

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.

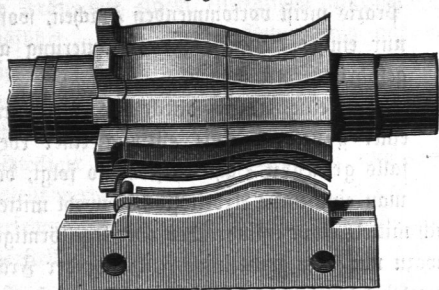
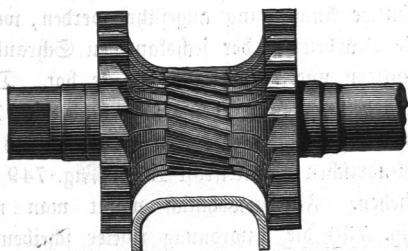


Fig. 747.

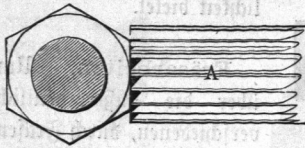


Umdrehungskörpers bildet, in dessen Umfange sämtliche Schneidkanten gelegen sind. Nachdem die Fräse bis zu bestimmter Tiefe in das Material eingedrungen ist, möge sie relativ gegen das Arbeitsstück in solcher Art verschoben werden, daß die Axe der Fräse in jedem Augenblicke der Bewegung senkrecht auf 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

§. 196.
Fräsarbeiten. Um 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

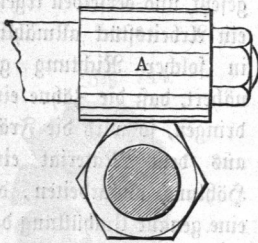
Falle leicht ermesſen, ob und wie eine gewiſſe vorliegende Fläche ſich durch Fräſen werde herſtellen laſſen, und man erkennt auch ſogleich daraus das weiſe Feld der Verwendbarkeit der Fräſen bei der Herſtellung der in der

Fig. 748.



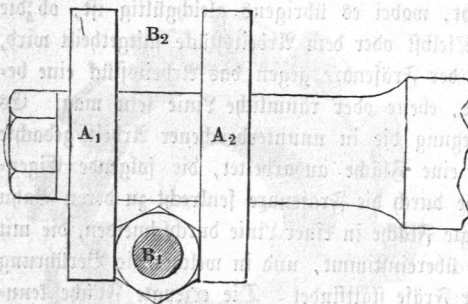
einer ebenen Stirnfräſe, wie auch mittels einer cylindriſchen oder kegelförmigen Mantelfräſe herſtellen kann, wozu nur eine geradlinige Führung der Fräſe gegen das Arbeitsſtück oder umgekehrt des letzteren gegen die erſtere erforder-

Fig. 749.



lich 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 geſehen. Für gewöhnlich wählt man nach Fig. 750 die Anordnung zweier ſcheibenförmigen Stirnfräſen A_1 und A_2 , die zu gleicher

Fig. 750.



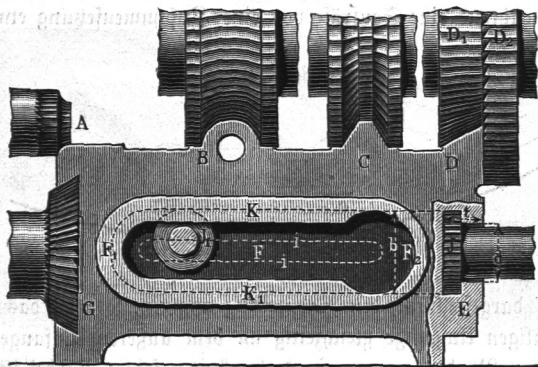
Zeit zwei von den beſagten ſechs Flächen der Mutter B_1 genau parallel und in beſtimmtem Abſtande von einander bearbeiten, und die übrigen auch zu gleicher Zeit noch eine zweite Mutter bei B_2 in derſelben Art abfräſen können.

In welcher Weiſe man paſſend conische Fräſen zur Herſtellung ebener Flächen verwendet, iſt aus Fig. 751 erſichtlich, worin eine Anzahl verſchiedener Verwendungen der Fräſen dar- geſtellt iſt. Während da- bei die ſcharfe Leiſte D durch eine aus den beiden Theilen D_1 und D_2 zu-

sammengeſetzte Saßfräſe 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 Kröpfung der zu verwendenden Hobelstichel verbundene

Fig. 751.

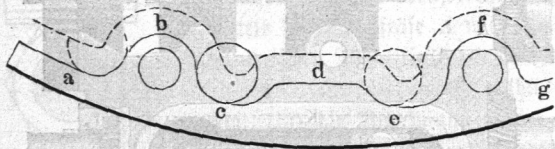


Schwierigkeiten darbietet, so ist diese Art der Darstellung durch Hobeln überhaupt nicht möglich, sobald die Furche nicht beiderseits offen, sondern etwa, wie in *F* dargestellt ist, an den Enden bei *F*₁ und *F*₂ bogenförmig abgeschlossen sein soll. Zum Fräsen dieser Nuth mittels einer Fräse, deren 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 punktiert 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 Schlizes 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 Seilsfurchen herzustellen, wie sie neuerdings für die Uebertragung großer Kräfte so beliebt geworden sind, so genügte die Anwendung einer Satzfräse, deren einzelne Theile den verschiedenen Nillen entsprechen.

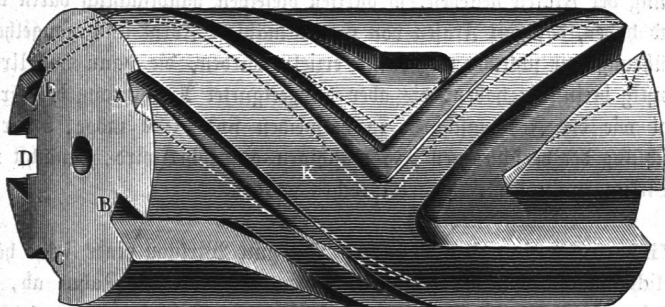
Es ist ferner ersichtlich, daß man bei der fortschreitenden Bewegung der Fräse gegen das Arbeitsstück jede beliebige Bahn zu Grunde legen kann, in welcher man durch Führungsschienen oder sonstige Hilfsmittel eine zwangsläufige Bewegung zu erreichen vermag, wodurch die Herstellung von sehr verschiedenen, 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 zusammensetzen 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 Ausstoß 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 unzuweckmäßiger 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,