittel zu dienen. Von den vielen Verwendungsarten dieſer Art mögen hier nur zwei angeführt werden, die eine größere Bedeutung haben, nämlich die zur Bearbeitung der bekannten *ſechskantigen Schraubenmuttern* und zum Einſchneiden der Zahnlücken in die Kränze von *Zahnrädern*. §. 199.

An die *Muttern* von Schrauben muß man die Bedingung ſtellen, daß die Grundfläche des Prismas möglichſt genau ein regelmäßiges Sechseck bilde, damit der anzuwendende Schraubenſchlüſſel genau über je zwei gegenüberſtehende Flächen paſſe, ohne zu ſchlottern und in Folge davon die Kanten zu verdrücken. Es würde nun aber immer mit großem Zeitaufwande verbunden ſein, wenn man dieſe Muttern in einer ſolchen Art bearbeiten wollte, daß dabei ein wiederholtes *Nachmeſſen* der drei betreffenden Stärken und des Neigungswinkels zwiſchen je zwei zuſammenſtoßenden Flächen nöthig wäre. Weil bei der Anwendung von Fräſen dieſes zeitraubende Nachmeſſen vermieden werden kann, ſo hat man ſich zur Bearbeitung der beſagten Schraubenmuttern faſt ausſchließlich der Fräsmaſchinen bedient.

Die gewöhnlichen Mutternfräsmaſchinen bearbeiten in der Regel zu gleicher Zeit zwei gegenüberliegende Flächen, wie dies bereits oben mit Bezug auf Fig. 750 angedeutet wurde. Wie aus dieſer Figur erſichtlich iſt, verwendet man hierbei zwei ſcheibenförmige Stirnfräſen, die auf einer gemeinſamen Axe ſo befeſtigt ſind, daß die beiden einander zugewendeten arbeitenden Flächen einen genau zu regelnden Abſtand von einander haben,

Fig. 770 I.

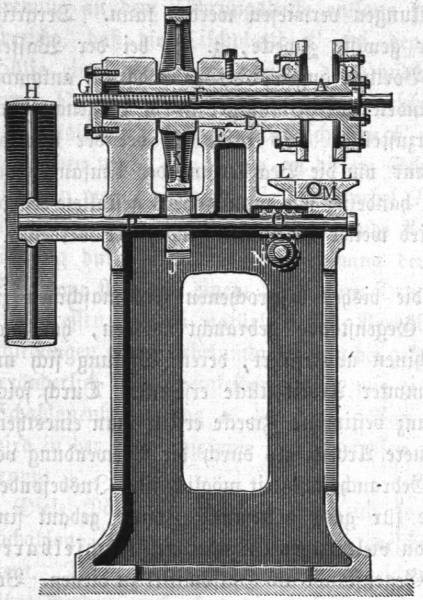
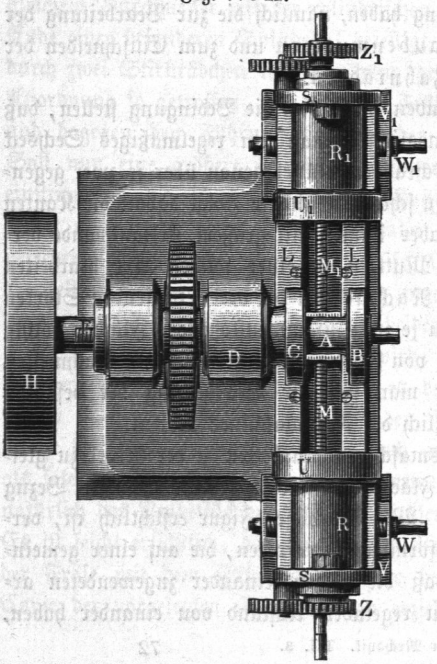


Fig. 770 II.



wodurch der Bedingung eines gleichen Abſtandes für je zwei damit bearbeitete Flächen genügt wird. Andererſeits wird die zu ſchneidende Mutter auf einem Bolzen befeſtigt, deſſen Halter leicht und ſchnell um je 60 Grad gewendet werden kann.

In Fig. 770 iſt eine ſolche Maſchine [1]) in einem ſenkrechten Durchſchnitt durch die Fräsaxe *A* und in einer Anſicht von oben dargeſtellt. Die röhrenförmige Axe *A* trägt an ihrem ſcheibenförmig gebildeten Ende *B* die eine Fräſe, die entweder aus einem gezahnten Ringe beſteht oder aus mehreren genau zuſammenpaſſenden Segmenten zuſammengeſetzt und durch Schrauben an der Scheibe *B* befeſtigt iſt. In derſelben Art iſt die zweite Fräſe an der Scheibe *C* angebracht, deren hülſenförmige Nabe *D* auf die Röhre *A* geſchoben iſt und in dem Lager *E* ſich dreht. Man erſieht, wie die im Inneren von *A* gelagerte Schraubenſpindel *F*, deren Muttergewinde in dem feſten Bügel *G* befindlich iſt, durch Drehung an dem vierkantigen Kopfe die Entfernung der beiden Fräſen von einander genau zu regeln geſtattet. Umgedreht werden beide Fräſen

[1]) Hart, Die Werkzeugmaſchinen.

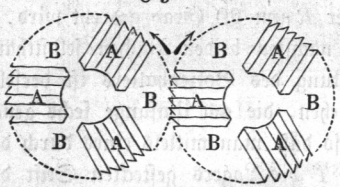
von der Riemſcheibe H aus durch die beiden Zahnräder J und K, von denen K mittels eines Keiles die durchweg genuthete Röhre A mitnimmt, welche ebenfalls durch einen Keil die Hülſe D bewegt. Zu jeder Seite wird ein die zu bearbeitende Mutter tragender Bolzen zwiſchen die beiden Fräſen geführt, zu welchem Zwecke jeder dieſer Bolzen in einen cylindriſchen Halter R oder R_1 geſpannt iſt, der auf der Prismaführung L durch die Schraube M oder M_1 langſam verſchoben wird. Zur Umdrehung dieſer Schraubenſpindeln dient die Hülfswelle N, die von der Betriebswelle P aus mittels der Schnecke O und eines Wurmrades bewegt wird, und an jedem Ende die Bewegung durch ein ausrückbares Stirnrädchen Z auf die Schraube M überträgt. Jede der beiden Schrauben M und M_1, von denen die eine mit rechtem, die andere mit linkem Gewinde verſehen iſt, reicht nur bis zur Mitte der Maſchine, und es iſt die Einrichtung ſo getroffen, daß während des Ganges das eingerückte Rad Z in ſeiner Stellung durch einen Riegel feſtgehalten wird, bis nach hinreichender Vorwärtsbewegung des Schlittens ein an dieſem angebrachter Knaggen den Riegel auslöſt. Alsdann wird das Rad ſelbſtthätig ausgerückt, und der Schlitten kann zurückgeführt werden, worauf der Bolzenhalter R um 60 Grad gedreht wird, ſo daß durch Einrücken des Rades Z die nächſten beiden Flächen ſelbſtthätig gefräſt werden. Zur ſchnellen Einſtellung des Bolzenhalters iſt derſelbe mit einer cylindriſchen Scheibe S verſehen, die am Umfange ſechs genau um 60 Grad entfernte Löcher enthält, ſo daß man mittels eines durch das betreffende Loch und durch den Anſatz T des Lagers geſteckten Stift den Bolzenhalter genau und ſicher feſtſtellen kann. Am anderen Ende iſt jeder Bolzenhalter mit dem drehbaren Ringe U verſehen, der mit Hülfe von drei Spiralnuthen im Inneren ebenſo viele radial verſchiebliche Backen nach innen gegen den Bolzen preßt, ſo daß der letztere dadurch genau centriſch gehalten wird. Die letztere Bedingung muß erfüllt ſein, wenn die Bohrung der Mutter genau in der Mitte ihres ſechsſeitigen Umfanges liegen ſoll. Hierzu iſt ferner erforderlich, daß die Mittellinie des Bolzens den Abſtand zwiſchen den beiden Fräsſcheiben halbirt, und es iſt, um dies jederzeit zu erreichen, jeder Bolzenhalter auf ein Querprisma V geſetzt, auf welchem er durch eine Schraube W genau eingeſtellt werden kann.

Man hat die Mutternfräsmaſchinen auch ſo eingerichtet, daß alle ſechs Flächen gleichzeitig durch ebenſo viele kleine Stirnfräſen bearbeitet werden, deren Axen unter 60 Grad gegen einander geneigt und durch Kegelräder verbunden ſind. Da hierbei, um die Flächen vollſtändig rein zu bearbeiten, die Fräſen in gewiſſem Betrage über die Kanten hervortreten müſſen, ſo hat man dafür zu ſorgen, daß je zwei benachbarte Fräſen ſich nicht gegenſeitig ſtören oder behindern. Dies iſt unter anderem dadurch erreicht worden, daß die Axen der Fräſen abwechſelnd in zwei verſchiedenen

Ebenen[1]) über einander angeordnet ſind, deren Abſtand genügend groß iſt, um jeder Fräſe die freie Umdrehung zwiſchen den beiden benachbarten zu geſtatten. Bei einer anderen Ausführung[2]) dagegen ſind die Fräſen nicht in Geſtalt voller Scheiben, ſondern nach Fig. 771 mit je drei Schneidflächen *A* und dazwiſchen befindlichen Ausſchnitten *B* ausgeführt und die Stellung der Fräſen zu einander iſt ſo gewählt, daß die Schneidflächen jeder einzelnen Fräſe mit den Ausſchnitten der beiderſeits benachbarten zuſammentreffen, ſo daß die kreisförmigen Wirkungsgebiete der Fräſen ſich gegenſeitig in geringem Grade überdecken können, wie es zum reinen Ausarbeiten der Muttern erforderlich iſt.

Man verwendet die Fräſen vielfach zum Einſchneiden der Zahnlücken in die zuvor genau cylindriſch abgedrehten Kränze von Rädern, wenn es darauf ankommt, Zahnräder möglichſt genau herzuſtellen. Insbeſondere werden die Radzähne bei allen denjenigen Zahnrädern eingeſchnitten, die bei Werkzeugmaſchinen, Spinnmaſchinen u. ſ. w. gebraucht werden, während man die zur Kraftübertragung dienenden Zahnräder, die meiſtens größere Durchmeſſer und Zahntheilungen zu erhalten haben, in der Regel mit unmittelbar durch das Gießen erzeugten Zähnen herſtellt. Dagegen iſt das Einſchneiden oder Fräſen der Zähne von den Mechanikern und Uhrmachern lange vor der weiteren Verbreitung der Fräsmaſchinen vielfach geübt worden, man bedient ſich dabei anſtatt der Fräſe gewöhnlich eines einzigen ſogenannten Schneidzahnes, d. h. einer mit der Fräsſpindel feſt verbundenen Schneide, von einer mit dem Querſchnitte einer Zahnlücke übereinſtimmenden Form, ſo daß bei jeder Umdrehung der Spindel durch dieſe Schneide ein Spänchen abgelöſt (abgeſchlagen) wird. Dieſe Vorrichtung findet man auch heute noch bei Mechanikern und Uhrmachern im Gebrauche, ſie iſt übrigens nur für die Verarbeitung von Meſſing oder anderen weichen Metallen verwendbar, bei der Verarbeitung von Eiſen und härteren Materialien verſagt ſie erfahrungsmäßig. Die hier gedachte ältere Einrichtung mit einem Schlagzahne wurde in der Regel mit der Drehbank derart in Verbindung gebracht, daß die Fräsſpindel in den Support geſpannt wurde, durch deſſen Schlitten ſie leicht verſchoben werden konnte, während ſie von dem Trittrade der Drehbank durch eine Schnur ſchnell umgedreht wurde.

Fig. 771.

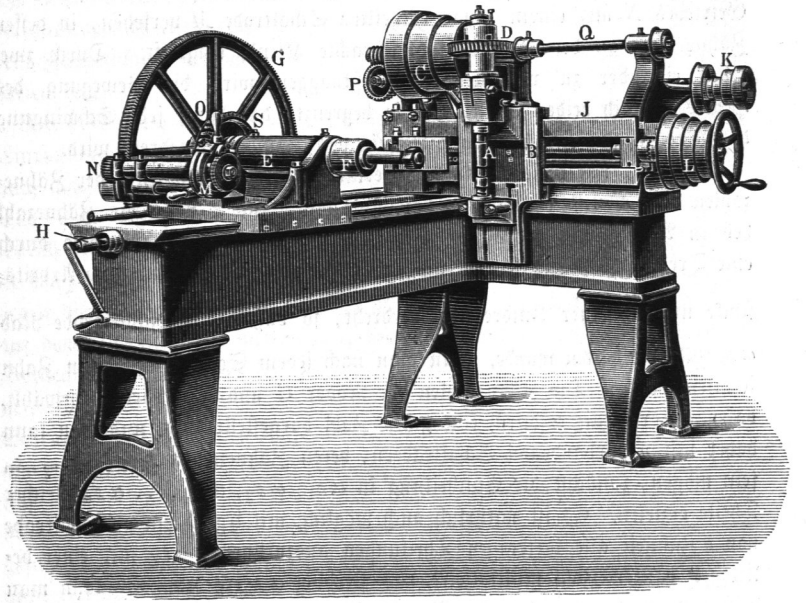


Bei den Räderfräsmaſchinen verwendet man immer Fräſen, welche der zu erzeugenden Zahnform genau entſprechend geformt ſind, und welche,

[1]) D. R.-P. Nr. 26095. — [2]) D. R.-P. Nr. 34492.

paſſend mit hinterdrehten Zähnen, ſ. §. 174, in ſolcher Art verſehen ſind, daß die Profilform durch das Nachſchleifen nicht verändert wird. Die Fräsſpindel wird bei dieſen Maſchinen nicht nur umgedreht, ſondern auch ſenkrecht zu ihrer Axenrichtung verſchoben, während das zu ſchneidende Rad während der Arbeit unverrückbar feſt auf einem Dorne oder einer Spindel befeſtigt iſt, die nach der Vollendung einer Zahnlücke um den der gewünſchten Zähnezahl zugehörigen Theilwinkel gedreht wird. Dieſe zur Aufnahme des Arbeitsſtückes dienende Spindel ſteht ſenkrecht zu der Fräsſpindel und iſt in der Symmetrieebene der Fräſe gelegen.

Fig. 772.



Die in Fig. 772 dargeſtellte Räderfräsmaſchine aus der Fabrik von Ludw. Löwe & Co. in Berlin zeigt in *A* die Fräsſpindel, die in dem Schlitten *B* gelagert iſt und von der Stufenſcheibe *C* aus durch eine in das Schneckenrad *D* eingreifende Schraube ohne Ende umgedreht wird. Das zu bearbeitende Rad iſt auf dem freien Ende einer wagrechten Queraxe *F* befeſtigt, die in dem Längsſchlitten *E* ihre Unterſtützung erhält, und auf deren anderem Ende ſich das größere, genau gezahnte Theilrad *G* befindet. Durch eine zwiſchen den Wangen des Geſtelles gelagerte Schraubenſpindel *H* läßt ſich das zu ſchneidende Rad der Fräſe bis zu dem der gewünſchten Zahntiefe entſprechenden Betrage nähern, worauf die Fräſe neben

ihrer Umdrehung eine wagrechte Verſchiebung auf dem Querprisma J erhält. Zur ſelbſtthätigen Verſchiebung dienen die Stufenſcheiben K und L, von denen die letztere auf der zur Verſchiebung des Fräſſchlittens dienenden Schraubenſpindel angebracht iſt. Nachdem durch genügende Seitenverſchiebung des Fräſſchlittens eine Lücke in das Rad eingeſchnitten iſt, wird die Querverſchiebung ſelbſtthätig ausgerückt und der Schlitten zurückgeführt, worauf die Spindel F mit dem darauf befindlichen Arbeitsſtücke um den der Zähnezahl entſprechenden Theil gedreht wird. Hierzu dient das genaue Theilrad G, in deſſen feine, möglichſt gleichmäßig ausgeführte Zähne ein kleines Getriebe N eingreift, deſſen Axe durch einen Schalthebel O um einen ganz beſtimmten Winkel gedreht wird. Zu letzterem Ende iſt die Axe des Getriebes N mit einem genau getheilten Schaltrade M verſehen, in deſſen Zähne eine an dem Hebel O angebrachte Klinke eingreift. Durch zwei gegen einander zu verſtellende Anſtoßknaggen wird die Bewegung des Hebels O nach beiden Seiten hin ſo begrenzt, daß durch jede Schwingung das Rad M um eine beſtimmte Anzahl von Zähnen umgedreht wird.

Es möge, um dieſe Wirkung zu erläutern, das Verhältniß der Zähnezahlen von N und G durch α bezeichnet ſein, und z ſtelle die Zähnezahl des in Anwendung gebrachten Schaltrades M vor. Offenbar wird durch eine Drehung des Schaltrades um einen Zahn das Rad G mit dem Arbeitsſtücke um $\frac{1}{\alpha z}$ einer Umdrehung verdreht, ſo daß das zu ſchneidende Rad αz Zähne erhalten würde, wenn man nach jedem Schnitte um einen Zahn ſchalten wollte. Die Zähnezahlen der Räder G und N werden ſo gewählt, daß ihr Verhältniß α durch eine ganze Zahl dargeſtellt wird, und man kann daher mit n vorhandenen Schalträdern, deren Zähnezahlen $z_1, z_2, z_3 \ldots . z_n$ ſein mögen, zunächſt die Eintheilung in αz_1, αz_2, αz_3 .... αz_n gleicher Theile erzielen. Es iſt natürlich auch möglich, mit irgend einem Schaltrade von z Zähnen alle diejenigen Theilungen auszuführen, die, mit einer beliebigen ganzen Zahl multiplicirt, das Product αz ergeben. So kann man beiſpielsweiſe bei Annahme des Verhältniſſes $\alpha = 12$ mittels eines Schaltrades mit 30 Zähnen nicht nur eine Eintheilung in $12 . 30 = 360$ Theile, ſondern auch in 180, 120, 90, 72, 60, 45, 40, 36, 30, 24, 20, 18, 15, 12, 10, 9, 8, 6, 4, 3 und 2 Theile vornehmen, oder allgemein in jede ſolche Zahl, die ſich als das Product einer beliebigen Anzahl derjenigen Primfactoren darſtellt, in die man das Product αz zerlegen kann, alſo in dem angeführten Beiſpiel $12 . 30 = 3 . 2 . 2 . 5 . 3 . 2$. Man hat, um eine ſolche Theilung in t gleiche Theile auszuführen, natürlich die jedesmalige Verdrehung des Schaltrades um die erforderliche Anzahl von $\frac{\alpha z}{t}$ Zähnen vorzunehmen, alſo in dem gewählten Beiſpiele für eine Eintheilung in 45

um $\frac{12 \cdot 30}{45} = 8$ Zähne. Es ist auch ersichtlich, daß eine Schaltung des Rades M um eine gewisse Anzahl von Zähnen, die sich nicht als ein Product aus den Primfactoren von αz darstellt, die also, in das Product αz dividirt, nicht ohne Rest aufgeht, nur den Erfolg haben könnte, daß man bei hinreichend lange fortgesetzter Theilung schließlich zu der größtmöglichen Theilzahl αz gelangen würde.

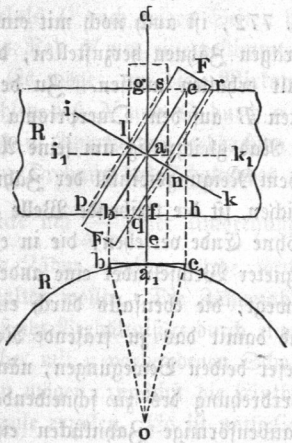
Es mag bemerkt werden, daß derselbe Erfolg, welcher bei der hier betrachteten Maschine durch einen Satz verschiedener Schalträder erreicht wird, bei der Einrichtung der Universalfräsmaschine, Fig. 763, durch die an dem Theilkopfe derselben angebrachte Theilscheibe erzielt werden kann, welche in verschiedenen Kreisen eine größere Anzahl von Eintheilungen entsprechend den Zähnezahlen der hier in Verwendung kommenden Schalträder erhalten hat.

Die vorstehend besprochene Maschine, Fig. 772, ist auch noch mit einer Einrichtung versehen, um die Räder mit schrägen Zähnen herzustellen, die nach Th. III, 1 eine schraubenförmige Gestalt erhalten müssen. Zu dem Ende wird nämlich nicht nur der Frässchlitten B auf dem Querprisma J seitlich verschoben, sondern das zu schneidende Rad gleichzeitig um seine Axe in demjenigen Betrage gedreht, welcher aus dem Neigungswinkel der Zähne gegen die Axe sich ergiebt. Um dies zu erreichen, ist die treibende Welle Q auf dem hinteren Ende mit einer Schraube ohne Ende versehen, die in ein Schneckenrad P eingreift, das mit Hülfe geeigneter Wechselräder eine andere in der Figur nicht sichtbare Hülfswelle bewegt, die ebenfalls durch eine Schraube ohne Ende das Schneckenrad S und damit das zu fräsende Rad umdreht. Es ist ersichtlich, wie in Folge dieser beiden Bewegungen, nämlich der Verschiebung der Fräse und der Verdrehung des zu schneidenden Rades, auf dem Mantel des letzteren schraubenförmige Zahnlücken eingeschnitten werden. Ebenso ist leicht zu erkennen, daß man diesen Zweck nicht erreichen würde, wenn man etwa den Frässchlitten B durch Neigung der Prismaführung J in der entsprechenden Richtung schräg gegen die Axe F des feststehenden Rades verschieben wollte, denn durch eine solche Ausführung würde die gebildete Zahnlücke eine geradlinige oder prismatische Form erhalten, deren Abstand von der Axe F des Rades nicht in allen Punkten denselben Werth hätte. Die Fig. 773 (a. f. S.) macht dies deutlich. Denkt man sich anstatt der Fräse einen Punkt, etwa die Spitze eines Stichels in a, nach der Richtung bc verschoben, wenn de die dagegen um den Winkel $dac = \alpha$ geneigte Axe des Rades R vorstellt, so ist der Abstand dieser Stichelspitze von der Axe o in a am kleinsten gleich oa_1, während er nach beiden Seiten hin sich allmählich zu ob_1 und oc_1 vergrößert. Dagegen bleibt dieser Abstand überall derselbe gleich oa_1, wenn

man den Stichel von f nach g parallel der Axe de verſchoben denkt, unter gleichzeitiger Drehung des Rades um den Winkel $b_1 o c_1$, wie es hier vorausgeſetzt wird. Hieraus ergiebt ſich, daß die Herſtellung ſchräger Zähne durch eine geradlinige Verſchiebung der Fräſe in einer gegen die Axe des Rades geneigten Richtung nur zuläſſig erſcheint bei Rädern, deren axiale Breite im Verhältniß zum Durchmeſſer ſo klein iſt, daß die beſagte Veränderung des Abſtandes der Fräſe von der Axe nur unmerklich wird.

Dagegen muß es für die Erzielung einer genauen Zahnform als Bedingung angeſehen werden, daß der Axe ik der Fräſe F eine derartige Neigung α gegen die Radebene gegeben werde, daß die Mittelebene der Fräſe mit derjenigen der zu ſchneidenden Zahnlücke bc übereinſtimmt, wie man leicht erkennt. Denn wenn man die Fräſenaxe in $i_1 k_1$ ſenkrecht zur Axe de des zu ſchneidenden Rades ſtellen wollte, ſo müßte in Folge der mehrgedachten Verſchiebung der Fräſe von f nach g und der gleichzeitigen Verdrehung des Radumfanges von h nach b in dem Radkranze eine Zahnlücke $pqrs$ entſtehen, deren normale Breite ln größer ausfiele, als die Dicke δ der Fräſe, nämlich $ln = \frac{\delta}{\cos\alpha}$.

Fig. 773.



Man würde daher in ſolchem Falle eine von dem Fräſenquerſchnitte weſentlich abweichende Form der Zahnflanken erhalten. Giebt man dagegen der Fräſenaxe die Richtung ik ſenkrecht zu der zu bildenden Zahnlücke und wählt man für das Profil der Fräſe demgemäß die zu dieſer Richtung bc ebenfalls ſenkrechte Durchſchnittsgeſtalt der Zahnlücke, ſo erhält man richtige Zahnformen unter der Annahme, daß, wie hier angegeben, die Fräſe nach der Richtung fg der Axe verſchoben und das zu ſchneidende Rad zu gleicher Zeit entſprechend verdreht wird.

In ähnlicher Art kann man auch die Zähne von Schneckenrädern einſchneiden, welche unter dem Neigungswinkel der eingreifenden Schraube ohne Ende gegen die Axe ſchräg ſtehen. Indeſſen erreicht man bei den Schneckenrädern genauere Zähne durch Verwendung einer Fräſe, die in ihrer Grundform mit der eingreifenden Schraube ohne Ende übereinſtimmt. Denkt man ſich die Gewindegänge einer ſolchen aus Stahl gebildeten Schraube mit den zur Bildung ſchneidender Kanten dienenden Einſchnitten verſehen, ſo werden dieſelben das Material aus dem gegen die Fräſe gepreßten Radkranze ausſchneiden, und man hat nur nöthig, der in ununterbrochene Drehung ver-

ſetzten Fräſe das Rad langſam zu nähern, bis die hinreichende Tiefe der Zahnlücken erreicht iſt. Das zu ſchneidende Rad iſt hierbei loſe auf ſeine Axe zu ſetzen, ſo daß es durch die ſchraubenförmigen Gänge der Fräſe ebenſo in langſame Umdrehung verſetzt wird, wie es ſpäter von der eingreifenden Schraube ohne Ende geſchieht. Eine Vorrichtung zum Eintheilen des Radkranzes iſt hierbei gar nicht erforderlich, indem der Abſtand der Zähne ſich von ſelbſt gleich der Steigung der angewandten Schraubenfräſe ergiebt. Es iſt zu dem Ende nur nöthig, dem Rade von vornherein einen ſolchen Durchmeſſer zu geben, daß dieſe Steigung eine ganze Anzahl von Malen in dem Umfange enthalten iſt, und es iſt ſicherer, wenn man den Radkranz anfänglich mit einer der Zähnezahl gleichen Anzahl von ſeichten Einkerbungen verſieht, welche in der vorgedachten Art von den ſchraubenförmigen Gängen der Fräſe zu regelmäßigen Zähnen ausgearbeitet werden, ſobald man das Rad allmählich der Fräſe nähert.

Man hat von einer ſolchen ſchraubenförmigen Fräſe auch Gebrauch gemacht, um die Zahnlücken gewöhnlicher Zahnräder mit geraden, d. h. axial geſtellten Zähnen zu ſchneiden, ohne einer Theilvorrichtung zu bedürfen. Zu dem Ende giebt man der Fräſenaxe eine Neigung gegen die Ebene des zu ſchneidenden Rades, welche gleich dem Steigungswinkel der Schraubengänge in dem dem Theilkreiſe zugehörigen Axenabſtande iſt. In Folge dieſer Stellung iſt die Richtung dieſer Schraubengänge an der Berührungsſtelle mit dem Rade ſenkrecht zu deſſen Ebene. Wenn man daher nunmehr die Fräſe dem zu ſchneidenden Rade von vornherein bis zu dem der erforderten Zahntiefe entſprechenden Abſtande nähert und die Fräſe mit ihrem Schlitten allmählich in der Axenrichtung des Rades an deſſen Kranze vorüberführt, ſo wird der Kranz mit den gewünſchten Einſchnitten verſehen. Auch hierbei arbeitet die Fräſe unausgeſetzt bis zur Vollendung aller Zähne, die mit einem einzigen Durchgange der Fräſe ſämmtlich fertig werden, ſo daß auch hier eine Theilvorrichtung nicht nöthig iſt, es vielmehr genügt, den Radkranz an ſeinem oberen Rande mit der gehörigen Anzahl ſeichter Einkerbungen zu verſehen, die der Fräſe zum erſten Angriffe dienen. Eine ſolche Fräsmaſchine findet ſich in dem Werke von Hart über die Werkzeugmaſchinen abgebildet und beſchrieben.

Es iſt leicht zu erſehen, daß man die Zahnlücken von Kegelrädern niemals durch Fräſen in genau richtiger Form herſtellen kann, da die Zahnlücke eines Kegelrades ſowohl in Bezug auf die Tiefe wie die Breite ſich von der größeren Grundfläche nach der kleineren hin verjüngt, und auch die Krümmung der Zahnflächen in dieſer Richtung ſich ſtetig verändert, eine Fräſe aber nur einen prismatiſchen Einſchnitt von überall gleicher Weite mit conſtantem Profil der Seitenflächen erzeugen kann. Wenn man trotzdem Kegelräder zuweilen fräſt, ſo kann dadurch nur die Eintheilung und

angenäherte Form der Zähne hergeſtellt werden, die einer nachträglichen Bearbeitung mit Feilen bedürfen. Man kann ſich hierbei der genauen Form möglichſt nähern und die Handarbeit auf ein geringes Maß beſchränken, wenn man die Einrichtung ſo trifft, daß von den beiden Seitenflächen eines Zahnes jede einzeln mittels eines beſonderen Durchganges der Fräſe hergeſtellt wird, und man kann ſich hierzu mit Vortheil der in Fig. 763 dargeſtellten Univerſalfräsmaſchine bedienen. Zu dem Ende giebt man dem Dorne b des Theilkopfes dieſer Maſchine, vergl. Fig. 764, auf welchem das zu ſchneidende Rad befeſtigt wird, gegen die wagrechte Bahn des Querprismas, eine Neigung gleich dem halben Winkel an der Spitze desjenigen Kegelmantels ABC, Fig. 774, auf welchem die Zähne aufſtehen. Man macht hierfür die Fräſe F etwas dünner, als die geringſte Breite der Lücke an der kleinen Grundfläche des Kegelrades und ſtellt die Axe CD des Rades ſo, daß ſie nicht mehr in der Mittelebene der Fräſe, ſondern in derjenigen Mittelebene gelegen iſt, welche etwa in der Mitte m zwiſchen den durch a und b gelegten Normalebenen liegt. Fräſt man dann zunächſt alle rechts gelegenen Zahnflächen wie ab und nachher in gleicher Weiſe nach entſprechender Verſetzung der Axe von m nach m_1 alle links gelegenen Flanken $a_1 b_1$, ſo erhält man Lücken, die ſowohl in der Breite wie Tiefe von außen nach innen abnehmen. Allerdings kann die Krümmung der Zahnflächen nur an einer Stelle richtig ſein, wie man aus Fig. 775 erkennt, welche einen Zahn vorſtellen möge, der außen die Form a

Fig. 774.

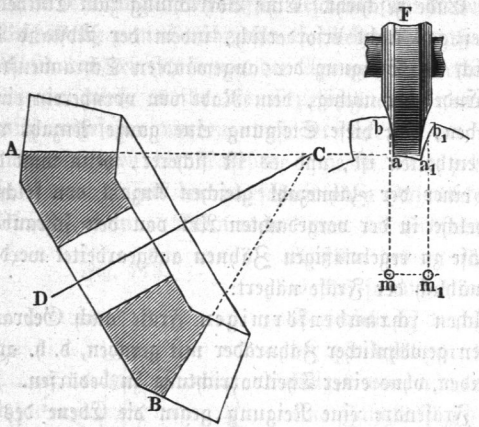
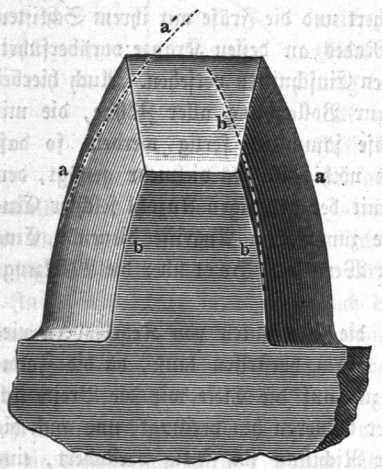


Fig. 775.

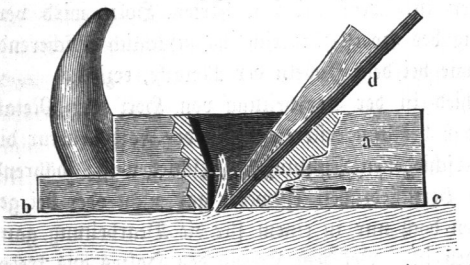


und innen diejenige *b* haben ſoll. Denkt man ſich die Fräſe nach der äußeren Form *a* gebildet, ſo werden die Zähne innen etwas zu dick werden, etwa wie die punktirte Linie *b'* angiebt, während eine mit der Innenform *b* übereinſtimmende Fräſe Zähne ergiebt, die außen nach Angabe der punktirten Linie *a'* etwas zu dünn ausfallen. Brown & Sharpe geben an, man ſolle bei Rädern mit weniger als 30 Zähnen der Fräſe die Form der Zähne außen und bei einer größeren Zähnezahl eine Form geben, wie ſie dem mittleren Querſchnitte zwiſchen der äußeren und inneren Grundfläche entſpricht, und die richtige Form der Zähne nachträglich durch Befeilen der inneren Zahnenden herſtellen.

Daß man aus den hier angegebenen Gründen mehrfach Maſchinen zum Hobeln der Zähne von Kegelrädern ausgeführt hat, wurde ſchon früher bei der Beſprechung der Hobelmaſchinen erwähnt.

