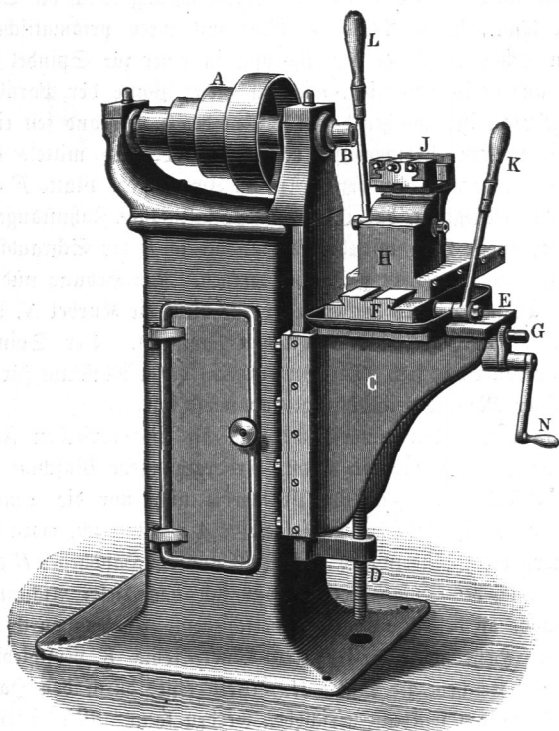


§. 198. **Fräsmaschinen.** Der an jeder Fräsmaschine vorhandene und für dieselbe wesentliche Bestandtheil ist die zur Aufnahme der Fräsen eingerichtete Spindel, die in möglichst sicherer Art gelagert ist und durch Riemen oder Räder gleichmäßig umgedreht wird. Die Fräsen werden entweder an dem freien Ende dieser Spindel befestigt, oder die Spindel tritt durch die Fräsen hindurch, um an ihrem freien Ende noch durch einen Kernner 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 absekkender 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 winkelmäßig zu einander, zu bearbeiten,

ohne das Arbeitsstück umspannen zu müssen. So wendet man zur Bearbeitung der sechskantigen Muttern Fräsmaschinen mit sechs, genau unter 60° gegen einander geneigten Spindeln an, mit denen man in einem Durchgange sämtliche 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.

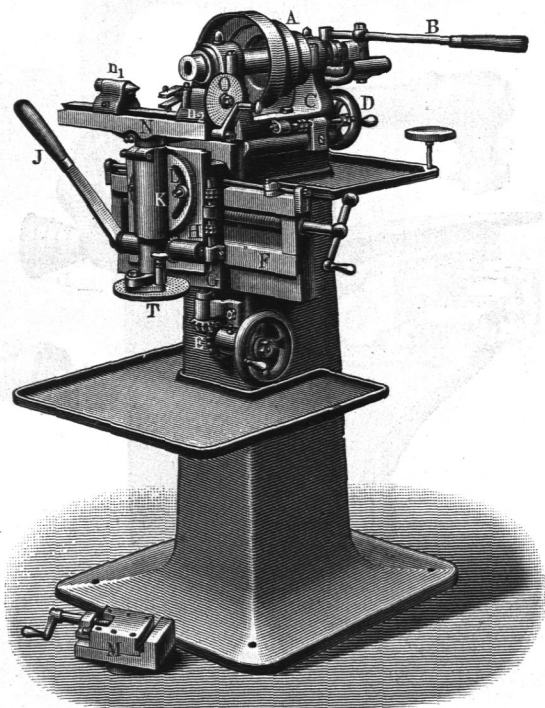
Die einfache Fräsmaschine, Fig. 760, ist leicht verständlich. Die ähnlich wie bei einer Drehbank gelagerte Spindel, welche ebenso wie dort durch die Stufenscheiben A angetrieben wird, nimmt in einer Höhlung am vorderen

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 Ase 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 Kegeiräder 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, Conn., 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 Kegeiräder *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 Keitstock 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 Zahn-
lücken kleiner Stirnräder in derselben Weise eingefräst werden. Sollen diese
Lücken oder Ruthen unter einem bestimmten Winkel gegen die Ase 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.



