(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2014 001 806 U1** 2014.04.30

(12) # Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2014 001 806.5**
(22) Anmeldetag: **26.02.2014**
(47) Eintragungstag: **26.03.2014**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **30.04.2014**

(51) Int Cl.: ***B23G 5/06*** (2006.01)

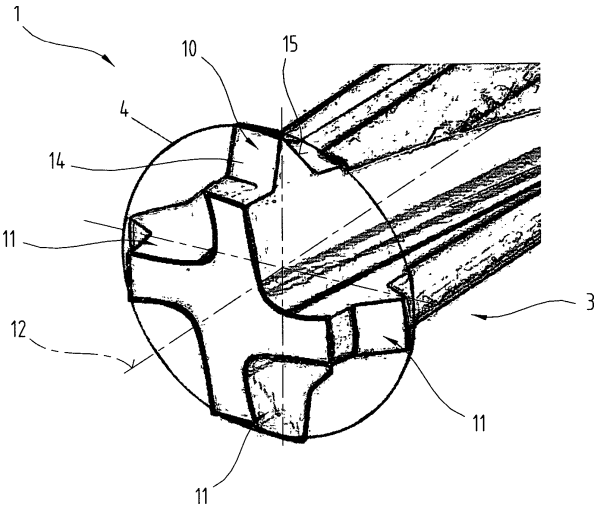
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
DC Swiss SA, Malleray, CH

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Konrad, Michael, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 81379, München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes**

(57) Hauptanspruch: Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes umfassend einen Werkzeugschaft (2), der dazu ausgelegt ist, das Werkzeug in einer Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine aufzunehmen, wobei der Werkzeugschaft eine Längsachse (12) aufweist, und einem Werkzeugkopf, der sich an den Werkzeugschaft anschließt und in mindestens einem einzigen, zur Längsachse (12) senkrecht stehenden Umfangskreis (4) wenigstens einen Schneidzahn mit jeweils zwei geradlinigen Schneidflanken (14, 15) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass an jede der Schneidflanken (14, 15) zumindest eines Schneidzahnes eine Längsschneide (5, 6) angrenzt welche konvex oder konkav gebogen ist oder aus mindestens zwei Teilschneiden (7, 8, 9, 10) besteht, wobei die Teilschneiden (7, 8, 9, 10) in jeweils bezüglich ihres Abstandes zu den Schneidflanken stetig zunehmenden oder stetig abnehmenden Neigungswinkeln aufeinandertreffen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Werkzeug, welches dazu ausgelegt ist, Gewinde in Werkstücke mittels eines spanabhebenden Verfahrens einzubringen. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung Gewindefräser, Gewindewirbler oder mit Wendeplatten bestückte Werkzeuge. In Ergänzung betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Fräsen eines Gewindes mit einem solchen Werkzeug. Im Folgenden wird das Werkzeug auch zur Verbesserung der Klarheit zuweilen als „Gewindefräser" bezeichnet, was jedoch nicht zwingend als Einschränkung zu verstehen ist.

[0002] Werkzeuge zur Fertigung von Gewinden sind im Stand der Technik bekannt. Der Fachmann wählt bei verschiedenen Fertigungsverfahren z. B. Gewindebohren, Gewindeschneiden, Gewindedrehen oder Gewindefräsen jeweils unterschiedliche Werkzeuge aus.

[0003] Oftmals müssen die eingebrachten Gewinde hochpräzise sein, insbesondere bei Anwendungen im Medizin- und Dentalbereich, und/oder bei sehr kurzer Gewindelänge. Die Präzision bei Innengewinden betrifft dabei insbesondere die Toleranzen für die Zylindrizität und die Toleranzen bei den Abmessungen der eingebrachten Nuten. Die Präzision wird aber auch durch Grate beeinflusst, da beim Einschrauben eines Gegenstandes in das Gewinde Teile der Grate abbrechen und dadurch Werkstoffspäne in dem Gewinde lösen können.

[0004] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem technischen Gebiet des Einbringens eines Gewindes in ein Werkstück mittels Gewindefräsen oder zumindest einem ähnlich wirkenden spanabhebenden Verfahren.

[0005] Beim Gewindefräsen dreht sich das Werkzeug um seine mittlere Längsachse und zusätzlich noch um eine weitere Achse exzentrisch zu dieser Längsachse relativ zu dem betreffenden Werkstück. Gewindefräser können eingängig sein, d. h. dass sich ein oder mehrere Schneidzähne auf einem einzigen Umfangskreis des Werkzeugkopfes befinden, oder mehrgängig sein, d. h. dass sich Schneidzähne auf mindestens zweiparallel verlaufenden Umfangskreisen eines Werkzeugkopfes befinden. Bei mehrgängigen Gewindefräsern ist in der Regel das Negativ des zu formenden Gewindes auf dem Fräskopf ausgebildet, was eine Gratbildung im oder am Gewinde reduzieren kann.

[0006] In **Fig.** 1 ist ein solcher Umfangskreis anhand einer perspektivischen Abbildung eines Gewindefräsers und zweier Seitenansichten dargestellt. Bei eingängigen Gewindefräsern liegt die Mittelsenkrechte aller Schneidzähne auf einem einzigen Umfangskreis (siehe insbesondere die Abbildung unten rechts in **Fig.** 1).

[0007] Bei der Herstellung eines Gewindes führen die um ihre Längsachse rotierenden Gewindefräser zusätzlich insbesondere eine helikale Bewegung aus, wobei der Gewindefräser und das Werkstück relativ zueinander eine laterale Bewegung ausführen, so dass das Gewinde entsteht. Es ist an Stelle der helikalen Bewegung auch möglich, dass das Werkstück exzentrisch zur Rotationsachse des Gewindefräsers rotiert.