Hobel für Holz. Zu den Fräſen gehören auch die Holzhobelmaſchinen, §. 200.
indem auch bei dieſen rotirende Werkzeuge verwendet werden, die bei ſchneller Umdrehung vermöge ihrer ſchneidenden Kanten kleine Späne von dem der Arbeit unterworfenen Holzſtücke abſchälen. Dieſe Maſchinen unterſcheiden ſich hiernach weſentlich von den zum Hobeln der Metalle dienenden, bei denen dem Werkzeuge immer eine geradlinige Bewegung mitgetheilt wird, und es ſtimmt die Wirkung der Holzhobelmaſchinen auch nicht mit derjenigen des gewöhnlichen Handhobels überein, der ebenfalls immer geradlinig bewegt wird. Nur in Betreff der Stellung und Form der Schneide iſt eine gewiſſe Uebereinſtimmung der bei den Holzhobelmaſchinen gebräuchlichen Werkzeuge und der gewöhnlichen Hobeleiſen des Tiſchlers zu bemerken. Der Handhobel, Fig. 776, enthält in dem hölzernen oder eiſernen Hobelkaſten *a* als Werkzeug ein unter einem Winkel von 45 bis 60° gegen die gerade Sohle *bc* geneigtes Hobeleiſen *d* mit einer mehr oder minder breiten, geraden oder gekrümmten Schneide, für welche der Keilwinkel weſentlich kleiner iſt als bei den für Metalle dienenden Sticheln, und etwa zwiſchen 30 und 35° beträgt. Die geringere Widerſtandsfähigkeit des zu bearbeitenden Materials geſtattet, der Schneide eine derartig ſcharfe Geſtalt zu geben, ohne daß, wie dies bei der Bearbeitung von Metallen der Fall ſein würde, ein Ausbrechen zu befürchten wäre. Die hintere Zuſchärfungsfläche iſt daher bei den angegebenen Winkeln unter

Fig. 776.

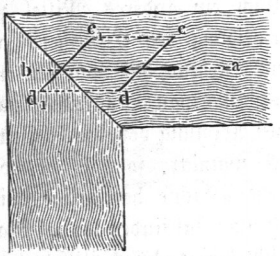


einem Anſtellwinkel von etwa 15 bis 25° gegen die Sohle geneigt, wozu man bemerken kann, daß der Anſtellwinkel bei Holzhobeln deswegen größer gewählt werden muß, als bei den Sticheln für Metall, weil das Hobeleiſen, wenigſtens dasjenige der Schropphobel, bei dem Beginne der Spanbildung verhältnißmäßig ſchnell in das Holz eindringen ſoll, was nach dem in §. 148 hierüber Geſagten nicht möglich wäre, wenn der Anſtellungswinkel nur wie bei den Sticheln 3 bis 4° betragen würde. Wenn die Hand des Arbeiters den Hobel mit einem beſtimmten Drucke gegen das Arbeitsſtück preßt, ſo dringt das um eine geringe Größe über die Sohle des Hobels hervorragende Hobeleiſen bis zu dem Betrage dieſer Hervorragung in das Holz ein, und bei der Verſchiebung des Hobels in dem Sinne des Pfeiles wird ein dieſer Tiefe des Eindringens entſprechend dicker Span von dem Arbeitsſtücke dadurch abgelöſt, daß die keilförmige Schneide ſich unter den Span zwängt und denſelben nach oben hin abhebt, ſo daß diejenige Zug- oder Spaltfeſtigkeit zu überwinden iſt, die das Holz in der zur Arbeitsfläche *bc* ſenkrechten Richtung auszuüben vermag. Hierin iſt ein weſentlicher Unterſchied der Spanbildung bei Holz und Metallen zu erkennen, da bei den letzteren, wie in §. 148 näher angegeben worden, vornehmlich die Scherfeſtigkeit zu überwinden iſt. Nur bei ſehr hartem Holze wird vermöge einer ſteileren Stellung des Hobeleiſens eine hauptſächlich abſcherende Wirkung deſſelben, ähnlich wie bei dem Hobeln der Metalle, erzielt.

Ein weſentlicher Unterſchied in der Bearbeitung von Holz und Metall iſt ferner dadurch gegeben, daß bei dem erſteren wegen der Faſerſtructur die Widerſtandsfähigkeit nach verſchiedenen Richtungen verſchieden iſt, während bei den Metallen eine ſolche Verſchiedenheit entweder gar nicht oder bei gewiſſen gewalzten Erzeugniſſen doch nur in einem für die Bearbeitung ganz unmerklichen Grade vorhanden iſt. Bei dem Hobeln des Holzes aus freier Hand achtet man immer darauf, daß die Bewegung des Hobels möglichſt mit der Richtung des Faſernlaufes übereinſtimme, da nur hierbei die gewünſchte glatte Arbeitsfläche erreichbar iſt und das Hobeln den geringſten Kraftaufwand erfordert. Wenn dagegen das Hobeleiſen in einer zum Faſernlaufe ſenkrechten Richtung fortgeſchoben wird, ſo erhält man eine mehr oder weniger rauhe Arbeitsfläche deshalb, weil jede einzelne Faſer von der Schneide in deren ganzer Länge angegriffen wird, in Folge wovon mehr ein Abreißen als Spalten eintritt. Dagegen wird bei dem Hobeln nach der Längsrichtung der Faſern jede einzelne derſelben immer nur in einer ſchmalen, dem geringen Querſchnitte der Faſern entſprechenden Breite ergriffen, ſo daß jene vorſtehend gedachte abſpaltende Wirkung möglich iſt. Wenn man daher vielfach Hobel anwendet, deren Schneide *cd*, Fig. 777, ſchräg gegen die Bewegungsrichtung *ab* geſtellt iſt, ſo geſchieht dies hauptſächlich, um auch ſolche Gegenſtände hinreichend glatt bearbeiten zu können, bei denen

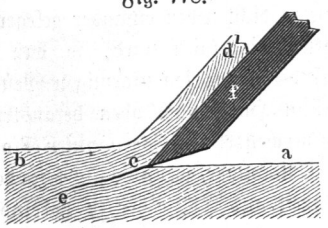
die Faſern an verſchiedenen Stellen abweichende Richtung zeigen, wie dies beiſpielsweiſe bei der in der Figur gezeichneten rahmenartigen Verbindung der Fall iſt, wo in der Ecke zwei Hölzer mit rechtwinkelig ſich kreuzenden Faſern zuſammenſtoßen. Durch die ſchräge Stellung des Eiſens verhindert man, daß die Schneide an einer Stelle mit der Faſernrichtung zuſammenfällt, und man erzielt gleichzeitig durch die gegen die Bewegungsrichtung des Hobels geneigte Stellung die Vortheile des gezogenen Schnittes, worüber auf die in §. 54 angeführten Bemerkungen verwieſen werden mag. Auch für krumm und unregelmäßig gewachſene Hölzer werden derartig ſchräg geſtellte Hobeleiſen mit Vortheil verwendet.

Fig. 777.



Wenn die Faſern, die nur in den ſeltenſten Fällen einen ganz geraden, vielmehr meiſtens einen mehr oder weniger gekrümmten und gewundenen Verlauf zeigen, an einer Stelle aus der Arbeitsfläche heraustreten, wie in Fig. 778 angedeutet iſt, ſo findet an dieſer Stelle gar leicht ein Ausreißen der Faſern ſtatt, ſo daß die hergeſtellte Fläche rauh und unanſehnlich ausfällt. Insbeſondere tritt dieſer Uebelſtand ein, wenn der Hobel an der betrachteten Stelle in der Richtung von *a* nach *b* bewegt wird, während die entgegengeſetzte Bewegung von *b* nach *a* den gedachten Uebelſtand vermeiden läßt, weshalb der Holzarbeiter, ſo weit möglich, immer die Regel befolgt, nicht gegen das Holz, wie man ſagt, in der Richtung *ab*, ſondern mit dem Holze in der Richtung *ba* zu hobeln. Der Grund, warum bei dem Arbeiten in der Richtung *ab* der gedachte Uebelſtand ſich einſtellt, iſt unſchwer zu erkennen. Stellt *cd* einen Span von einer gewiſſen, nicht zu geringen Stärke vor, der ſich auf der oberen Fläche des Hobeleiſens *f* aus dem Hobel herausſchiebt, ſo wird gegen die untere Fläche dieſes Spanes von dem ſchnell nach vorn bewegten Hobeleiſen ein beſtimmter Druck nach oben hin ausgeübt, wodurch dem Span das Beſtreben ertheilt wird, nach der Richtung der Faſer *ce* hin, nach welcher der Zuſammenhang des Holzes verhältnißmäßig gering iſt, einzureißen und dann abzubrechen, ſo daß ſich hierdurch die Rauhigkeit der Arbeitsfläche erklärt. Es iſt erſichtlich, daß die Tiefe dieſes Einreißens im Allgemeinen um ſo größer ſein wird, je ſteifer und ſtarrer der betrachtete Span iſt und je mehr derſelbe alſo in gewiſſem Sinne die

Fig. 778.



Wirkung eines Hebels ausüben kann. Ebenſo erkennt man aus der Figur, warum der gedachte Uebelſtand nicht zu befürchten iſt bei einer Bewegung des Hobeleiſens nach der entgegengeſetzten Richtung von *b* nach *a*.

Da es nun nicht immer angängig iſt, den Hobel in der gedachten Richtung mit den Faſern zu führen, beſonders nicht bei krumm gewachſenen Hölzern, wo oftmals einzelne Faſern an beiden Enden nach entgegengeſetzten Richtungen aus der Arbeitsfläche austreten, ſo wendet man auch vielfach ein anderes Mittel zur Vermeidung des Einreißens an, darin beſtehend, daß man den entſtehenden Span unmittelbar nach ſeiner Ablöſung von dem Arbeitsſtücke umknickt, ſo daß die vorſtehend gedachte hebelartige Wirkung nicht ſtattfinden kann. Man erreicht dieſen Zweck in ſehr einfacher Weiſe durch Anbringung einer beſonderen Deckplatte *c d*, Fig. 779, auf der oberen Fläche des Hobeleiſens *a b*. Dieſe mit dem Hobeleiſen durch eine Schraube *f* verbundene Decke reicht mit ihrem unteren abgerundeten Ende *e* nahezu bis an die Schneide, hinter welcher ſie nur etwa um die Dicke des Spanes zurückſteht. In Folge dieſer Anordnung trifft der abgelöſte Span unmittelbar nach ſeiner Bildung gegen den gekrümmten Theil *d e* der Decke, wodurch er in vielen dicht neben einander gelegenen Punkten eingeknickt wird, ſo daß er in der bekannten lockenförmigen Geſtalt aus dem Hobel nach oben heraustritt. Man verwendet dieſe ſogenannten Doppeleiſen immer, wenn es auf beſondere Schönheit und Glätte der zu hobelnden Flächen ankommt, während bei dem Arbeiten aus dem Rohen, dem ſogenannten Schroppen, in der Regel die einfachen Hobeleiſen, d. h. ſolche ohne derartige Deckplatten, verwendet werden.

Fig. 779.

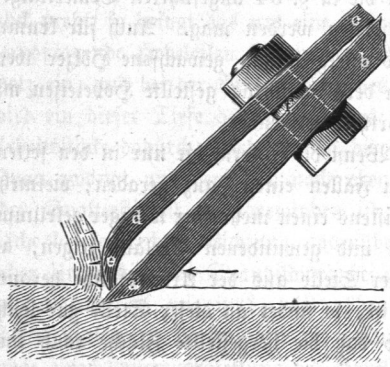
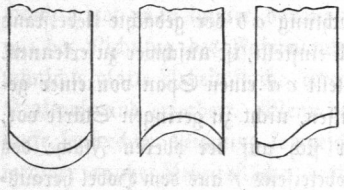


Fig. 780.



Zur Herſtellung irgendwie gekrümmter oder geſchweifter Profilleiſten, wie ſie namentlich zur Herſtellung von Geſimſen gebraucht werden, giebt man den Hobeleiſen die entſprechenden Formen, von denen einige in Fig. 780 dargeſtellt ſind, und man hat dafür natürlich auch der Sohle des Hobels das zugehörige Querprofil zu geben. Eine weitere Beſprechung der ver-

ſchiedenen, zu ganz beſonderen Zwecken dienenden Hobel kann hier unterbleiben, und es mag nur bemerkt werden, daß man in gewiſſen Fällen, namentlich bei der Herſtellung von Falzen, Anſätzen und Nuthen dem eigentlichen Hobeleiſen ein Vorſchneidmeſſer vorangehen läßt, deſſen Schneide in die Richtung der Bewegung geſtellt iſt, ſo daß es in dem Holze nur einen bis zu beſtimmter Tiefe reichenden Einſchnitt erzeugt, während das Hobeleiſen die Späne bis zu dieſem Einſchnitte abhebt. In Fig. 781

Fig. 781.

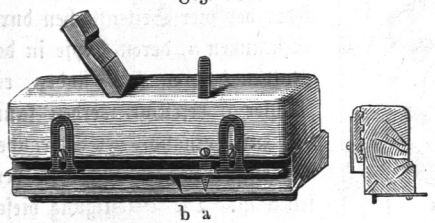
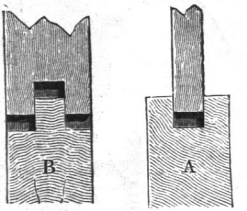
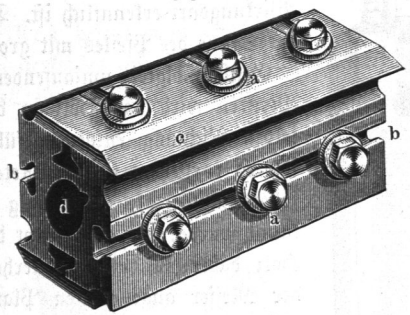


Fig. 782.



ſtellt *a* dieſes Vorſchneidmeſſer und *b* das Hobeleiſen für einen Falzhobel vor, welcher dazu dient, an der geraden Kante eines Holzſtückes einen Anſatz oder Falz herzuſtellen. Solche Vorſchneider ſind unerläßlich, wenn der Hobel ſenkrecht zu den Faſern über dieſelben geführt werden muß, in welchem Falle das Vorſchneidmeſſer die Faſern quer zu durchſchneiden hat, weil ohne daſſelbe die Faſern an der Seite abgeriſſen werden müßten, womit eine glatte Seitenfläche nicht zu erreichen wäre. Dagegen bleiben die Vorſchneider in der Regel bei den Hobeln fort, welche nach Fig 782 zur Herſtellung von Nuthen (*A*), und den in dieſe paſſenden Federn (*B*) gebraucht werden, da hierbei der Hobel gewöhnlich nach dem Faſernlaufe arbeitet.

Fig. 783.



Die zum Erſatze der Handarbeit dienenden Holzhobelmaſchinen arbeiten immer mit einem Meſſerkopfe, d. h. einem auf eine ſchnell umlaufende Axe oder Welle geſetzten Werkzeuge von meiſt vierſeitig prismatiſcher Form, auf deſſen Seitenflächen Meſſer befeſtigt werden, die in Beziehung auf die Form und Neigung der Schneiden im weſentlichen mit den vorbeſprochenen Hobeleiſen der Handhobel übereinſtimmen. Dieſe Meſſer, deren man meiſtens zwei bis vier, nur ausnahmsweiſe eins anwendet, haben bei den Bretthobel-

maſchinen eine über die ganze Breite der zu bearbeitenden Bretter reichende Länge, während ſie für andere Zwecke, ſo z. B. zum Ebenen der Brettkanten, nur entſprechend geringe Breite erhalten.

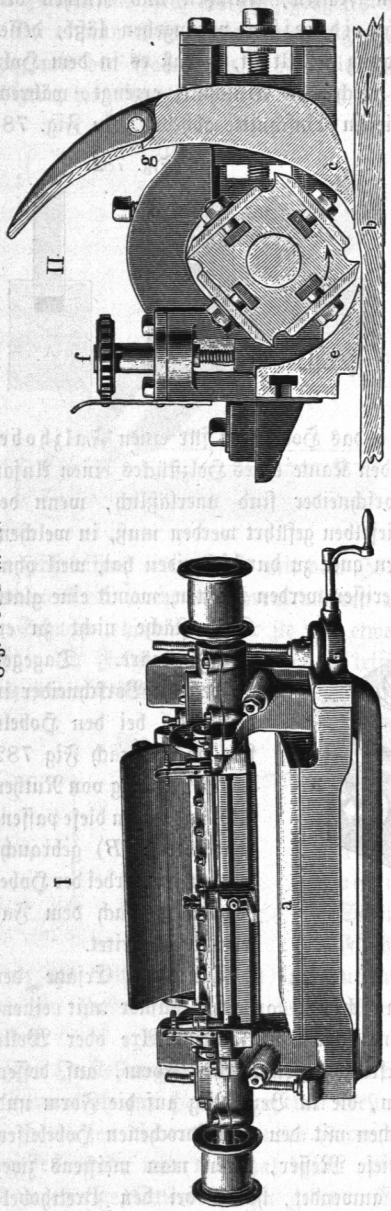


Fig. 784 I u. II.

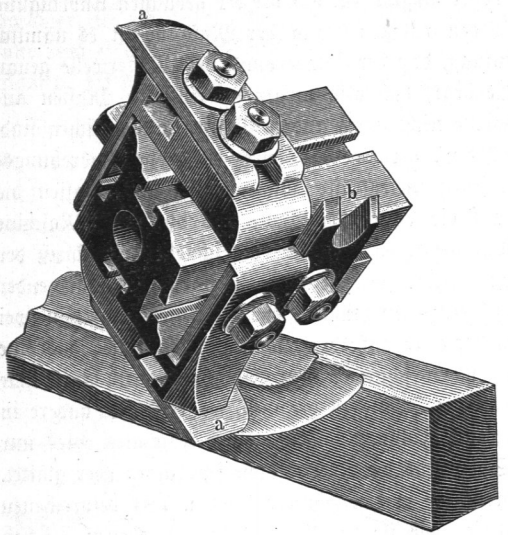
Ein gewöhnlicher Meſſerkopf[1]) für Holzhobelmaſchinen iſt in Fig. 783 (a. v. S.) abgebildet, woraus erſichtlich iſt, wie auf jeder der vier Seitenflächen durch Schrauben *a*, deren Köpfe in den Nuthen *b* ihren Halt finden, ein Meſſer *c* befeſtigt werden kann, das zur Aufnahme der Schrauben mit entſprechenden Schlitzen verſehen iſt. Die Befeſtigung dieſes Kopfes mittels der cylindriſchen Bohrung *d* und durch einen Keil oder eine Feder auf der Meſſerwelle iſt leicht verſtändlich.

Die Figur 784 II zeigt den Querſchnitt eines ſolchen Meſſerkopfes der Woods Machine Co. in Boſton, woraus auch die Wirkungsart erkenntlich iſt. Den im Sinne des Pfeiles mit großer Geſchwindigkeit umlaufenden Meſſern wird das Holz in derſelben Richtung entgegengeführt, wie es vorſtehend für die Metallfräsmaſchinen als zweckmäßig erkannt wurde, und zwar ruht das Holz dabei auf einer unterhalb der Meſſer angebrachten Platte, die in Fig. 784 I mit *a* bezeichnet iſt. Unmittelbar vor dem Angriffspunkte *b* der Meſſer wird das Holz durch einen belaſteten Arm *c* feſt niedergehalten, welcher

[1]) Maſchinenfabrik von Ernſt Kirchner & Co., Leipzig.

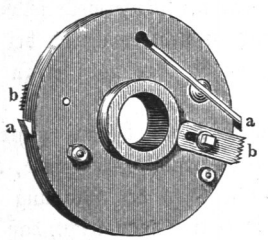
den Unebenheiten des Holzes entſprechend nachgiebig iſt, da er um Zapfen *d* drehbar an den feſten Lagern der Meſſertrommel aufgehängt iſt. Hinterhalb der Meſſertrommel kann eine Platte *e* durch Schrauben *f* ſenkrecht verſtellt und gegen die bearbeitete Fläche des Holzes gepreßt werden. Die gebildeten Späne treten an der gekrümmten Fläche *g* empor und können oberhalb zweckmäßig von der Saugmündung eines Ventilators aufgenommen werden, der ihre Entfernung beſorgt. Die hier dargeſtellte Meſſertrommel wird zu beiden Seiten durch zwei Riemen angetrieben, eine Anordnung, die nicht immer gefunden wird; häufig bedient man ſich eines einzigen Riemens zur Umdrehung der Meſſertrommel.

Fig. 785.



Zur Herſtellung von breiteren Geſimsleiſten beſetzt man häufig die verſchiedenen Flächen des prismatiſchen Meſſerkopfes mit Meſſern, von denen jedes nur einem Theile des herzuſtellenden Profiles entſpricht, wie dies aus Fig. 785 erſichtlich iſt, wo von den angewandten vier Meſſern zwei gegenüberliegende *a* die Hohlkehle herſtellen, während zwei andere Meſſer *b* dem Stäbchen entſprechend angebracht ſind.

Fig. 786.

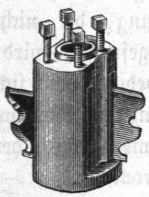


Die Einrichtung eines Meſſerkopfes zum Nuthen iſt aus Fig. 786 erſichtlich, aus der man die beiden diametral gegenüberſtehenden Nuthmeſſer *a* erkennt, und wo vor jedem dieſer Meſſer zu beiden Seiten die Vorſchneider *b* angebracht ſind, die mit ihren ſcharfen Zähnen das Holz ritzen, um, wie vorſtehend angegeben wurde, glatte Seitenränder der erzeugten Nuthen zu erhalten.

Bei manchen Fräsmaſchinen zur Herſtellung gekehlter und geſchweifter Arbeiten wendet man auch wohl nur ein einziges gehörig profilirtes Meſſer

an, das einfach in einen Schlitz der Meſſerwelle eingeſetzt und darin durch einen Keil oder eine Schraube befeſtigt wird. Zweckmäßiger iſt aber auch in dieſen Fällen die Anwendung eines beſonderen Fräskopfes, etwa nach Art der Fig. 787, worin zwei übereinſtimmend geformte Meſſer diametral gegenüber befeſtigt ſind, weil bei dieſer Ausführungsart eine genaue Ausgleichung des Gewichtes beſſer möglich iſt, als bei der gedachten Anbringung nur eines Meſſers. Für den ruhigen Gang der Maſchine iſt es nämlich von hervorragender Bedeutung, daß der Schwerpunkt der Meſſerwelle genau in deren geometriſcher Axe liegt, daß alſo nirgendwo einſeitig Maſſen angebracht ſind, deren Gewichte nicht durch andere Maſſen ausgeglichen ſind. Ohne dieſe Bedingung würden, vermöge der durch die große Umdrehungsgeſchwindigkeit hervorgerufenen Fliehkräfte ſolcher einſeitigen Maſſen die ſchädlichſten Wirkungen auf die Lager der Welle und die ganze Maſchine hervorgerufen werden, in Folge deren nicht nur ein ſchneller Verſchleiß der einzelnen Theile, ſondern auch ein unruhiger, lärmender Gang ſich einſtellen müßte. Bei der Anwendung von zwei Meſſern hat man außerdem noch die Möglichkeit, das eine Meſſer zum Vorſchneiden oder Schroppen durch Entnahme eines kräftigen Spans zu benutzen, während das andere in der Bewegungsrichtung folgende durch Abſchälen eines nur feinen Spänchens die Arbeitsfläche ſchlichtet oder glättet.

Fig. 787.

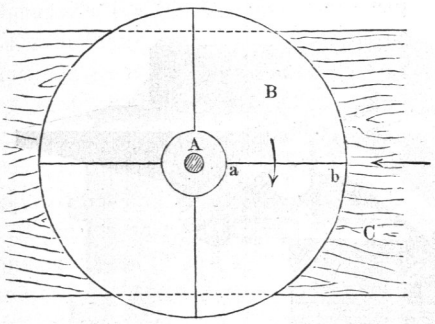


Während die in den Figuren 783 u. 784 beſprochenen Meſſerköpfe, wie ſie zur Herſtellung von ebenen Flächen dienen, in ihrer Einrichtung und Wirkungsweiſe den in §. 195 beſprochenen Mantelfräſen entſprechen, bei denen die ſchneidenden Kanten im Umfange eines Cylindermantels gelegen ſind, hat man bei gewiſſen Holzhobelmaſchinen auch Meſſerköpfe zur Verwendung gebracht, die den Stirnfräſen zu vergleichen ſind, inſofern nämlich die ſchneidenden Kanten in einer zur Axe der Meſſerwelle ſenkrechten Ebene liegen, ſo daß alſo die Meſſerwelle ſelbſt zu der hergeſtellten ebenen Arbeitsfläche auch ſenkrecht ſteht, während bei den vorher beſprochenen walzenförmigen Meſſerköpfen die Axe parallel zu der gehobelten Ebene iſt.

Stellt A in Fig. 788 dieſe Axe der Meſſerſcheibe B vor, die mit mehreren geraden, zur Axe ſenkrechten Schneiden wie ab ausgeſtattet ſein möge, und denkt man ſich ein Brett oder ſonſtiges Holzſtück C in der Richtung des Pfeiles unter dieſen Meſſern entlang geführt, ſo erkennt man leicht, daß bei dieſer Anordnung die Meſſer an keiner Stelle parallel mit den Faſern arbeiten, wie dies bei der Anwendung eines walzenförmigen Meſſerkopfes, Fig. 783, überall ſtattfindet. Es wird vielmehr jeder Punkt des Meſſers bei ſeiner Bewegung in dem Kreiſe um A in der Geraden ab genau ſenkrecht und in allen anderen Punkten geneigt gegen die Faſernrichtung arbeiten.

Auch iſt erſichtlich, daß bei der gedachten Anordnung jedes Meſſer nur mit ſeinem äußerſten Punkte *b* zur Wirkung kommen kann, aus welchem Grunde man bei derartigen Hobelmaſchinen auch wohl anſtatt der breiten Hobeleiſen nur ſpitze oder abgerundete Stichel zur Verwendung gebracht hat. Wegen dieſer hier gedachten Wirkungsweiſe werden ſich Hobelmaſchinen dieſer Art weniger zur Herſtellung beſonders glatter und ſchöner Flächen als vielmehr nur zum eigentlichen Abrichten eignen, d. h. zur Herſtellung von Arbeitsflächen, bei denen es weniger auf die Schönheit als die richtige ebene Beſchaffenheit ankommt. Insbeſondere hat man ſolche Meſſerſcheiben für harte Hölzer in Anwendung gebracht.

Fig. 788.



Auch zum Abrichten kürzerer Holzſtücke hat man ſich der Maſchinen mit Meſſerſcheiben der letztgedachten Art bedient, nur werden dabei die Arbeitsſtücke nicht, wie bei längeren Hölzern, ſenkrecht zur Axe an der Scheibe entlang geführt, ſondern man drückt ſie in der Richtung der Axe gegen die ebene Meſſerſcheibe an, in welchem Falle natürlich die einzelnen Meſſer als lange gerade Klingen ausgeführt werden müſſen, die ſich in radialer oder gegen den Radius geneigter Richtung möglichſt bis nach der Mitte zu erſtrecken haben.

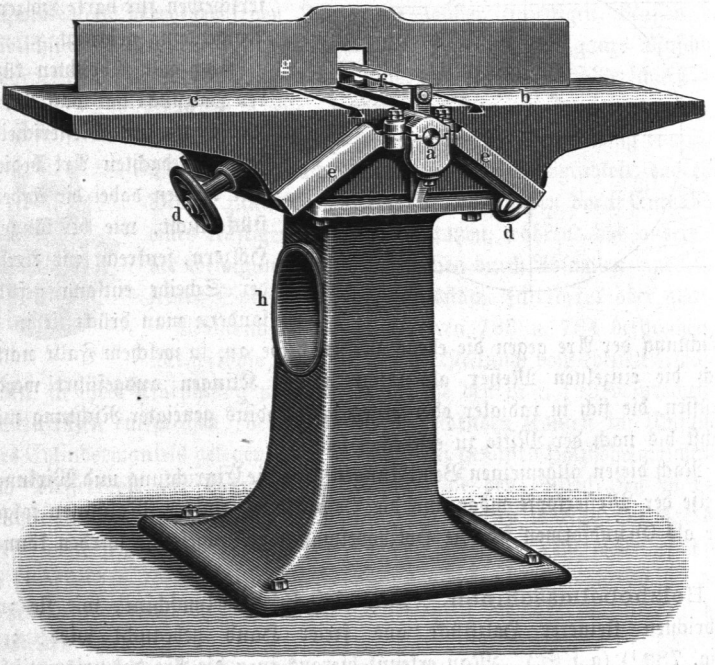
Nach dieſen allgemeinen Bemerkungen über die Einrichtung und Wirkungsweiſe der Meſſerköpfe möge nun die Beſprechung einiger Maſchinen folgen, die als Grundformen für die Holzhobelmaſchinen angeſehen werden können.

Holzhobelmaschinen. Eine einfache Hobelmaſchine, wie ſie zum Abrichten kleinerer Holzſtücke aus freier Hand gebraucht wird, zeigt Fig. 789[1]) (a. f. S.). Man erkennt hieraus in *a* die Axe des prismatiſchen Meſſerkopfes, über welchem ſich zu beiden Seiten die Tiſche *b* und *c* befinden, die ſich bis zu einem geringen Zwiſchenraume nähern, genügend, um die Wirkung der Meſſer gegen die Unterfläche des auf der Tiſchplatte befindlichen Holzes zu ermöglichen. Die Tiſche können höher und tiefer geſtellt werden durch Schrauben *d*, durch welche eine Verſchiebung der Tiſchplatten in den beiden ſchrägen Prismenführungen *e* zu erzielen iſt. Dieſe Anordnung einer Verſchiebung in geneigten Richtungen iſt deshalb gewählt, §. 201.

[1]) Sächſiſche Stickmaſchinenfabrik in Kappel-Chemnitz.

um bei verſchiedenen Höhenſtellungen der Tiſche deren Kanten immer möglichſt nahe der Meſſerwalze zu erhalten. Bei dem Abrichten oder Ebnen der Hölzer wird die hintere Tiſchplatte *c* in gleiche Höhe mit dem höchſten Punkte des von den Meſſerſchneiden durchlaufenen Kreiſes geſtellt, während man den vorderen Tiſch *b* entſprechend der Stärke des abzuhobelnden Spanes zu ſenken hat. Das zu bearbeitende Holz wird von dem Arbeiter aus freier Hand auf den Tiſch niedergedrückt und über der Meſſerwalze verſchoben, wobei der über der letzteren angebrachte Bügel *f* als Sicherheitsvorrichtung dient, um die Hand vor Verletzungen zu ſchützen. Das feſte Lineal *g* dient

Fig. 789.



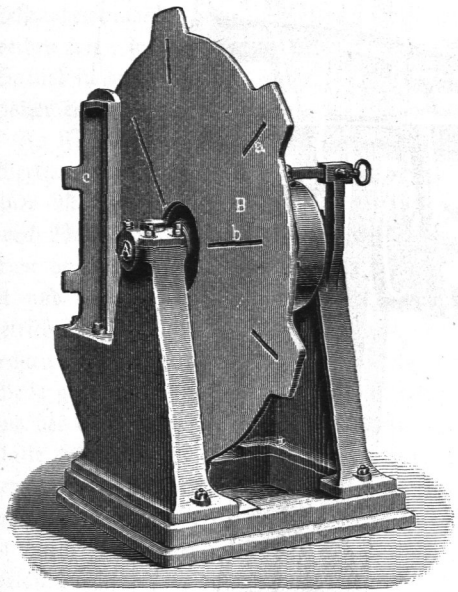
dabei als Anſchlag zur ſicheren Führung für das Holz; wenn erforderlich, kann dieſes Lineal nach der Breite verſtellt, und ihm auch eine Neigung bis zu 45° gegen die Ebene des Tiſches gegeben werden. Die abgetrennten Späne treten durch die Oeffnung *h* heraus. Eine Maſchine dieſer Art, welche für Breiten bis zu 0,450 m eingerichtet iſt, bedarf nach unſerer Quelle 1,5 Pferdekraft, wenn die Meſſerwelle in der Minute 4000 Umdrehungen macht.

In welcher Weiſe man mittels einer Meſſerſcheibe den gleichen Zweck des Abrichtens kürzerer Hölzer erreichen kann, macht Fig. 790 deutlich, welche

eine Maſchine zum Abrichten und Fügen der Hölzer darſtellt, aus denen die Böden von Fäſſern zuſammengeſetzt werden. Hier trägt die auf der wagrechten Axe *A* befeſtigte Scheibe *B* zweierlei radial geſtellte Meſſer, von denen die inneren *b* zum Abrichten und die äußeren *a* zum Fügen, d. h. zum Abhobeln der ſchmalen Brettſeiten benutzt werden. Hierbei dient der feſte Anſchlag *c* dem Brett als Gegenlager. Es iſt erſichtlich, daß dieſe Maſchine nur für kürzere Holzſtücke brauchbar ſein wird, und daß der mittlere Theil der Meſſerſcheibe nicht zur Wirkung kommt.

Bei dem Hobeln längerer Stücke iſt es nicht mehr angängig, dieſelben aus freier Hand feſtzuhalten und zu verſchieben, ſondern beides muß durch beſondere Vorrichtungen erzielt werden. Es ſind hierzu hauptſächlich zwei verſchiedene Anordnungen gebräuchlich. Die eine bezweckt die Befeſtigung des Arbeitsſtückes auf einem Tiſche, der in ähnlicher Art wie bei den Metallhobelmaſchinen in prismatiſchen Führungen eines hinreichend langen Geſtelles durch eine Zahnſtange verſchoben wird. Dieſe Einrichtung wird meiſtens bei der Verwendung einer Meſſerſcheibe gewählt, die, auf dem unteren Ende einer ſenkrechten, über dem Arbeitsſtücke gelagerten Welle ſitzend, die obere Fläche des Holzes bearbeitet. Bei der anderen Anordnung wird das Arbeitsſtück, für welches, wie bei Brettern und Balken, eine prismatiſche Form vorauszuſetzen iſt, zwiſchen Walzen geführt, die feſt gegen das zwiſchen ihnen befindliche Holz gepreßt werden und daſſelbe durch ihre langſame Umdrehung dem Meſſerkopfe zuführen. Derartige Hobelmaſchinen führt man vielfach mit mehreren Meſſerköpfen aus, ſo daß das betreffende Brett gleichzeitig auf allen vier Langſeiten bearbeitet und nach Befinden auf den ſchmalen Flächen zugleich mit Nuthen oder Federn verſehen werden kann.