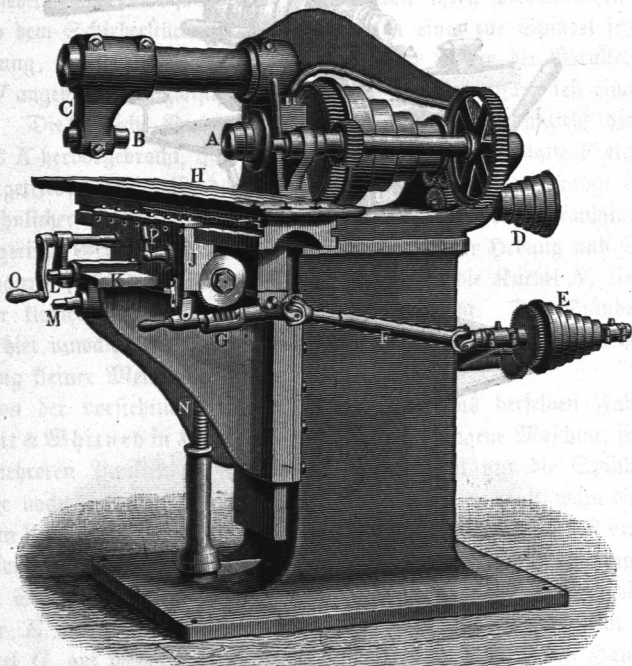
verdreht werden kann. Die vielseitige Verwendbarkeit dieser Maschine für
die verschiedensten Arbeiten ist hieraus deutlich.

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 Längen 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 Ase mittels zweier Universalgelenke und einer ausziehbaren Kuppelungsstange *F* die Schraube ohne Ende *G* umdreht, von welcher durch ein Schneckenrad die für die Quer-

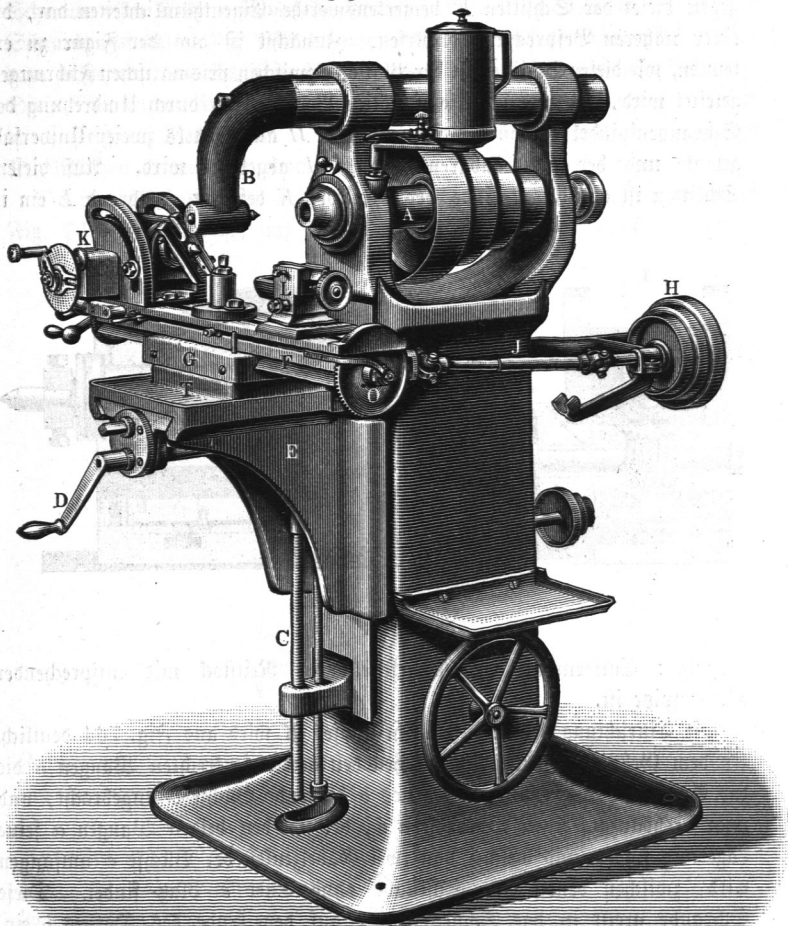
Fig. 762.