[0008] Ein Nachteil der Gewindefräser, bzw. der dazu benutzten Wendeplatten nach dem Stand der Technik ist die oben genannte Ausformung von Graten in den Gewinden nach dem Einbringen, insbesondere bei der Verwendung eingängiger Gewindefräser oder eingängiger Wendeplatten.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes und ein Verfahren zum Herstellen eines Gewindes zur Verfügung zu stellen, das in der Lage ist, ein nahezu gratfreies Gewinde zu erzeugen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes und ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

[0011] Das erfindungsgemäße Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes umfasst einen Werkzeugschaft, der dazu ausgelegt ist, das Werkzeug in einer Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine aufzunehmen, wobei der Werkzeugschaft eine Längsachse aufweist, und einem Werkzeugkopf, der sich an den Werkzeugschaft anschließt und in mindestens einem einzigen, zur Längsachse senkrecht stehenden Umfangskreis wenigstens einen Schneidzahn mit jeweils zwei Schneidflanken aufweist. Der Gewindefräser zeichnet sich dadurch aus, dass an jede der Schneidflanken zumindest eines Schneidzahnes eine Längsschneide angrenzt, welche konvex oder konkav gebogen ist oder aus mindestens zwei Teilschneiden besteht, die in jeweils bezüglich des Abstandes zu den Schneidflanken zunehmenden oder abnehmenden Neigungswinkeln aufeinandertreffen.

[0012] Das Werkzeug ist insbesondere ein Gewindefräser oder ein Drehwerkzeug für Innengewinde. Es ist eingängig oder mehrgängig ausgelegt, wobei die Eingängigkeit bevorzugt ist. In einer bevorzugten Ausführungsform weist dieses Werkzeug statt einem starr mit diesem Werkzeug verbundenen Werkzeugkopf einen abnehmbaren Werkzeugkopf bzw. Schneideinsatz, insbesondere eine Wendeplatte, auf.

[0013] Die Längsachse des Werkzeugschaftes ist in der Regel die Achse der längsten räumlichen Ausdehnung des Werkzeugs. Im Falle von Gewindefräsern ist dies insbesondere die Achse, um die der Gewindefräser während seiner Benutzung rotiert. Im Falle eines Gewindedrehers ist es insbesondere diejenige Achse die dem Zug des Gewindes folgt.

[0014] Der Schneidzahn umfasst die beiden Schneidflanken. Dabei wird die dem Werkzeugschaft abgewandte Schneidflanke in der Regel als „Vorauseilende Schneidflanke" und die dem Werkzeugschaft zugewandte als „Nacheilende Schneidflanke" bezeichnet. Ein solche Schneidzahn kann die Form eines geometrischen Prismas haben (mit der Basisfläche als eine Seitenfläche) oder sich auch konisch nach oben hin verjüngen.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform entspricht die Form eines Schneidzahnes dem Gewinde. Der Winkel, der durch die Schneidflanken eingeschlossen ist, ist in diesem Fall durch das herzustellende Gewinde vorbestimmt.

[0016] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform entspricht die Form eines Schneidzahnes nicht der Form des Gewindes, wobei der Gewindefräser dann in der Praxis mehrfach in wechselnden Ausrichtungen geführt wird, um das Gewinde zu fräsen.

[0017] Im Falle einer gekrümmten Längsschneide liegt der Radius der Krümmung zwischen 0.1 und 10 mm. Was die Länge einer Längsschneide betrifft, liegt diese zwischen 1/5 und dem 100-fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken gebildeten Schneide, insbesondere zwischen 1/2 und dem 8-fachen dieser Basisbreite.

[0018] In dem Falle, in dem die Längsschneide aus unterschiedlich geneigten Teilschneiden besteht, nimmt der Winkel zwischen der Ausrichtung der Teilschneide und der Längsachse („Neigungswinkel") entweder kontinuierlich zu, was einem quasi konvexen Verlauf der resultierenden Längsschneide entspricht, oder kontinuierlich ab, was einem quasi konkaven Verlauf der resultierenden Längsschneide entspricht. Auch wenn im allgemeinen Fall eine solche Teilschneide eine konvexe oder konkave Krümmung aufweisen kann, sind in einem bevorzugten Fall die Teilschneiden (insbesondere alle) jeweils geradlinig ausgebildet.

[0019] Bevorzugt unterscheidet sich der Neigungswinkel von zwei benachbarten Teilschneiden um 1° oder mehr.

[0020] Was die Länge einer Teilschneide betrifft, liegt diese zwischen 1/10 und dem 10-fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken gebildeten Schneide, insbesondere zwischen 1/4 und dem 4-fachen dieser Basisbreite.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Neigungswinkel und Abmessungen der Teilschneiden so gewählt, dass sie eine Längsschneide ergeben, die, obwohl sie (insbesondere gerade) Teilschneiden und Ecken aufweist, einer Schneide mit dem oben genannte Krümmungsradius folgen würde.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform, in der die Längsschneide konvex gebogen ist oder deren Teilschneiden mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke einen zunehmenden Neigungswinkel aufweisen, ist die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken, bzw. die Ausrichtung der erste Teilschneide, bezüglich der Längsachse parallel.

[0023] Die Schneide verläuft also nach der betreffenden Schneidflanke zunächst parallel zur Längsachse und krümmt oder neigt sich dann zu dieser hin. Bei einer solchen Längsschneide gibt es somit bezüglich eines Referenzpunktes keinen Punkt, der weiter von der Schneidflanke entfernt ist als der Referenzpunkt und weiter von der mittleren Achse radial entfernt ist als der Referenzpunkt.

[0024] Dies hat den Vorteil, dass mit zunehmenden Abstand zur betreffenden Schneidflanke die Längsschneide sich von der zu fräsenden Oberfläche entfernt und nicht einen bereits gefrästen Teil beschädigen kann. Es entsteht auf diese Weise automatisch eine Freistellung am Ende der Längsschneide. Die erste Teilschneide kann in diesem Falle auch als Formschneide bezeichnet werden, zumindest wenn sie zum Schneiden der Form des Gewindes verwendet werden soll. Die weitere Teilschneide, die unter Umständen aufgrund der Herstellungsart des Werkzeuges bzw. der Fertigungsmethoden als Schneide ausgebildet ist, jedoch bei der Herstellung der mit diesem Werkzeug herstellenden Gewinde keine formgebende Wirkung am Gewinde hat, könnte auch als Freischneide bezeichnet werden.

