

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 Bohrmaschinen¹⁾ 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 Wasserdruckzylinder 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.

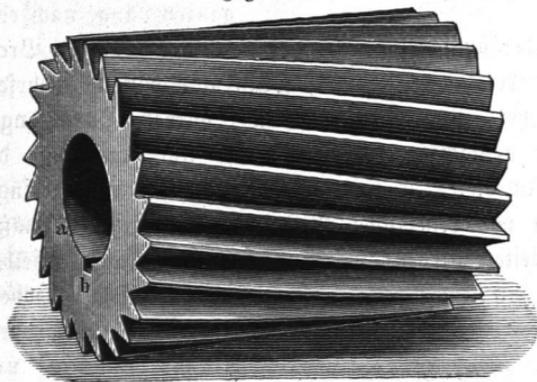
§. 195. **Fräsen.** Eine Fräse ist nach dem in §. 146 Angeführten im wesentlichen ein nach der Gestalt eines Umdrehungskörpers geformtes Stahlstück, das an seiner Umfläche mit einer mehr oder minder großen Zahl schneidender Kanten oder Zähne versehen ist, die bei der Umdrehung der Fräse das ihnen im 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 Ähnlichkeit 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 ehemals 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 unzuverlässiger und unvollkommener Weise mit feinen Zähnen versehen waren, die man, wenn sie stumpf geworden

¹⁾ Th. Fedlenburg, 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 beteiligen können, wenn eine vollständige Uebereinstimmung der einzelnen Zähne, namentlich was den Abstand von der Ase 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

Fig. 731.



gefertigte Fräse nur wenige Male aushält, ohne durch Härterisse unbrauchbar zu werden.

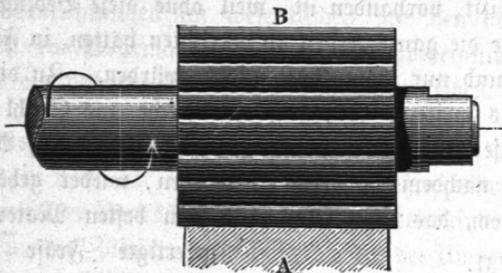
Alle diese Uebelstände wurden dadurch beseitigt, daß man die Fräsen mit einer geringeren Zahl von größeren Zähnen versah, deren Abstand von einander groß genug war, um einer dünnen Schmirgel-

scheibe 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 Ase 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

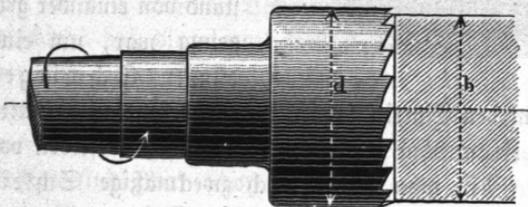
gehalten sind. Wird dieses Werkzeug auf einem genau in die Bohrung a passenden Dorne durch einen in die Nuth b getriebenen Keil befestigt, und mit diesem Dorne schnell umgedreht, so arbeiten die Zähne an einem Werkstücke eine ebene Fläche aus, wenn dasselbe auf einem geeigneten Schlitten in einer zur Ase der Fräse senkrechten Richtung an derselben entlang geführt wird, wie dies aus Fig. 732 zu erkennen ist. In dieser Figur ist die Breite

Fig. 732.



des Arbeitsstückes A geringer vorausgesetzt, als die Länge der Fräse B nach ihrer Ase gemessen, so daß die ganze obere Fläche des Arbeitsstückes mit einem einmaligen Durchgange unter der Fräse der ganzen Länge nach eben

Fig. 733.



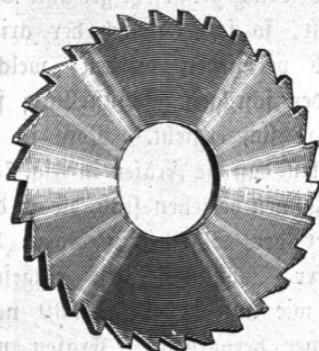
gearbeitet wird. Es ist aber auch ersichtlich, daß bei einer größeren Breite des Arbeitsstückes derselbe Erfolg erzielt wird, wenn man dasselbe mehrfach unter der Fräse hindurchführt, und zwischen je zwei solchen Durchgängen um die Breite des zuvor gemachten Schnittes, also um die Länge der Fräse, seitlich 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.