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 Regelräder die Schraube *N* umdreht. Die beiden durch *M* und *L* zu bewirkenden Verstellungen lassen sich mit Hilfe geeigneter Einteilungen bis zu 0,001 Zoll = $\frac{1}{40}$ mm genau vornehmen. Zur schnellen Rückführung des Tisches *H* dient eine Zahnstange, in die ein auf der Ase

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.

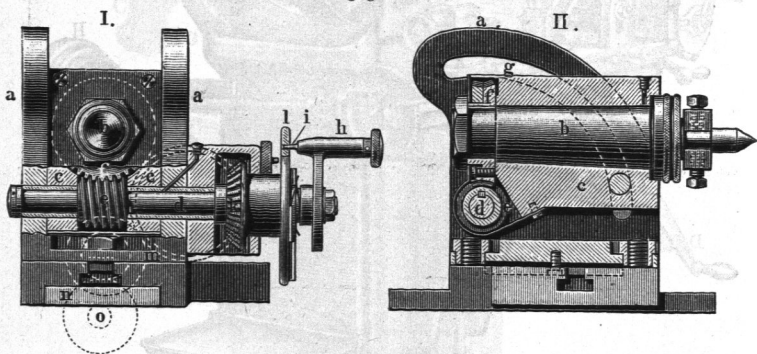
Fig. 763.



Eine ausgezeichnete Maschine ist die wegen ihrer vielfachen Verwendbarkeit sogenannte Universalfräsmaschine von Brown & Sharpe in Providence, N. S., 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.



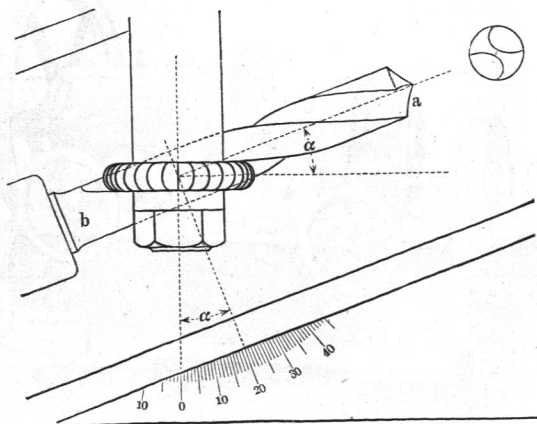
beliebiger Entfernung von *K* feststellbarer Keitstock mit entsprechender Kernerspitze ist.

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* umfassen 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 Ase 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 Kegekrädchen 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.

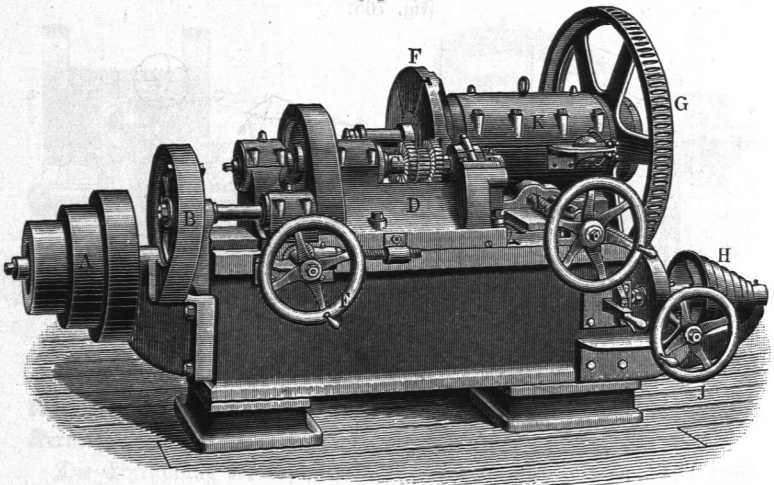


Zapfen gedreht werden kann, so folgt aus der hier beschriebenen Einrichtung, daß die vorliegende Maschine benutzt werden kann, nicht nur zum Einschneiden der Zähne in Stirn- und Kegekräder und der axialen Nuthen in Reibahlen oder Gewindebohrer, sondern daß man auch ganz selbstthätig schraubenförmige 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 Regelrädern 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 Radvorgelege betriebene Frässpindel *C* ist in einem Spindelstocke *D* gelagert, der durch eine Schraube mittels des Handrades *E* der Länge nach verstellbar werden kann, während das Arbeitsstück an der Planscheibe *F* be-

Fig. 766.