[0025] Dabei ist zu berücksichtigen, dass es von Vorteil sein kann, wenn die Länge der Formschneiden, die unmittelbar jeweils an die beiden Schneidflanken anschließen, aufeinander abzustimmen. Darunter ist zu verstehen, dass zu berücksichtigen ist, dass die an die in Vorschubrichtung nacheilende Schneidflanke anschließende Formschneide den Übergangsbereich zwischen dieser Schneidflanke und dem Kerndurchmesser bzw. die zwischen den beiden Flanken angeordnete Übergangsfläche des Gewindeganges die den Kerndurchmesser zumindest tangiert – also jener Bereich der durch die vorauseilende Schneidflanke und der an diese anschließende Formschneide bereits bearbeitet wurde – nicht mehr verändert wird.

[0026] Vorteilhaft kann es daher sein, wenn eine Länge der als Formschneide ausgebildeten Teilschneide in Richtung der Längsachse des Werkzeuges zumindest, wenn diese der nacheilenden Zahnflanke nachgeordnet ist, kleiner ist als die Zahnbreite des Gewindeganges am Kerndurchmesser. Es ist auch eine Ausbildung möglich, bei der nur ein Teil der als Formschneide ausgebildeten Teilschneide in Eingriff mit dem zu bearbeitenden Werkstück gelangt. Dies kann durch die Neigung der als Formschneide ausgebildeten Teilschneide bzw. der Teilschneide selbst festgelegt werden und ist bei der in Vorschubrichtung des Werkzeuges vorausleidenden Schneidflanke auch davon abhängig, ob die Bohrung bereits mit dem Kerndurchmesser oder mit einem gegenüber dem Kerndurchmesser verringerten Durchmesser hergestellt worden ist.

[0027] Eine der vorteilhaften Ausführungsformen liegt daher darin, dass die Länge zumindest der der nacheilenden Schneideflanke zugeordnete Formschneide bzw. jenes Teils der Teilschneide die zum spannabtragenden Eingriff mit dem Werkstück kommt bzw. dafür vorgesehen ist zwischen 75 und 50% der Zahnbreite am Kerndurchmesser entspricht.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform, in der die Längsschneide konkav gebogen ist oder deren Teilschneiden mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke einen abnehmenden Neigungswinkel aufweisen, ist die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken, bzw. die Ausrichtung der erste Teilschneide, 5° oder mehr zur Längsachse hin geneigt.

[0029] Die Schneide verläuft also nach der betreffenden Schneidflanke zunächst schräg zur Längsachse hin, wobei die Krümmung, bzw. Neigung mit zunehmendem Abstand nachlässt.

[0030] Bevorzugt geht die Krümmung, bzw. die Neigung, jedoch nicht über einen Winkel von 0° hinaus, was einer Parallelen zur Längsachse entspricht. Die Längsschneide entfernt sich somit mit zunehmendem Abstand zum Schneidzahn stetig von einem Werkstück. Bei einer solchen Längsschneide gibt es somit bezüglich eines Referenzpunktes keinen Punkt, der weiter von der Schneidflanke entfernt ist als der Referenzpunkt und weiter von der mittleren Achse radial entfernt ist als der Referenzpunkt.

[0031] Dies hat ebenfalls den Vorteil, dass mit zunehmenden Abstand zur betreffenden Schneidflanke die Längsschneide sich von der zu fräsenden Oberfläche entfernt und nicht einen bereits gefrästen Teil beschädigen kann. Es entsteht auf diese Weise automatisch eine Freistellung am Ende der Längsschneide. Die erste Teilschneide kann in diesem Falle auch als Formschneide bezeichnet werden, zumindest wenn sie zum Schneiden der Form des Gewindes verwendet werden soll. Die Länge der Teil- bzw. Formschneide über die diese in Schneideingriff mit dem Werkstück kommt, kann ebenfalls auf die Zahnbreite des Gewindeganges am Kerndurchmesser abgestimmt bzw. festgelegt werden, wie dies zuvor für geradlinige Teil- bzw. Formschneiden bereits vorstehend im Detail erläutert worden ist.

[0032] Letztendlich ist es jedoch von der Verwendung des Werkzeugs abhängig, ob die Längsschneide das zu formende Gewinde überhaupt berührt. Dennoch rechtfertigt alleine schon die Ausgestaltung der Längsschneide diese so zu bezeichnen.

[0033] In einer bevorzugten Ausführungsform grenzt an jede Schneidflanke eine aus geradlinigen Teilschneiden bestehende Längsschneide, deren erste Teilschneide (die benachbarte zur betreffenden Schneidflanke) gegenüber der Längsachse des Gewindefräsers parallel verläuft, wobei diese Teilschneide insbesondere eine vorbestimmte Länge aufweist, die im Minimum der halben Distanz der Länge, der am Kerndurchmessers des herzustellenden Gewindes sich befindende, zur Gewindeachse parallelen Geraden, die auch als Zahnbreite des Gewindeganges am Kerndurchmesser bezeichnet wird, oder der Breite zwischen den Tangentenpunkten, in welchen eine konvexe Abrundung des Gewindeganges im Bereich des Kerndurchmessers die beiden Schneidflanken des Werkzeugs tangierend entspricht. Bei metrischen Gewinden nach DIN 13 entspricht die minimale Länge der betreffenden Teilschneide, 1/8 der herzustellenden Gewindesteigung. An diese Teilschneide grenzt eine weitere Teilschneide, die gegenüber einer zur Längsachse des Gewindefräsers parallele Achse um einen Winkel von ungefähr 2°–5.5° zur Längsachse hin geneigt ist. Die Längsschneide hat somit einen quasi konvexen Verlauf.

[0034] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform grenzt an jede Schneidflanke eine aus geradlinigen Teilschneiden bestehende Längsschneide, deren erste Teilschneide (die benachbarte zur betreffenden Schneidflanke) gegenüber der Längsachse des Gewindefräsers um einen Winkel von mehr als 5°, insbesondere zwischen 6° und 10°, zur Längsachse hin geneigt ist. An die betreffende Teilschneide schließt eine weitere Teilschneide an, die bezüglich der Längsachse um einen Winkel zwischen 1° und 9°, bevorzugt zwischen 2° und 4°, zur Längsachse hin geneigt ist, wobei die Neigung kleiner ist, als die der ersten Teilschneide. Die Längsschneide weist also einen quasi konkaven Verlauf auf.