Fig. 790.



Eine Maſchine mit wagrechter Meſſerſcheibe und Tiſchführung des Holzes aus der Sächſiſchen Stickmaſchinenfabrik in Kappel bei Chemnitz zeigt die

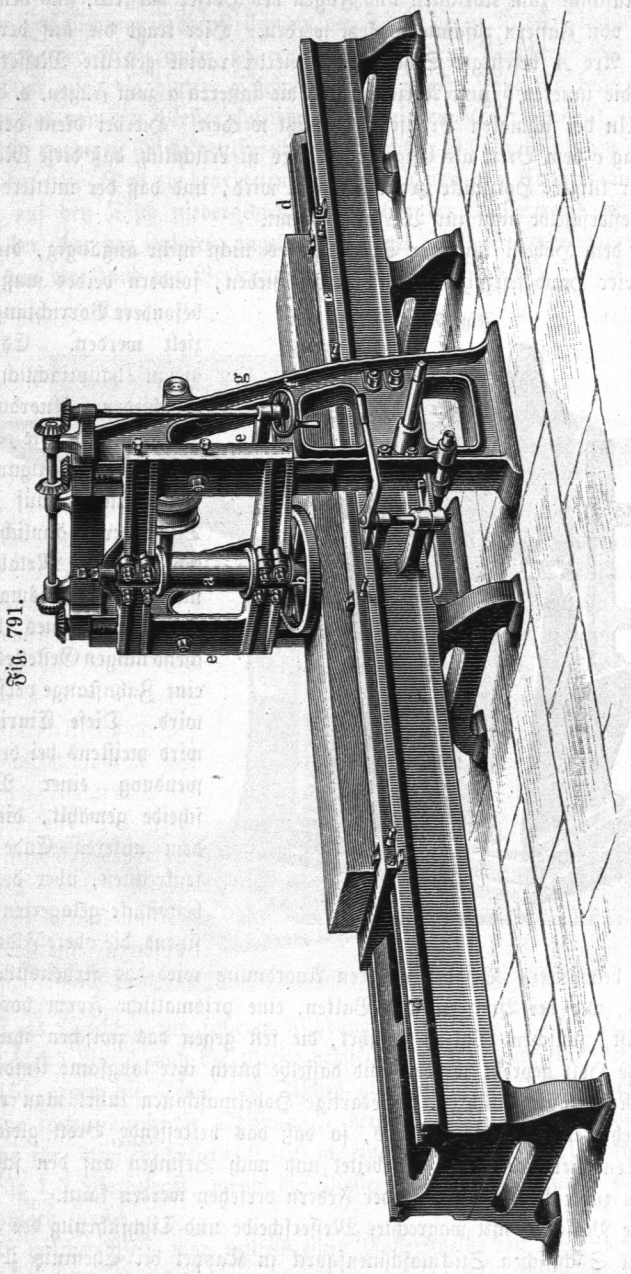


Fig. 791.

Fig. 791. Die Meſſer ragen aus der unteren Fläche der auf der ſenkrechten Spindel *a* befeſtigten Scheibe *b* hervor, die durch einen auf *a* geführten halbgeſchränkten Riemen ſchnell umgedreht wird, während das zu hobelnde Holz auf der Tiſchplatte *c* durch geeignete Spannvorrichtungen befeſtigt iſt. Wenn dieſe in den prismatiſchen Führungen des Bettes *d* geleitete Tiſchplatte in der von den Metallhobelmaſchinen her bekannten, in der Figur nicht näher erläuterten Art langſam verſchoben wird, ſo wird durch die Meſſer oder ſtichelförmigen Schneiden der Scheibe *b* die obere Fläche des Holzes in der ſchon oben beſprochenen Weiſe abgerichtet. Die Meſſerwelle findet hierbei ihre Lager in einem Rahmen *e*, der an den ſenkrechten Führungsbahnen des Geſtelles *g* vermittelſt der beiderſeits angebrachten Schraubenſpindeln durch Umdrehung des Handrades *f* ſehr genau verſtellt werden kann, ſo daß man hierdurch nicht nur die Stärke des abzunehmenden Spanes in der Hand hat, ſondern auch den jeweiligen Dicken verſchiedener Hölzer entſprechend die Stellung der Meſſerſcheibe beſtimmen kann.

In Fig. 792 a und b (a. f. S.), welche dem Werke von Hart über die Werkzeugmaſchinen entnommen iſt, findet ſich die weſentliche Einrichtung einer Maſchine mit einem Meſſerkopfe und Zuführung des Arbeitsſtückes durch Walzen dargeſtellt. Der prismatiſche Meſſerkopf *a* iſt auf dem freien Ende der Welle *b* angebracht, die in feſten Lagern des Geſtelles unterſtützt iſt und von der Vorgelegswelle durch den auf *d* geführten Riemen angetrieben wird. Zur Aufnahme des Holzes dient der Tiſch *e*, der an ſenkrechten Führungen *f* des Geſtelles mittels einer Schraube *g* in bekannter Weiſe gehoben und geſenkt werden kann, wie es der Dicke des Arbeitsſtückes und des abzuſchälenden Spanes entſpricht. In dieſer Tiſchplatte ſind zwei glatte Walzen *h* feſt gelagert, die nur wenig über die Tiſchfläche nach oben hervorragen, während die darüber angeordneten geriffelten Zuführungswalzen *k* ſo angeordnet ſind, daß ſie in dem Maße nachgeben können, wie es durch die Unebenheiten der Holzoberfläche geboten iſt. Dieſe Walzen, welche durch das an dem Hebel *i* wirkende Gewicht *p* mit ſtarker Preſſung auf das darunter befindliche Holz gedrückt werden, empfangen eine langſame Umdrehung in demſelben Sinne, ſo daß ſie das Holz dem Meſſerkopfe zuführen. Dieſe Vorſchiebebewegung wird von der Vorgelegswelle durch den auf die Scheibe *l* laufenden Riemen abgeleitet, ſo daß zunächſt die Zwiſchenaxe *m* umgedreht wird, die mittels der Frictionsſcheibe *n* die ebene Scheibe *o* bewegt, von der aus weiter durch einen Riemen die darüber liegende Axe o_1 umgedreht wird. Dieſe letztere endlich dreht mit einem Wurme das Schneckenrad *r* um, deſſen Axe weiter durch Zahnräder das kleine Getriebe *q* zwiſchen den beiden Walzen bewegt. Da dieſes Getriebe in zwei gleich große, auf den Axen der Zuführungswalzen *k* befindliche Zahnräder q_1 und q_2 eingreift, ſo drehen ſich die beiden Walzen mit gleicher Geſchwindig-

Fig. 792 a.

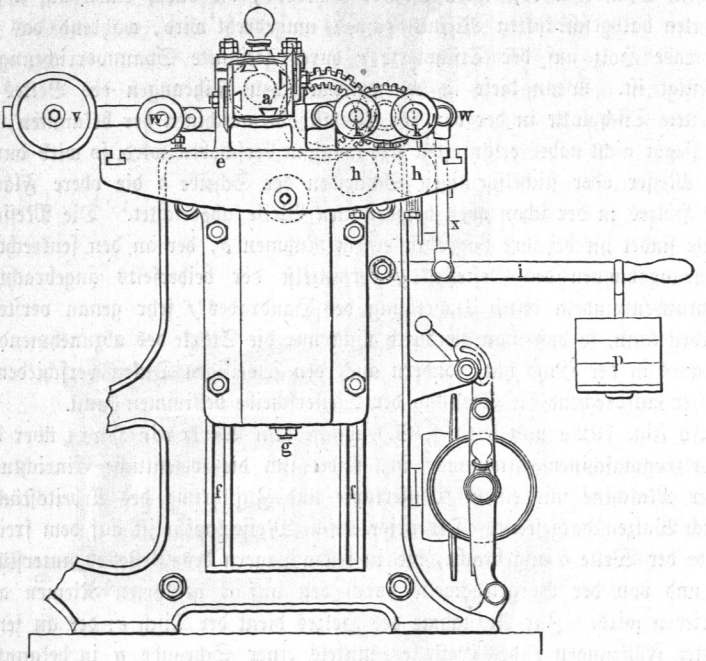
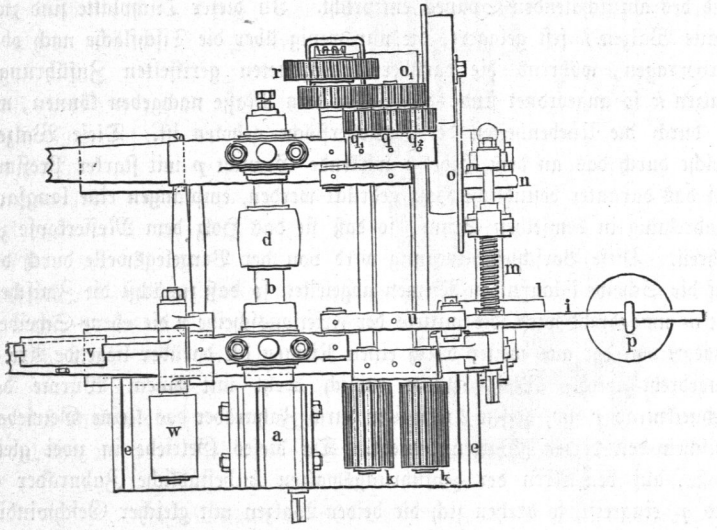


Fig. 792 b.



keit und in dem nämlichen Sinne um, wie es für die Zuführung erforderlich iſt. Die erwähnte Beweglichkeit der Zuführungswalzen k iſt dadurch gewahrt, daß die Axen dieſer Walzen durch Lager unterſtützt werden, die um die Axe des Zwiſchenrades q drehbar ſind, ſo daß jede Walze bei dem Ausweichen nach oben oder unten ſich concentriſch um die mittlere Axe des Zwiſchenrades q bewegt, alſo der Eingriff ihres Zahnrades mit q nicht geſtört wird. Die Wirkung des Belaſtungsgewichtes p dagegen wird durch das Zugſtängelchen x und den Hebel u auf die Axe des Zwiſchenrades q übertragen, von welcher aus ſie ſich zu gleichen Beträgen auf die beiden Zuführungswalzen k vertheilt. Das unter dem Meſſerkopfe a hervortretende Holz wird von einer mit dem Gewichtshebel v belaſteten Rolle w niedergehalten, um es am Erzittern zu verhindern.

Für die vorſtehende, in der Maſchinenfabrik von Gſchwindt & Zimmermann in Karlsruhe gebaute Maſchine giebt die oben angeführte Quelle eine Umdrehungszahl des Meſſerkopfes von etwa 2300 an, was bei einem Durchmeſſer des von den Meſſerkanten durchlaufenen Kreiſes gleich 0,19 m einer Geſchwindigkeit von etwa 23 m in der Secunde entſpricht. Die Vorſchiebegeſchwindigkeit läßt ſich vermöge der Verſchiebung der kleinen Frictionsſcheibe n an der größeren o innerhalb der Grenzen von 1,16 und 3,48 m in der Minute veränderlich machen, entſprechend der Dicke des Spanes und dem Widerſtande des Holzes.

Die Einrichtung einer Hobelmaſchine für Bretter zum gleichzeitigen Behobeln aller vier Langſeiten aus der Maſchinenfabrik von Gebr. Schmaltz in Offenbach[1]) iſt aus Fig. 793 a und b (a. f. S.) zu erkennen. Zur Bearbeitung ſind vier Meſſerwalzen vorhanden, von denen die beiden wagrechten a und a_1 die untere und obere Fläche des auf dem Tiſche b zugeführten Brettes hobeln, während zwei ſenkrechte Axen c und c_1 mit ſchmalen Meſſerköpfen zur Bearbeitung der Brettkanten verſehen ſind. Während die untere Walze a, welcher das von den Zuführungswalzen zugeführte Brett zuerſt zugeht, feſt in dem Geſtelle gelagert iſt, läßt ſich die obere Walze a_1 in den für die beiderſeitigen Lager angebrachten Führungen f durch Schraubenſpindeln in der bekannten Weiſe verſtellen, entſprechend den verſchiedenen Dicken der Bretter und der Stärke des Spanes. Dieſe Führungen ſind deshalb ſchräg angeordnet, um die Entfernung der Meſſerwalze von der Axe e des antreibenden Vorgeleges durch die Verſtellung möglichſt wenig zu verändern und daher in allen Stellungen mit demſelben Betriebsriemen den Betrieb zu ermöglichen.

Von den beiden ſenkrechten Meſſerwellen iſt die eine c ebenfalls feſt gelagert, während die andere c_1 der verſchiedenen Breite der zu hobelnden

---

[1]) J. Hart, Die Werkzeugmaſchinen für den Maſchinenbau.

Bretter wegen ſich durch eine Schraube in der zugehörigen Prismenführung g wagrecht verſchieben läßt. Um hierbei den Betrieb immer zu ermöglichen, iſt die Vorgelegswelle für dieſe Meſſerwelle mit einer hinreichend langen Trommel e_1 ausgerüſtet, von der ein halbgeſchränkter Riemen auf die Scheibe c_2 der Meſſerwelle c_1 läuft.

Fig. 793a.

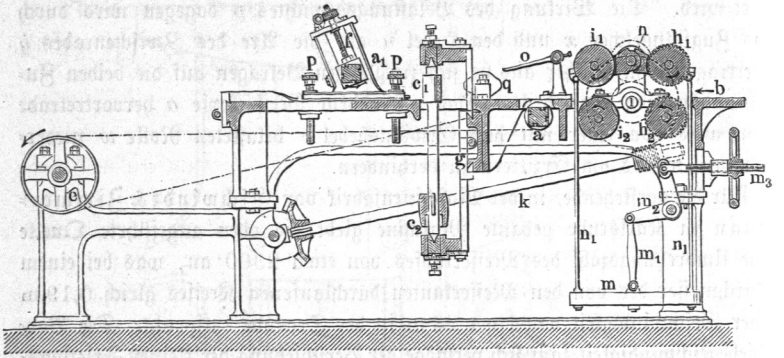
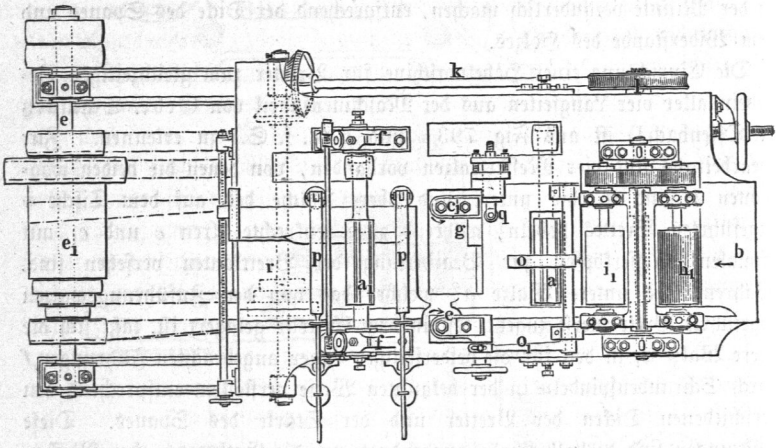


Fig. 793b.



Zur Zuführung des Brettes dienen die vier Walzen h_1 h_2 i_1 und i_2 gleicher Größe, von denen die beiden erſten h_1 und h_2 geriffelt, die hinteren i_1 und i_2 dagegen glatt gehalten ſind, und welche ſämmtlich durch Zahnräder angetrieben werden. Man erkennt aus der Figur die Bewegung der zwiſchen den beiden Unterwalzen gelagerten Welle l durch ein Schneckenrad, in das ein auf der ſchrägen Welle k befindlicher Wurm eingreift, ſowie die Umdrehung der Unterwalzen in gleichem Sinne und mit gleicher Geſchwindig-

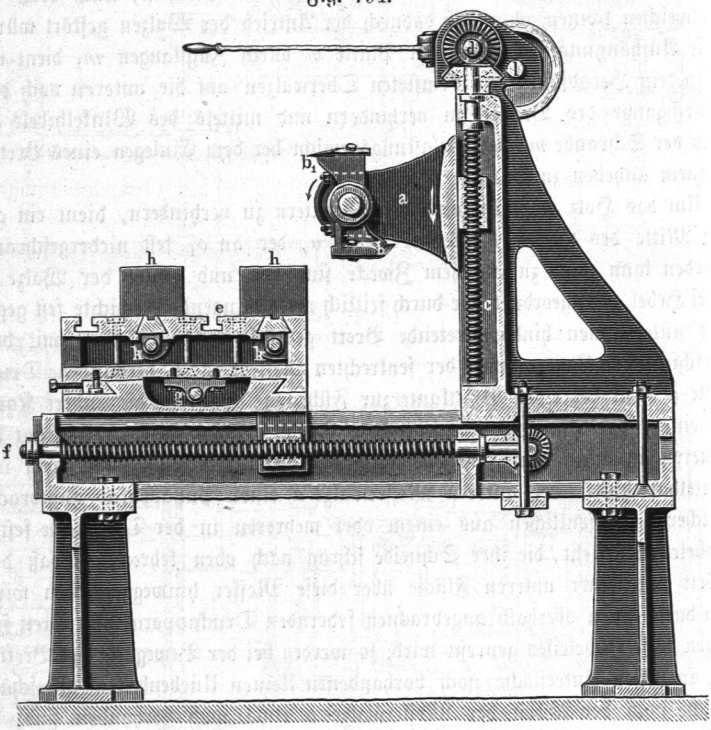
keit durch den Eingriff des auf l befindlichen Zahnrades in die Zahnräder der unteren Walzen. Die beiden oberen Walzen h_1 und i_1 dagegen erhalten in gleicher Art ihre Umdrehung von einem anderen Zahngetriebe, das von l nach entgegengeſetzter Richtung umgetrieben wird. Die Belaſtung der Oberwalzen wird hier durch die Gewichte erzielt, welche auf die Platte m gelegt werden, die mit vier Zugſtangen n_1 an den Enden von vier Hebeln angreift, die um die Axe n drehbar ſind, und auf denen die Lager der oberen Druckwalzen i_1 und h_1 angebracht ſind. Es iſt hiernach deutlich, wie die oberen Walzen, den Unebenheiten des rohen Brettes entſprechend, nach oben hin ausweichen können, ohne daß dadurch der Antrieb der Walzen geſtört würde. Die Aufhängung der belaſteten Platte m durch Zugſtangen m_1 dient nur dazu, ein Herabfallen der belaſteten Oberwalzen auf die unteren nach dem Durchgange des Brettes zu verhindern und mittels des Winkelhebels m_2 und der Schraube m_3 das Belaſtungsgewicht bei dem Einlegen eines Brettes bequem anheben zu können.

Um das Holz möglichſt an einem Erzittern zu verhindern, dient ein auf die Mitte des Holzes drückender Hebel o, der an o_1 feſt niedergeſchraubt werden kann, und zu gleichem Zwecke ſind vor und hinter der Walze a_1 zwei Hebel p angeordnet, die durch ſeitlich niederhängende Gewichte feſt gegen das unter ihnen hindurchtretende Brett gedrückt werden. Eine mit dem verſchieblichen Lagerrahmen der ſenkrechten Meſſerwelle c_1 verbundene Druckrolle q dient der einen Brettkante zur Führung, während die andere Kante an einem auf dem Tiſche angebrachten Lineal geführt wird. Man hat bei neueren amerikaniſchen Holzhobelmaſchinen dieſer Art auch wohl noch unmittelbar hinter der unteren Meſſerwalze a einen Putzapparat angebracht, welcher im weſentlichen aus einem oder mehreren in der Tiſchplatte feſten Hobeleiſen beſteht, die ihre Schneide ſchräg nach oben kehren, ſo daß das Brett mit ſeiner unteren Fläche über dieſe Meſſer hinweggeſchoben wird. Da durch einen oberhalb angebrachten federnden Druckapparat das Brett feſt gegen dieſe Hobeleiſen gepreßt wird, ſo werden bei der Bewegung des Brettes die an deſſen Unterfläche noch vorhandenen kleinen Unebenheiten abgeſchält, welche nach der Arbeit der Meſſerwalze a etwa noch vorhanden ſind, ſo daß dieſe Fläche ſchön und glatt ausfällt.

Bei der hier angeführten Maſchine giebt die angezogene Quelle als paſſende Umdrehungszahlen in der Minute für die obere Meſſerwelle 2000 und für die untere, ſowie die beiden ſeitlichen Meſſerwellen rund 1500 an, was bei einem Durchmeſſer der von den Schneiden durchlaufenen Kreiſe von 0,16 m einer Geſchwindigkeit von 16,8 und 12,7 m entſpricht. Die Vorſchiebegeſchwindigkeit, die durch Stufenſcheiben auf e und r veränderlich gemacht werden kann, beträgt zwiſchen 1 und 2,2 mm für jede Umdrehung der oberen Meſſerwalze.

Im Gegenſatze zu den bisher beſprochenen Hobelmaſchinen mit feſtliegender Meſſerwelle hat man für gewiſſe Zwecke auch die Anordnung ſo getroffen, daß das Holzſtück ganz feſt liegt, und der Schneidapparat an demſelben entlang geführt wird. Dieſe Einrichtung, die ſich namentlich empfiehlt, wenn an langen Arbeitsſtücken die Bearbeitung nur auf verhältnißmäßig kurze Längen ſich erſtrecken ſoll, findet ſich z. B. an der Zapfenſchlitzmaſchine, Fig. 794, die dem Zwecke dient, an den Enden von Balken oder Stielen die Zapfen auszuarbeiten, mit denen dieſelben in die ein-

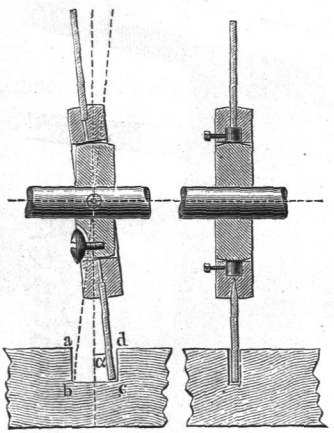
Fig. 794.



geſtemmten Zapfenlöcher von Schwellen oder ähnlichen Hölzern eingeſetzt werden ſollen. Als Werkzeug bemerkt man in dieſer Figur die wagrecht in einem conſolartigen Arme *a* gelagerte Welle, die mit zwei Hobelmeſſern *b* und b_1 ausgeſtattet iſt, deren in der Axenrichtung gemeſſener Abſtand gleich der Dicke des zu ſchneidenden Zapfens iſt. Wenn dieſe Welle durch einen Riemen ſchnell umgedreht wird und man den Träger *a* vermittelſt der ſenkrechten Schraubenſpindel *c* durch ein auf die Queraxe *d* geſtecktes Handrad langſam niederführt, ſo ſchneiden die Meſſer von dem auf der Tiſchplatte *e*

befeſtigten Balken an deſſen Ende zu beiden Seiten das Holz in ſolcher Art weg, daß in der Mitte ein zapfenartiger Vorſprung ſtehen bleibt. Die Tiſchplatte behält während dieſer Arbeit ihre Stellung unverrückt bei und die beiden zu einander ſenkrechten Verſchiebungen durch die Schraubenſpindeln f und g dienen nur dazu, dem Holze die für die Länge und Lage des Zapfens erforderliche Stellung zu geben. Zum Einſpannen des Balkens auf der Tiſchplatte werden zwei Paare von Backen h verwendet, von denen jeder einzeln durch eine Schraube k quer verſchoben und wie der Backen eines Parallelſchraubſtockes gegen das Holz gepreßt werden kann. Damit die Bewegungsübertragung auf die Meſſerwelle in allen Höhenſtellungen derſelben immer in gehöriger Art erfolge, wird der von dem Deckenvorgelege kommende Riemen, bevor er die Scheibe der Meſſerwelle umſchlingt, über zwei Leitrollen geführt, die in hinreichender Entfernung von der Meſſerwelle in deren mittlerer Höhenlage an einem feſten Ständer angebracht ſind. Um nach geſchehenem Schnitte den Meſſerapparat ſchnell wieder empor zu bewegen, dient die durch einen Riemen umgedrehte Hülfswelle l, welche durch ein für dieſen Zweck einzurückendes Räderpaar die Querwelle d und die Schraubenſpindel c umdreht. Bei dem Schneiden des Zapfens, wobei die Niederführung der Meſſerwelle, wie bemerkt, durch die Hand erfolgt, wird das gedachte Räderpaar außer Eingriff gebracht.

Fig. 795.

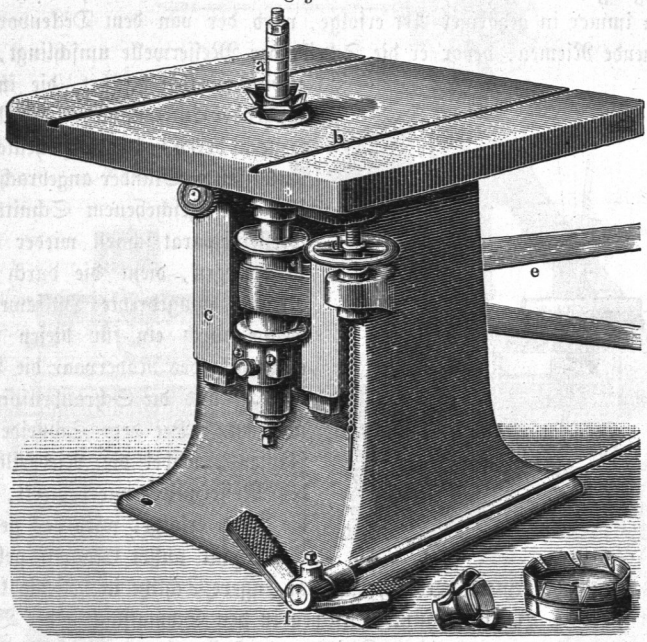


Es mag hier bemerkt werden, daß man engere Schlitze in beliebig langen Hölzern, wie z. B. die bekannten Nuthen in den Schmalflächen der Bretter auch mittels einer gewöhnlichen Kreisſäge herſtellen kann, deren Blattſtärke mit der Weite der gewünſchten Nuth übereinſtimmt. Will man dabei für eine weitere Nuth das Sägenblatt nicht in dieſer Stärke ausführen, ſo kann man ſich zu dem Zwecke auch eines gewöhnlichen dünnen Sägeblattes bedienen, ſobald man dieſes Blatt auf ſeiner Axe in einer gegen die Normalebene entſprechenden Neigung befeſtigt, Fig. 795. Nennt man dieſen Neigungswinkel α, ſo hat man die Breite der Nuth $b = 2r \sin\alpha + \delta$, wenn r den Halbmeſſer des Blattes und δ ſeine Dicke vorſtellt. Es iſt aus der Figur erſichtlich, wie ein ſo aufgeſtecktes Blatt vermöge ſeiner ſeitlichen Schwankung alles innerhalb der Nuth $abcd$ enthaltene Material in Späne verwandeln muß, und daß dabei die Seitenwände ab und dc der

Nuth zwar eben und ſenkrecht ausfallen, der Grund *bc* aber zum Halbmeſſer *r* des Sägenblattes gewölbt wird, wenn das letztere genau kreisrund iſt. Wollte man das Blatt jedoch in der ihm zu gebenden ſchrägen Stellung auf ſeiner Axe abſchleifen, in welchem Falle es eine elliptiſche Form annehmen würde, ſo wäre auch ein eben begrenzter Grund der Nuth *bc* zu erzielen.

Zur Bearbeitung kleinerer Holzſtücke, namentlich zum Kehlen, Nuthen, Falzen ꝛc. von allerlei geraden und geſchweiften Leiſten bedient man ſich in den Werkſtätten für Möbel-, Inſtrumenten- und Bildrahmenerzeugung

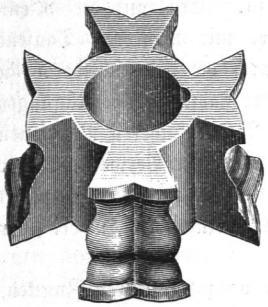
Fig. 796.



vielfach einer Kehl- oder Fräsmaſchine mit ſtehender Spindel, wie eine ſolche dem Preisverzeichniß von E. Kirchner & Co. in Leipzig entnommene in Fig. 796 dargeſtellt iſt. Die in langen Lagern ſorgfältig geführte ſenkrechte Spindel *a* tritt mit ihrem oberen, zur Aufnahme des Fräskopfes oder auch nur eines durchgeſteckten Meſſers vorgerichteten Ende über die ganz freie obere Ebene des Tiſchgeſtelles *b* heraus, und kann dadurch in die genau richtige Höhenlage geſtellt werden, daß die Lager an einem Schieber *c* angebracht ſind, der durch die Schraube *d* auf der an dem Geſtelle angebrachten Prismenführung geſenkt und gehoben werden kann. Das auf der ebenen Tiſchplatte liegende Arbeitsſtück wird aus freier Hand an der

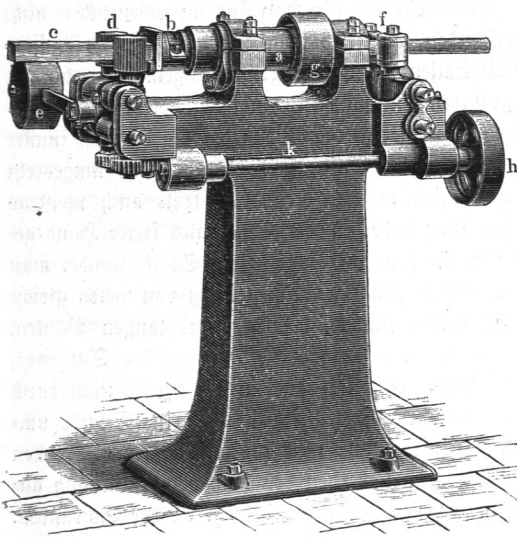
ſchnell umlaufenden Fräſe ſo vorbeigeführt, wie es die herzuſtellende Umfangsgeſtalt deſſelben bedingt, wobei eine Vorzeichnung bei geſchweiften Stücken zum Anhalte dienen kann, während man ſich für gerade Leiſten eines auf dem Tiſche befeſtigten Führungslineals bedient. Die Fräſſpindel wird durch den halbgeſchränkten Riemen *e* angetrieben, und man pflegt die Einrichtung ſo zu treffen, daß die Spindel nach Belieben rechts oder links umlaufen kann, zu welchem Zwecke die zugehörige Vorgelegswelle von der Hauptbetriebsaxe aus durch einen offenen oder gekreuzten Riemen bewegt wird, je nachdem man mit dem Fuße einen der beiden Tritte der Umſteuerwelle *f* niederdrückt. Der Grund, warum man hier die Fräſſpindel nach Belieben rechts- oder linksum laufen läßt, iſt in der Rückſicht auf den Faſernlauf des Holzes und in der zur Erzielung glatter Flächen unerläßlichen Bedingung zu erkennen, nicht gegen die Faſern zu arbeiten, wie oben angeführt wurde.

Fig. 797.



Zu dem Zwecke bedient man ſich hierbei ſolcher Fräſköpfe oder Schneidräder, die mit nach beiden Seiten gerichteten Schneiden verſehen ſind, wie ein ſolches durch Fig. 797 verſinnlicht wird.

Fig. 798.



In eigenthümlicher Weiſe wirkt die in Fig. 798 dargeſtellte Maſchine zur Herſtellung cylindriſcher Stäbe, wie dieſelben als Hammerſtiele, Rouleauxſtäbe u. ſ. w. vielfach gebraucht werden. Die Fräſſpindel *a* iſt hierbei hohl, um den erzeugten Stab durch ihr Inneres hindurchgehen zu laſſen und der am freien Ende der Spindel aufgeſteckte Meſſerkopf *b* iſt ebenfalls hohl und mit zwei Hobelmeſſern verſehen, die ihre Schneiden nach innen kehren. Wird der roh zugeſchnittene vierkantige Stab *c* den geriffelten Zuführungswalzen *d*

dargeboten, die durch das Gewicht *e* feſt gegen denſelben gepreßt werden, ſo ſchieben ſie ihn, vermöge ihrer langſamen Umdrehung, ſelbſtändig in den Meſſerkopf hinein, deſſen ſchnell umlaufende Meſſer den cylindriſchen Kern herausſchälen. Der gerundete Stab gelangt darauf zwiſchen die Abführungswalzen *f*, die ihn vollſtändig aus der Maſchine herausziehen, auch wenn er durch die Einführungswalzen hindurchgetreten iſt. Ein auf die Riemſcheibe *g* geführter Riemen dreht die Spindel mit mehreren Tauſend Umdrehungen in der Minute um, während durch die Riemſcheibe *h* die Zwiſchenwelle *k* bewegt wird, welche durch geeignete Zahnräderübertragungen die Walzen zur Zu- und Abführung umdreht. Bei einfacheren Maſchinen dieſer Art, wie ſie beiſpielsweiſe in Schneidemühlen zur Verwerthung der bei dem Beſäumen der Bretter entſtehenden Abfälle gebraucht werden, pflegt man auch wohl die Stäbe einfach aus freier Hand vorzuſchieben, wobei jeder Stab den vorhergehenden vor ſich her ſchiebt.

Die ſonſt noch gebrauchten Maſchinen, die zu ganz beſonderen Zwecken, wie z. B. zum Zinkenſchneiden, oder bei der Herſtellung von Fäſſern, Rädern, Parquetböden u. ſ. w., verwendet werden, können hier übergangen werden.