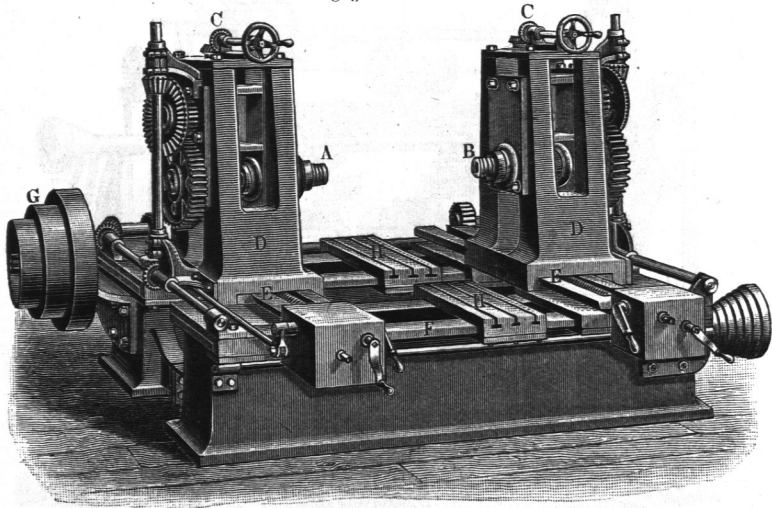
festigt wird. Die Spindel der Planscheibe wird durch das Schneckenrad *G* langsam von der Stufenscheibe *H* oder durch das Handrad *J* gedreht, und der Abstand der Fräse von der Mitte der Planscheibe ist entsprechend dem Durchmesser des Arbeitsstückes durch seitliche Verschiebung des Spindelstockes *K* 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 Regelradgetriebe *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 Regelräder 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 Maschine¹⁾ mit zwei senk-

Fig. 767.

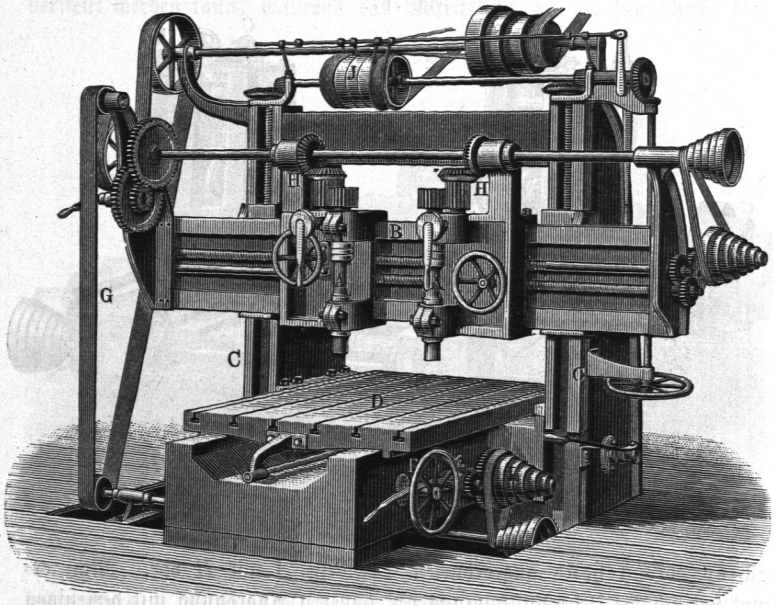


rechten oder stehend angeordneten Spindeln *A* und *B* vor. Man erkennt sogleich die Uebereinstimmung der äußeren Anordnung mit derjenigen der in §. 151 besprochenen Tischhobelmaschinen. Nur sind hier anstatt der Stichelhalter die Frässpindeln in den beiden Querschritten *A* angebracht, welche letzteren 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 verschiebbliche 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*,

¹⁾ Aus Paul R. Hasluch, 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 Regelräder *H*, sowie die selbstthätige Verticalbewegung des Querarmes durch die Riemscheiben *J* für offenen und gekreuzten Riemen sind aus der Figur ersichtlich.