[0035] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Übergang zwischen einer Längsschneide und einer angrenzenden Schneidflanke, wie auch der Übergang zwischen einzelnen Teilschneiden unabhängig vom zu fräsenden Gewinde gemäß den verfügba-

ren technischen Mitteln möglichst scharfkantig gewählt. Dies gilt sowohl für geradlinige Teilschneiden als auch für gekrümmte Längsschneiden. Da jeder Übergang zwischen zwei miteinander verbundenen, stofflichen Ebenen immer einen bestimmten Radius aufweist, sei hier darauf hingewiesen, dass der Bereich des Übergangs nicht als Längsschneide angesehen wird.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform bilden die zwei Schneidflanken eine Spitze des Schneidzahns, die eine Gerade parallel zur Grundachse des Fräsers aufweist, deren Länge kleiner ist als das vorgegebene theoretische Ideal des herzustellenden Gewindeprofils.

[0037] Bevorzugt ist die letzte Teilschneide, also diejenige, die am weitesten von der Schneidflanke angeordnet ist, als Freistellung ausgestaltet.

[0038] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Innengewindes mit bestimmtem Kerndurchmesser in einem Werkstück mit einem erfindungsgemäßen Gewindefräser umfasst die Schritte:

– Herstellen eines Lochs in dem Werkstück mit einem vorbestimmten tiefer gewählten Bohrungsdurchmesser als dem Kerndurchmesser des herzustellenden Innengewindes,

– Vorfräsen des herzustellenden Innengewindes mit dem Gewindefräser derart, dass nur die Schneidflanken des Gewindefräsers über ihre gesamte Länge mit dem Werkstück in Eingriff gelangen,

– Fertigfräsen des herzustellenden Innengewindes mit demselben Gewindefräser, der auch zum Vorfräsen verwendet wurde, derart, dass nunmehr auch die zu den Schneidflanken angrenzenden Schneiden und gegebenenfalls Teil- oder Formschneiden, zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers, in Eingriff gelangen.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Gewindefräser auf einer helikalen Bahn entsprechend dem herzustellenden Gewinde bewegt, und/oder es dreht sich das Werkstück relativ zu dem Gewindefräser exzentrisch zur Rotationsachse des Gewindefräsers, so dass der rotierende Gewindefräser eine Nut in die sich durch die Drehung des Werkstücks bewegende Wand fräst. Der Gewindefräser wird dabei relativ zu dem Werkstück in Richtung der Längsachse entsprechend der vorbestimmten Steigung des herzustellenden Gewindes bewegt.

[0040] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Werkzeug dazu ausgelegt, Gewinde einer Größe von M0.6 bis M8 herzustellen. Das Werkzeug ist insbesondere dazu geeignet, Feingewinde und/oder ein/mehrgängige mit exakter Gewindegeometrie Gewinde herzustellen.

[0041] In einer bevorzugten Ausführungsform sind alle Schneidzähne, die auf demselben Umkreis liegen erfindungsgemäß ausgestaltet. Bei mehrgängigen Ausführungsformen können die Schneidzähne und deren angrenzende Längsschneiden auf anderen Umkreisen anders gestaltet sein, bevorzugt ist aber auch die Ausführungsform, bei der jeder der Schneidzähne (und die betreffenden angrenzenden Längsschneiden) erfindungsgemäß ausgestaltet sind.

[0042] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0043] Fig. 1 zeigt einen Fräskopf mit einem eingezeichneten Umfangskreis und den Mittelschichten der Schneidezähne in schaubildlicher, schematischer Darstellung;

[0044] Fig. 2 zeigt schematisch einen Gewindefräser in Seitenansicht;

[0045] Fig. 3 zeigt schematisch den Fräskopf eines Gewindefräsers mit gekrümmten Längsschneiden in Seitenansicht;

[0046] Fig. 4 zeigt schematisch den Fräskopf eines Gewindefräsers mit geradlinigen Teilschneiden in Seitenansicht;

[0047] Fig. 5 zeigt schematisch einen Schneidzahn des Fräskopfes mit angrenzenden konvex gekrümmten Längsschneiden;

[0048] Fig. 6 zeigt schematisch einen Schneidzahn des Fräskopfes mit angrenzenden quasi konvex verlaufenden Teilschneiden;

[0049] Fig. 7 zeigt schematisch einen Schneidzahn des Fräskopfes mit angrenzenden quasi konkav verlaufenden Teilschneiden;

[0050] Fig. 8 zeigt schematisch einen Teil eines Werkstückes mit einem in Eingriff mit diesem befindlichen Schneidzahn des Fräskopfes in Seitenansicht geschnitten.

[0051] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können.

[0052] Jede der Längsschneiden **5**, **6** ist in den **Fig.** 6 bis **Fig.** 8 aus Teilschneiden **7**, **8** bzw. **9** und **10** zusammengesetzt, wobei der Übersicht halber das Re-

ferenzzeichen für den Zusammenschluss aus **7**, **8** und **6** für den Zusammenschluss von **9** und **10** nicht mehr aufgeführt sind.

[0053] Des Weiteren sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z. B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0054] Fig. 1 zeigt einen perspektivisch dargestellten eingängigen Fräskopf **3** mit einem eingezeichneten Umfangskreis **4**. Deutlich ist zu erkennen, dass dessen Schneidzähne **11** alle auf den einzigen Umfangskreis **4** liegen. Der Umfangskreis **4** steht senkrecht zu einer Längsachse **12** eines Werkzeugs bzw. des Gewindefräsers **1**.

[0055] In **Fig.** 2 ist der komplette Gewindefräser **1** in Seitenansicht schematisch dargestellt. Der Werkzeugschaft **2** befindet sich dabei rechts im Bild, die mittlere Längsachse **12** verläuft von rechts nach links und der Werkzeugkopf bzw. Fräskopf **3** ist mit einer mit A gekennzeichneten Ellipse umringt.