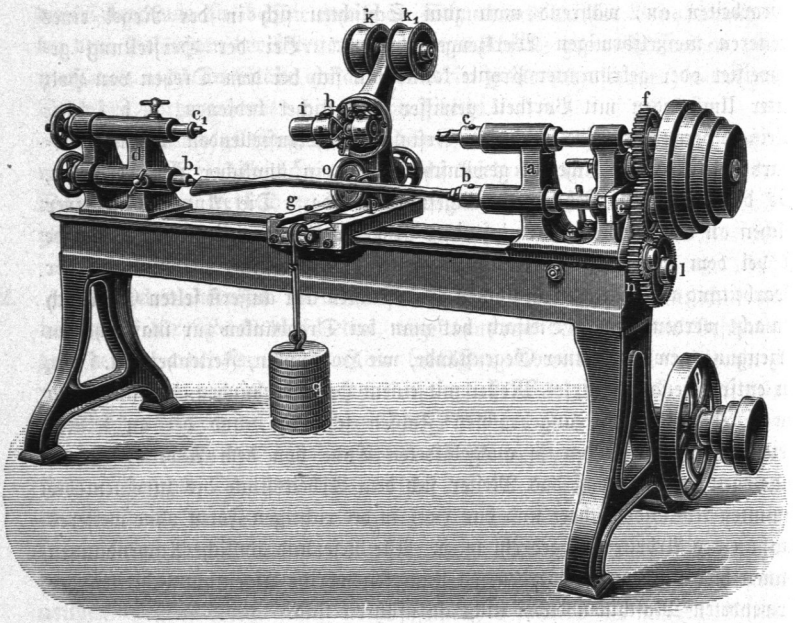
§. 202. **Copirdrehbänke.** Die Drehbänke für Holz ſind im weſentlichen nicht von denen für Metall verſchieden, abgeſehen von den durch die Beſchaffenheit der verarbeiteten Materialien bedingten Abweichungen. Hierhin iſt zunächſt der wegen der größeren Umfangsgeſchwindigkeit hölzerner Arbeitsſtücke mögliche Wegfall des Vorgeleges zu rechnen, ſo daß die Spindel immer unmittelbar durch den auf ihre Stufenſcheibe geführten Riemen umgedreht wird. Bei den kleineren Drehbänken des Drechslers fehlt auch meiſtens der Support, da die Bearbeitung dabei in der Regel aus freier Hand geſchieht. Nur bei Drehbänken für ſehr lange oder große Stücke wendet man den Support an, ebenſo bei der maſſenhaften Darſtellung von vielen gleichartigen Gegenſtänden. In dieſen Fällen, beſonders bei langen Bänken, findet ſich auch die Leitſpindel zur ſelbſtthätigen Verſchiebung des Supports, wobei dieſe Leitſpindel von der Drehſpindel aus in der Regel nicht durch Wechſelräder, ſondern ebenfalls durch einen Riemen oder eine Schnur umgedreht wird. Dies iſt deswegen möglich, weil es in den meiſten Fällen nicht auf ſo große Genauigkeit und Sicherheit der Supportverſchiebung ankommt, wie bei der Herſtellung vieler Metallarbeiten, z. B. der Schrauben. Nur in wenigen Fällen, z. B. wenn es ſich darum handelt, ſäulenförmige Gegenſtände mit ſchraubenförmig gewundenen Furchen oder Vertiefungen zu verſehen, wie beiſpielsweiſe bei Treppenpfoſten oft geſchieht, kann man die Umdrehung der Leitſpindel von der Drehſpindel durch Zahnräder nicht wohl entbehren.

Auch die Stichel und ſonſtigen Schneidwerkzeuge unterſcheiden ſich von den für Metall gebräuchlichen ebenſo wie die Hobeleiſen von den Hobelſticheln durch die ſchärfere Form oder den kleineren Keilwinkel, der etwa zwiſchen 20 und 30° ſchwankt. Zum Vorarbeiten (Schroten oder Schroppen) des rohen Arbeitsſtückes bedient man ſich dabei meiſtens eines mit bogenförmiger Schneide verſehenen Werkzeuges, der ſogenannten Röhre, das im weſentlichen aus einem rinnenförmig geſchmiedeten geraden Stahlſtücke beſteht, deſſen Ende unter dem vorbeſagten Winkel von außen her angeſchliffen wird, ſo daß die Schlifffläche ungefähr die Form einer Kegelfläche annimmt. Zuweilen auch wendet man V-förmige Schneiden zum Vorarbeiten an, während man zum Schlichten ſich in der Regel eines breiteren meißelförmigen Werkzeuges bedient. Bei der Herſtellung geſchweifter oder gekrümmter Profile kann man ſich bei dem Drehen von Holz unter Umſtänden mit Vortheil gewiſſer Formſtichel bedienen, d. h. ſolcher Meißel, deren Schneide nach der Geſtalt des herzuſtellenden Profils ausgearbeitet iſt und welche die gewünſchte Form in ähnlicher Art herſtellen, wie dies von den Kehlhobeln angeführt wurde. Die Anwendung einer ſolchen an dem Arbeitsſtücke auf einer größeren Länge anliegenden Schneide iſt bei dem geringeren Widerſtande des Holzes möglich, während bei der Bearbeitung von Metall von ſolchen Formſticheln nur äußerſt ſelten Gebrauch gemacht werden kann. Vielfach hat man bei Drehbänken zur maſſenhaften Erzeugung gewiſſer kleiner Gegenſtände, wie Holzſpulen, Feilenhefte u. ſ. w., ein entſprechend profilirtes Meſſer mit einem Hebel verbunden, der um einen am Drehbanksgeſtelle angebrachten Zapfen ſchwingt, und der an ſeinem freien, zu einem Handgriffe ausgebildeten Ende von dem Arbeiter einfach angezogen wird, ſo daß das Meſſer ſich dem Arbeitsſtücke bis zu einem beſtimmten Abſtande nähert und das Holz in der richtigen Form ohne weiteres Zuthun des Arbeiters abgedreht wird. Alle dieſe und ähnliche Anwendungen können hier übergangen werden, da bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten der verwendeten Maſchinen dabei nicht anzuführen ſind.

Dagegen erſcheint es erforderlich, einer gewiſſen Claſſe von Maſchinen hier Erwähnung zu thun, die vielfach dazu verwendet werden, ſogenannte unrunde Gegenſtände herzuſtellen, d. h. ſolche, welche, wie z. B. Schuhleiſten, Gewehrſchäfte, Radſpeichen u. ſ. w., an verſchiedenen Stellen ihrer Länge verſchiedene und von der Kreisform abweichende Querſchnitte zeigen. Bei allen hierzu dienenden Maſchinen bedient man ſich eines vorhandenen Muſters oder Modells, welches dazu benutzt wird, dem ſchneidenden Werkzeuge eine ſolche Bewegung in Bezug auf das Arbeitsſtück zu geben, daß an dem letzteren eine Form hergeſtellt wird, die entweder mit der des Modells vollkommen übereinſtimmend, oder ihr doch in gewiſſer Beziehung ähnlich iſt. Es handelt ſich alſo darum, von dem zu Grunde gelegten Modelle

gewiſſe Copien herzuſtellen, weshalb man dieſe Maſchinen Copirmaſchinen nennt, und weil das Arbeitsſtück dabei einer Umdrehung um ſeine Axe ausgeſetzt wird, ſo gebraucht man wohl auch den Ausdruck Copirdrehbänke oder Copirbänke für die zugehörigen Maſchinen. Es muß indeſſen hierbei bemerkt werden, daß bei dieſer Bezeichnung nicht an eine ebenſolche Bearbeitung gedacht werden darf, wie ſie in den §§. 173 bis 175 bei der Beſprechung des Curvenſupports oder der Drehbänke für unrunde Gegenſtände angeführt worden iſt, indem hier niemals ein feſtſtehender Stichel, ſondern immer eine ſchnell umgedrehte Fräſe als ſchneidendes Werkzeug

Fig. 799.



angewendet wird. Aus der Einrichtung dieſer Maſchinen wird ſich der Grund hierfür unſchwer erkennen laſſen. Die Anordnung und Wirkungsweiſe dieſer Maſchinen wird am einfachſten aus einem Beiſpiele klar, als welches die Maſchine Fig. 799 gewählt werden möge.

Die Figur zeigt in dem Spindelkaſten *a* der ungefähr wie eine Drehbank angeordneten Maſchine zwei parallele Spindeln *b* und *c* angebracht, denen gegenüber die feſten Spitzen b_1 und c_1 in dem Reitſtocke *d* angeordnet ſind. Durch zwei gleiche Zahnräder *e* und *f* werden die beiden Spindeln *b* und *c* mit gleicher Geſchwindigkeit umgedreht, und zwar nach entgegengeſetzten Richtungen, wenn dieſe Räder, wie hier angenommen iſt, unmittelbar in ein-

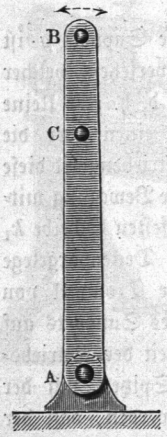
ander eingreifen. Es iſt übrigens erſichtlich, daß man zur Umdrehung der beiden Spindeln in derſelben Richtung nur nöthig hat, die beiden Zahnräder e und f in ein gemeinſchaftliches drittes Rad von beliebiger Größe eingreifen zu laſſen, von welchem beide Spindeln umgedreht werden. Zwiſchen die untere Spindel b und ihre Spitze b_1 wird das zur Anwendung kommende Modell eingelegt, welches in der Figur durch einen Gewehrſchaft dargeſtellt iſt, während die obere Spindel c zwiſchen ihrem Dreiſpitz und der zugehörigen Reitſtockſpitze c_1 das Holzſtück aufnimmt, aus welchem die betreffende Copie des Modelles hergeſtellt werden ſoll. In der Figur iſt dieſes Holzſtück, welchem zuvor durch Handarbeit eine einigermaßen angenäherte Geſtalt gegeben wird, nicht beſonders gezeichnet. Beide Theile, das Modell wie das Arbeitsſtück, werden mit den betreffenden Spindeln b und c ſo verbunden, daß ſie, wie bei der gewöhnlichen Drehbank, gezwungen ſind, ſich an der Umdrehung dieſer Spindeln zu betheiligen.

Der auf den Geſtellwangen der Drehbank verſchiebliche Support g iſt mit einem quer zur Längsrichtung beweglichen Schieber p verſehen, welcher in der Höhe der oberen Spindel c ein Schneidrad h trägt, d. h. eine kleine Fräſe mit mehreren meſſerförmigen Schneiden, die durch einen über die Rolle i geführten Riemen ſehr ſchnell umgedreht wird. Angetrieben wird dieſe Fräſe von der Rolle k, die feſt auf ihrer Axe ſitzt, ſo daß ſie die Bewegung mitmachen muß, welche der anderen auf derſelben Axe ſitzenden feſten Scheibe k_1 durch den Betriebsriemen mitgetheilt wird, der von einem Deckenvorgelege darauf geführt wird. Da dieſe Deckenvorgelegswelle eine Trommel von einer Länge trägt, welche ungefähr der Längsverſchiebung des Supports auf den Drehbankswangen gleich iſt, ſo iſt hierbei die Möglichkeit der Betriebsübertragung gegeben, an welcher Stelle zwiſchen den Spitzen ſich der Support g auch befinden möge. Es mag noch bemerkt werden, daß der Support in der bekannten Art durch eine zwiſchen den Geſtellwangen gelagerte Leitſpindel l gleichmäßig der Länge nach verſchoben wird, ſobald dieſe Leitſpindel durch die Wechſelräder n mit den Spindeln b und c verbunden wird, alſo bei deren Umdrehung ſich ebenfalls umdrehen muß.

Der gedachte Querſchieber p trägt ferner unterhalb des Schneidrades in der Höhe der unteren Spindel b einen Anſchlagknaggen in der Form einer glattrandigen Scheibe o, welche durch ein den Querſchlitten nach innen ziehendes Gewicht q beſtändig gegen das Modell gedrückt wird. Es iſt hiernach erſichtlich, wie bei einer Umdrehung des Modells der Querſchlitten eine von der Querſchnittsgeſtalt des erſteren an der Berührungsſtelle mit dem Anſchlagknaggen abhängige Hin- und Herſchwingung macht, an welcher ſich auch das Schneidrad h betheiligen muß. In Folge dieſer Verſchiebung des Schneidrades wird daher das Arbeitsſtück an der betreffenden Stelle in einer von der Form des Modelles abhängigen Weiſe bearbeitet werden.

Wenn hierbei die Anordnung ſo getroffen wird, daß der Berührungspunkt, in welchem der Anſchlag oder Daumen o das Modell berührt, von deſſen Drehaxe bb_1 genau denſelben Abſtand hat, wie der Umfang des Schneidrades von der Drehaxe des Arbeitsſtückes cc_1, ſo nimmt das letztere offenbar eine Geſtalt an, die mit der des Modelles congruent iſt, ſobald auch die Umdrehungsrichtung der beiden Spindeln b und c dieſelbe iſt. Dagegen wird bei der Umdrehung nach entgegengeſetzten Richtungen, wie in der Figur vorausgeſetzt iſt, die erzeugte Form ſymmetriſch zu der des Modelles ſein. Würde beiſpielsweiſe die vorſtehende Maſchine zur Herſtellung von Schuhleiſten gebraucht werden, ſo müßte, falls das angewandte Modell dem rechten Fuße entſpräche, die dem Arbeitsſtücke mitgetheilte Form für den linken Fuß paſſen und umgekehrt. Selbſtverſtändlich iſt hierin ein Unterſchied nicht vorhanden, wenn die Form des Modelles ſelbſt in Bezug auf eine Längsebene eine ſymmetriſche iſt, wie dies z. B. für Radſpeichen, Piſtolenſchäfte u. ſ. w. gilt.

Fig. 800.



Man hat dieſe Maſchinen vielfach auch ſo ausgeführt, daß der bewegliche Querſchieber durch einen ſchwingenden Rahmen AB, Fig. 800, erſetzt wird, der zwiſchen Spitzen in B das Modell und bei C das Arbeitsſtück trägt und deſſen Drehzapfen A an dem Geſtelle feſt ſind. Wenn man daher den das Schneidrad und den Anſtoßknaggen tragenden Support der Länge nach verſchiebt, ſo wird der Rahmen AB durch die Geſtalt des Modelles zu den erforderlichen Schwingungen genöthigt. Bei einer ſolchen Anordnung kann natürlich die erzeugte Form nicht mit der des Modelles übereinſtimmen, vielmehr werden alle zur Längsaxe ſenkrechten Abmeſſungen des Arbeitsſtückes in dem Verhältniß der Hebelarme $AC:AB$ verjüngt erſcheinen, während die Längenabmeſſungen übereinſtimmen. Hierauf iſt daher bei der Geſtaltung des Modelles Rückſicht zu nehmen.

Die auf ſolchen Maſchinen erzeugten Gegenſtände ſind nicht ſogleich mit ſo glatten Flächen verſehen, wie dies meiſt gewünſcht wird, indem die ganze Art der Bearbeitung die Anwendung von glättenden Schlichtmeſſern ausſchließt, ſo daß die Spuren der einzelnen Schnitte noch ſichtbar ſind und durch anderweite Bearbeitung entfernt werden müſſen. Abgeſehen hiervon, iſt auch klar, daß die auf ſolchen Maſchinen überhaupt herſtellbaren Formen einer gewiſſen Beſchränkung unterworfen ſind, inſofern als das Schneidrad natürlich niemals eine Fläche herſtellen kann, deren Krümmungshalbmeſſer in der zur Axe ſenkrechten Ebene gemeſſen kleiner iſt, als der Halbmeſſer des Schneidrades. Wollte man daher auf einer derartigen Maſchine Gegen-

ſtände mit kleineren Krümmungen und vielleicht gar ſcharfen Einſchnitten herſtellen, ſo würde die Maſchine höchſtens zur rohen Vorarbeit dienen können.

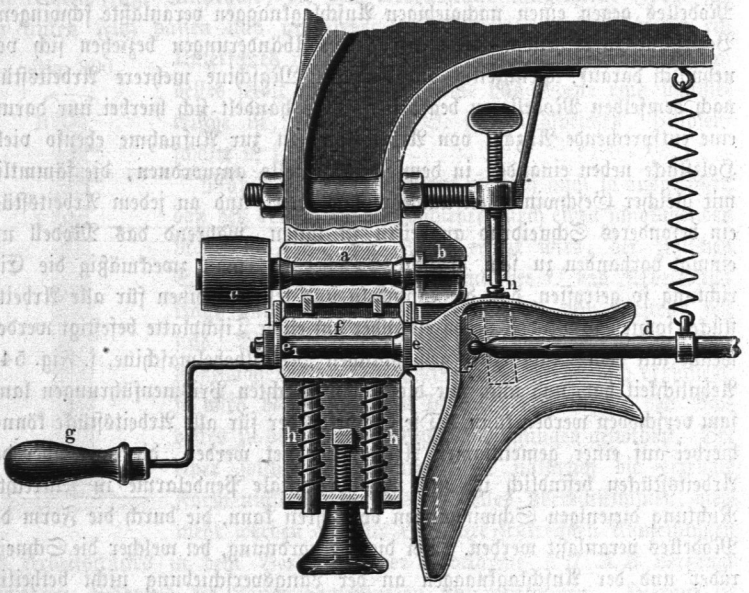
Daß man ſich anſtatt des Schneidrades nicht wohl eines gewöhnlichen Drehſtichels bedienen kann, wie er bei der Drehbank verwendet wird, geht daraus hervor, daß in ſolchem Falle das Arbeitsſtück und alſo auch das Modell mit Rückſicht auf die gute Wirkung des Stichels ſo ſchnell umgedreht werden müßte, daß auf die erforderliche ſchwingende Bewegung des Schlittens nicht mit Sicherheit zu rechnen wäre.

Man hat dieſe Maſchinen in mannigfacher Weiſe verändert, dabei aber ſtets daran feſtgehalten, dem Schneidrade eine durch die Wirkung eines Modelles gegen einen nachgiebigen Anſchlagknaggen veranlaßte ſchwingende Bewegung zu ertheilen. Die getroffenen Abänderungen beziehen ſich vornehmlich darauf, gleichzeitig auf derſelben Maſchine mehrere Arbeitsſtücke nach demſelben Modelle zu bearbeiten. Es handelt ſich hierbei nur darum, eine entſprechende Anzahl von Arbeitsſpindeln zur Aufnahme ebenſo vieler Holzſtücke neben einander in demſelben Geſtelle anzuordnen, die ſämmtlich mit gleicher Geſchwindigkeit umgedreht werden, und an jedem Arbeitsſtücke ein beſonderes Schneidrad angreifen zu laſſen, während das Modell nur einmal vorhanden zu ſein braucht. Dabei hat man zweckmäßig die Einrichtung ſo getroffen, daß die Spindeln und feſten Spitzen für alle Arbeitsſtücke, ſowie das Modell neben einander auf einer Tiſchplatte befeſtigt werden, welche mit dem Tiſche einer gewöhnlichen Metallhobelmaſchine, ſ. Fig. 546, Aehnlichkeit hat, und auch wie dieſe in wagrechten Prismenführungen langſam verſchoben werden kann. Die Schneidräder für alle Arbeitsſtücke können hierbei auf einer gemeinſamen Axe angeordnet werden, die quer über den Arbeitsſtücken befindlich iſt und um horizontale Pendelarme in ſenkrechter Richtung diejenigen Schwingungen vollführen kann, die durch die Form des Modelles veranlaßt werden. Bei dieſer Anordnung, bei welcher die Schneidräder und der Anſchlagknaggen an der Längsverſchiebung nicht betheiligt ſind, erzielt man den beſonderen Vortheil, daß die Meſſer der Schneidräder hierbei, wie diejenigen der gewöhnlichen Walzenhobelmaſchinen nach der Richtung der Faſern arbeiten, ſo daß im Allgemeinen glattere Flächen erwartet werden dürfen, als bei der Anwendung von Schneidrädern, deren Meſſer das Holz, wie bei der Maſchine Fig. 799, ſenkrecht zu der Faſerrichtung angreifen. Demnach erſcheint die für derartige Maſchinen gewählte Bezeichnung Copirhobelmaſchinen gerechtfertigt, inſofern dieſe Maſchinen in ähnlicher Art arbeiten, wie die vorbeſprochenen Holzhobelmaſchinen.

Hier können auch diejenigen Maſchinen erwähnt werden, deren man ſich bei der fabrikmäßigen Herſtellung von Schuhen und Stiefeln bedient, um die aus mehreren Lederlagen zuſammengenagelten Abſätze auf der äußeren Umfläche zu bearbeiten. Als wirkſames Werkzeug dient hierbei eine Fräſe

oder ein auf der Axe *a*, Fig. 801[1]), befindliches Schneidrad *b*, deſſen Meſſer an ihren ſchneidenden Kanten nach dem Profil des herzuſtellenden Abſatzes geformt ſind, und welches durch die Riemenrolle *c* ſchnell umgedreht wird. Der mit dem rohen Abſatze verſehene Schuh wird durch den Druck einer Spindel *d* feſt gegen eine Metallplatte *e* gepreßt, die an dem freien Ende der in ihrem Lager drehbaren Axe *f* angebracht iſt, ſo daß man durch Umdrehen dieſer Axe mittels der Handhabe *g* dem Schuh die erforderliche Drehung um etwa 180 Grad ertheilen kann. Da nun aber der Abſatz eine von der Form eines Umdrehungskörpers abweichende Geſtalt hat, ſo

Fig. 801.

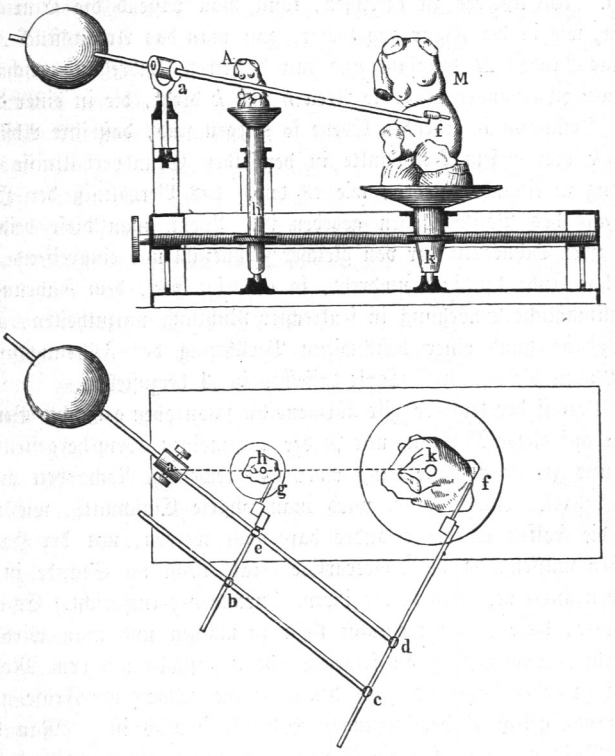


iſt das Lager der Axe *f* in ſenkrechter Richtung nachgiebig gemacht, indem es in einem Schlitze auf- und abſteigen kann. Durch die unter dem Lager angebrachten Federn *h* wird erſteres beſtändig nach oben gepreßt, ſo daß es ſich mit den beiden Formplatten *e* und e_1 gegen die Backen *l* eines gabelförmigen Hebels lehnt, der an dem Geſtelle feſt eingeſtellt iſt. Da dieſe Formplatten eine der Grundrißform des Abſatzes entſprechende Geſtalt haben, ſo verändern ſie den Abſtand der Axe *f* und des Abſatzes von dem Schneidrade in ſolcher Art, wie es für die Herſtellung des unrunden Abſatzes erforderlich iſt. Ein über die Kappe des Schuhes geſchobener Bügel, der ſich gegen den feſten Anſchlag *n* lehnt, dient dabei zur ſicheren Führung des Schuhes.

[1]) D. R.-P. Nr. 535.

Man hat die Maſchinen auch ſo eingerichtet, daß ſie ſich zur Herſtellung von Reliefarbeiten nach vorhandenen Modellen eignen, ſo daß man mit denſelben allerlei Gegenſtände der Bildhauerkunſt, wie Büſten, Medaillons, Figuren u. ſ. w., erzeugen kann. Hierzu iſt es nöthig, daß man dem arbeitenden Werkzeuge, als welches man hier eine kleine Stirnfräſe mit halbkugelig gebildeter Arbeitsfläche verwendet, die freie Beweglichkeit nach allen drei Richtungen des Raumes wahrt, und die Verſchiebungen nach dieſen Richtungen

Fig. 802.



abhängig macht von den gleichgerichteten Abmeſſungen des Modelles, welches ebenſo, wie bei den vorgedachten Maſchinen, gegen einen beweglichen Anſchlagſtift wirkt. Zur Verjüngung bedient man ſich dabei des bekannten und in Th. II beſprochenen Pantographen. Zu dem Ende richtet man dieſes Inſtrument, wie es zur Verjüngung von Zeichnungen gewöhnlich gebraucht wird, ſo ein, daß die Parallelogrammverbindung *bcde*, Fig. 802, ſich um den feſten Punkt *a* nicht nur in einer Ebene, ſondern räumlich nach allen Richtungen beliebig drehen kann, was man dadurch erreicht, daß

man in a ein Kugelgelenk oder eine nach der Art des Univerſalgelenkes aus zwei ſich rechtwinkelig ſchneidenden Drehaxen beſtehende Verbindung anordnet. Wenn dann in f ein führender Anſchlagſtift mit abgerundeter Spitze und in g der Kopf einer kleinen Stirnfräſe angebracht wird, die man durch eine geeignete Schnurführung in allen von ihr eingenommenen Stellungen ſchnell umdreht, ſo bearbeitet dieſe Fräſe aus dem rohen Arbeitsſtücke eine dem Modelle M ähnliche Copie, ſobald man den Führungsſtift f nach und nach möglichſt mit allen Punkten des Modelles in Berührung bringt. Um letzteres zu erreichen, kann man paſſend die Einrichtung ſo treffen, wie in der Figur angedeutet, daß man das Arbeitsſtück A ſowohl, wie das Modell M langſam und mit derſelben Umdrehungsgeſchwindigkeit um zwei zu einander parallele Axen h und k dreht, die in einer durch den feſten Drehpunkt a gehenden Ebene ſo gelegen ſind, daß ihre Abſtände ah und ak von dieſem Drehpunkte in demſelben Grundverhältniſſe der Verjüngung zu einander ſtehen, wie es durch das Verhältniß der Hebelarme $ae : ad$ des Pantographen gegeben iſt. Wenn man dieſe beiden Axen durch zwei Schneckenräder von gleicher Zähnezahl und eingreifende Schrauben ohne Ende langſam umdreht, ſo erübrigt nur, dem Führungsſtifte f eine allmähliche Bewegung in ſenkrechter Richtung mitzutheilen, um unter der Vorausſetzung einer beſtändigen Berührung des Führungsſtiftes mit dem Modell die verlangte Copie deſſelben in A herzuſtellen.

In Betreff der letzteren gilt übrigens die ſchon oben gemachte Bemerkung, daß ſie auf dieſer Maſchine nur in der allgemeinen Form hergeſtellt werden kann und zu ihrer Vollendung einer entſprechenden Nacharbeit aus freier Hand bedarf. Insbeſondere wird man ſcharfe Einſchnitte, wie ſie etwa durch die Falten eines Gewandes dargeſtellt werden, mit der Hand nachſchneiden müſſen, da die bohrerartige Fräſe nicht im Stande iſt, engere Zwiſchenräume herzuſtellen, als ihrem Durchmeſſer entſpricht. Es empfiehlt ſich daher, dieſe Fräſe möglichſt klein zu machen und man wird paſſend auch dem Führungsſtifte an ſeiner Berührungsfläche mit dem Modell eine Geſtalt zu geben haben, die mit der wirkſamen Fläche der Fräſe nach dem zu Grunde gelegten Verjüngungsverhältniſſe ähnlich iſt. Man hat derartige Maſchinen auch für die Maſſenerzeugung ſo eingerichtet, daß gleichzeitig eine größere Anzahl von Fräſen ebenſo viele verjüngte Copien nach demſelben Modell herſtellen. Zur Anfertigung vergrößerter Copien nach einem kleineren Modelle eignen ſich dieſe Maſchinen im allgemeinen nicht, da hierbei auch die unvermeidlichen Ungenauigkeiten entſprechend größer auftreten, ſo daß die Copie weſentlich verzerrt erſcheint.

§. 203. **Gewindeſchneiden.** Eine beſondere Betrachtung erfordert die Herſtellung der Schraubengewinde und die Einrichtung der hierzu dienenden

Schrauben- oder Gewindeſchneidmaſchinen. Es iſt dabei nicht an die Herſtellung der Schraubengewinde auf der Drehbank mit Hülfe der Leitſpindel gedacht, da es dort in der Hauptſache nur auf die richtige Auswahl der zur Leitſpindelbewegung dienenden Wechſelräder ankommt, worüber in §. 171 das Nähere angeführt worden iſt. Im allgemeinen werden auf der Drehbank vorzugsweiſe die Schraubenſpindeln von größerer Länge und Stärke hergeſtellt, deren Gewinde meiſtens ein flaches, d. h. ein im Querſchnitt rechteckiges zu ſein pflegt, wogegen die kürzeren und dünneren Schrauben, wie ſie zur Befeſtigung ſo vielfach verwendet werden, mit beſonderen Werkzeugen hergeſtellt werden, deren Wirkungsart in mehrfacher Hinſicht von derjenigen der bisher beſprochenen Werkzeuge abweicht.

Bekanntlich werden dieſe Schrauben aus praktiſchen Gründen nicht in willkürlichen Verhältniſſen ausgeführt, ſondern man verwendet allgemein nur Schrauben von ganz beſtimmten Durchmeſſern und Steigungsverhältniſſen, in Betreff deren man verſchiedentlich Zuſammenſtellungen vereinbart hat, die unter dem Namen Gewindeſyſteme bekannt ſind. Es genügt für den hier vorliegenden Zweck, die drei hauptſächlich in Betracht kommenden Syſteme durch die folgenden Bemerkungen zu kennzeichnen.

Das von Whitworth aufgeſtellte und nach ihm benannte Syſtem legt für den Querſchnitt der Gewinde die durch Fig. 803 (a. f. S.) angegebenen Verhältniſſe zu Grunde, während der Durchmeſſer D des Bolzens (außen) und derjenige d des Kerns (innen), ſowie die zugehörige Ganghöhe in der Tabelle A. (a. f. S.) für die hauptſächlichſten Nummern angeführt ſind. Dieſes in England allgemein angewandte Syſtem hat zur Zeit auch in Deutſchland und überhaupt in Europa die größte Verbreitung gefunden.

In Amerika wird faſt ebenſo allgemein das von Sellers aufgeſtellte Syſtem zur Anwendung gebracht, wie es durch Fig. 804 (a. f. S.) und die Tabelle B. (a. f. S.) verſinnlicht wird. Die in beiden Tabellen angeführten Abmeſſungen beziehen ſich auf das engliſche Maß.

Dem gegenüber legt das aus den Verhandlungen des Vereins deutſcher Ingenieure nach den Vorſchlägen von Delisle hervorgegangene Syſtem, wie es durch Fig. 805 (a. f. S.) und die Tabelle C. (a. S. 1179) verſinnlicht wird, das metriſche Maß zu Grunde.

Außerdem beſtehen noch beſondere, durch Vereinbarung oder den Gebrauch feſtgeſetzte Syſteme für die ſogenannten Gasrohrgewinde, wofür aus leicht erſichtlichen Gründen die Gangtiefe t und die Ganghöhe h im allgemeinen kleiner gewählt werden, als ſie ſich nach den nachſtehenden Tabellen für Schraubenbolzen von gleichem Durchmeſſer ergeben. Man erſieht aus dem Nachfolgenden, daß die Querſchnittsform der Gewinde bei allen dieſen Syſtemen der Hauptſache nach durch gleichſeitige Dreiecke dargeſtellt wird, bei welchen die ſcharfen Ecken in dem Whitworth'ſchen Syſteme kreis-

bogenförmig und in den beiden anderen Syſtemen geradlinig abgeſtumpft ſind. Weiter auf die Eigenthümlichkeiten dieſer verſchiedenen Syſteme hier einzugehen, iſt nicht nöthig.

Fig. 803.

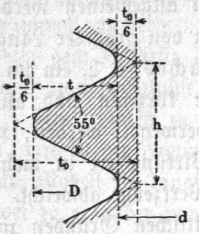


Fig. 804.

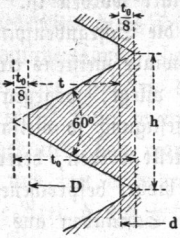
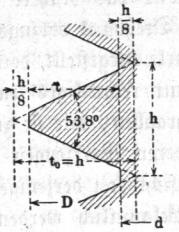


Fig. 805.



A. Whitworth'ſches Gewindeſyſtem (vergl. Fig. 803[1]).

D = Bolzendurchmeſſer. d = Kerndurchmeſſer. z = Anzahl der Gewinde auf 1″ engl.

D	d	z	D	d	z	D	d	z
1/4	0,186	20	1 1/8	0,942	7	2	1,716	4 1/2
3/8	0,295	16	1 1/4	1,067	7	2 1/4	1,930	4
1/2	0,393	12	1 3/8	1,162	6	2 1/2	2,180	4
5/8	0,509	11	1 1/2	1,287	6	2 3/4	2,384	3 1/2
3/4	0,622	10	1 5/8	1,369	5	3	2,634	3 1/2
7/8	0,733	9	1 3/4	1,494	5	3 1/2	3,107	3 1/4
1	0,840	8	1 7/8	1,591	4 1/2	4	3,573	3

B. Sellers'ſches Gewindeſyſtem (vergl. Fig. 804).

D = Bolzendurchmeſſer. z = Anzahl der Gewinde auf 1″ engl.