Fig. 768.

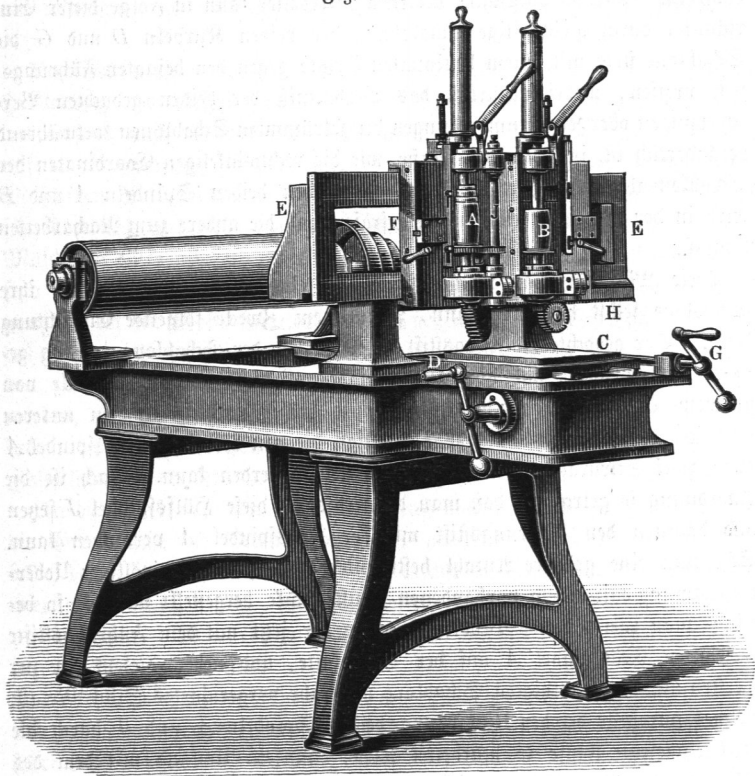


Es mag bemerkt werden, daß man ebenso auch mehrfach Fräsmaschinen mit stehender Spindel in solcher Anordnung ausgeführt hat, wie sie bei den in §. 160 besprochenen Stoßmaschinen angeführt worden ist, und durch Fig. 570 erläutert wurde. Hierbei wird die in senkrechten Führungen gleitende Stoßstange durch die Frässpindel ersetzt, während das Arbeitsstück auf einer wagrechten Tischplatte befestigt wird, die ebenso, wie bei jenen Stoßmaschinen, sowohl um ihre senkrechte Ase 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 ergibt. 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 ausgegearbeitet ist. Denkt man sich nun diese Tischplatte relativ gegen einen an dem Gehäuse der Frässpindel angebrachten Führungsfließ 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 Hilfe 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 rechtwinkligen 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 Hilfsspindel *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 benötigten 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 Waffen-erzeugung, 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 Ase so befestigt sind, daß die beiden einander zugewendeten arbeitenden Flächen einen genau zu regelnden Abstand von einander haben,

Fig. 770 I.

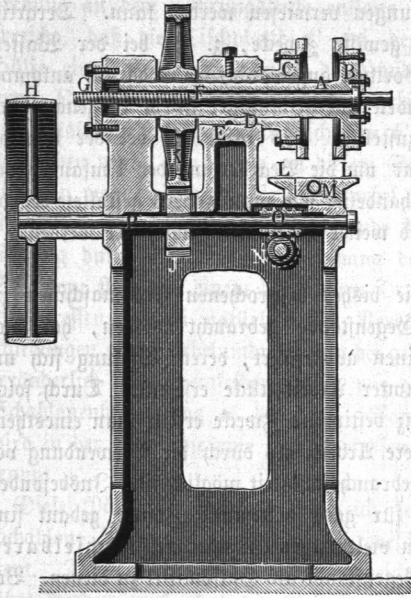
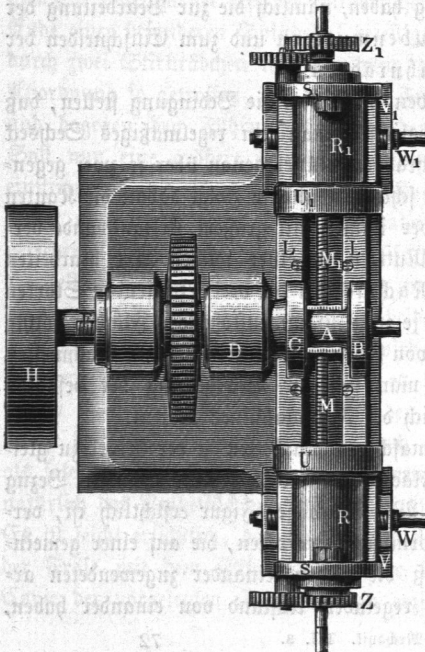