[0056] Fig. 3 und **Fig.** 4 zeigen bevorzugt gestaltete Fräsköpfe **2** als eine Vergrößerung des vorangehend mit A bezeichneten Teils. Der in den Ansprüchen näher ausgeführte Bereich um einen Schneidzahn des Fräskopfes **3** herum ist als Bereich B von einer weiteren Ellipse umringt. Deutlich ist hier anhand des senkrechten Striches, welcher den Umfangskreis **4** aus dieser Perspektive darstellt, die Orthogonalität des Umfangskreises **4** zur Längsachse **12** zu erkennen.

[0057] Fig. 5 bis **Fig.** 8 zeigen eine Vergrößerung des Bereichs B der **Fig.** 3 bzw. **Fig.** 4. Der Vergrößerungsfaktor bezüglich **Fig.** 2 kann ungefähr als das 300-Fache angenommen werden. Im Zentrum dieser Abbildungen ist ein aus zwei Schneidflanken **14** und **15** gebildeter Schneidzahn **11** des Fräskopfes **3** zu sehen, wobei die bei der Herstellung des Gewindes in Vorschubrichtung **13** vorauseilende Schneidflanke **14** links und die nacheilende Schneidflanke **15** rechts im Bild dargestellt ist. Die Schneidflanken **14**, **15** stehen unter einem Winkel **16** zueinander, der in der Zeichnung ungefähr 60° beträgt. Links und rechts von den Schneidflanken **14**, **15** erstrecken sich Längsschneiden **5**, **6**. Üblicherweise ist dieser Winkel bei er Herstellung von Normgewinden vordefiniert.

[0058] Dabei stellt **Fig.** 5 den Fall konvex gekrümmter Längsschneiden **5** und **6** dar. Deutlich ist zu erkennen, dass die Längsschneiden **5** und **6** zunächst nahezu parallel zu der Längsachse **12** des Gewindefräsers ausgerichtet sind, die unter dem Schneidzahn **11** von rechts nach links verlaufen würde, und sich dann zu der Längsachse hin biegen. Die Längsschneiden können unterschiedlicher Belastung ausgesetzt sein oder unterschiedliche Formen aufweisen, daher werden die vorauseilende Längsschneide **5** und die nacheilende Längsschneide **6** mit unterschiedlichen Referenzzeichen benannt.

[0059] Fig. 6 zeigt den Fall eines Fräskopfes **3**, bei dem die Längsschneide **5**, **6** quasi konvex verläuft. Dies wird durch Anordnung der zwei Teilschneiden **7** und **8** bzw. **9** und **10** erreicht, die zusammen diese Längsschneide **5** oder **6** ergeben würden. Die erste Teil- und/oder Formschneide, **7** bzw. **9**, verläuft dabei parallel zur Längsachse **12**, die zweite Teilschneide, **7** bzw. **10** – die auch die Funktion einer Freistellung erfüllen kann – ist von einem Neigungswinkel **18** zur Längsachse **12** hin geneigt.

[0060] Fig. 7 zeigt den Fall eines Fräskopfes **3**, bei den die Längsschneiden **5**, **6** quasi konkav verlaufen. Dies wird durch Anordnung der zwei Teilschneiden **7** und **8** bzw. **9** und **10** erreicht, die zusammen diese Längsschneide **5**, **6** bilden. Die erste Teilschneide, **7** bzw. **9**, verläuft dabei beispielsweise unter einem Neigungswinkel **19** zum Beispiel von 6° zur Längsachse **12**, die zweite Teilschneide, **8** bzw. **10** – die auch die Funktion einer Freistellung erfüllen kann – neigt sich mit einem Neigungswinkel **18** von zum Beispiel nur noch 4° zur Längsachse hin.

[0061] Fig. 8 zeigt schematisch in Seitenansicht geschnitten ein Werkstück **17** in welche es ein Gewinde **20** mit dem Gewindefräser **1** eingefräst wird. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass die dreidimensionale Gestaltung des Schneidezahns **11** bzw. der Schneidezähne der tatsächlichen Gewindeform hinsichtlich der Ausgestaltung des Gewindegrundes und einer einen Teil des Kerndurchmessers **21** bildenden Stirnfläche **22** bzw. die zumindest den Kerndurchmesser **21** tangierende Stirnfläche gebildet wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Stirnfläche **22** eine Zahnbreite **23** auf, die mit einer als Formschneide wirkende Teilschneide **7** hergestellt bzw. bearbeitet wird. Eine Länge **24** dieser Teilschneide **7** ist üblicherweise kürzer als die Länge der Zahnbreite **23**. Bevorzugt endet die als Formschneide wirkende Teilschneide **7** vor dem Übergangsbereich zwischen der Stirnfläche **22** und einer Gewindeflanke **25** des herzustellenden Gewindes **20**. Es ist aber auch möglich, dass bei Verwendung von Schneidezähnen **11**, gemäß der Darstellung in **Fig.** 7, die Teilschneide **7** eine größere Länge **24** aufweist, jedoch ihre Neigung bzw. der Neigungswinkel **19** so bemessen ist, dass bei der Herstellung des gewünschten Gewindes **20** nur ein Teil der Länge **24** der als Formschneide wirkende Teilschneide **7** zum Eingriff mit dem Werkstück **17** gelangt.

[0062] Eine derartige Ausgestaltung der Länge **24** der Teil- bzw. Formschneide **7** erfolgt bevorzugt für die Ausgestaltung der Teilschneide **7**, **8** die der nach-

eilenden Schneidflanke **14** im vorliegenden Ausführungsbeispiel unmittelbar nachgeordnet sind, um zu verhindern, dass der schon bearbeitete Übergangsbereich zwischen der Gewindeflanke **25** und der Stirnfläche **22** des Gewindes **20** nachteilig verändert wird.