D	z	D	z	D	z	D	z
1/4	20	7/8	9	1 1/2	6	2 1/4	4 1/2
3/8	16	1	8	1 5/8	5 1/2	2 1/2	4
1/2	13	1 1/8	7	1 3/4	5	2 3/4	4
5/8	11	1 1/4	7	1 7/8	5	3	3 1/2
3/4	10	1 3/8	6	2	4 1/2	3 1/2	3 1/4

[1]) ſ. u. A.: Des Ingenieurs Taſchenbuch, herausgeg. v. Ver. „Die Hütte“.

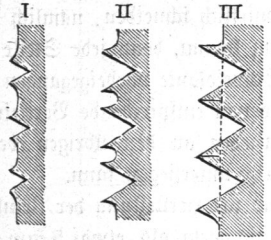
C. Metrisches Gewindesystem (Delisle) (vergl. Fig. 805).

D = Bolzendurchmesser. d = Kerndurchmesser. h = Ganghöhe in mm.

D	d	h	D	d	h	D	d	h
5	3,5	1,0	14	11,3	1,8	26	21,2	3,2
6	4,5	1,0	16	13,0	2,0	28	23,2	3,2
7	5,2	1,2	18	14,7	2,2	30	24,6	3,6
8	6,2	1,2	20	16,4	2,4	32	26,6	3,6
9	6,9	1,4	22	17,8	2,8	36	30,0	4,0
10	7,9	1,4	24	19,8	2,8	40	33,4	4,4
12	9,6	1,6						

Das schon seit langer Zeit gebräuchliche Werkzeug zur Erzeugung der Gewindegänge auf einem cylindrisch gearbeiteten Bolzen, das sogenannte Schneideisen, besteht seinem Wesen nach aus einem gehärteten Stahlstück, welches in einer Durchbohrung die entsprechenden Muttergewinde enthält, die dazu dienen, auf dem Mantel des Bolzens die passenden Gewinde zu erzeugen, wenn der an seinem Ende etwas verjüngte Bolzen in dieses Schneideisen eingedrückt und hierauf das letztere um den Bolzen gedreht wird. Bei diesem Verfahren kann von einer eigentlichen Schneidwirkung schon deswegen nicht gesprochen werden, weil Schneidkanten gar nicht vorhanden sind, die das Material aus den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Gängen ausheben oder ablösen könnten. In Wirklichkeit entstehen hierbei auch die vertieften Gänge nicht durch Ausschneiden von Material, sondern durch ein Verdrängen desselben, indem sich die hervorstehenden Gänge des harten Muttergewindes bis zu gewisser Tiefe in das Material des Bolzens eindrücken.

Fig. 806.



Hiermit steht die Verdrängung des Materials nach der Seite in Verbindung, in Folge deren zu jeder Seite eines solchen vertieften Ganges ein hervorstehender Grat aufgeworfen wird, Fig. 806 I. Wenn man dieses Verfahren mit mehreren Schneideisen mit stufenweise abnehmender Lichtweite nach einander vornimmt, so wiederholt sich der Vorgang der Gratbildung, Fig. 806 II, bis zuletzt die beiden zwischen zwei vertieften Gängen aufgeworfenen Ränder sich gegen einander legen, und in ihrer Vereinigung den äußeren Theil des Gewindeganges bilden, Fig. 806 III. Hiermit steht die

bekannte Erſcheinung in Uebereinſtimmung, daß der Durchmeſſer der hergeſtellten Gewindegänge größer ausfällt, als der Durchmeſſer des Bolzens, was man bei der Herſtellung einer Schraube nach dieſem Verfahren zu berückſichtigen hat, indem man den Durchmeſſer des Bolzens mit Rückſicht auf dieſes Aufſchneiden der Gewinde etwa um die Gangtiefe t kleiner wählt, als der äußere Durchmeſſer der Schraubengewinde werden ſoll.

Es iſt erſichtlich, daß dieſe Wirkungsart eine ſehr unvollkommene ſein muß, denn abgeſehen davon, daß dieſe Herſtellung der Gewindegänge durch Verdrücken des Materials große mechaniſche Arbeit erfordert und auch nur bei hinreichend dehnbaren Stoffen zum Ziele führen kann, iſt mit dieſem Verdrücken faſt immer eine weſentliche Streckung des Bolzens verbunden, die wegen der Ungleichmäßigkeit des Materiales an verſchiedenen Stellen verſchieden iſt, wodurch der Bolzen auch leicht krumm gebogen wird. Hierunter muß natürlich auch die Gleichmäßigkeit der Gewinde leiden, und es iſt, wie die Erfahrung zeigt, nicht möglich, mit demſelben Schneideiſen zwei Schrauben zu erzeugen, deren Gewinde in der Steigung genau übereinſtimmen. Man kann dieſe Schneideiſen weſentlich verbeſſern, wenn man nach Fig. 807 zwei Furchen oder Schlitze im Inneren der Mutter anbringt, wodurch man an den Kanten bei a, b, c und d ſcharfe Ränder oder Schneidkanten erhält, die mit dem Querſchnitte des zu erzeugenden Gewindes nach den Ebenen ab und cd übereinſtimmen. Von dieſen Kanten kann aber offenbar nur eine einzige wirklich ſchneiden, nämlich diejenige, die zuerſt auf dem Bolzen zur Wirkung kommt, denn jede Stelle im Umfange des Bolzens, die an dieſer erſten Schneidkante vorbeigegangen iſt, hat dabei eine der Form dieſer Schneidkante genau entſprechende Vertiefung angenommen, welche nachher bei dem Vorübergehen an den übrigen ebenſo geſtalteten Kanten einer Bearbeitung nicht mehr unterliegen kann.

Fig. 807.



Derartige Schneideiſen werden übrigens nur zur Herſtellung der kleinſten Schrauben angewendet, deren Durchmeſſer nicht mehr als etwa 5 mm beträgt, während man ſich für die ſtärkeren Schrauben der ſogenannten Kluppen bedient, wovon Fig. 808 ein Beiſpiel darſtellt. Hierbei erſcheint die zum Schneiden dienende Mutter in zwei oder mehrere Theile zerlegt, die in dem rahmenartigen Mittelſtücke der Kluppe derartig verſchiebbar gelagert ſind, daß ſie einander nach Bedarf genähert werden können. Aus der Figur iſt zu erkennen, wie die Verſchiebung der Backe b gegen die feſtliegende Backe a durch die Schraube c geſchieht, und es iſt erſichtlich, daß hierdurch ein Mittel gegeben iſt, um die Gewindegänge allmählich durch mehrere auf einander folgende Schnitte auszutiefen. Wie dies geſchieht, iſt mit Hülfe

der Fig. 809 erſichtlich. Hierin möge $abcd$ den Durchſchnitt des mit Gewinde zu verſehenden Bolzens vom Halbmeſſer $R = am$ vorſtellen, und der Kreis durch e vom Halbmeſſer $r = em$ den Querſchnitt des Kernes der Schraube bedeuten, bis zu welchem das Gewinde ausgeſchnitten werden ſoll, ſo daß die radiale Gangtiefe durch $ae = R - r$ dargeſtellt werden möge. Die beiden Backen A und B, von denen angenommen werden ſoll, daß die auf ihren Innenflächen angebrachten Muttergänge genaue Umhüllungsflächen der fertigen Schraubengewinde darſtellen, werden dann bei dem Beginne des Schneidens ſo weit zuſammengeſtellt, daß die Ecken f, g, k

Fig. 808.

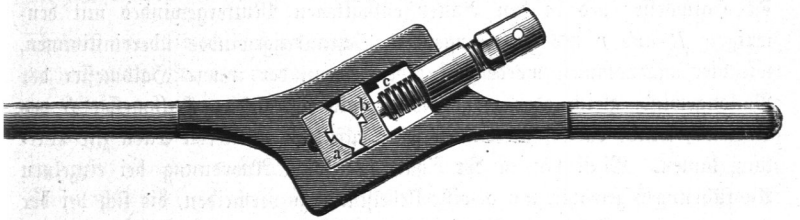
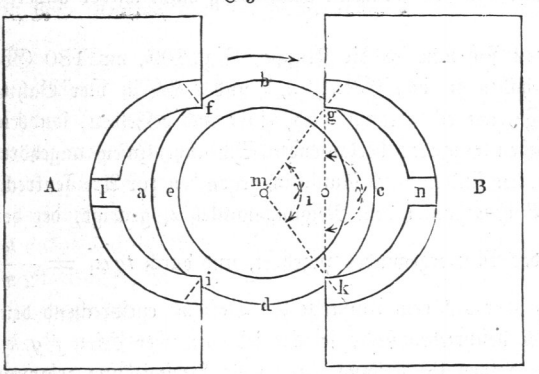


Fig. 809.



und i ſich bis zu einer geringen Tiefe in das Material des Bolzens eindrücken. Wenn man alsdann die Kluppe in der Richtung des Pfeiles um die Axe des Bolzens herumdreht, ſo bewegen ſich dieſe Ecken f, g, k, i in Schraubenlinien, deren Neigung mit derjenigen α_1 der Muttergewinde innen übereinſtimmt, und für welche man die Gleichung hat

$$tg\,\alpha_1 = \frac{h}{2\pi r},$$

unter h die Steigung oder Ganghöhe der Schraube verſtanden. Hierbei wirken die beiden Ecken f und k in gewiſſem Grade ſchneidend oder ſchabend,

indem ſie kleine Späne aus dem Bolzen vor ſich her ſchieben, während die zurückſtehenden Ecken g und i eine ſolche Schabwirkung nicht ausüben, vielmehr nur ein Niederdrücken des Materiales verurſachen können. Die ſchneidende Wirkung der Ecken f und k wird offenbar dadurch erhöht, daß man den Schneidwinkel durch die in der Figur punktirt angedeutete Begrenzung verkleinert, während durch eine ſolche Zuſchärfung die Wirkung der rückſtehenden Ecken g und i nicht verändert wird. Auch erkennt man aus der Figur, daß das Vorhandenſein der Einſchnitte l und n in der Mitte der Backen für die Wirkungsweiſe ohne Nutzen iſt, da die hierdurch gebildeten Ecken ſich der Wirkung auf den Bolzen gänzlich entziehen, ſo lange wenigſtens, als die Halbmeſſer des in den Backen enthaltenen Muttergewindes mit denjenigen R und r des zu erzeugenden Schraubengewindes übereinſtimmen, wie hier angenommen worden iſt. Nur wenn der innere Halbmeſſer der Backengewinde gleich oder größer wäre, als der äußere Halbmeſſer R des Bolzens, würde darauf zu rechnen ſein, daß dieſe mittleren Ecken zur Wirkung kämen. Man hat in der That eine ſolche Anordnung bei einzelnen Ausführungen gewählt, um gewiſſe Uebelſtände zu vermeiden, die ſich bei der Anwendung der Gewindebacken einſtellen, wie ſich aus dem Folgenden ergeben wird, doch ſind mit der gedachten Anordnung dann wieder andere Nachtheile verbunden.

Denkt man ſich nämlich die Kluppe, Fig. 809, um 180 Grad herumgedreht, ſo haben die vier Ecken f, g, k und i ſich in vier Bahnen bewegt, die keineswegs, wie es verlangt wird, einer und derſelben, ſondern vier verſchiedenen neben einander herlaufenden Schraubenlinien angehören. Dieſe Schraubenlinien ſind nämlich ſämmtlich gegen den zur Axe ſenkrechten Querſchnitt des Bolzens unter dem Neigungswinkel α_1 geneigt, der dem inneren Halbmeſſer des Muttergewindes zugehört, und durch $tg\,\alpha_1 = \frac{h}{2\pi r}$ gegeben iſt. Da ſie aber auf dem Umfange des Bolzens entſprechend dem äußeren Halbmeſſer R beſchrieben ſind, ſo hat jede der vier Ecken f, g, k und i bei der gedachten halben Umdrehung eine axiale Verſchiebung erfahren, die ſich zu $\pi R . tg\,\alpha = \frac{R}{r}\frac{h}{2}$ berechnet. Da nun aber die Ecke f in der Axenrichtung nur um $\frac{h}{2}$ gegen die diametral gegenüberliegende Ecke k verſetzt iſt, ſo muß die von f beſchriebene Schraubenlinie um die Größe

$$\frac{R}{r}\frac{h}{2} - \frac{h}{2} = \frac{R-r}{r}\frac{h}{2}$$

in der Axenrichtung gegen die von der Ecke k beſchriebene verſetzt erſcheinen. Ebenſo iſt zu erkennen, daß die Bahn, in welcher ſich die zurückſtehende

Ecke g bewegt, nicht mit der von der vorhergehenden Ecke k beſchriebenen zuſammenfallen kann, wie folgende Rechnung ergiebt. Bezeichnet man mit $s = gk$ die gerade Entfernung der beiden Ecken g und k von einander, ſo ſind dieſe beide Ecken um einen Mittelpunktswinkel γ gegen einander verſetzt, der durch $\sin\frac{\gamma}{2} = \frac{s}{2r}$ gegeben iſt, und es entſpricht dieſem Winkel ein in der Axenrichtung gemeſſener Abſtand von $\frac{\gamma}{2\pi}h$. Dagegen hat die Ecke g in Folge ihrer Bewegung in der ſchraubenförmigen Bahn vom Neigungswinkel α_1 ſich in der Richtung der Axe um den Betrag $\frac{\gamma_1}{2\pi}h$ verſchoben, wenn ſie unter k getreten, d. h. wenn ſie um den Winkel $\gamma_1 = gmk$ herumgedreht iſt, um welchen die beiden Angriffspunkte der Ecken g und k im Umfange des Bolzens von einander abſtehen.

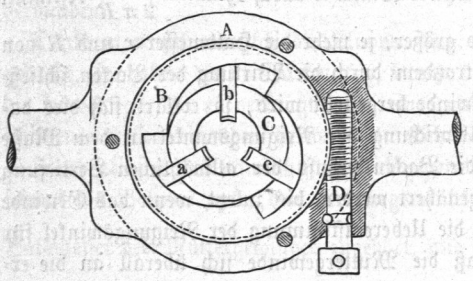
Abgeſehen ferner davon, daß die von den vier einzelnen Ecken der Backen erzeugten Furchen nicht zuſammenfallen, muß man bemerken, daß auch der Neigungswinkel α_1 aller dieſer Schraubenlinien nicht der richtige, d. h. nicht derjenige iſt, welcher an der fertigen Schraube im äußeren Umfange vorhanden ſein ſoll. Da dieſer letztere Winkel α durch $tg\,\alpha = \frac{h}{2\pi R}$ beſtimmt wird, ſo iſt der Fehler um ſo größer, je mehr die Halbmeſſer r und R von einander abweichen. Wenn trotzdem durch die Wirkung der Backen ſchließlich das richtige Schraubengewinde hergeſtellt wird, ſo erklärt ſich dies dadurch, daß die angeführte Abweichung der Neigungswinkel in dem Maße geringer wird, in welchem die Backen behufs der allmählichen Vertiefung der Gewindegänge einander genähert werden, bis zuletzt, wenn das Gewinde vollſtändig ausgeſchnitten iſt, die Uebereinſtimmung der Neigungswinkel für alle Punkte ſtattfindet, ſo daß die Muttergewinde ſich überall an die erzeugten Bolzengewinde anſchließen. Dieſes Ergebniß kann natürlich nur dadurch erreicht werden, daß die Wirkung nicht bloß in einem Abſchneiden oder Abſchaben von Spänen beſteht, ſondern daß in gewiſſem Sinne auch ein Verdrängen der Materialtheile ſtattfindet, in Folge wovon die anfänglich neben einander liegenden Schraubenfurchen in eine einzige übergehen. Dieſe eigenthümlich drückende oder knetende Wirkung muß daher auch die in Betreff der Schneideiſen angeführten Uebelſtände, wenn auch in geringerem Maße, im Gefolge haben, ſo daß der Bolzen durch ungleichmäßiges Strecken gekrümmt wird und das fertige Gewinde einen etwas größeren Durchmeſſer zeigt, als der Bolzen hatte.

Ein bei der Herſtellung der Gewinde durch dieſe Backen noch beſonders in Betracht kommender Uebelſtand beſteht ferner darin, daß die ganze Arbeit des Abſchälens von Spänen hierbei nur einer einzigen Ecke, der vorderſten

in der Bewegungsrichtung, überwieſen iſt, und daß hinterhalb dieſer ſchneidenden Kante ein Anſtellwinkel, wie er für jede gute Schneidwirkung erforderlich iſt, gänzlich fehlt. In Folge deſſen legen ſich die auf die ſchneidende Kante folgenden Flächen der Backengewinde in allen Punkten dicht gegen die von jener Kante erzeugten Schnittflächen an, womit eine erhebliche Reibung verbunden iſt, welche die Umdrehung der Kluppe erſchwert. Dieſer Uebelſtand, welcher bei dem Beginne des Gewindeſchneidens nicht vorhanden iſt, wie die Betrachtung der Figur 809 zeigt, ſtellt ſich in dem Maße ein, wie die Backen einander genähert werden, und äußert ſich am ſchädlichſten bei dem letzten Schnitte.

Man giebt, wie ſchon vorſtehend angeführt wurde, zuweilen auch den Backen eine größere Weite, als dem fertigen Bolzen entſpricht, indem man den inneren Halbmeſſer der Backen gleich dem äußeren des Bolzens macht. Dadurch erreicht man allerdings, daß bei dem Beginne des Schneidens die von den jetzt in der Mitte bei l und n liegenden Ecken erzeugten Schraubenlinien diejenige richtige Neigung haben, die dem Bolzenumfange zukommt. Dagegen aber ſtimmt bei Beendigung des Schneidens die Neigung der Schraubenlinien bei den Backen und dem Bolzen an keiner Berührungsſtelle beider überein, ſo daß eine derartige Anordnung nicht zweckmäßig erſcheinen kann.

Fig. 810.

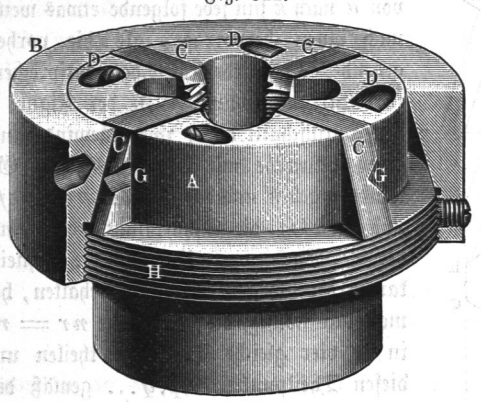


Die hier angeführten Kluppen hat man in mannigfach verſchiedener Weiſe ausgeführt, es möge in dieſer Hinſicht nur der von Whitworth angegebenen Einrichtung Erwähnung gethan werden. In dieſer durch Fig. 810 dargeſtellten Kluppe werden drei Backen a, b, c verwendet, die als nur ſchmale Stahlplättchen gebildet, im Inneren mit den den Muttergewinden entſprechenden zahnartigen Schneiden verſehen ſind, und in radialer Richtung verſchoben werden können. Zu dieſem Zwecke iſt der in der Kluppe A drehbare Ring B angebracht, der durch drei ſpiralförmige Flächen im Inneren gegen die Enden der Backen drückt und dieſelben in ihren radialen Führungsſchlitzen verſchiebt, wenn er durch die Schraube D gedreht wird, die zu dem Ende in die am Umfange des Ringes B eingeſchnittenen Schneckenradzähne eingreift. In Folge der geringen Breite dieſer Backen iſt der axial gemeſſene Abſtand der beiden Ecken einer jeden ſolchen Backe nur unbedeutend, und es werden daher die anfänglich von dieſen beiden Ecken erzeugten Schraubenfurchen nur unmerklich von einander abweichen.

Dagegen erhalten dieſe Furchen ebenfalls wieder einen zu großen Neigungswinkel, wie er dem Kerne der Schraube entſpricht, ſo daß die drei Backen drei verſchiedene Schraubenfurchen einſchneiden, die in derſelben Art, wie vorſtehend angegeben, erſt allmählich in die richtige Form übergehen. Hierbei muß es als ein Nachtheil angeſehen werden, daß die ſchmalen Backen wegen der geringen Länge der Berührungsflächen mit dem Bolzen eine weniger ſichere Führung ermöglichen, in Folge wovon leichter ein ungenaues Gewinde zum Vorſchein kommt, während andererſeits dieſe geringere Berührungsfläche auch einen kleineren Reibungswiderſtand veranlaſſen wird. In Betreff des mangelnden Anſtellwinkels gelten die für die Fig. 809 gemachten Bemerkungen in gleicher Weiſe.

Gegenüber den hier beſprochenen älteren Kluppen zeigt Fig. 811 eine ſolche, wie ſie neuerdings namentlich von amerikaniſchen Werkzeugfabriken ausgeführt wird, deren Einrichtung übrigens mit derjenigen einer ſchon früher patentirten franzöſiſchen Erfindung im weſentlichen übereinſtimmt[1]). Dieſe Kluppe enthält drei oder vier ſchmale Backen *C*, die, in radialen Einſchnitten der Scheibe *A* befindlich, durch Stellſchrauben *D* unveränderlich feſtgehalten werden. Ein über die Scheibe *H* geſchraubter Ring *B*, welcher mit ſeiner coniſchen Innenfläche gegen die ſchrägen Hinterflächen der Backen drückt, kann dazu dienen, die ſämmtlichen Backen gleichmäßig bis zu gewiſſem Betrage nach innen central zu verſtellen, worauf die Feſtſetzung der Backen in der ihnen gegebenen Lage durch die Schrauben *D* erfolgt, deren Enden in die in die Seitenflächen der Backen eingefräſten Nuthen *G* eintreten. Dieſe Verſtellung hat ſonach nicht den Zweck, wie bei den älteren Kluppen der Fig. 808, den Schnitt allmählich zu vertiefen, ſondern dient nur dazu, bei eingetretener Abnutzung die Backen dem richtigen Durchmeſſer entſprechend wieder einzuſtellen. Dieſe Backen ſind nämlich ſo eingerichtet, daß das Gewinde in ſeiner vollen Tiefe vermöge eines einmaligen Durchganges fertig geſchnitten wird, zu welchem

Fig. 811.



[1]) Le génie industrielle, Febr. 1858, S. 62. S. a. H. Fiſcher, Ueber das Schneiden der Schraubengewinde, Ztſchr. deutſch. Ing., Bd. XXIX (1885), S. 197.

Ende man die erſten Gewindegänge ſchräg weggeſchnitten hat, wie aus Fig. 812 erſichtlich iſt, welche eine Backe beſonders vorſtellt. Man kann ſich die Wirkung dieſer Abſchrägung wie folgt verſinnlichen.

Fig. 812.

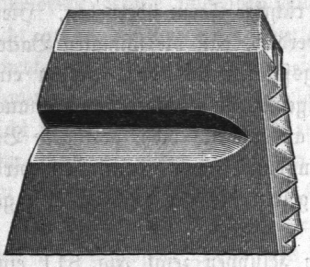
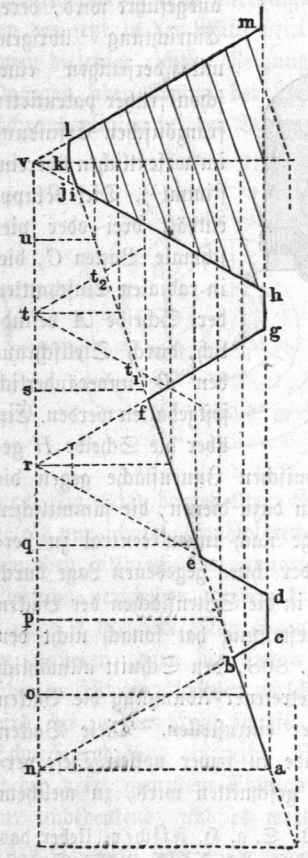


Fig. 813.

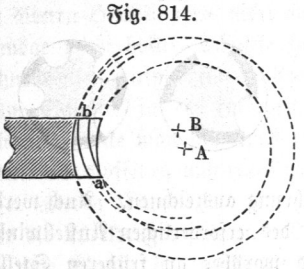


Denkt man ſich die Backengewinde in der Länge von zwei oder drei Gängen nach einer Kegelfläche ak, Fig. 813, ausgedreht, deren Durchmeſſer bei a mit dem äußeren und bei k mit dem inneren Durchmeſſer des Schraubengewindes übereinſtimmt, ſo fällt das Gewinde bei a ganz fort und die in dieſer Kegelfläche liegenden Durchſchnitte mit den Backen ergeben eine Reihe von Schneidkanten, von denen in der Richtung von a nach k hin jede folgende etwas weiter nach innen hervorragt, als die vorhergehende, ſo daß jede Kante dem entſprechend zur Wirkung kommt. In der Figur iſt der Durchſchnitt durch zwei Gewindegänge einer Schraube mit Sellers'ſchem Gewinde gegeben und darin ſtellen abc, $defg$ und $hiklm$ die Schneidkanten in einer der vier Backen vor. Um auch die Schneidkanten der übrigen Backen zu erhalten, hat man nur nöthig, die Ganghöhe $nr = rv$ in je vier gleiche Theile zu theilen und dieſen Theilpunkten $o, p, q \ldots$ gemäß den zugehörigen Gewindequerſchnitt zu zeichnen, wodurch man beiſpielsweiſe dem Punkte t entſprechend die Schneidkante in $t_1 t_2$ findet. Die ſo erhaltenen Schneidkanten ſind in denſelben Gewindequerſchnitt $hiklm$ gezeichnet, woraus man erkennt, in welcher Weiſe ſich jede der betrachteten Schneidkanten an der Aushebung des Gewindeganges zu betheiligen hat, indem jede der einzelnen trapezförmigen Flächen zwiſchen je zwei Schneidkanten den Querſchnitt des von der vorausgehenden Kante abzulöſenden Spanes vorſtellt. Hierdurch wird es möglich, das Gewinde in ſeiner ganzen Tiefe mit einem

einmaligen Durchgange des Bolzens rein auszuſchneiden. Es gehört hierzu erfahrungsmäßig eine geringere Arbeit, als bei der Verwendung der älteren Kluppen mit zuſammenſtellbaren Backen nach Fig. 808. Auch dürfte es nicht ſchwer ſein, aus den in §. 148 über die Wirkungsweiſe der Stichel angeſtellten Betrachtungen zu folgern, daß zum Ablöſen des durch $mlky h$ im Querſchnitt dargeſtellten Materials in Form einer größeren Anzahl dünner Späne jedenfalls eine geringere Kraft erforderlich iſt, als wenn man dieſes Material in Form eines einzigen Spanes abſchälen wollte. Es iſt übrigens erſichtlich, daß man die Dicke der von den einzelnen Kanten abzulöſenden Späne beliebig dadurch verkleinern kann, daß man die kegelförmige Ausweitung über mehr als zwei Gewindegänge erſtreckt; während z. B. bei der in der Figur gemachten Annahme, daß dieſe Ausweitung ſich auf zwei Gänge erſtrecken ſoll, im Ganzen 11 Schneidkanten ſich ergeben, würde man bei einer Ausweitung von drei oder vier Gängen auf etwa 15 oder 19 ſchneidende Kanten rechnen dürfen.

Es wurde im Vorhergehenden angeführt, daß die gedachte Ausweitung einiger Gewindegänge durch eine kegelförmige Fläche geſchehen ſolle.

Fig. 814.



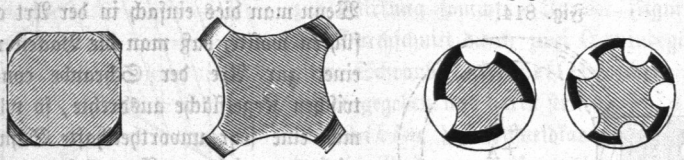
Wenn man dies einfach in der Art ausführen wollte, daß man die Backen nach einer zur Axe der Schraube concentriſchen Kegelfläche ausdrehte, ſo würde man eine ſehr unvortheilhafte Schneidwirkung erzielen. Es würde nämlich in dieſem Falle nicht nur an jeder der beſagten Schneidkanten der Anſtellungswinkel fehlen, ſondern es würde ſogar die an die Schneidkante ſich anſchließende Fläche des Backengewindes nach innen noch weiter hervorragen, als die ſchneidende Kante ſelbſt, ſo daß hierdurch ſtarke Zwängungen und große Reibungswiderſtände hervorgerufen werden müßten. Man kann ſich aus der Fig. 813 leicht hiervon Rechenſchaft geben, wenn man die der Breite einer Backe zugehörige Anſteigung der Schraube auf der Geraden nv von einem der Theilpunkte $o, p, q \ldots$ aus nach oben anträgt und für den ſo erhaltenen Punkt den Gewindequerſchnitt zeichnet, welcher dann die hintere oder in der Bewegungsrichtung zurückſtehende Kante der betreffenden Backe ergiebt. Dieſer Uebelſtand läßt ſich dadurch vermeiden, daß man die Gewindegänge für jede Backe durch eine beſondere Kegelfläche ausweitet, deren Axe B von derjenigen A der Schraube abweicht, Fig. 814, ſo daß die hinteren Kanten b gegen die vorangehenden und ſchneidend wirkenden a um einen genügenden Anſtellwinkel zurückſtehen.

Es iſt erſichtlich, daß bei der hier betrachteten Kluppe mit feſten Backen die einzelnen Schneidkanten an jeder Stelle genau unter dem richtigen Nei-

gungswinkel das Gewinde einſchneiden, d. h. unter dem Winkel, welcher an dieſer Stelle dem fertigen Gewinde zugehört, ſo daß die oben gedachten Mängel hier nicht vorhanden ſind, die bei den zuſammenſtellbaren Backen daraus folgen, daß die Neigung der arbeitenden Kanten zeitweiſe eine unrichtige, d. h. von derjenigen der zu erzeugenden Schraube abweichende iſt.

Ebenſo wie man die Gewinde der Schraubenbolzen mit Hülfe einer mit ſchneidenden Kanten verſehenen gehärteten Mutter aus Stahl herſtellt, bedient man ſich zur Erzeugung der Muttergewinde einer mit ſchneidenden Kanten ausgerüſteten Schraubenſpindel von Stahl, des ſogenannten *Schraubenbohrers*. Zur Herſtellung der ſchneidenden Kanten giebt man dieſen Schraubenbohrern verſchiedene Querſchnitte. Die ältere Form, Fig. 815, iſt wenig zweckmäßig wegen der für das Schneiden ſehr ungeeigneten Winkel, beſſer iſt es daher, die auf dem Bohrer einzufräſenden Furchen nach Fig. 816 auszuführen. Meiſtens werden dieſe Furchen geradlinig nach der Richtung der Axe hergeſtellt, doch hat man auch ſolche Bohrer mit ſchraubenförmig verlaufenden Furchen im Gebrauch, die zwar ſchwieriger

Fig. 815. Fig. 816. Fig. 817.



herzuſtellen ſind, ſich aber durch ſichere Führung auszeichnen. Auch werden die beſſeren Gewindebohrer zur Erzielung des erforderlichen Anſtellwinkels hinterdreht, wie Fig. 817 andeutet, und worüber an früheren Stellen, §§. 174, 195, das Nähere angeführt worden iſt. Um den Bohrer in die Mutter einbringen zu können, deren Bohrung dem inneren Durchmeſſer des Schraubengewindes entſpricht, pflegt man den Bohrer entweder kegelförmig zu machen, oder man dreht die Gewindegänge des cylindriſchen Bohrers von deſſen Ende her auf eine gewiſſe Länge kegelförmig ab. *Ausdehnbare* Gewindebohrer, d. h. ſolche, welche man benutzen kann, um verſchieden weite Muttern mit Gewinden zu verſehen, haben wegen ihrer Mängel und Unvollkommenheiten eine nennenswerthe Anwendung nicht gefunden.

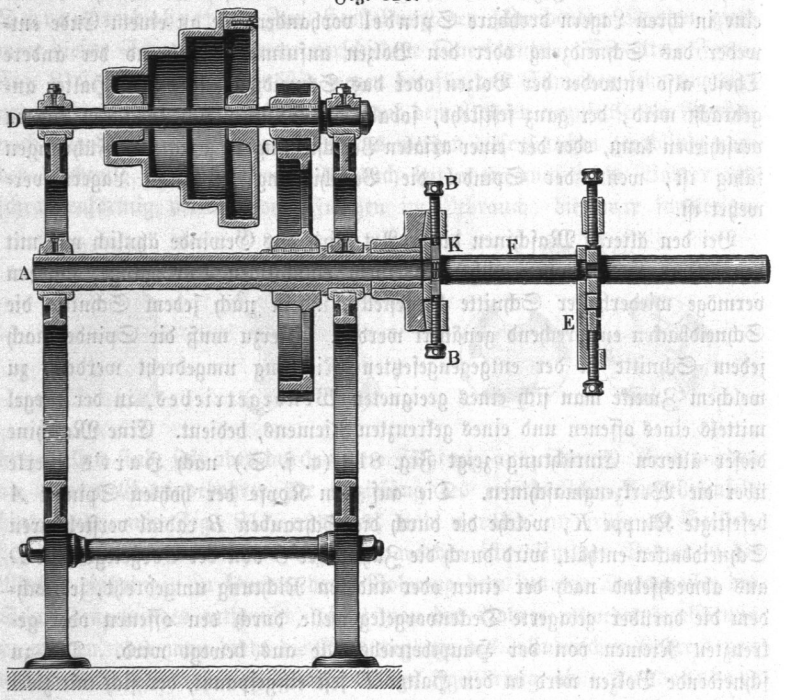
§. 204. **Schraubenſchneidmaſchinen.** Nach den vorſtehenden Bemerkungen über die Einrichtung der Werkzeuge zur Herſtellung der Schraubengewinde ſind die Maſchinen leicht verſtändlich, deren man ſich zu demſelben Zwecke bedient. Bei allen *Gewindeſchneidmaſchinen* wird nämlich ebenfalls mittels eines Schneidzeuges oder einer Kluppe das Gewinde des Bolzens dadurch erzeugt, daß man dieſes Schneidzeug relativ gegen den Bolzen um-

dreht, wobei die erforderliche axiale Verſchiebung in derſelben Art wie bei den vorgedachten Werkzeugen durch das erzeugte Schraubengewinde ſelbſt hervorgerufen wird. Hierbei iſt es im weſentlichen gleichgültig, welchem der beiden Theile, dem Schneidzeuge oder dem Bolzen, man die Umdrehung ſowohl wie auch die Verſchiebung mittheilt, und man kann daher die Einrichtung ſowohl in der Art treffen, daß jedem der beiden genannten Theile eine der zwei gedachten Bewegungen mitgetheilt wird, oder ſo, daß der eine Theil ganz feſtgehalten wird, während der andere ſowohl die Drehung wie auch die Verſchiebung zu machen hat. Bei dieſen Maſchinen iſt daher immer eine in ihren Lagern drehbare Spindel vorhanden, die an einem Ende entweder das Schneidzeug oder den Bolzen aufnimmt, während der andere Theil, alſo entweder der Bolzen oder das Schneidzeug, in einem Halter angebracht wird, der ganz feſtſteht, ſobald die Spindel ſich in ihren Lagern verſchieben kann, oder der einer axialen Verſchiebung in geeigneten Führungen fähig iſt, wenn der Spindel die Verſchiebung in ihren Lagern verwehrt iſt.