Fig. 770 II.



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 Fräsaue *A* und in einer Ansicht von oben dargestellt. Die röhrenförmige Aue *A* trägt an ihrem scheibenförmig gebildeten Ende *B* die eine Fräse, die entweder aus einem gezahnten Ringe besteht oder aus mehreren genau zusammenpassenden Segmenten zusammengefezt 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.

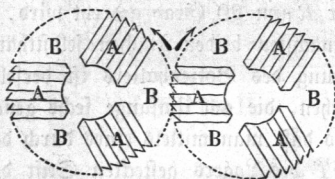
von der Riemscheibe *H* aus durch die beiden Zahnräder *J* und *K*, von denen *K* mittels eines Keiles die durchweg genuthete Röhre *A* mitnimmt, welche ebenfalls durch einen Keil die Hülse *D* bewegt. Zu jeder Seite wird ein die zu bearbeitende Mutter tragender Bolzen zwischen die beiden Fräsen geführt, 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 Hülswelle *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. Als dann 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 Stifts 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 verschiebbliche 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 Fräsk Scheiben 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 Mutterfräsmaschinen 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 Regelräder 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

Ebenen¹⁾ über einander angeordnet sind, deren Abstand genügend groß ist, um jeder Fräse die freie Umdrehung zwischen den beiden benachbarten zu gestatten. Bei einer anderen Ausführung²⁾ 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 Müttern 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

Fig. 771.



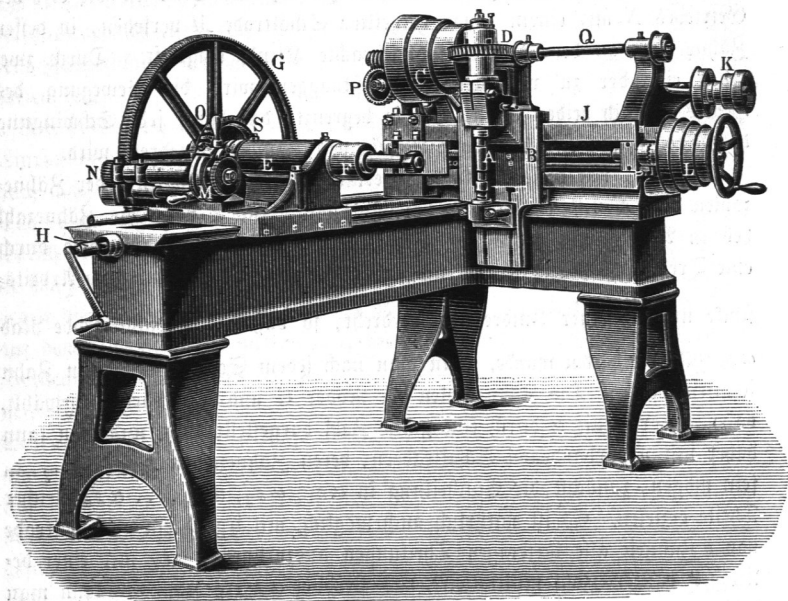
Durchmesser und Zahntheilungen zu erhalten haben, in der Regel mit unmittelbar durch das Gießen erzeugten Zähnen herstellt. Dagegen ist das Einschneiden oder Fräsen der Zähne von den Mechanikern und Uhrmachern lange vor der weiteren Verbreitung der Fräsmaschinen vielfach geübt worden, man bedient sich dabei anstatt der Fräse gewöhnlich eines einzigen sogenannten Schneidzahnes, d. h. einer mit der Frässpindel fest verbundenen Schneide, von einer mit dem Querschnitte einer Zahnücke 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.