[0063] Wie aus dieser Darstellung weiters zu ersehen ist, ist es auch möglich, dass ein Bohrungsdurchmesser **26** kleiner sein kann als der Kerndurchmesser **21**. In diesem Fall kann es bei einer Ausführungsform des Schneidezahns **11** bzw. der daran anschließenden Teilflächen **7**, **8**; **9**, **10** auch zu einer Vergrößerung des Bohrungsdurchmessers **26** auf den Kerndurchmesser **21** durch einen Teil oder die gesamte Teilschneide **9** und gegebenenfalls auch noch zumindest einen Teil der Teilschneide **10** die der vorauseilenden Schneideflanke **15** in Vorschubrichtung **13** unmittelbar vorgeordnet sind kommen, wie dies in der Zeichnung schematisch angedeutet ist.

[0064] Bei bestimmten Ausbildungen der Stirnfläche **22** des Gewindes kann es auch vorteilhaft sein, dass die Teilschneiden **7** und/oder **9** über eine Länge **24** über welche sie während der Herstellung des gewünschten Gewindes **20** mit dem Werkstück **17** in Eingriff kommen, konkav gekrümmt, zum Beispiel als Kreisabschnitt, Kurvenabschnitt einer sonstigen geometrischen Form ausgebildet sein können. Damit kann erreicht werden, dass auch Rundgewinde hergestellt werden können und insbesondere eine Umsetzung senkrecht zur Längsachse **12** aufgrund einer Toleranz zwischen der Lage der Schneidflächen **6** und **9** in ihrer Distanz zur Längsachse **12** zwischen den Gewindeflanken **25** bevorzugt mittig zwischen den Gewindeflanken **25** positioniert werden kann.

[0065] Des Weiteren sind in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung noch weitere vorteilhafte Ausbildungen eines Werkzeuges, insbesondere eines Gewindefräsers **1** oder eines Drehwerkzeuges, vorteilhaft für Innengewinde möglich. Es kann eingängig oder mehrgängig ausgelegt sein, wobei die Eingängigkeit bevorzugt ist. In einer bevorzugten Ausführungsform weist dieses Werkzeug statt einem starr mit diesem Werkzeug verbundenen Werkzeugkopf einen abnehmbaren Werkzeugkopf bzw. Schneideinsatz, insbesondere eine Wendeplatte, auf.

[0066] Die Längsachse **12** des Werkzeugschaftes **2** ist in der Regel die Achse der längsten räumlichen Ausdehnung des Werkzeugs. Im Falle von Gewindefräsern **1** ist dies insbesondere die Achse, um die der Gewindefräser **1** während seiner Benutzung rotiert. Im Falle eines Gewindedrehers ist es insbesondere diejenige Achse die dem Zug des Gewindes **20** folgt.

[0067] Der Schneidzahn umfasst die beiden Schneidflanken **14**, **15**. Dabei wird die dem Werkzeugschaft **2** abgewandte Schneidflanke in der Regel als „Vorauseilende Schneidflanke" und die dem Werkzeugschaft **2** zugewandte als „Nacheilende Schneidflanke" bezeichnet. Ein solche Schneidzahn kann die Form eines geometrischen Prismas haben (mit der Basisfläche als eine Seitenfläche) oder sich auch konisch nach oben hin verjüngen.

[0068] In einer bevorzugten Ausführungsform entspricht die Form eines Schneidzahnes dem Gewinde **20**. Der Winkel **16**, der durch die Schneidflanken **14**, **15** eingeschlossen ist, ist in diesem Fall durch das herzustellende Gewinde **20** vorbestimmt.

[0069] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform entspricht die Form eines Schneidzahnes nicht der Form des Gewindes **20**, wobei der Gewindefräser **1** dann in der Praxis mehrfach in wechselnden Ausrichtungen geführt wird, um das Gewinde **20** zu fräsen.

[0070] Im Falle einer gekrümmten Längsschneide liegt der Radius der Krümmung zwischen 0.1 und 10 mm. Was die Länge **24** einer Längsschneide betrifft, liegt diese zwischen 1/5 und dem 100-fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken **14**, **15** gebildeten Schneide, insbesondere zwischen 1/2 und dem 8-fachen dieser Basisbreite.

[0071] In dem Falle, in dem die Längsschneide aus unterschiedlich geneigten Teilschneiden besteht, nimmt der Winkel **16** zwischen der Ausrichtung der Teilschneide und der Längsachse **12** („Neigungswinkel") entweder kontinuierlich zu, was einem quasi konvexen Verlauf der resultierenden Längsschneide entspricht, oder kontinuierlich ab, was einem quasi konkaven Verlauf der resultierenden Längsschneide entspricht. Auch wenn im allgemeinen Fall eine solche Teilschneide eine konvexe oder konkave Krümmung aufweisen kann, sind in einem bevorzugten Fall die Teilschneiden (insbesondere alle) jeweils geradlinig ausgebildet.

[0072] Bevorzugt unterscheidet sich der Neigungswinkel von zwei benachbarten Teilschneiden um 1° oder mehr.

[0073] Was die Länge **24** einer Teilschneide betrifft, liegt diese zwischen 1/10 und dem 10-fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken **14**, **15** gebildeten Schneide, insbesondere zwischen 1/4 und dem 4-fachen dieser Basisbreite.

[0074] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Neigungswinkel **18**, **19** und Abmessungen der Teilschneiden so gewählt, dass sie eine Längsschneide ergeben, die, obwohl sie (insbesondere gerade) Teilschneiden und Ecken aufweist, einer Schneide mit dem oben genannte Krümmungsradius folgen würde.

[0075] In einer bevorzugten Ausführungsform, in der die Längsschneide konvex gebogen ist oder deren Teilschneiden mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke einen zunehmenden Neigungswinkel aufweisen, ist die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken **14**, **15**, bzw. die Ausrichtung der erste Teilschneide, bezüglich der Längsachse **12** parallel.

[0076] Die Schneide verläuft also nach der betreffenden Schneidflanke zunächst parallel zur Längsachse **12** und krümmt oder neigt sich dann zu dieser hin. Bei einer solchen Längsschneide gibt es somit bezüglich eines Referenzpunktes keinen Punkt, der weiter von der Schneidflanke entfernt ist als der Referenzpunkt und weiter von der mittleren Achse radial entfernt ist als der Referenzpunkt.