Bei den älteren Maſchinen dieſer Art wird das Gewinde ähnlich wie mit den älteren Handkluppen nicht mit einem einmaligen Durchgange, ſondern vermöge wiederholter Schnitte hergeſtellt, indem nach jedem Schnitte die Schneidbacken entſprechend genähert werden. Hierzu muß die Spindel nach jedem Schnitte in der entgegengeſetzten Richtung umgedreht werden, zu welchem Zwecke man ſich eines geeigneten Wendegetriebes, in der Regel mittels eines offenen und eines gekreuzten Riemens, bedient. Eine Maſchine dieſer älteren Einrichtung zeigt Fig. 818 (a. f. S.) nach Hart's Werke über die Werkzeugmaſchinen. Die auf dem Kopfe der hohlen Spindel A befeſtigte Kluppe K, welche die durch die Schrauben B radial verſtellbaren Schneidbacken enthält, wird durch die Zahnräder C von der Vorgelegswelle D aus abwechſelnd nach der einen oder anderen Richtung umgedreht, je nachdem die darüber gelagerte Deckenvorgelegswelle durch den offenen oder gekreuzten Riemen von der Hauptbetriebswelle aus bewegt wird. Der zu ſchneidende Bolzen wird in den Halter E feſt eingeſpannt, der ſich mit zwei Augen auf den beiderſeits angebrachten runden Führungsſtangen F verſchieben kann. Iſt der in dieſem Halter befeſtigte Bolzen gegen die Kluppe K geführt, und von derſelben der Anfang des Gewindes angeſchnitten, ſo zieht ſich bei der Umdrehung der Spindel der Bolzen vermöge dieſes Gewindes von ſelbſt in die hohle Welle A ein, bis bei genügender Länge des Schnittes die Spindel angehalten werden muß, um die Backen durch die Schrauben B entſprechend dem folgenden Schnitte etwas zuſammenzuſtellen. Hierauf wird die Umdrehung gewechſelt, ſo daß der Bolzen aus der Kluppe wieder heraustritt. Dieſer Vorgang iſt ſo oft zu wiederholen, bis das Gewinde vollſtändig ausgeſchnitten iſt.

Es iſt erſichtlich, daß die Arbeit dieſer Maſchinen nur langſam und unvollkommen ſein wird, und daß mit dem wiederholten Anhalten, Zuſammenſtellen der Backen und darauf folgendem Einrücken der Maſchine ein großer Zeitverluſt verbunden ſein wird, den man zwar durch verſchiedene ſinnreiche Anordnungen möglichſt zu verringern geſucht hat, der aber immer ziemlich erheblich bleibt. Dagegen wird dieſer Uebelſtand bei denjenigen Maſchinen vermieden, welche ebenſo wie die in Fig. 811 dargeſtellten Kluppen das Gewinde mit einem einmaligen Durchgange fertig ſchneiden.

Fig. 818.

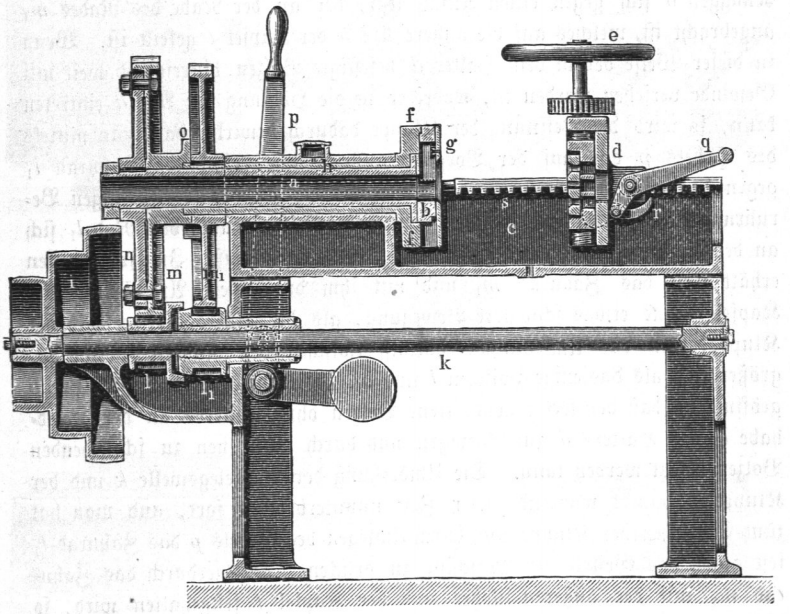


Eine vorzügliche Maſchine dieſer Art iſt die von Sellers angegebene, welche ſich beſonders noch dadurch auszeichnet, daß die das Schneidzeug tragende Spindel dabei ununterbrochen nach derſelben Richtung umgedreht wird. Um dies zu erreichen, iſt nämlich die Einrichtung ſo getroffen, daß man die Kluppe nach vollendetem Schnitte leicht öffnen, d. h. die Backen genügend weit radial von einander entfernen kann, um den Bolzen ungehindert zurückzuziehen. Die Einrichtung dieſer Maſchine in ihren weſentlichſten Theilen iſt aus Fig. 819[1]) erſichtlich.

[1]) J. Hart, Die Werkzeugmaſchinen.

Die hohle Axe *a* trägt an ihrem freien Ende die Kluppe *b*, welche in radialen Schlitzen verſchieblich drei Backen enthält, die nach Art der Fig. 812 mit theilweiſe weggeſchnittenen Gängen verſehen ſind, ſo daß das Gewinde in einem einmaligen Durchgange rein ausgeſchnitten wird. Während des Schneidens haben dieſe drei Schneidbacken eine unveränderliche Stellung, wie ſie der Gangtiefe der zu ſchneidenden Gewinde entſpricht, und die Verſchieblichkeit dient nur dazu, um nach vollendetem Schnitte die Backen ſo weit aus der Mittte nach außen zu ſchieben, daß dann der Bolzen frei zurückgezogen werden kann. Zur Aufnahme des Bolzens dient der auf den Wangen des zu einem Oeltroge geſtalteten Geſtelles *c* gleitende Halter *d*,

Fig. 819.



der mit zwei ſenkrecht verſchieblichen Backenſtücken zum Feſtſpannen des Bolzens verſehen iſt. Dieſe Backenſtücke werden mittels des Handrades *e* und zweier ſenkrechten Schraubenſpindeln ſo zuſammengeſpannt, daß der von ihnen feſtgehaltene Bolzen immer central befeſtigt iſt.

Um die Gewindebacken in ihren radialen Schlitzen verſchieben zu können, dient eine die Kluppe *b* umfangende Kapſel *f*, die das vordere Ende einer zweiten Hohlwelle *h* bildet, welche diejenige *a* der Kluppe umgiebt. Da die vordere Stirnplatte *g* dieſer Kapſel mit drei ſpiralförmig verlaufenden Rippen oder vorſtehenden Leiſten verſehen iſt, die in paſſende Einſchnitte der Backen eintreten, ſo können durch eine relative Verdrehung der Kapſel *f*

gegen die im Inneren befindliche Kluppe die Schneidbacken gleichmäßig nach außen oder innen verſchoben werden, je nachdem die Drehung nach der einen oder anderen Seite erfolgt.

Bei dem Schneiden des Gewindes drehen ſich die beiden hohlen Axen a und h, alſo auch die Kluppe b und die umgebende Kapſel f wie ein einziges zuſammenhängendes Stück, und zwar dadurch, daß die von der Stufenſcheibe i aus umgedrehte Vorgelegswelle k mittels des kleinen Zahngetriebes l das Zahnrad m umdreht, welches mittels des durch Schrauben an ihm befeſtigten Armes n die innere Axe a mit der Kluppe b mitnimmt. Gleichzeitig wird aber auch die äußere Axe h mit der Kapſel f zur Drehung dadurch gezwungen, daß ein an der Nabe des Zahnrades m befindlicher Knaggen o ſich gegen einen Anſatz legt, der an der Nabe des Rades m_1 angebracht iſt, welches auf die äußere Axe h der Kapſel f gekeilt iſt. Wenn in dieſer Weiſe der in dem Halter d befeſtigte Bolzen hinreichend weit mit Gewinde verſehen worden iſt, wobei er in die Höhlung der Axe a eintreten kann, ſo wird die Oeffnung der Kluppe dadurch bewirkt, daß man mittels des Hebels p das auf der Vorgelegswelle k loſe befindliche Zahnrad l_1 gegen dasjenige l anpreßt, ſo daß in Folge der an der kegelförmigen Berührungsfläche dieſer beiden Räder erzeugten Reibung auch das Rad l_1 ſich an der Umdrehung der Vorgelegswelle k betheiligen muß. In Folge deſſen erhält nun das Zahnrad m_1 und mit ihm die äußere Axe h mit der Kapſel f eine etwas ſchnellere Bewegung, als die innere Axe a mit der Kluppe, weil das Umſetzungsverhältniß zwiſchen den Rädern l_1 und m_1 größer iſt, als dasjenige zwiſchen l und m. Hierdurch wird die Kluppe b geöffnet, ſo daß der fertig geſchnittene Bolzen ohne weiteres an der Handhabe q des Halters d zurückgezogen und durch einen neu zu ſchneidenden Bolzen erſetzt werden kann. Die Umdrehung der Vorgelegswelle k und der Kluppe b dauert während dieſer Zeit ununterbrochen fort, und man hat zum Schließen der Kluppe nur durch Umlegen des Hebels p das Zahnrad l_1 feſt gegen das Geſtell der Maſchine zu drücken. Da hierdurch das Zahnrad m_1 mit der äußeren Röhre und der Kapſel f feſtgehalten wird, ſo ſchieben ſich die Backen in den ſpiralförmigen Nuthen der Kapſel ſo weit nach innen, bis durch den Knaggen o die äußere Röhre wieder mitgenommen wird, worauf das Gewindeſchneiden in derſelben Weiſe wieder beginnt.

Um hierbei die Tiefe zu regeln, bis zu welcher die Backen nach innen geſchoben werden, wird das loſe auf die innere Axe a geſteckte Rad m mit dieſer Axe durch den Arm n verbunden, der auf die Röhre a feſtgekeilt und an beiden Enden mit kreisbogenförmigen Schlitzen verſehen iſt, die dem Rade m eine Verdrehung gegen den Arm n geſtatten, ſo daß man den Winkel genau begrenzen kann, um welchen bei dem Schließen der Kluppe die innere Röhre a ſich um die feſtgehaltene äußere h drehen kann, ehe der

Knaggen *o* die letztere mitnimmt. Die zum Vorſchieben des Bolzenhalters *d* dienende Handhabe *q* kann vermöge ihrer Einrichtung als Hebel wirken, indem eine an dieſem Halter angebrachte Sperrklinke *r* ſich bei dem Emporheben des Handgriffes zwiſchen die an dem Geſtelle angegoſſenen Schaltzähne *s* ſtemmt, wodurch es möglich wird, den Bolzen beim Beginn des Anſchneidens kräftig gegen die Gewindebacken zu preſſen.

Fig. 820a.

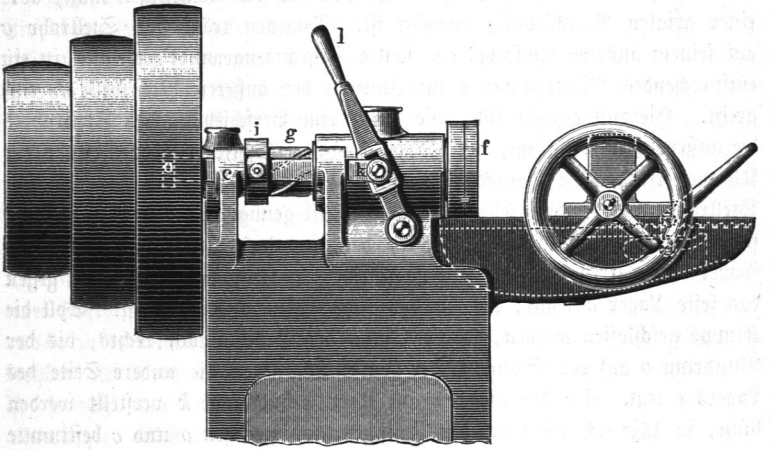


Fig. 820b.

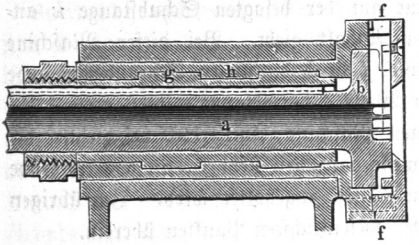
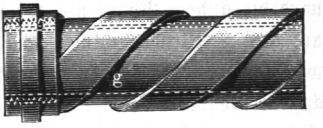


Fig. 820c.



Soll die Maſchine zum Mutternſchneiden benutzt werden, ſo nimmt die Kluppe nach Herausnahme der Schneidbacken den Gewindebohrer mittels einer paſſenden Hülſe auf, während die zu ſchneidende Mutter in den Bolzenhalter *d* eingeſpannt wird.

Bei der einfacher eingerichteten Maſchine, Fig. 820a bis Fig. 820c, wie ſie in der Maſchinenfabrik von Collet & Engelhardt in Offenbach ausgeführt iſt, bedient man ſich auch einer Kluppe *b*, die in ähnlicher Art, wie bei der vorgedachten, durch eine Kapſel *f* geöffnet oder geſchloſſen wird,

je nachdem man die letztere gegen die innere Rohrwelle *a* der Kluppe nach der einen oder anderen Richtung um einen gewiſſen Winkel verdreht. Dieſe gegenſätzliche Drehung wird hierbei jedoch durch die Verſchiebung eines Stellrohres *g* erzielt, das zwiſchen der äußeren Rohrwelle *h* der Kapſel *f* und der inneren Welle *a* der Kluppe angebracht iſt. Dieſes Stellrohr, Fig. 820c, iſt mit einer in ſeiner Bohrung befindlichen Nuth auf einer Feder verſchieblich, die auf der Welle *a* der Kluppe *b* angebracht iſt, ſo daß dieſes Rohr an der Umdrehung der Kluppe ſich ſtets betheiligen muß, aber einer axialen Verſchiebung befähigt iſt. Dagegen trägt das Stellrohr *g* auf ſeinem äußeren Umfange ein ſteiles Schraubengewinde, welches in ein entſprechendes Muttergewinde im Inneren der äußeren Rohrwelle *h* eingreift. Hieraus ergiebt ſich, wie durch eine Verſchiebung des Stellrohres die äußere Rohrwelle mit der Kapſel die zum Schließen oder Oeffnen der Kluppe erforderliche Verdrehung annimmt, da die Neigung des auf dem Stellrohre angebrachten Gewindes hierzu ſteil genug iſt. Die Verſchiebung findet an einem Handhebel *l* ſtatt, der eine das Stellrohr umfangende Gabel *i* ergreift, ſo daß die Kluppe geöffnet iſt, wenn dieſe Gabel ſich gegen das feſte Lager *c* lehnt, wie in der Fig. 820a angegeben iſt. Soll die Kluppe geſchloſſen werden, ſo zieht man den Hebel *l* nach rechts, bis der Bundring *o* auf der Stange *k* der Gabel ſich gegen die andere Seite des Lagers *c* legt. Da die Gabel *i* auf ihrer Schubſtange *k* verſtellt werden kann, ſo läßt ſich die durch den Zwiſchenraum zwiſchen *o* und *c* beſtimmte Verſchiebung ſo regeln, daß die Verdrehung der Kapſel gegen die Kluppe und damit die radiale Verſchiebung der Schneidbacken einen ganz beſtimmten Betrag hat, zu welchem Ende eine auf der beſagten Schubſtange *k* angebrachte Eintheilung den nöthigen Anhalt giebt. Bei dieſer Maſchine wird die äußere Röhre mit der Kapſel *f* durch die ſteilen Schraubengewinde auf dem Stellrohre immer von der Welle *a* der Kluppe mitgenommen, abweichend von der vorher beſprochenen Maſchine, Fig. 819, bei welcher die äußere Röhre mit der Kapſel zeitweiſe ganz ſtill ſteht, wenn das treibende Zahngetriebe durch die Reibung am Geſtell angehalten wird. Im übrigen ſtimmen die beiden Maſchinen in den weſentlichſten Punkten überein.

Was die Anwendung der Drehbank zum Gewindeſchneiden betrifft, ſo mag hier bemerkt werden, daß man zuweilen auch Drehbänke ohne Leitſpindeln dazu einrichtet, indem man auf der Drehbankſpindel eine ſogenannte Patrone anbringt. Dies iſt eine kurze, mit möglichſt genauen Gewinden verſehene Schraube, die vermöge ihrer hülſen- oder röhrenförmigen Geſtalt auf das hintere Ende der Spindel aufgeſchoben werden kann, ſo daß ſie an deren Umdrehung Theil nimmt. Wenn nun eine zu dieſen Gewinden paſſende, in der Regel ſich nur auf einen Theil des Umfanges erſtreckende Mutter feſt am Spindelſtocke angebracht iſt, ſo nimmt die Drehbankſpindel

bei ihrer Umdrehung eine Verſchiebung nach der Axenrichtung an, was ihr durch die cylindriſch gebildeten Lager im Spindelſtocke ermöglicht wird. Das Einſchneiden der Gewinde erfolgt hierbei in der Regel mittels eines Handſtichels, der mit mehreren, den Gewindequerſchnitten genau entſprechenden Zähnen verſehen iſt. Man erkennt leicht, daß dieſe Einrichtung ſich nur für die Herſtellung von kurzen Schrauben eignen kann, und daß dabei die in der Regel durch einen Fußtritt bewegte Spindel abwechſelnd nach entgegengeſetzten Richtungen umgedreht werden muß. Man hat übrigens die Einrichtung auch ſo getroffen, daß die Drehbankſpindel in ihren Lagern ſich nicht verſchieben kann, und daß man die erforderliche Verſchiebung dem im Support befeſtigten Stichel mittheilt, indem die ſich in die Gänge der Patrone einlegenden Muttergewinde feſt mit dem Support verbunden werden.

Es iſt erſichtlich, daß man jede gewöhnliche Drehbank zum Schneiden von Muttergewinden benutzen kann, wenn man den Gewindebohrer mit der Spindel befeſtigt und die zu ſchneidende Mutter in dem auf dem Bett frei verſchieblichen Support anbringt. Auch kann ein zwiſchen die Spitzen der Drehbank geſpannter Mutterbohrer dazu dienen, die den Muttergewinden einer Schraube ohne Ende entſprechenden Zähne des zugehörigen *Schneckenrades* zu ſchneiden, wozu nur erforderlich iſt, das zu ſchneidende Rad loſe drehbar auf einen Dorn oder Bolzen zu ſetzen, der im Support eingeſpannt iſt, ſo daß man mittels des Querſchiebers das Arbeitsſtück gegen den Gewindebohrer allmählich bis zur Erlangung der nöthigen Zahntiefe vorſchieben kann.

Schleifmaſchinen. §. 205. Alle in dieſem Capitel beſprochenen Maſchinen ſind nur zur Bearbeitung von Materialien geeignet, deren Härtegrad geringer iſt als derjenige der zur Wirkung kommenden ſtählernen Stichel oder ſonſtigen Werkzeuge. Wenn es ſich dagegen um die Bearbeitung härterer Gegenſtände handelt, ſo kann eine ſolche nur durch das Schleifen mittels der noch härteren *Schleifmittel* geſchehen, welche in verſchiedenen Mineralien, wie Korund oder Schmirgel, Quarz u. ſ. w., dargeboten werden. Aus dieſem Grunde hat man von dem bekannten *Schleifſteine* zum Schärfen der Schneidinſtrumente von jeher Gebrauch gemacht, ebenſo wie die Bearbeitung des Glaſes und der Edelſteine im weſentlichen immer nur durch Schleifen geſchehen iſt. Man kann unter dem Schleifen im allgemeinen das Abſtoßen ſehr kleiner Materialtheilchen von der Oberfläche des betreffenden Gegenſtandes verſtehen, welches dadurch hervorgebracht wird, daß der zu bearbeitende Gegenſtand mit einem gewiſſen Drucke gegen das wirkſame Schleifmittel gepreßt und ihm eine mehr oder minder ſchnelle gegenſätzliche Bewegung zu demſelben mitgetheilt wird. Indem hierbei die einzelnen hervorragenden Körnchen des Schleifſteins oder anderen Schleifmittels unter

dem Einfluſſe des wirkenden Druckes bis zu einer gewiſſen ſehr kleinen Tiefe in das Material des Arbeitsſtückes eindringen, finden ſie Gelegenheit, bei der gedachten Bewegung die vor ihnen befindlichen Materialtheilchen vor ſich her zu ſchieben und von dem Arbeitsſtücke abzulöſen. Wegen der unregelmäßigen, im allgemeinen mehr oder weniger ſtumpfen und gerundeten Form dieſer einzelnen Körnchen iſt die ablöſende Wirkung weniger eine abſcherende gleich derjenigen von Sticheln, man wird vielmehr anzunehmen haben, daß die Abtrennung der Materialtheilchen in einem Abſtoßen derſelben zu ſuchen iſt, um ſo mehr, als die Geſchwindigkeit der Bewegung in den meiſten Fällen ſehr bedeutend genommen wird. In allen Fällen ſind dieſe zur Wirkung kommenden Schleifkörnchen und damit auch die abgeſtoßenen Spänchen nur ſehr klein, und es ergiebt ſich hieraus, daß das Schleifen im allgemeinen nicht zur Ablöſung bedeutender Materialmengen geeignet ſein wird, und daß zur Ablöſung größerer Stoffmengen, wie bei der Verarbeitung des Rohglaſes zu Spiegelſcheiben verhältnißmäßig viel Zeit erfordert wird. Dagegen gewährt das Schleifen gerade wegen der außerordentlichen Feinheit der abgeriebenen Theile das Mittel, die *größtmögliche Genauigkeit* bei der Herſtellung von Gegenſtänden zu erzielen, und zu dieſem Zwecke ſind namentlich in der neueren Zeit beſondere Schleifmaſchinen erſonnen und vielfach in Anwendung gebracht worden. Für ſolche Gegenſtände, die mit außerordentlicher Genauigkeit gearbeitet werden müſſen, z. B. Spindeln und Zapfen von feineren Werkzeugmaſchinen und ihre Lagerbüchſen, genügt die ſorgfältigſte Herſtellung auf Drehbänken und Fräsmaſchinen noch nicht, da die hierbei zur Verwendung kommenden ſchneidenden Werkzeuge immer noch Spuren hinterlaſſen, durch welche die erforderte Genauigkeit beeinträchtigt wird. Die Schleifmaſchine bietet hier das geeignete Mittel zur Vollendung der Arbeit, wobei noch der Umſtand ganz beſonders in Betracht kommt, daß auch gehärtete Stahlwaaren dem Schleifen ohne beſondere Schwierigkeiten unterworfen werden können, während man mit Sticheln oder Fräſen Stahl nur im weichen Zuſtande bearbeiten kann, in welchem Falle das Arbeitsſtück die erforderliche Härtung erſt nach der Bearbeitung erhalten kann, womit ſehr häufig eine unangenehme Formänderung verbunden iſt. Es wurde auch ſchon bei Beſprechung der Fräſen bemerkt, daß erſt die Herſtellung geeigneter Schleifmaſchinen den vortheilhaften Gebrauch der Fräſen zu den mannigfaltigſten Zwecken möglich gemacht hat. Mit dem Umſtande, daß man beim Schleifen die Dicke der abzunehmenden Spanſchicht außerordentlich gering wählen kann, womit auch nur ein entſprechend geringer Druck gegen das Arbeitsſtück verbunden iſt, ſteht es auch in Beziehung, daß man ſo äußerſt zarte und biegſame Theile, wie die Drahtzähnchen der in den Spinnereien gebrauchten *Kratzentrommeln*, durch Schleifen genau cylindriſch bearbeiten kann, während für dieſe und ähnliche Theile eine Bearbeitung durch Stichel

oder ähnliche Werkzeuge vollkommen ausgeſchloſſen iſt. Auch für die Abnahme des feinen bei dem Gießen entſtandenen Grates an den Buchdruckleſtern bedient man ſich mit Vortheil des Schleifens.

Oft wird das Schleifen unter Anwendung der feinſten Schleifmittel nur zur Erzielung einer beſonderen Glätte und eines hohen Glanzes der Oberflächen angewendet, in welchem Falle die betreffenden Maſchinen in Bezug auf ihren Zweck zwar denjenigen zur Oberflächenbearbeitung zugerechnet werden könnten, doch ſtimmt in dieſem Falle die Wirkung in allen weſentlichen Punkten mit derjenigen der Schleifmaſchinen zur Veränderung der Abmeſſungen und der Geſtalt des Arbeitsſtückes überein.

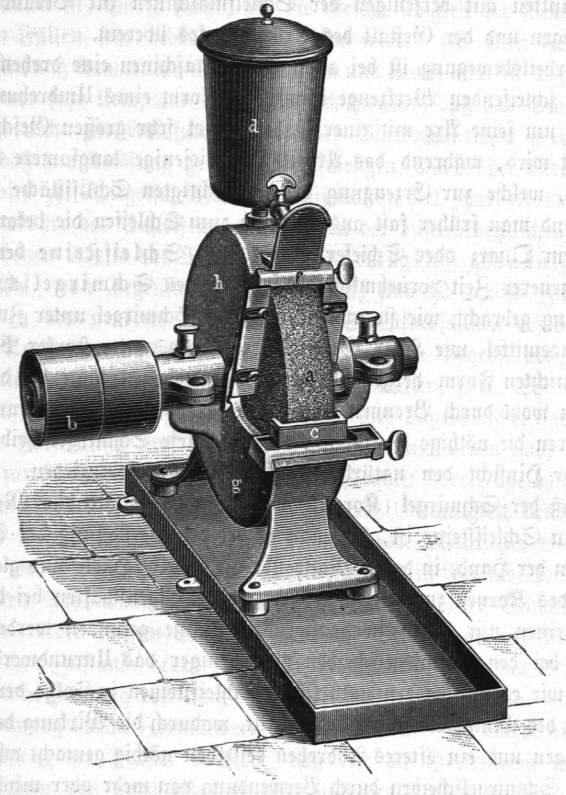
Die Arbeitsbewegung iſt bei allen Schleifmaſchinen eine drehende, ſo daß man dem ſchleifenden Werkzeuge immer die Form eines Umdrehungskörpers giebt, der um ſeine Axe mit einer in der Regel ſehr großen Geſchwindigkeit umgedreht wird, während das Arbeitsſtück diejenige langſamere Bewegung empfängt, welche zur Erzeugung der beabſichtigten Schlifffläche nöthig iſt.

Während man früher faſt ausſchließlich zum Schleifen die bekannten, aus natürlichem Quarz oder Schiefer gearbeiteten Schleifſteine benutzte, hat man in neuerer Zeit vornehmlich die ſogenannten Schmirgelſcheiben zur Anwendung gebracht, wie ſie aus gepulvertem Schmirgel unter Zuſatz geeigneter Bindemittel, wie Harz, Gummi oder Thon, unter ſtarker Preſſung in der gewünſchten Form hergeſtellt werden, und denen man bei dem Zuſatz von Thon wohl durch Brennen und bei der Anwendung von Gummi durch Vulcaniſiren die nöthige Feſtigkeit ertheilt. Dieſe Schmirgelſcheiben ſind in mehrfacher Hinſicht den natürlichen Schleifſteinen vorzuziehen. Abgeſehen davon, daß der Schmirgel (Korund) weſentlich härter als das Material der natürlichen Schleifſteine iſt, hat man es bei der Herſtellung der Schmirgelſcheiben in der Hand, in deren Maſſe überall dieſelbe Härte und gleichmäßige Feinheit des Kornes zu erzielen, während dieſe Eigenſchaften bei den natürlichen Steinen nur ſelten in genügendem Maße gefunden werden. Man hat alſo bei den Schmirgelſcheiben viel weniger das Unrundwerden zu befürchten, wie es ſich bei den natürlichen Schleifſteinen in Folge der Ungleichmäßigkeit des Materials ſo häufig einſtellt, wodurch die Wirkung des Steines herabgezogen und ein öfteres Abdrehen deſſelben nöthig gemacht wird. Man pflegt die Schmirgelſcheiben durch Verwendung von mehr oder minder feinem Schmirgelpulver bei ihrer Anfertigung in verſchiedenen Abſtufungen der Feinheit herzuſtellen, die man in der Regel durch Nummern in der Art bezeichnet, daß die Nummer um ſo größer iſt, je feiner das Korn iſt. Neben der Feinheit hat man außerdem den Härtegrad der Schmirgelſcheiben zu unterſcheiden, welcher vornehmlich durch die Menge und die Beſchaffenheit des dem Schmirgel beigemengten Zuſatzes von Bindematerial beſtimmt wird; man pflegt den Härtegrad wohl durch die Buchſtaben des Alphabets zu be-

zeichnen, derart, daß *A* die weichſte und *Z* die härteſte Maſſe angiebt. Der zu wählende Härtegrad ſowie die Feinheit richten ſich vornehmlich nach der Art der herzuſtellenden Arbeit und nach der Beſchaffenheit des zu ſchleifenden Materials.

Im allgemeinen iſt eine Schmirgelſcheibe um ſo weniger geneigt, das Arbeitsſtück zu erhitzen und eine glänzende und damit weniger wirkſame Oberfläche anzunehmen, je gröber das Korn und je geringer der Härtegrad

Fig. 821.

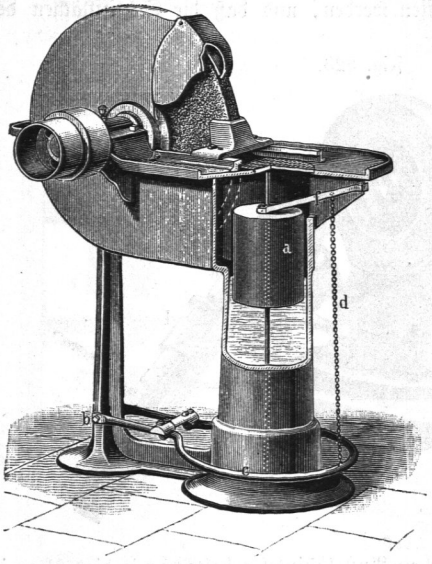


iſt, auch wird als Regel angegeben, im allgemeinen die Schmirgelſcheibe um ſo gröber und milder zu wählen, je härter das zu verarbeitende Material iſt.

Der gewöhnliche von den Scherenſchleifern angewandte Schleifſtein mit Fußbetrieb iſt ſo bekannt, daß eine Beſprechung deſſelben hier überflüſſig erſcheint, ſtatt deſſen iſt in Fig. 821 ein einfaches Werkzeug angeführt, wie es in Fabriken zum Anſchleifen der Stichel mittels der Schmirgelſcheibe *a* benutzt wird. Dieſe durch zwei ſcheibenförmige Flanſchen auf der Axe be-

feſtigte Scheibe wird durch den auf die feſte Scheibe *b* laufenden Riemen ſchnell umgedreht, ſo daß der von dem Arbeiter aus freier Hand dagegen gehaltene und durch die Unterlage *c* geſtützte Meißel in gehöriger Weiſe angeſchliffen werden kann. Da bei dem Trockenſchleifen die Erwärmung des Meißels ſo bedeutend werden würde, daß derſelbe ſeine Härte einbüßen müßte, ſo pflegt man eine Kühlung durch Waſſer vorzunehmen, das aus dem Gefäße *d* durch den geöffneten Abflußhahn austropft und bei *f* auf die Schleifſcheibe gelangt. Der die letztere umgebende Mantel *h* verhütet das Umherſpritzen des Waſſers, welches ſich in dem unteren Theile des Troges *g* anſammelt. Anſtatt des Tropfgefäßes hat man auch verſchiedene andere Einrichtungen zum ſteten Naßhalten des Schleifrades angewendet, ſo z. B. eine rotirende kleine Pumpe, die das Waſſer aus dem unteren Theile des Troges anſaugt und in einem ununterbrochenen Strahle auf die obere Fläche der Schmirgelſcheibe führt. Dieſe Anordnung leidet an dem Uebelſtande, daß die abgeſchliffenen Theilchen das Waſſer verunreinigen und die Wirkung der Pumpe beeinträchtigen. In einfacher Art hat man dagegen das Anfeuchten der Schmirgelſcheibe mit Hülfe des Schwimmers *a*, Fig. 822, erreicht, der durch Niedertreten des um *b* drehbaren Bügels *c* mittels der Kette *d* und des Hebels *f* in das Waſſergefäß eingetaucht werden kann, wodurch der Waſſerſpiegel ſich ſo viel erhebt, daß die Schmirgelſcheibe am unteren Rande in das Waſſer eintaucht.