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 Azenrichtung verschoben, während das zu schneidende Rad während der Arbeit unverrückbar fest auf einem Dorne oder einer Spindel befestigt ist, die nach der Vollendung einer Zahnflanke 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 Quersaxe *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 Querschnitt J erhält. Zur selbstthätigen Verschiebung dienen die Stufenscheiben K und L , von denen die letztere auf der zur Verschiebung des Fräschlittens dienenden Schraubenspindel angebracht ist. Nachdem durch genügende Seitenverschiebung des Fräschlittens 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 Ase durch einen Schalthebel O um einen ganz bestimmten Winkel gedreht wird. Zu letzterem Ende ist die Ase 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 Anstoßnaggen 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 Schritze 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 $z_1, z_2, z_3 \dots z_n$ sein mögen, zunächst die Eintheilung in $\alpha z_1, \alpha z_2, \alpha z_3 \dots \alpha z_n$ 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 $12 \cdot 30 = 360$ 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 $12 \cdot 30 = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2$. 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.

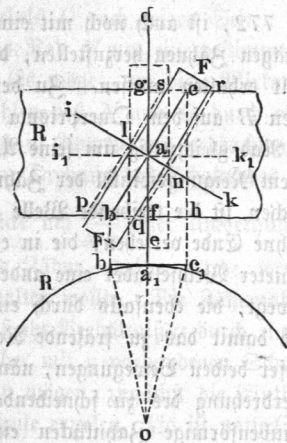
Es mag bemerkt werden, daß derselbe Erfolg, welcher bei der hier betrachteten Maschine durch einen Satz verschiedener Schalträder erreicht wird, bei der Einrichtung der Universalfräsmaschine, Fig. 763, durch die an dem Theilkopfe derselben angebrachte Theilscheibe erzielt werden kann, welche in verschiedenen Preisen 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 Frässlitten B auf dem Querprisma J seitlich verschoben, sondern das zu schneidende Rad gleichzeitig um seine Aye in demjenigen Betrage gedreht, welcher aus dem Neigungswinkel der Zähne gegen die Aye sich ergibt. 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 Wechslräder 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 Zahnücken eingeschritten werden. Ebenso ist leicht zu erkennen, daß man diesen Zweck nicht erreichen würde, wenn man etwa den Frässlitten B durch Neigung der Prismaführung J in der entsprechenden Richtung schräg gegen die Aye F des feststehenden Rades verschieben wollte, denn durch eine solche Ausführung würde die gebildete Zahnücke eine geradlinige oder prismatische Form erhalten, deren Abstand von der Aye 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 Aye des Rades R vorstellt, so ist der Abstand dieser Stichelspitze von der Aye 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 Ase de verschoben denkt, unter gleichzeitiger Drehung des Rades um den Winkel $b_1 o c_1$, wie es hier vorausgesetzt wird. Hieraus ergibt sich, daß die Herstellung schräger Zähne durch eine geradlinige Verschiebung der Fräse in einer gegen die Ase 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 Ase nur unmerklich wird.

Dagegen muß es für die Erzielung einer genauen Zahnform als Bedingung angesehen werden, daß der Ase ik der Fräse F eine derartige Neigung α gegen die Radebene gegeben werde, daß die Mittelebene der Fräse mit derjenigen der zu schneidenden Zahnflanke bc übereinstimmt, wie man leicht erkennt. Denn wenn man die Fräsenaxe in $i_1 k_1$ senkrecht zur

Fig. 773.



Ase 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 Radumfangs von h nach b in dem Radfranze eine Zahnflanke pqr entstehen, deren normale Breite ln größer ausfiel, als die

Dicke δ der Fräse, nämlich $ln = \frac{\delta}{\cos \alpha}$.