[0077] Dies hat den Vorteil, dass mit zunehmenden Abstand zur betreffenden Schneidflanke die Längsschneide sich von der zu fräsenden Oberfläche entfernt und nicht einen bereits gefrästen Teil beschädigen kann. Es entsteht auf diese Weise automatisch eine Freistellung am Ende der Längsschneide. Die erste Teilschneide kann in diesem Falle auch als Formschneide bezeichnet werden, zumindest wenn sie zum Schneiden der Form des Gewindes **20** verwendet werden soll. Die weitere Teilschneide, die unter Umständen aufgrund der Herstellungsart des Werkzeuges bzw. der Fertigungsmethoden als Schneide ausgebildet ist, jedoch bei der Herstellung der mit diesem Werkzeug herstellenden Gewinde **20** keine formgebende Wirkung am Gewinde **20** hat, könnte auch als Freischneide bezeichnet werden.

[0078] Dabei ist zu berücksichtigen, dass es von Vorteil sein kann, wenn die Länge **24** der Formschneiden, die unmittelbar jeweils an die beiden Schneidflanken **14**, **15** anschließen, aufeinander abzustimmen. Darunter ist zu verstehen, dass zu berücksichtigen ist, dass die an die in Vorschubrichtung **13** nacheilende Schneidflanke anschließende Formschneide den Übergangsbereich zwischen dieser Schneidflanke und dem Kerndurchmesser **21** bzw. die zwischen den beiden Flanken angeordnete Übergangsfläche des Gewindeganges die den Kerndurchmesser **21** zumindest tangiert – also jener Bereich der durch die vorauseilende Schneidflanke und der an diese anschließende Formschneide bereits bearbeitet wurde – nicht mehr verändert wird.

[0079] Vorteilhaft kann es daher sein, wenn eine Länge **24** der als Formschneide ausgebildeten Teilschneide in Richtung der Längsachse **12** des Werkzeuges zumindest, wenn diese der nacheilenden Zahnflanke nachgeordnet ist, kleiner ist als die Zahnbreite **23** des Gewindeganges am Kerndurchmesser **21**. Eine der vorteilhaften Ausführungsformen liegt daher darin, dass die Länge **24** zumindest der der nacheilenden Schneideflanke zugeordnete Formschneide zwischen 75 und 50% der Zahnbreite **23** am Kerndurchmesser **21** entspricht.

[0080] In einer bevorzugten Ausführungsform, in der die Längsschneide konkav gebogen ist oder deren Teilschneiden mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke einen abnehmenden Neigungswinkel aufweisen, ist die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken **14**, **15**, bzw. die Ausrichtung der erste Teilschneide, 5° oder mehr zur Längsachse **12** hin geneigt.

[0081] Die Schneide verläuft also nach der betreffenden Schneidflanke zunächst schräg zur Längsachse **12** hin, wobei die Krümmung, bzw. Neigung mit zunehmendem Abstand nachlässt.

[0082] Bevorzugt geht die Krümmung, bzw. die Neigung, jedoch nicht über einen Winkel **16** von 0° hinaus, was einer Parallelen zur Längsachse **12** entspricht. Die Längsschneide entfernt sich somit mit zunehmendem Abstand zum Schneidzahn stetig von einem Werkstück **17**. Bei einer solchen Längsschneide gibt es somit bezüglich eines Referenzpunktes keinen Punkt, der weiter von der Schneidflanke entfernt ist als der Referenzpunkt und weiter von der mittleren Achse radial entfernt ist als der Referenzpunkt.

[0083] Dies hat ebenfalls den Vorteil, dass mit zunehmenden Abstand zur betreffenden Schneidflanke die Längsschneide sich von der zu fräsenden Oberfläche entfernt und nicht einen bereits gefrästen Teil beschädigen kann. Es entsteht auf diese Weise automatisch eine Freistellung am Ende der Längsschneide. Die erste Teilschneide kann in diesem Falle auch als Formschneide bezeichnet werden, zumindest wenn sie zum Schneiden der Form des Gewindes **20** verwendet werden soll. Die Länge **24** der Teil- bzw. Formschneide über die diese in Schneideingriff mit dem Werkstück **17** kommt, kann ebenfalls auf die Zahnbreite **23** des Gewindeganges am Kerndurchmesser **21** abgestimmt bzw. festgelegt werden, wie dies zuvor für geradlinige Teil- bzw. Formschneiden bereits vorstehend im Detail erläutert worden ist.

[0084] Letztendlich ist es jedoch von der Verwendung des Werkzeugs abhängig, ob die Längsschneide das zu formende Gewinde **20** überhaupt berührt. Dennoch rechtfertigt alleine schon die Ausgestaltung der Längsschneide diese so zu bezeichnen.

[0085] In einer bevorzugten Ausführungsform grenzt an jede Schneidflanke eine aus geradlinigen Teilschneiden bestehende Längsschneide, deren erste Teilschneide (die benachbarte zur betreffenden Schneidflanke) gegenüber der Längsachse **12** des Gewindefräsers **1** parallel verläuft, wobei diese Teil-

schneide insbesondere eine vorbestimmte Länge **24** aufweist, die im Minimum der halben Distanz der Länge **24**, der am Kerndurchmessers **21s** des herzustellenden Gewindes **20** sich befindende, zur Gewindeachse parallelen Geraden, die auch als Zahnbreite **23** des Gewindeganges am Kerndurchmesser **21** bezeichnet wird, oder der Breite zwischen den Tangentenpunkten, in welchen eine konvexe Abrundung des Gewindeganges im Bereich des Kerndurchmessers **21** die beiden Schneidflanken **14**, **15** des Werkzeugs tangierend entspricht. Bei metrischen Gewinden **20** nach DIN 13 entspricht die minimale Länge **24** der betreffenden Teilschneide, 1/8 der herzustellenden Gewindesteigung. An diese Teilschneide grenzt eine weitere Teilschneide, die gegenüber einer zur Längsachse **12** des Gewindefräsers **1** parallele Achse um einen Winkel **16** von ungefähr 2°–5.5° zur Längsachse **12** hin geneigt ist. Die Längsschneide hat somit einen quasi konvexen Verlauf.