Fig. 822.



Um die zu ſchleifenden Stichel oder ſonſtigen Werkzeuge genau unter dem gewünſchten Winkel anzuſchleifen, hat man mehrfach Einrichtungen zum feſten Einſpannen des zu ſchleifenden Werkzeuges unter dem verlangten Winkel hinzugefügt; als ein Beiſpiel für dieſe Anordnung möge hier nur die zum Anſchleifen der bekannten amerikaniſchen ſchraubenförmigen Bohrer dienende Schleifmaſchine, Fig. 823 (a. f. S.), angeführt werden. Wie aus der Figur zu erſehen iſt, wird der zu ſchleifende Bohrer *a* in dem Halter *b* durch die Unterlage *c* und den Anſchlag *d* feſtgehalten, und unter einem

beſtimmten Winkel von etwa 60 Grad gegen die vordere ebene Stirnfläche der tellerförmigen Schmirgelſcheibe *e* gedrückt. Wird nun während der ſchnellen Umdrehung der Schmirgelſcheibe der Halter *b* ſammt dem darin feſtgehaltenen Bohrer um den gegen die Bohreraxe geneigten Bolzen *f* langſam, etwa im Betrage einer halben Drehung, umgelegt, ſo wird die Hälfte der Bohrſpitze in einer Kegelfläche zu der Axe von *f* angeſchliffen, ſo daß dieſe Kegelfläche unter dem erforderlichen Anſtellwinkel gegen die von der Schneide erzeugte Arbeitsfläche geneigt iſt. Wiederholt man denſelben Vorgang, nachdem man den Bohrer in dem Halter um 180 Grad gedreht hat, ſo wird in gleicher Weiſe die zweite Schneide angeſchliffen. Es iſt erſichtlich, daß vermöge dieſer Einrichtung die beiden Schneiden genau ſymmetriſch zur Axe des Bohrers angeſchliffen werden, und daß die Schliffflächen den

Fig. 823.



für die Bohrwirkung erforderlichen Anſtellwinkel erhalten, wie dies ſchon in §. 182 an der Hand der Fig. 669 gezeigt wurde. Für die gute Wirkung der gedachten Bohrer iſt das Anſchleifen auf einer derartigen Vorrichtung unerläßlich, da es kaum jemals möglich iſt, aus freier Hand den Bedingungen des richtigen Anſchleifens zu genügen. Bei der hier dargeſtellten Maſchine trägt die Axe der Schmirgelſcheibe auf dem hinteren Ende noch eine zweite kleinere Schleiffſcheibe *g* mit abgerundetem Rande, die dem Zwecke dient, den mittleren Kern des Bohrers zwiſchen den beiderſeitigen Furchen zu verdünnen, was deswegen geſchieht, weil dieſer Kern in der Regel nach dem Schafte des Bohrers hin aus Rückſicht auf möglichſte Feſtigkeit an Dicke zunimmt, für die Schneide aber immer eine möglichſt geringe Dicke des mittleren Theiles zu wünſchen iſt.

In Fig. 824 I u. II iſt die Schleifmaſchine dargeſtellt, die von Brown & Sharpe in Providence wegen ihrer vielſeitigen Verwendbarkeit unter dem Namen der Univerſalſchleifmaſchine eingeführt worden iſt, und deren Zweck vornehmlich in der möglichſt vollendeten Fertigſtellung ſolcher Gegen-

Fig. 824 II.

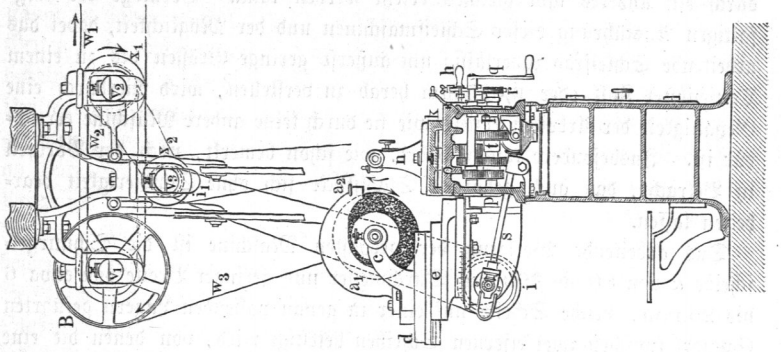
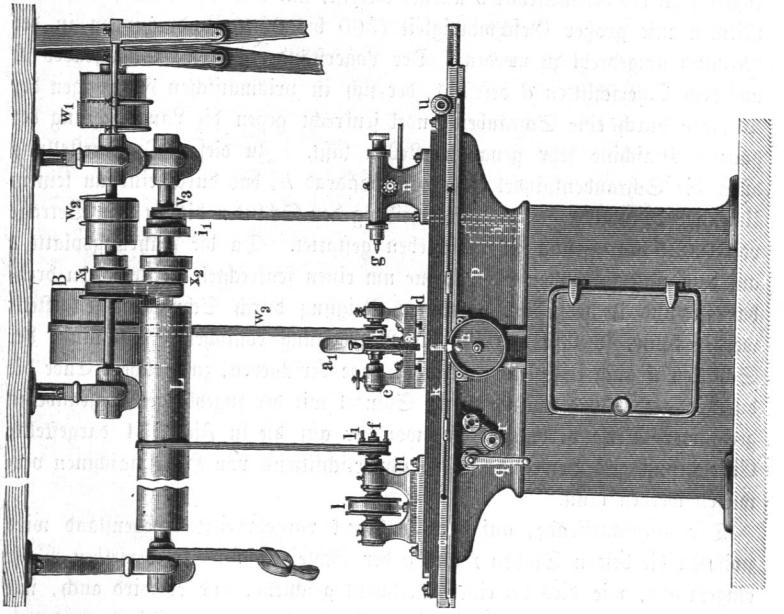


Fig. 824 I.



ſtände beſteht, an deren Genauigkeit die höchſten Anſprüche geſtellt werden müſſen, wie ſie durch die Bearbeitung auf Drehbänken oder Hobelmaſchinen nicht zu erfüllen ſind. Solche Gegenſtände ſind beiſpielsweiſe die Zapfen und deren Lager von außerordentlich ſchnell umlaufenden Axen, Stangen

und deren Führungen, wie die Nadelbarren der Nähmaſchinen und insbeſondere alle diejenigen Gegenſtände, welche, wie z. B. die Beſtandtheile von Feuerwaffen, in vielen Stücken ſo genau übereinſtimmend hergeſtellt werden müſſen, daß jedes Stück unmittelbar ohne weitere Anpaſſungsarbeit durch ein anderes ihm gleiches erſetzt werden kann. Vermöge der ſorgfältigen Ausführung dieſer Schleifmaſchinen und der Möglichkeit, dabei das arbeitende Schleifrad zuverläſſig um äußerſt geringe Größen bis zu einem Tauſendſtel Zoll oder 0,025 mm herab zu verſtellen, wird hierdurch eine Genauigkeit der Arbeiten erzielt, wie ſie durch keine andere Maſchine erreichbar iſt. Insbeſondere kommt dabei, wie ſchon bemerkt, noch der Vortheil in Betracht, daß auch gehärtete Stahlſtücke ſich ohne Schwierigkeit bearbeiten laſſen.

Das arbeitende Werkzeug der gedachten Maſchine iſt die Schmirgelſcheibe *a* von 80 bis 300 mm Durchmeſſer und geringer Breite von etwa 6 bis 25 mm, welche Scheibe auf einer in genau paſſenden Lagern geführten Spindel zwiſchen zwei eiſernen Scheiben befeſtigt wird, von denen die eine zugleich zu der Riemenrolle *b* ausgebildet iſt, um von dem darauf laufenden Riemen mit großer Geſchwindigkeit (500 bis 6000 Umdrehungen in der Minute) umgedreht zu werden. Der Lagerſtänder *c* dieſes Schleifrades iſt auf dem Querſchlitten *d* befeſtigt, der ſich in prismatiſchen Führungen der Platte *e* durch eine Schraubenſpindel ſenkrecht gegen die Längsrichtung der ganzen Maſchine ſehr genau verſtellen läßt. Zu dieſer Querverſtellung durch die Schraubenſpindel dient das Handrad *h*, das durch eine an ſeinem Umfange befindliche genaue Kreistheilung den Schlitten bis zu dem Betrage von 0,025 mm genau zu verſchieben geſtattet. Da die Führungsplatte *e* auf dem unterſtützenden Geſtellarme um einen ſenkrechten Mittelbolzen drehbar iſt und in jeder ihr gegebenen Neigung durch Schrauben feſtgeſtellt werden kann, ſo läßt ſich für die Bearbeitung coniſcher Gegenſtände der Schlitten *d* auch in beliebig ſchräger Lage verſchieben, zu welchem Ende die durch das Handrad umzudrehende Spindel mit der zugehörigen Schraube in geeigneter Weiſe verbunden iſt, worüber auf die in Fig. 554 dargeſtellte Einrichtung zur Bewegung des Supportſchlittens von Hobelmaſchinen verwieſen werden kann.

Der abzuſchleifende, auf der Drehbank vorgearbeitete Gegenſtand wird zwiſchen die beiden Spitzen *f* und *g* der Schleifmaſchine in derſelben Weiſe eingebracht, wie dies bei einer Drehbank geſchieht, und er wird auch, wie bei der letzteren, während des Schleifens durch einen auf die Scheibe *l* oder l_1 geführten Riemen in der erforderlichen Weiſe um ſeine Axe gedreht, damit alle Punkte des Umfanges gleichmäßig der Wirkung des Schleifrades ausgeſetzt werden. Der Spindelſtock *m* ſowie der Reitſtock *n* ſind auf der langen Tiſchplatte *k k* durch Schrauben befeſtigt, die in geeigneten, der

ganzen Länge nach in dieſer Platte enthaltenen Aufſpannnuthen verſchieblich ſind, ſo daß die Entfernung zwiſchen den Spitzen der jeweiligen Länge des Arbeitsſtückes angepaßt werden kann. Die Tiſchplatte k ihrerſeits iſt auf dem Schieber o befeſtigt, der mittels einer unterhalb angebrachten Zahnſtange in ähnlicher Art auf den prismatiſchen Führungen des Geſtelles oder Bettes p der Länge nach verſchoben werden kann, wie dies bei den Tiſchhobelmaſchinen geſchieht. Ebenſo wie bei den letzteren iſt auch hier eine Umſteuerung vorgeſehen, um den Schieber abwechſelnd nach den entgegengeſetzten Richtungen auf dem Bette zu verſchieben, zu welchem Zwecke zwei an dem Schlitten angebrachte verſtellbare Anſtoßknaggen dienen, die der Länge des erforderlichen Schubes entſprechend gegen einander verſtellt werden können. Dabei iſt die Anordnung ſo getroffen, daß der Schlitten nach beiden Richtungen mit derſelben Geſchwindigkeit verſchoben wird, doch iſt die Größe dieſer Geſchwindigkeit mittels der die Verſchiebung veranlaſſenden Stufenſcheiben i und i_1 verſchieden zu wählen, je nach der Beſchaffenheit des Arbeitsſtückes und der angewandten Schmirgelſcheibe. Durch die Handkurbel q kann der Schlitten aus freier Hand verſchoben werden, ſobald man den Selbſtgang ausgerückt hat, was bei der hier vorliegenden Maſchine durch Umdrehung des Knopfes r geſchieht, wodurch das durch die Schneckenwelle s angetriebene Schneckenrad t von ſeiner Axe abgekuppelt wird.

Es iſt aus dem Vorſtehenden erſichtlich, daß ein zwiſchen die beiden Spitzen f und g gebrachter Gegenſtand in Folge ſeiner Umdrehung und Verſchiebung durch das umlaufende Schleifrad genau cylindriſch bearbeitet wird, wenn die gerade Verbindungslinie der beiden Spitzen genau parallel zu der Verſchiebungsrichtung des Schlittens o auf dem Bette p iſt. Da nun ferner die den Spindelſtock m und den Reitſtock n tragende Platte k um einen ſenkrechten Zapfen in ihrer Mitte nach jeder Seite um einen beſtimmten Winkel verdreht werden kann, ſo iſt hierdurch die Möglichkeit gegeben, auch coniſche Arbeitsſtücke zu bearbeiten, deren Mantel unter demſelben Winkel gegen die Axe geneigt iſt, unter welchem die Platte k gegen die Verſchiebungsrichtung des Schlittens auf dieſem befeſtigt wurde. Um dieſe Einſtellung möglichſt genau vorzunehmen, dient die Schraube u, durch deren Umdrehung die Platte bis zu dem durch eine Bogentheilung angegebenen Winkelbetrage genau verſtellt werden kann, worauf man die Platte k durch Schraubenbolzen an beiden Enden feſt mit dem Schlitten verbindet.

Arbeitsſtücke, die ſich nicht zwiſchen die Spitzen f und g faſſen laſſen, wie z. B. Lagerbüchſen, die im Inneren ausgeſchliffen werden ſollen, kann man in derſelben Weiſe, wie bei dem Freidrehen auf der Drehbank, in ein auf das vordere Ende der Spindel f geſchraubtes Futter ſpannen. Auch kann man zur Erzielung einer möglichſt genauen Arbeit den Gegenſtand zwiſchen

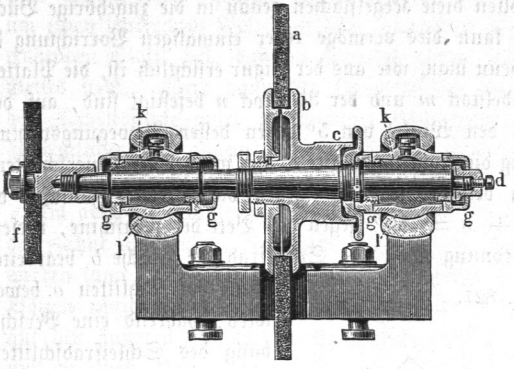
todten Spitzen beweglich machen, zu welchem Ende die Spindel durch einen Stift feſtgeſtellt wird, ſo daß ſie ſich nicht drehen kann, wogegen auf den Kopf der Spindel eine Riemſcheibe l_1 loſe drehbar aufgeſteckt wird, die bei ihrer Umdrehung durch einen Mitnehmerſtift das Arbeitsſtück mit herum nimmt. Dieſe Arbeitsweiſe iſt in der Fig. 824 I vorausgeſetzt.

Um die Führungen und Lager thunlichſt vor dem ſich bildenden Schleifſtaube zu ſichern, ſind die Lager der Spindel und der Schleifradaxe mit paſſenden Staubkapſeln ausgerüſtet, und der Schlitten o iſt ſo geformt, daß er die Prismenführungen bedeckt. Das Schleifrad iſt mit einer Haube a_1 verſehen, die nur an der Arbeitsſtelle durchbrochen iſt, ſo daß der Arbeiter durch Staub und bei dem Naßſchleifen durch abgeſchleudertes Waſſer nicht gehindert wird, auch bei einem allfälligen Berſten der Schleifſcheibe vor Beſchädigung geſchützt iſt. Zum Schleifen von Gegenſtänden, die der durch die Arbeit entſtehenden beträchtlichen Erwärmung nicht ausgeſetzt werden dürfen, z. B. gehärteten Stahlſtücken, welche ſonſt an Härte einbüßen würden, führt man bei a_2 einen Waſſerſtrahl auf die Schmirgelſcheibe, zu welchem Zwecke eine beſondere kleine rotirende Pumpe vorgeſehen iſt, die das Waſſer fortwährend in Umlauf ſetzt. Andererſeits hat man der bei dem Trockenſchleifen eintretenden Erwärmung des Arbeitsſtückes und deſſen Verlängerung dadurch Rechnung getragen, daß die Spitze g des Reitſtockes mittels einer Feder gegen das Arbeitsſtück gedrückt wird, die bei der eintretenden Verlängerung des letzteren nachgiebt, ſo daß übermäßige Preſſungen dadurch vermieden werden.

Zur Bewegung der Maſchine iſt das Deckenvorgelege mit drei Axen v_1, v_2 und v_3 ausgerüſtet, von denen v_1 die Umdrehung von der Hauptwelle durch den Riemen w_1 empfängt, und durch den Riemen w_2 der Welle v_2 mittheilt, von welcher die dritte Axe v_3 mittels der Stufenſcheiben $x_1 x_2$ mit einer dem Durchmeſſer des Arbeitsſtückes entſprechend zu wählenden Geſchwindigkeit umgedreht wird. Von dieſer letzteren Axe v_3 erfolgt nämlich die Umdrehung des Arbeitsſtückes mittels der Trommel L, welche eine dem größten Ausſchube des Schlittens o entſprechende Länge erhalten hat. Ebenſo wird von derſelben Axe v_3 die Verſchiebung des Arbeitsſchlittens o durch die Stufenſcheiben $i i_1$ abgeleitet. Das Schleifrad dagegen erhält ſeine Umdrehung von der Axe v_1 durch den von der Trommel B auf b laufenden Riemen w_3, ſo daß die Umdrehung des ſehr ſchnell bewegten Schleifrades nicht unterbrochen zu werden braucht, wenn man aus irgend welchem Grunde das Arbeitsſtück anhält. Die Umdrehung des Arbeitsſtückes erfolgt viel langſamer, da ſie nur den Zweck hat, dem Angriffe des Schleifrades fortwährend neue Punkte der Oberfläche darzubieten, die Umdrehungszahl iſt daher um ſo kleiner zu wählen, je größer der Durchmeſſer des Arbeitsſtückes iſt. Wie die Pfeile in der Figur andeuten, dreht ſich das

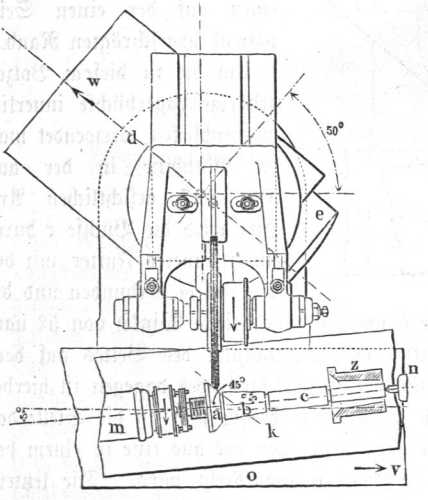
Arbeitsſtück in derſelben Richtung, in welcher das Schleifrad umläuft, ſo daß die Bewegungen beider an der Angriffsſtelle in derſelben Art entgegengeſetzt ſind, wie es für die Fräſen als zweckmäßig angegeben wurde.

Fig. 825.



Die Befeſtigung des Schleifrades auf ſeiner Axe und deren Unterſtützung in den zugehörigen Lagern iſt aus Fig. 825 erſichtlich, woraus man u. a. erkennt, daß der Seitenflanſch *b* gleichzeitig zur Betriebsriemſcheibe *c* ausgebildet iſt. Von hervorragender Bedeutung für die Schleifaxe iſt deren ſichere Unterſtützung in den Lagern und die gänzliche Vermeidung eines merkbaren Spielraumes nach der Länge oder quer zu derſelben. Die beiderſeitigen Zapfen der gehärteten Stahlſpindel ſind daher ſehr lang gemacht und durch die Schraube *d*, ſowie den Bund *e* kann jeder Spielraum nach der Länge beſeitigt werden. Auf das Schraubengewinde am freien Ende der Spindel kann eine beſondere Schmirgelſcheibe *f* aufgeſteckt werden, was für die Ausführung mancher Arbeiten zweckmäßig iſt. Daß durch die Schraubenmuttern *g*, die gleichzeitig zu Staubkappen ausgebildet ſind, die coniſchen Lagerſchalen *h* feſt in die in Kugelflächen ruhenden Büchſen *l* eingezogen werden können, iſt ohne weitere Erläuterung klar.

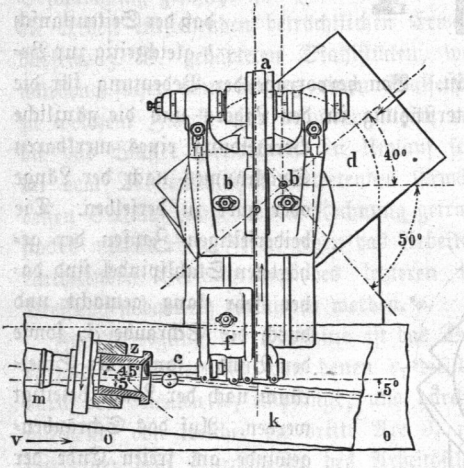
Fig. 826.



In welcher Weiſe die vorſtehend beſprochene Maſchine zur Bearbeitung verſchiedener Werkſtücke benutzt werden kann, möge an einigen Beiſpielen gezeigt werden. In Fig. 826 ſtellt *abc* einen zwiſchen die Spitzen ge-

ſpannten Bolzen vor, der bei c cylindriſch geſtaltet iſt, während der in einer Büchſe wie z unterſtützte Theil aus der Vereinigung von zwei Kegeln a und b beſteht, deren Seiten unter den Winkeln von 45^0 und 5^0 gegen die Axe geneigt ſind. Sollen dieſe Kegelflächen genau in die zugehörige Büchſe eingepaßt werden, ſo kann dies vermöge einer einmaligen Vorrichtung der Maſchine geſchehen, wenn man, wie aus der Figur erſichtlich iſt, die Platte k, auf welcher der Spindelſtock m und der Reitſtock n befeſtigt ſind, auf dem Längsſchlitten oo um den Winkel von 5^0 gegen deſſen Bewegungsrichtung verſtellt und gleichzeitig die Führungsplatte e, auf welcher der Querſchlitten d des Schleifrades ſich bewegt, um 45^0 gegen die Drehaxe zwiſchen den Spitzen, alſo um $45 + 5 = 50^0$ gegen das Bett der Maſchine, verſetzt. In Folge dieſer Anordnung muß das Schleifrad die Fläche b bearbeiten, wenn der Schlitten o bewegt wird, während eine Verſchiebung des Schleifradſchlittens nach der Richtung w die genaue Bearbeitung der Kegelfläche a zur Folge hat. Die Schmirgelſcheibe erhält dazu einen auf der einen Seite paſſend abgeſchrägten Rand.

Fig. 827.

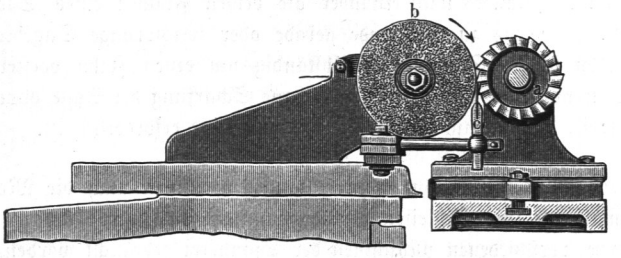


Um die zu dieſem Bolzen gehörige Lagerbüchſe innerlich auszuſchleifen, verwendet man die Maſchine in der aus Fig. 827 erſichtlichen Art. Hier wird die Büchſe z durch ein geeignetes Futter mit der Spindel m verbunden und die den Spindelſtock tragende Platte k um den zugehörigen Winkel von 5^0 nach der entgegengeſetzten Seite gegen die Längsrichtung des Bettes auf dem Schlitten oo verſtellt. Der Ständer b des Schleifrades dagegen iſt hierbei um 180^0 gegen die gewöhnliche Stellung verdreht, und an die Stelle des Schleifrades iſt eine Riemſcheibe a getreten, von der aus eine in einem beſonderen Ständer f befindliche Spindel c umgedreht wird. Die letztere trägt an ihrem freien Ende eine kleine Schmirgelſcheibe, die vermöge ihres geringen Durchmeſſers in das Innere der auszuſchleifenden Höhlung eintreten kann. Es iſt erſichtlich, daß man zum Ausſchleifen der coniſchen Erweiterung am Rande der Büchſe die Führungsplatte mit dem Schlitten d des Schleifrades unter einem Winkel von $45 - 5 = 40^0$ gegen die Längsrichtung zu ſtellen hat.

Will man mittels der beſprochenen Schleifmaſchine die ebene Fläche eines Arbeitsſtückes, z. B. einer Scheibe, genau bearbeiten, ſo befeſtigt man dieſelbe mittels eines Futters an der Spindel und ſetzt den zu dem Behufe um einen ſenkrechten Bolzen drehbar gemachten Spindelſtock ſo auf der ihn tragenden Platte feſt, daß die Spindel genau rechtwinkelig zur Länge des Bettes ſteht. Wird dann der Hauptſchlitten mit dem Spindelſtocke und dem Arbeitsſtücke unter gleichzeitiger Umdrehung des letzteren an dem in gewöhnlicher Art angeordneten Schleifrade vorbei bewegt, ſo arbeitet das letztere eine genaue Ebene an.

Um auch zu erläutern, in welcher Weiſe das Schleifrad zum Schärfen der Zähne an Fräſen, Reibahlen und anderen Schneidwerkzeugen gebraucht werden kann, diene die Fig. 828. Hier ſollen die Zähne der auf einem Bolzen zwiſchen den Spitzen befindlichen Fräſe *a* durch das Schleifrad *b* auf der äußeren Umfläche nachgeſchliffen werden. Dies geſchieht jedesmal nur an einem Zahne, zu welchem Ende die Spindel mit der Fräſe durch

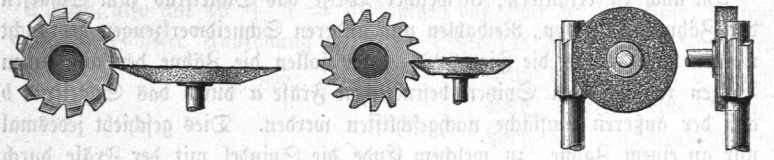
Fig. 828.



einen Anſchlag *c* feſtgehalten wird, während man den Fräszahn in der Längsrichtung an der Schmirgelſcheibe vorüberführt. Iſt dies geſchehen, ſo genügt eine Drehung der Fräſe um einen Zahn, die der federnde Anſchlag geſtattet, worauf dieſer den nächſten Zahn in derſelben Art wieder unterſtützt. Wollte man hierbei die ſtützende Kante des beſagten Anſchlages in gleiche Höhe mit den beiden Axen der Fräſe und Schmirgelſcheibe ſtellen, ſo würde die angeſchliffene Fläche für die Schneidwirkung ſehr ungünſtig ſein, da die hintere Kante entſprechend der krummen Oberfläche der Schmirgelſcheibe weiter von der Axe entfernt wäre, als die vordere zum Schneiden beſtimmte Kante. Man vermeidet dieſen Uebelſtand und ſchleift die Fläche unter dem erforderlichen Anſtellwinkel einfach dadurch, daß man die ſtützende Kante des Anſchlages um eine geringe Größe unter die Ebene der beiden Axen legt, wobei natürlich die Senkung nicht ſo groß gewählt werden darf, daß die Schmirgelſcheibe mit dem nächſtfolgenden Zahn der Fräſe in Berührung kommt.

Wie man Schmirgelſcheiben zum Schärfen von Fräszähnen durch Bearbeitung der radial geſtellten Flächen derſelben verwenden kann, dürfte aus den Fig. 829 bis 831 ohne Erläuterung deutlich ſein, auch ergiebt ſich hieraus von ſelbſt die Art, wie die Zähne von Sägen mittels Schmirgelſcheiben geſchärft werden können. Zu dem letzteren Zwecke hat man, insbeſondere in Amerika, verſchiedene ſinnreiche Maſchinen in Gebrauch genommen, bei denen im allgemeinen eine dünne ebene, einerſeits am Rande abgeſchrägte Schmirgelſcheibe zur Verwendung kommt, welcher eine derartig

Fig. 829. Fig. 830. Fig. 831.

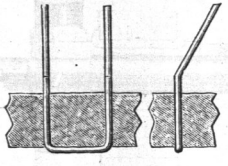


auf- und niederſteigende Schwingung ertheilt wird, daß ſie mit den beiden Flächen ihres Randes nach einander die beiden Flächen eines Sägezahnes angreift. Da das zu ſchärfende gerade oder kreisförmige Sägeblatt nach einer jeden ſolchen Schwingung ſelbſtändig um einen Zahn verſtellt wird, ſo erreicht man auf dieſe Weiſe die genaue Schärfung der Säge ohne weitere Handarbeit, als ſie zum Vorrichten der Maſchine erforderlich iſt.

206. **Fortſetzung.** Beſondere Erwähnung verdienen auch die Maſchinen, deren man ſich zum Schleifen der ſogenannten **Kratzenbeſchläge** bedient, wie ſie bei verſchiedenen Maſchinen der Spinnerei gebraucht werden. Dieſe Maſchinen enthalten cylindriſche Trommeln, deren Umfang gleichmäßig mit vielen feinen Drahtzähnchen beſetzt iſt. Dieſe Drahtzähnchen oder Häkchen werden vorher in Lederbänder in gleichmäßiger Vertheilung eingeſtochen, worauf man die Trommel durch eine Bewickelung mit ſolchen Kratzenbändern in ſchraubenförmigen Windungen auf der ganzen Umfläche mit Drahtzähnen bedeckt. Dieſe Häkchen bezwecken die Durcharbeitung der zu verſpinnenden Stoffe, welche zwiſchen die Umfänge zweier ſolcher Trommeln gelangen, die faſt bis zur Berührung einander genähert werden, und ſich mit verſchiedener Geſchwindigkeit bewegen. Ohne auf die eigentliche Wirkungsart dieſer Maſchinen hier einzugehen, worüber an einer folgenden Stelle das Nähere anzugeben iſt, läßt ſich doch von vornherein überſehen, daß die Enden oder Spitzen aller einzelnen Zähnchen einer ſolchen Trommel möglichſt genau in einer cylindriſchen Fläche gelegen ſein müſſen, weil jede Abweichung hiervon entweder zur Folge haben müßte, daß die gegen einander treffenden Zähnchen der beiden Trommeln ſich gegenſeitig verbiegen, oder daß der Abſtand der Trommeln von einander größer gewählt werden müßte,

als es mit der gleichmäßigen und guten Durcharbeitung des Materiales verträglich iſt. Es iſt aber andererſeits zu erkennen, daß es nicht möglich ſein wird, auch bei der ſorgfältigſten Ausführung der Kratzenbänder die genaue cylindriſche Form der Trommeln nach dem Beſchlagen derſelben ſogleich zu erzielen, daß es vielmehr einer nachträglichen Bearbeitung der beſchlagenen Trommeln bedarf, deren Zweck weſentlich in der Herſtellung der beſagten genau cylindriſchen Form beſteht. In Fig. 832 ſind zwei ſolche, immer paarweiſe aus einem Drahtſtück gebildete Häkchen dargeſtellt, wozu bemerkt werden mag, daß die radial gemeſſene Länge etwa 10 mm beträgt, während die Dicke des Drahtes zwiſchen 0,2 und 0,5 mm ſchwankt. Es iſt hieraus ohne weiteres klar, daß eine Bearbeitung dieſer Beſchläge durch Abdrehen mittels eines Stichels oder ſonſtigen ſchneidenden Werkzeuges nicht möglich iſt, weil die Häkchen unter dem Widerſtande, den der Stichel ſelbſt bei dem feinſten Spänchen findet, ſich verbiegen müßten. Die Bearbeitung kann hier nur durch Schleifen geſchehen, und zwar bedient man ſich dazu in der Regel einer cylindriſchen Schleifwalze, die ſchnell in ſolcher Richtung umgedreht wird, daß der zwiſchen ihr und den Drahtzähnchen ſtattfindende Druck beſtrebt iſt, die letzteren niederzulegen. Nur ausnahmsweiſe wählt man die entgegengeſetzte Umdrehungsrichtung, wenn man beabſichtigt, die Häkchen bei länger gebrauchten und durch die Arbeit niedergedrückten Kratzen wieder aufzurichten. Während des Schleifens wird auch die zu ſchleifende Kratzenwalze langſam umgedreht, um alle Punkte der Oberfläche gleichmäßig dem Angriffe der Schleifwalze darzubieten. Die letztere ſelbſt erhält während des Arbeitens außerdem eine langſam hin- und zurückgehende Bewegung in ihrer Axenrichtung in geringem Betrage, um die Bildung von Rippen zu vermeiden. Die Schleifwalze wird hierbei in der Regel von Holz oder Eiſen und mit glatter Oberfläche hergeſtellt, auf welche man mittels Leim eine Schicht Schmirgelpulver befeſtigt, deſſen Körnchen grob genug ſind, um bei dem Schleifen auch die ſeitlichen Flächen der Zähne anzugreifen, ſo daß die Enden eine für die Bearbeitung der Faſerſtoffe günſtigere ſpitze Form erhalten.

Fig. 832.