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 Zahnflanke und wählt man für das Profil der Fräse demgemäß die zu dieser Richtung bc ebenfalls senkrechte Durchschnittsgestalt der Zahnflanke, so erhält man richtige Zahnformen unter der Annahme, daß, wie hier angegeben, die Fräse nach der Richtung fg der Ase 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 Ase 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 Radfranze ausschneiden, und man hat nur nöthig, der in ununterbrochene Drehung ver-

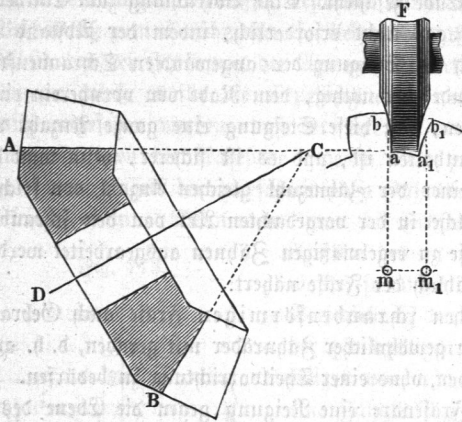
setzen Fräse das Rad langsam zu nähern, bis die hinreichende Tiefe der Zahnlücken erreicht ist. Das zu schneidende Rad ist hierbei lose auf seine Ase zu setzen, so daß es durch die schraubenförmigen Gänge der Fräse ebenso in langsame Umdrehung versetzt wird, wie es später von der eingreifenden Schraube 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 ergibt. 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 versteht, 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 Azenabstande 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 erforderlichen Zahntiefe entsprechenden Abstände nähert und die Fräse mit ihrem Schlitten allmählich in der Azenrichtung 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 Regelrädern niemals durch Fräsen in genau richtiger Form herstellen kann, da die Zahnlücke eines Regelrades 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 Regelräder zuweilen fräst, so kann dadurch nur die Eintheilung und

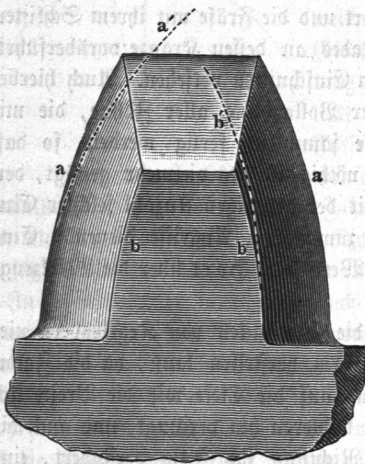
angenäherte Form der Zähne hergestellt werden, die einer nachträglichen Bearbeitung mit Feilen bedürfen. Man kann sich hierbei der genauen Form möglichst nähern und die Handarbeit auf ein geringes Maß beschränken, wenn man die Einrichtung so trifft, daß von den beiden

Fig. 774.



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 Theil-

Fig. 775.



kopfes 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 Regelmantels 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 Regelrades und stellt die Ase 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 Ase von m nach m_1 alle links gelegenen Flanken $a_1 b_1$, so erhält man Lücken, die sowohl in der Breite

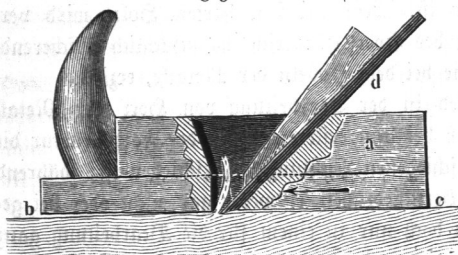
wie Tiefe von außen nach innen abnehmen. Allerdings kann die Krümmung der Zahnflächen nur an einer Stelle richtig sein, wie man aus Fig. 775 erkennt, welche einen Zahn vorstellen möge, der außen die Form a

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 Kegeltätern ausgeführt hat, wurde schon früher bei der Besprechung der Hobelmaschinen erwähnt.

Hobel für Holz. Zu den Fräsen gehören auch die Holzhobelmaschinen, indem auch bei diesen rotirende Werkzeuge verwendet werden, die bei schneller Umdrehung vermöge ihrer schneidenden Kanten kleine Späne von dem der

Fig. 776.



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 Hobeisen 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 Hobeisen *d* mit einer mehr oder minder breiten, geraden oder gekrümmten Schneide, für welche der Keilwinkel wesentlich kleiner ist als bei den für Metalle dienenden Stichel, 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