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 Dike stimmt die Fräse mit einer Kreisfräse überein und wird dann ebenso wie

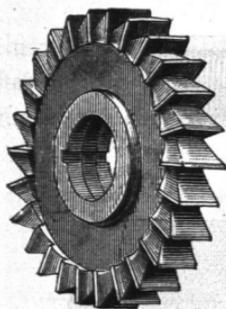
Fig. 734.



eine solche auch wohl zum Durchschneiden von Gegenständen benutzt, wie auch andererseits Kreisfräsen 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 Ase, wodurch man in der Lage ist, Arbeitsstücke mit hervorragenden Rippen oder Ansätzen von durchweg gleicher

Fig. 735.



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 ein-

ander 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 versehen, 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

man die Zähne bei den hier gezeichneten Fräsen schräg gegen die Aze 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 Aze sich ergibt. Noch ist zu bemerken, daß die Fräsen in Fig. 738 mit Zähnen versehen sind, die in den Körper der Scheibe in Form besonderer Stahlmesserchen eingefest sind, wie aus der Fig. 739 noch deutlicher hervorgeht. Fräsen mit solchen eingefesteten 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

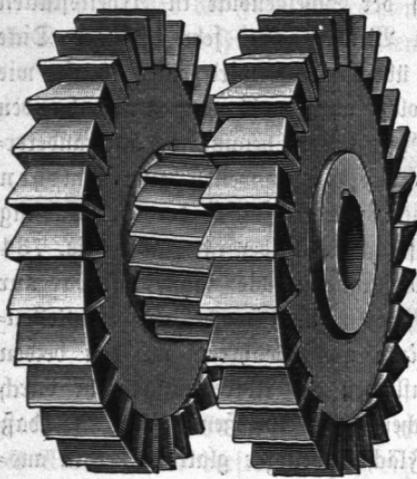
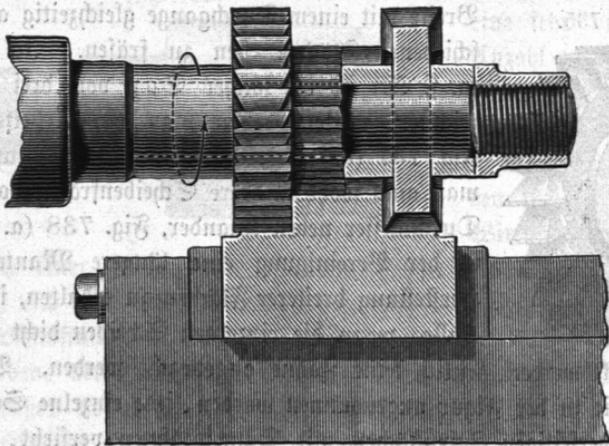


Fig. 737.



Zähne eingefest 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 aufgeschlizten Materials.

Die Verwendung von Fräsen, wie Fig. 740 darstellt, zur Herstellung schräg geneigter Einschnitte oder Furchen, ist aus der Figur ohne weiteres

Fig. 738.

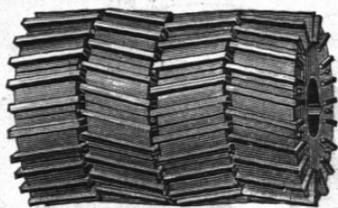
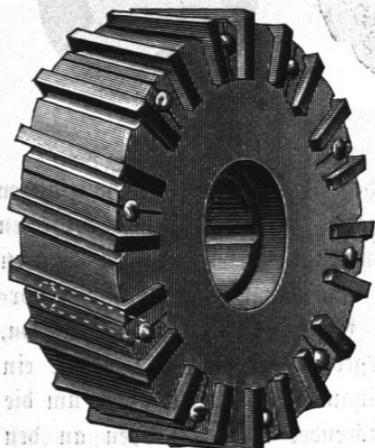
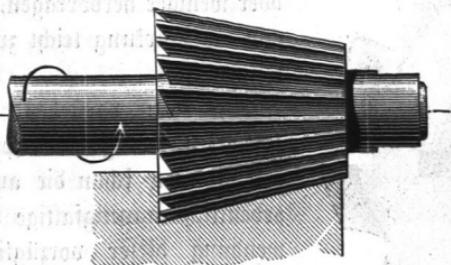


Fig. 739.