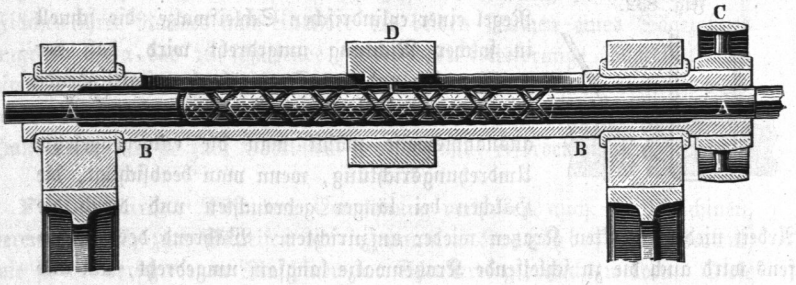


Anſtatt einer langen Schleifwalze, deren Länge diejenige der zu ſchleifenden Kratzenwalze noch um den Betrag der Längsſchiebung übertrifft, hat man ſich auch eines kurzen Schleifcylinders bedient, welcher während ſeiner Umdrehung gleichmäßig über die Breite der ganzen Maſchine entlang der zu ſchleifenden Walze hin- und zurückgeführt wird, wozu man ſich der aus Fig. 833 (a. f. S.) erſichtlichen Einrichtung zu bedienen pflegt. Hierin bedeutet *D* den auf der Röhre *B* verſchieblichen Schleifcylinder, der durch

die Umdrehung dieſer Röhre vermittelſt eines in deſſen Schlitz hineinragenden Anſatzes mitgenommen wird, und die gedachte Längsbewegung durch einen Stift erhält, welcher in die Schraubengänge eingreift, die in die feſtliegende Spindel *A* eingeſchnitten ſind. Da dieſe Gänge einer rechten und einer linken Schraube angehören, die an den Enden in einander übergeführt ſind, ſo folgt daraus die ſelbſtthätige Umkehr des Schleifcylinders an den Enden ſeiner Bewegung, und es iſt erſichtlich, wie die während der Verſchiebung durch die Schraubengänge unveränderliche Geſchwindigkeit an den Enden in der durch die Geſtalt der Uebergangscurven beſtimmten Art allmählich bis zu Null verzögert und darauf wieder beſchleunigt wird.

Bei einer anderen Kratzenſchleifmaſchine hat man ſich ebener Schmirgelſcheiben bedient, deren Wirkungsart aus Fig. 834 I, II und Fig. 834 III zu erſehen iſt. Hierbei ſind auf den Enden der Axe *a* zwei Schleifſcheiben *c* befeſtigt, welche zum gleichzeitigen Schleifen der beiden Kratzenwalzen d_1

Fig. 833.



und d_2 dienen, die in entſprechend nachſtellbaren Lagern unterſtützt und während des Schleifens gleichmäßig langſam umgedreht werden. Die Schleifaxe *a* iſt in einem Schlitten *b* gelagert, der auf den zu prismatiſchen Führungen geſtalteten Wangen des Geſtelles *f* der Länge nach verſchieblich iſt, und darauf gleichmäßig hin- und zurückgeführt wird. Dieſe geradlinige Verſchiebung ſowohl wie die Umdrehung der Schleifſcheiben wird von der Längsaxe *e* bewirkt, die mit dem Schneckenrade *g* in ein anderes ſolches Rad *h* auf der Schleifaxe eingreift, während eine auf derſelben Axe *e* befindliche Schraube ohne Ende *i* in die Zähne einer an dem Geſtellrahmen *f* feſten Zahnſtange *k* eingreift. Da dieſe Schraube ohne Ende *i* und das mit ihr verbundene Schneckenrad *g* ſich mittels einer Nuth auf einer Feder der Triebwelle *e* verſchieben können, ſo wird das Schleifzeug bei jeder Umdrehung der Axe *e* um die Ganghöhe der Schraube ohne Ende *i* verſchoben. Zur Umkehrung der Bewegung dient das bekannte Wendegetriebe mit einem offenen und einem gekreuzten Riemen, die durch die Umſteuerſtange *l* ent-

Fig. 834 I u. II.

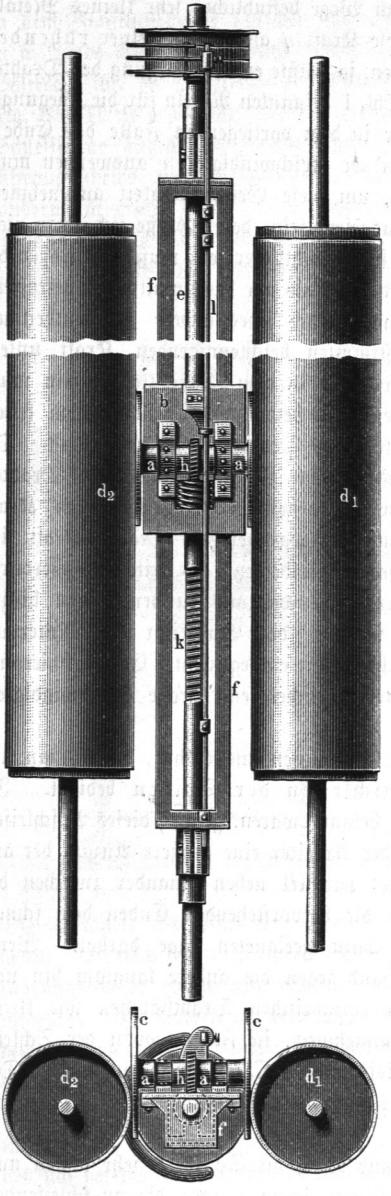
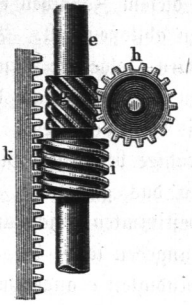


Fig. 834 III.

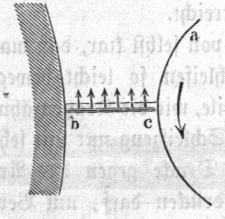


ſprechend verſchoben werden, wenn der Schlitten *b* das Ende ſeines Weges erreicht.

Es iſt von ſelbſt klar, daß man zum Abſchleifen ſo leicht beweglicher Theile, wie die Kratzenzähne ſind, das Schleifzeug nur mit ſehr geringem Drucke gegen das Arbeitsſtück drücken darf, um Verbiegungen zu vermeiden, ſo daß alſo das Schleifen ſelbſt entſprechend längere Zeit erfordert. Dagegen darf die gegenſätzliche Geſchwindigkeit des Schleifzeuges gegen das Arbeitsſtück unbedenklich ſehr groß gewählt werden; es iſt ſogar anzunehmen, daß die Verbiegung der angegriffenen Theile um ſo weniger zu befürchten iſt, je größer die gegenſätzliche Geſchwindigkeit des Schleifzeuges und Arbeitsſtückes iſt, wie man ſich aus folgender Betrachtung überzeugt. Geſetzt, es bewege ſich ein Körnchen im Umfange des Schleifrades *a*, Fig. 835 (a. f. S.), mit einer Geſchwindigkeit *v* gegen den ruhend gedachten Drahtzahn *bc* einer Kratzentrommel, und es

möge q der Widerſtand ſein, welchen dieſes Schmirgelkörnchen findet, wenn es von dieſem Zähnchen ein ihm im Wege befindliches ſehr kleines Metalltheilchen abſtoßen ſoll. Würde dieſe Kraft q als ein aus einer ruhenden Belaſtung folgender Druck auftreten, ſo müßte er eine Biegung des Drahtes erzeugen, welche ſich nach den aus Thl. I bekannten Regeln für die Biegungsfeſtigkeit berechnen ließe. Da aber in dem vorliegenden Falle das Ende c des Drahtes bei dieſer Biegung mit der Geſchwindigkeit v ausweichen muß, ſo wird das getroffene Theilchen, um dieſe Geſchwindigkeit anzunehmen, einer beſtimmten Beſchleunigung ausgeſetzt ſein, deren Größe ſich zwar nicht genau angeben läßt, die aber um ſo beträchtlicher ſein muß, je größer die Geſchwindigkeit v angenommen wird. Ebenſo wie das unmittelbar getroffene Theilchen am Ende des Zahnes wird auch jedes andere Maſſentheilchen einer beſtimmten beſchleunigenden Kraft unterworfen ſein, die in dem Maße kleiner ſein muß, in welchem das betrachtete Theilchen dem feſten Fußpunkte b des Drahtes näher gelegen iſt. Da nun jedes einzelne Maſſentheilchen des Drahtes mit einer der gedachten beſchleunigenden Kraft gleichen und entgegengeſetzten Trägheitskraft ſich der Bewegung widerſetzt, ſo tritt der hierdurch hervorgerufene Widerſtand zu demjenigen hinzu, der ſich vermöge der Elaſticität des Materials der Biegung durch eine ruhend gedachte Kraft entgegenſetzt. Es folgt hieraus, daß gerade bei dem Schleifen zarter Theilchen eine große Geſchwindigkeit nur förderlich ſein kann.

Fig. 835.



In eigenthümlicher Art ſind die Maſchinen ausgeführt, deren man ſich in den Nadelfabriken zum Anſchleifen der Spitzen bedient. In früherer Zeit, ehe ſolche Maſchinen bekannt waren, geſchah dieſes Anſchleifen aus freier Hand in der Art, daß der Arbeiter eine größere Anzahl der anzuſchleifenden Drahtſtücke (Schächte) parallel neben einander zwiſchen die Flächen beider Hände brachte und die hervorſtehenden Enden dem ſchnell umlaufenden Schleifſteine in der dazu geeigneten Lage darbot. Wenn während des Schleifens die eine Hand gegen die andere langſam hin und her bewegt wurde, ſo mußten die cylindriſchen Drahtſtäbchen wie kleine Walzen eine wälzende Bewegung annehmen, in Folge wovon der Schleifſtein die Spitzen mit überall kreisförmigem Querſchnitte anſchliff. Die gleiche Wirkung wird durch die viel verbreitete Maſchine von Schleicher, Fig. 836 I u. II, wie folgt erzielt.

Dem auf der Axe a befeſtigten und durch die Scheibe b ſehr ſchnell umgedrehten Schleifſteine c von ausgekehlter Form werden die zu ſchleifenden Nadeln durch eine Scheibe d zugeführt, indem dieſelbe bei langſamer Drehung

in der Richtung des Pfeiles die ihr bei *e* vorgelegten Nadeln mitnimmt und in dem Zwiſchenraume zwiſchen ihr und dem concentriſchen Bogenſtücke *f* in wälzende Bewegung verſetzt. Um dies ſicher zu erreichen, iſt ſowohl die Scheibe *d* wie die Oberfläche des Bogenſtückes *f* mit Gummi bekleidet. Aus Fig. 836 II iſt erſichtlich, wie die frei hervorragenden Nadelenden von dem Schleifſteine angegriffen werden, und zwar hat man die Axe *h* der Zuführungsſcheibe nicht genau rechtwinkelig zu der Axe des Schleifſteines, ſondern um einige Grad hiervon abweichend gelagert, um zu erzielen, daß die Enden der Drähte mehr angegriffen werden, als die hinterhalb gelegenen Theile, wie dies zur Erreichung der gewünſchten Spitzen erforderlich iſt

Fig. 836 I.

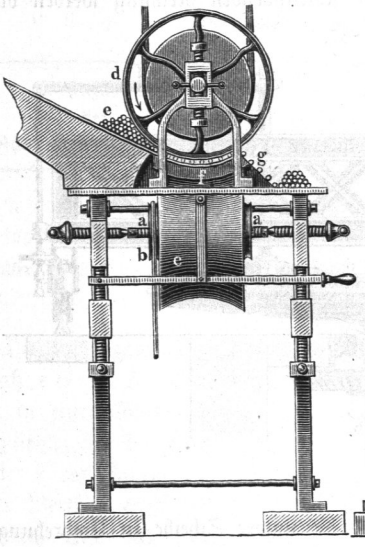
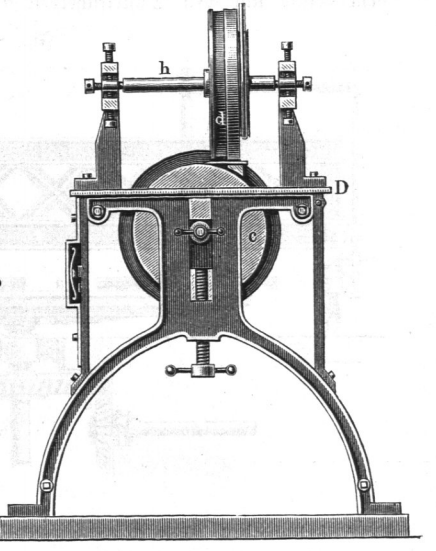


Fig. 836 II.

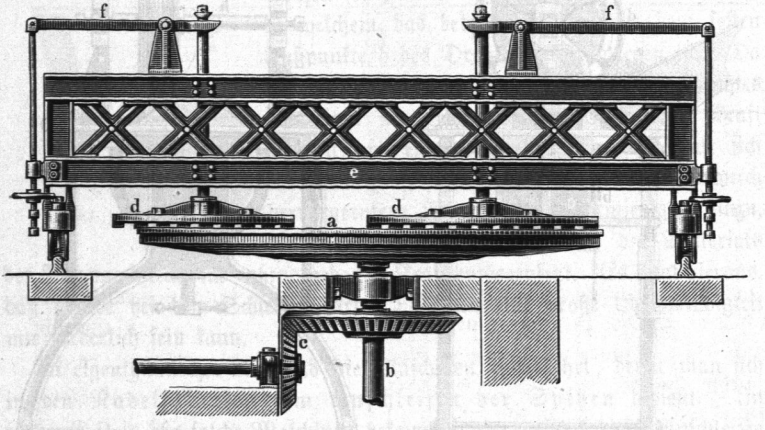


Die in ſolcher Art geſchliffenen Nadeln rollen bei *g* auf der geneigten Ebene herab, während bei *e* zeitweiſe Nadeln neu vorgelegt werden. Die Zuführungsſcheibe macht nur etwa einen Umgang in der Minute, wodurch ungefähr 500 Nadeln an dem Schleifſteine vorübergeführt werden, der in derſelben Zeit bis zu 1500 Umgänge macht. Das Schleifen geſchieht hierbei zur Vermeidung von Roſtbildung immer trocken, die beträchtliche Erwärmung, welcher die Nadeln in Folge hiervon ausgeſetzt ſind, iſt deswegen unſchädlich, weil die Nadeln erſt ſpäter gehärtet werden. Zur Abſaugung des ſich bei dieſem Schleifen bildenden Stein- und Stahlſtaubes wendet man kräftige Ventilatoren an, welche die Luft in eine nahe der Arbeitsſtelle des Schleifſteines befindliche Auffangedüſe hinein ſaugen, und durch weite

Kammern hindurch treiben, wo den feſten Theilchen Gelegenheit zum Abſetzen gegeben iſt.

Schließlich möge hier auch derjenigen Maſchinen gedacht werden, deren man ſich in den Spiegelfabriken bedient, um die rauhen Oberflächen der gegoſſenen Glastafeln eben zu ſchleifen. Dieſe Tafeln werden mit Gips auf einer großen kreisrunden Scheibe *a*, Fig. 837, befeſtigt, die auf dem oberen Ende der ſtehenden Welle *b* angebracht iſt und mittels der Kegelräder *c* langſam umgedreht wird. Zum Schleifen dienen zwei kleinere Scheiben *d*, deren ſenkrechte Axen in dem rahmenartigen Geſtelle *e* gelagert und mittels der Hebel *f* ſo aufgehängt ſind, daß ſie nur mit mäßigem Drucke auf die darunter befindlichen Glastafeln drücken. In Folge der zwiſchen dem Glaſe und den Schleifſcheiben *d* ſtattfindenden Reibung werden die

Fig. 837.



letzteren um ihre Axen gedreht, ſobald die untere Scheibe in Umdrehung geſetzt wird, und vermöge dieſer doppelten Drehung wird der auf das Glas gebrachte Schleifſand ſo gleichmäßig über alle Punkte der zu ſchleifenden Tafeln geführt, daß in Folge deſſen die Fläche eben geſchliffen wird. Damit der Schleifſand beſſer unter die Scheiben *d* gelangen könne, ſind dieſelben auf den unteren Flächen mit einzelnen hervorragenden eiſernen Klötzchen verſehen. Der gedachte Vorgang wird mehrere Male mit verſchiedenen Sandſorten von allmählich zunehmender Feinheit ſo lange wiederholt, bis die geſchliffene Fläche glatt genug geworden iſt, um ihr in ähnlicher Weiſe mittels der feinſten Polirmittel den gewünſchten hohen Glanz zu ertheilen. Das Poliren iſt alſo ſtreng genommen nichts anderes als ein fortgeſetztes Schleifen, wodurch die feinſten Theilchen abgerieben werden.

Hartig's Versuche. Zur Ermittelung des Kraftbedarfs und der Leistung der Drehbänke, Bohr- und Fräsmaschinen, sind von Hartig[1]) eingehende Versuche angestellt worden, deren Hauptergebnisse hier in derselben Art angeführt werden mögen, wie es in §. 164 bezüglich der Hobelmaschinen geschehen ist. §. 207

Hiernach ist zunächst die Leergangsarbeit von Drehbänken außer von der Geschwindigkeit und den Abmessungen der bewegten Theile, namentlich auch von der Anzahl der Zahnradübersetzungen zwischen der Antriebswelle und der Drehbankspindel abhängig und die folgende Zusammenstellung aus den angestellten Versuchen abgeleitet.

Leergangsarbeit N_0 in Pferdekräften der Drehbänke bei n Umdrehungen in der Minute.

Anzahl der Zahnradübersetzungen	Ausführung		
	leicht	mittel	schwer
0	$0{,}05 + 0{,}0005\,n$	$0{,}10 + 0{,}0023\,n$	$0{,}25 + 0{,}0041\,n$
2	$0{,}05 + 0{,}0012\,n$	$0{,}10 + 0{,}015\,n$	$0{,}25 + 0{,}053\,n$
3 oder 4	$0{,}05 + 0{,}05\,n$	$0{,}13 + 0{,}11\,n$	$0{,}25 + 0{,}18\,n$

Die zur eigentlichen Nutzarbeit verwendete Arbeit kann passend wieder durch $\varepsilon G = N_1$ Pferdekraft ausgedrückt werden, wenn G das Gewicht der in einer Stunde abgetrennten Metallspäne bedeutet, während es sich empfiehlt, bei der Bearbeitung von Holz diese Arbeit gleich εV zu setzen, unter V das Volumen des abzuschälenden Holzes in Cubikmetern verstanden. Der Werth ε ergab sich für das Drehen kleiner als für das Hobeln, was dadurch erklärt wird, daß beim Abdrehen die Späne leichter vom Stichel wegzuführen sind. Eine Abhängigkeit des Werthes ε von dem Spanquerschnitt bei Gußeisen, wie sie sich bei dem Hobeln zeigte, ließen die Versuche nicht erkennen. Nach denselben ist im Mittel anzunehmen für

Graues Gußeisen . . . . $\varepsilon = 0{,}069$ Pfkrft. ($f = 2{,}80$ qmm)
Schmiedeisen . . . . . $\varepsilon = 0{,}072$ „ ($f = 1{,}00$ „)
Stahl . . . . . $\varepsilon = 0{,}104$ „ ($f = 1{,}72$ „)
für je 1 kg Späne in der Minute,
während man für
Holz . . . . . $\varepsilon = 10$ Pfkrft. ($f = 0{,}88$ qmm)

[1]) Mittheilungen d. Sächs. polyt. Schule zu Dresden, Heft 3, 1873.

Tabelle A.

Nummer	Maschine	Leergangsarbeit N_0 Pfk.	Betriebsarbeit N Pfk.	Wirkungsgrad $\mu = \frac{N - N_0}{N}$	Spanmenge stündlich G kg	Spandicke δ mm	Spanbreite β mm	Schnittgeschwindigkeit v mm	Arbeit für 1 kg stündlich (bei Holz 1 cbm) ε Pfk.	Bemerkungen
1	Kleine Supportdrehbank .	0,182	0,416	0,563	5,25	2,0	0,43	123 [1]	0,072 für Schmiedeisen 0,055 für Gußeisen	Spitzenhöhe 165 mm
2	Leitspindeldrehbank . . .	0,121	0,336	0,640	2,22	1,55	0,46	117 [1]	0,10 für Schmiedeisen 0,063 für Gußeisen	„ 155 mm
3	„ . . .	0,21	0,88	0,761	11,4	5,06	1,04	79,4 [1]	0,10 für Stahl 0,060 für Schmiedeisen 0,066 für Gußeisen	„ 220 mm
4	„ . . .	0,05	0,469	0,419	4,97	2,0	0,61	160 [2]	0,089 für Gußeisen	„ 325 mm
5	Planscheiben- u. Spitzendrehbank	0,19	0,54	0,649	5,62	2,1	1,4	67,3 [2]	0,061 für Gußeisen	„ 625 mm Plansch. 1,985 m Durchm.
6	Planscheibendrehbank . .	0,38	0,92	0,587	8,68	5,0	1,03	82,3 [2]	0,069 für Gußeisen	Durchmesser der Planscheibe 1,415 m
7	Holzdrehbank	0,64	0,94	0,320	0,044 cbm	2,63	0,62	12,3 [3] m	10,6 für Fichtenholz	Durchmesser der Planscheibe 0,80 m

[1]) Für Schmiedeisen. [2]) Für Gußeisen. [3]) Für Fichtenholz.

für je 1 cbm stündlich abzulösendes Holz annehmen kann. Die in Klammern beigesetzten Werthe bedeuten die Mittelwerthe der bei den Versuchen beobachteten Spanquerschnitte.

Der Wirkungsgrad $\mu = \frac{N - N_0}{N}$ bewegte sich für die größte Leistung der Drehbänke zwischen 0,563 und 0,843 und berechnete sich im Durchschnitt zu 0,674.

Die Geschwindigkeiten betrugen bei denjenigen Versuchen, welche der größten Leistung entsprachen, bei

Gußeisen	Schmiedeisen	Stahl	Holz
103	106	38,4	12300 mm
(67,3 — 160)	(79,4 — 123)	(24,8 — 45,5)	(1430 — 12500)

Die mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Schneiden schmiedeiserner Schrauben mittels der Kluppe war 28 mm.

Die vorstehende Tabelle A. enthält die hauptsächlichsten Ergebnisse der an Drehbänken angestellten Versuche.

Bei den Bohrmaschinen ergaben sich für den Leergang die nachstehenden Formeln, in denen n die Umdrehungszahl der Bohrspindel und n_1 diejenige der Vorgelegswelle in der Minute bezeichnet:

Pferdekraft

Für Bohrmaschinen ohne Zahnräderantrieb $N_0 = 0{,}0006\, n_1 + 0{,}0005\, n$

„ „ mit Räderbetrieb der Spindel . . . . . $N_0 = 0{,}0006\, n_1 + 0{,}001\, n$

„ Radialbohrm. ohne Rädervorgelege . $N_0 = 0{,}0006\, n_1 + 0{,}004\, n$

„ „ mit „ $N_0 = 0{,}04 + 0{,}0006\, n_1 + 0{,}004\, n$

Bei den Cylinderbohrmaschinen kann wegen der kleinen Umdrehungszahl der Bohrspindel die Leergangsarbeit vernachlässigt werden.

Die zum eigentlichen Bohren erforderliche Nutzarbeit hängt außer von dem Widerstande, der sich dem Abtrennen des Spanes entgegensetzt, namentlich von der Reibung ab, welche die Bohrspäne an der Wandung des Bohrloches finden. Der letztere Widerstand ist verhältnißmäßig um so größer, je kleiner der Durchmesser d des Bohrloches ist, so daß man ihn umgekehrt proportional mit d annehmen und den Arbeitsbedarf ε für je 1 ccm stündlich ausgebohrten Raumes zu

$$\varepsilon = \alpha + \frac{\beta}{d}$$

annehmen kann. Bezüglich der Werthe von α und β gelangt Hartig aus seinen Versuchen zu folgenden Regeln. Es ist für jeden Cubikcentimeter des stündlich auszubohrenden Raumes:

für Spitzbohrer in Gußeisen, trocken, $d = 10$ bis 50 mm, bis 50 mm Lochtiefe:

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}001}{d} \text{ Pfkft.},$$

für Spitzbohrer in Schmiedeisen mit Oel, $d = 10$ bis 50 mm, bis 50 mm Lochtiefe:

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}04}{d} \text{ Pfkft.}$$

Ferner hat man bei dem Bohren in Holz für je 1 cbm stündlich ausgebohrtes Material bei der Anwendung von Centrumbohrern von 10 bis 100 mm Durchmesser und bei Lochtiefen bis 150 mm:

für Fichtenholz . . . $\varepsilon = 7{,}6 + \frac{1000}{d}$ Pfkft.

„ Erlenholz . . . . . $\varepsilon = 28{,}8 + \frac{2170}{d}$ „

„ Weißbuchenholz . . $\varepsilon = 210 + \frac{2280}{d}$ „

Für Cylinderbohrmaschinen, bei denen nur Gußeisen in Betracht kommt, kann man für je 1 kg stündlicher Spanmenge ebenso wie bei den Hobelmaschinen[1])

$$\varepsilon = 0{,}034 + \frac{13}{f} \text{ Pfkft.}$$

annehmen, wenn f den Querschnitt des Spanes in Quadratmillimetern bedeutet.

Die Tabelle B. enthält die Zusammenstellung der hauptsächlichsten Ergebnisse aus den Versuchen an Bohrmaschinen.

Die mit Fräsmaschinen für Eisen angestellten Versuche, deren Hauptergebnisse in der Tabelle C. (a. S. 1220) wiedergegeben sind, lassen erkennen, daß die Leergangsarbeit wegen der kleinen Umdrehungszahl der Fräsaxe (4,9 bis 33 in der Minute) nur gering ist, dieselbe schwankte zwischen 0,1 und 0,5 Pfkft.

Die eigentliche Nutzarbeit zur Spanbildung kann für je 1 kg zerkleinertes Material gesetzt werden zu

---

[1]) Die in §. 164 angegebene Formel $\varepsilon = 0{,}077 + \frac{0{,}125}{f}$ ergab sich aus den Versuchen an der dort unter Nr. 3 angeführten Hobelmaschine, im Durchschnitt aus allen Versuchen erscheint dagegen der obige Ausdruck $\varepsilon = 0{,}034 + \frac{0{,}13}{f}$.

Tabelle B.

Nummer	Maschine	Durchmesser der Bohrung d mm	Vorschub für eine Umdrehung mm	Schnittgeschwindigkeit mm	Leergangsarbeit N_0 Pfk.	Betriebsarbeit N Pfk.	Wirkungsgrad $\mu=\frac{N-N_0}{N}$	Spanmenge, stündlich G kg	Spanmenge, stündlich V ccm	Arbeit für 1 kg (1 ccm) stündlich ε Pfkft.	Bemerkungen
1	Horizontalbohrmaschine	50	0,14	155	0,12	0,94	0,872	—	673	$0{,}001+\frac{0{,}04}{d}$ für 1 ccm Schmiedeis.	Erweiterung eines Loches von 24 auf 50 mm Durchm.
2	Kleine Cylinderbohrm.	430	0,80	68,5	0,007	0,207	0,968	2,66	—	0,0725 f. 1 kg Gußeisen	Aeltere Construction
3	Radialbohrmaschine . .	12,5	0,088	99,6	0,45	0,54	0,167	—	101	0,00132 f. 1 ccm „	
4	desgl. große	50	0,111	94	0,31	0,68	0,544	—	508	0,00107 f. 1 ccm „	$\varepsilon=0{,}00125$ f. Bronze $\varepsilon=0{,}00150$ „ Stahl $\varepsilon=0{,}00186$ „ Kupfer $\varepsilon=0{,}00312$ „ Schmiedeisen
5	Langlochbohrmaschine .	50,5	0,85[1])	98	0,15	0,42	0,643	—	184	0,00112 f. 1 ccm „	$\varepsilon=0{,}00072$ „ „
6	Kleine Holzbohrmasch.	101	0,20	4730	0,265	1,86	0,857	—	0,091 cbm	$7{,}6+\frac{1000}{d}$ für 1 cbm Fichtenholz	$\varepsilon=28{,}8+\frac{2170}{d}$ für 1 cbm Erlenholz $\varepsilon=210+\frac{2280}{d}$ für 1 cbm Weißbuche
7	Holzlanglochbohrmasch.	100	0,037	5290	1,70	3,74	0,545	—	0,035 cbm	18 für 1 cbm Erlenholz	Zwei Vorgelegswellen

[1]) Diese Zahl giebt den Vorschub des Bohrers in der Richtung der Spindel bei jedem Wechsel der Längsbewegung an.

Tabelle C.

Nummer	Maschine	Schnitthöhe mm	Schnittbreite mm	Schnittgeschwindigkeit mm	Leergangsarbeit N_0 Pfk.	Betriebsarbeit N Pfk.	Wirkungsgrad $\mu = \frac{N-N_0}{N}$	Spanmenge stündlich kg	Arbeit für 1 kg Späne stündlich ε Pfk.	Bemerkungen
1	Kleine Fräsmaschine .	2,8	0,165	92	0,10	0,19	0,474	2,01	0,05 für weiches Gußeisen 0,239 für Gußrinde	Zähnezahl der Fräse = 16 Vorschiebung für eine Umdrehung = 2,64 mm
2	Fräsmaschine	3,8	0,24	85	0,268	0,669	0,599	4,28	0,095 bis 0,193 für Gußeisen	Durchmesser der Fräse 320 und 330 mm
3	Räderschneidmaschine .	Spanquerschnitt 0,025 qmm		200	0,108	0,282	0,617	0,62	0,26 für Gußeisen	Zähnezahl der Fräse = 53 Vorschiebung für eine Umdrehung = 0,724 mm

Tabelle D.

Nummer	Maschine	Schnittbreite b mm	Schnitthöhe h mm	Schnittgeschwindigkeit (Secunde) mm	Vorschiebung (Secunde) mm	Leergangsarbeit N_0 Pfk.	Betriebsarbeit N Pfk.	Wirkungsgrad $\mu=\frac{N-N_0}{N}$	Spanmenge (Stunde) V cbm	Arbeit für 1 cbm Späne stündlich ε Pfkft.	Bemerkungen
1	Holzhobelmaschine . .	375	5	27200	36	1,47	3,25	0,548	0,233	$3{,}16+0{,}5$ für Rothbuche	$f=7{,}55$ qmm Spanquerschnitt
2	Walzenhobelmaschine .	610	8,5	19000	57	0,75	5,08	0,852	1,08	4,6	1 horizont. und 1 vertic. Messerwelle
3	„	273	10,5	23400	71,8	1,27	4,70	0,730	0,72	$2{,}5+\frac{28}{h}$ für Fichtenholz	
4	„	281	2	10300	50	1,44	3,08	0,533	0,110	18,7	
5	Bretthobelmaschine mit 4 Messerwalzen	219	3,5	13500	35,6	3,40	4,30	0,209	0,273	$2+\frac{12}{h}$ „ „	
6	Kleine Holzfräsmaschine	—	—	10100	4—34	1,32	2,03	0,347	0,014	66,7 für Erlenholz	Feine Späne
7	Simshobelmaschine . .	141	4,4	19600	50,7	2,03	2,49	0,185	0,171	2,64 „ Fichtenholz	
8	Sims- u. Bretthobelm.	355	4	16900	22	4,28	7,01	0,390	0,562	4,70 „ „	
9	Holzhobelmaschine . .	162	4	30400	34,9	2,07	2,54	0,185	0,813	6,47 „ „	
10	Zapfenschneidmaschine .	105	12	22200	11—19	1,44	2,14	0,327	0,074	7,87 mit Vorschneidern 25 ohne „	
11	„	93	74	29500	1,3–3,5	0,62	2,87	0,784	0,086	41,8 für Fichtenholz	
12	„	71	18	22400	2,7–9,3	2,20	2,29	0,039	0,044	25,9 für schmale Schlitze 2,05 für breite „	

$\varepsilon = 0{,}239$ Pfkft. für die harte Gußrinde,

$\varepsilon = 0{,}113$ „ für weiches Gußeisen, bei 0,37 qmm mittlerem Spanquerschnitt,

$\varepsilon = 0{,}26$ „ bei dem Ausfräsen der Zahnlücken in gußeisernen Rädern bei 0,025 qmm Spanquerschnitt.

Dagegen ergaben die Versuche an Holzhobel- und Fräsmaschinen, wie sie in der Tabelle D. (a. v. S.) angeführt sind, eine verhältnißmäßig große Leergangsarbeit zwischen 0,62 und 4,28 Pfkft., deren Mittelwerth von 2 Pfkft. sogar die Nutzarbeit der stärksten Beanspruchung übertrifft, weshalb der Wirkungsgrad im Durchschnitt nur den Werth 0,427 zeigt. Der Grund hierfür ist in der großen Umdrehungszahl der Fräsköpfe und Messerwellen zu erkennen, die in vielen Fällen außer der Vorgelegswelle noch die Anordnung von Zwischenwellen nöthig macht. Bezeichnet man mit $\Sigma(n)$ die Summe der minutlichen Umdrehungszahlen aller in der Maschine enthaltenen schnell laufenden Axen, so soll man nach Hartig die Leergangsarbeit zu

$$N_0 = \frac{\Sigma(n)}{2000} \text{ Pfkft.}$$

annehmen, was also beispielsweise für eine Maschine mit vier Messerwellen, die 2000 Umdrehungen machen, bei einer Umdrehungszahl der Vorgelegswelle von 200 und einer Zwischenwelle von 800 die Leerarbeit

$$N_0 = \frac{4 \cdot 2000 + 200 + 800}{2000} = 4{,}5 \text{ Pfkft.}$$

ergiebt.

Bezüglich der Nutzarbeit findet sich für je 1 cbm stündlich zerspantes Fichtenholz bei zweckmäßig construirten Messerwalzen der Ausdruck

$$\varepsilon = 2 + \frac{20}{h} \text{ Pfkft.,}$$

wenn h die Höhe der abgefrästen Schicht in Millimetern bedeutet. Danach ergiebt sich die Arbeit für je 1 qm stündlich abgefräste Fläche zu

$$\varepsilon' = \frac{h + 10}{500} \text{ Pfkft.}$$