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,

Fig. 740.



(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

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 Papières, unter der sich drehenden Fräse *C* verschoben, so entsteht eine axial gerichtete Furche, deren Querschnitt mit dem Fräsenprofil übereinstimmt, während

worüber Fig. 744 (a. f. S.) Aufschluß giebt.

Die zuletzt angeführten Fräsen mit einem nach einer bestimmten Curve geförmten Profile führen wohl auch den Namen Formfräsen; eine häufig vorkommende Art derselben ist durch die Fräse Fig. 745

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.

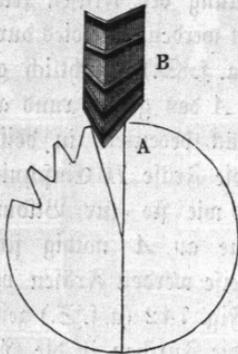


Fig. 742.

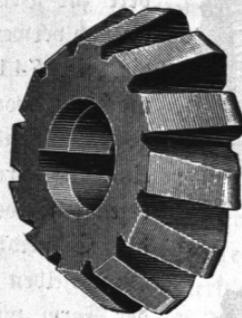


Fig. 743.

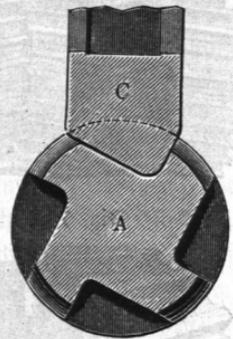


Fig. 744.

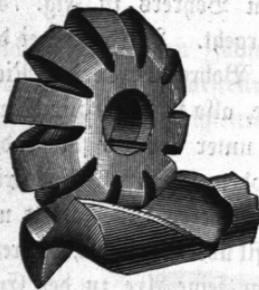
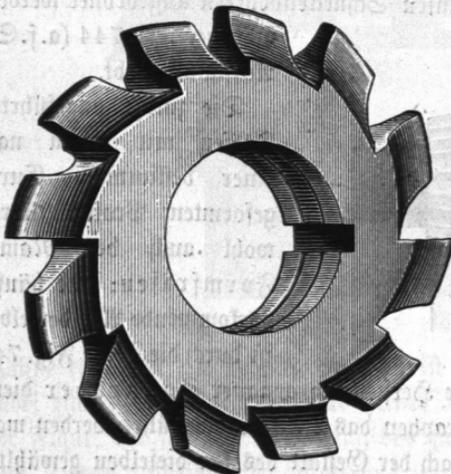


Fig. 745.



Fräsen werden bei größeren Abmessungen zweckmäßig als Satzfräsen aus mehreren Theilen zusammengefest, 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.

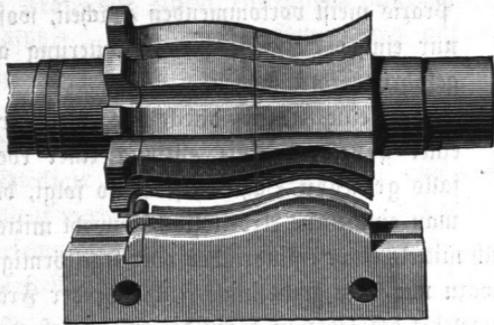
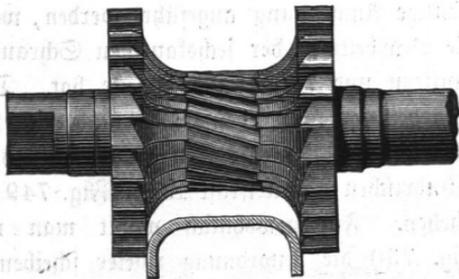


Fig. 747.



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 Ase 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 Ase 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 Ase 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