[0086] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform grenzt an jede Schneidflanke eine aus geradlinigen Teilschneiden bestehende Längsschneide, deren erste Teilschneide (die benachbarte zur betreffenden Schneidflanke) gegenüber der Längsachse **12** des Gewindefräsers **1** um einen Winkel **16** von mehr als 5°, insbesondere zwischen 6° und 10°, zur Längsachse **12** hin geneigt ist. An die betreffende Teilschneide schließt eine weitere Teilschneide an, die bezüglich der Längsachse **12** um einen Winkel **16** zwischen 1° und 9°, bevorzugt zwischen 2° und 4°, zur Längsachse **12** hin geneigt ist, wobei die Neigung kleiner ist, als die der ersten Teilschneide. Die Längsschneide weist also einen quasi konkaven Verlauf auf.

[0087] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Übergang zwischen einer Längsschneide und einer angrenzenden Schneidflanke, wie auch der Übergang zwischen einzelnen Teilschneiden unabhängig vom zu fräsenden Gewinde **20** gemäß den verfügbaren technischen Mitteln möglichst scharfkantig gewählt. Dies gilt sowohl für geradlinige Teilschneiden als auch für gekrümmte Längsschneiden. Da jeder Übergang zwischen zwei miteinander verbundenen, stofflichen Ebenen immer einen bestimmten Radius aufweist, sei hier darauf hingewiesen, dass der Bereich des Übergangs nicht als Längsschneide angesehen wird.

[0088] In einer bevorzugten Ausführungsform bilden die zwei Schneidflanken **14**, **15** eine Spitze des Schneidzahns, die eine Gerade parallel zur Grundachse des Fräsers aufweist, deren Länge **24** kleiner ist als das vorgegebene theoretische Ideal des herzustellenden Gewindeprofils.

[0089] Bevorzugt ist die letzte Teilschneide, also diejenige, die am weitesten von der Schneidflanke angeordnet ist, als Freistellung ausgestaltet.

[0090] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Innengewindes mit bestimmtem Kerndurchmesser **21** in einem Werkstück **17** mit einem erfindungsgemäßen Gewindefräser **1** umfasst die Schritte:

– Herstellen eines Lochs in dem Werkstück **17** mit einem vorbestimmten tiefer gewählten Bohrungsdurchmesser **26** als dem Kerndurchmesser **21** des herzustellenden Innengewindes,

– Vorfräsen des herzustellenden Innengewindes mit dem Gewindefräser **1** derart, dass nur die Schneidflanken **14**, **15** des Gewindefräsers **1** über ihre gesamte Länge **24** mit dem Werkstück **17** in Eingriff gelangen,

– Fertigfräsen des herzustellenden Innengewindes mit demselben Gewindefräser **1**, der auch zum Vorfräsen verwendet wurde, derart, dass nunmehr auch die zu den Schneidflanken **14**, **15** angrenzenden Schneiden und gegebenenfalls Teil- oder Formschneiden, zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers **21**, in Eingriff gelangen.

[0091] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Gewindefräser **1** auf einer helikalen Bahn entsprechend dem herzustellenden Gewinde **20** bewegt, und/oder es dreht sich das Werkstück **17** relativ zu dem Gewindefräser **1** exzentrisch zur Rotationsachse des Gewindefräsers **1**, so dass der rotierende Gewindefräser **1** eine Nut in die sich durch die Drehung des Werkstücks **17** bewegende Wand fräst. Der Gewindefräser **1** wird dabei relativ zu dem Werkstück **17** in Richtung der Längsachse **12** entsprechend der vorbestimmten Steigung des herzustellenden Gewindes **20** bewegt.

[0092] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Werkzeug dazu ausgelegt, Gewinde **20** einer Größe von M0.6 bis M8 herzustellen. Das Werkzeug ist insbesondere dazu geeignet, Feingewinde und/oder ein/mehrgängige mit exakter Gewindegeometrie Gewinde **20** herzustellen.

[0093] In einer bevorzugten Ausführungsform sind alle Schneidzähne, die auf demselben Umkreis liegen erfindungsgemäß ausgestaltet. Bei mehrgängigen Ausführungsformen können die Schneidzähne und deren angrenzende Längsschneiden auf anderen Umkreisen anders gestaltet sein, bevorzugt ist aber auch die Ausführungsform, bei der jeder der Schneidzähne (und die betreffenden angrenzenden Längsschneiden) erfindungsgemäß ausgestaltet sind.

[0094] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Gewindefräsers **1**, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungs-

varianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. So kann z. B. eine der Schneidflanken **14**, **15** an eine gekrümmte Längsschneide anschließen und die andere Schneidflanke an eine aus geradlinig verlaufenden Teilschneiden bestehende Längsschneide. Ebenso ist es möglich, dass an eine Schneidflanke eine (quasi) konkav verlaufende Längsschneide anschließt und an die andere eine (quasi) konvex verlaufende Längsschneide.

[0095] Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen, sowie den in der Beschreibungseinleitung angegebenen Ausführungsvarianten oder beliebig zum Beispiel auch einzelne Teilmerkmale der genannten Beschreibung und der Ansprüche miteinander kombiniert wurden.

[0096] Eine den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

[0097] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z. B. ist die Angabe 1/10 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1/10 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d. h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1/10 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z. B. 1/4 bis 1, oder 0,5 bis 2 oder 5 bis 10.

[0098] Vor allem können die einzelnen in den Figuren gezeigten Ausführungsformen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

[0099] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt sein können.

Bezugszeichenliste

1 Gewindefräser
2 Werkzeugschaft
3 Fräskopf
4 Umfangskreis
5 Längsschneide
6 Längsschneide
7 Teilschneide
8 Teilschneide
9 Teilschneide
10 Teilschneide
11 Schneidezahn
12 Längsachse
13 Vorschubrichtung
14 Schneidflanke
15 Schneidflanke
16 Winkel
17 Werkstück
18 Neigungswinkel
19 Neigungswinkel
20 Gewinde
21 Kerndurchmesser
22 Stirnfläche
23 Zahnbreite
24 Länge
25 Gewindeflanke
26 Bohrungsdurchmesser

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN 13 [0033]
- DIN 13 [0085]

Schutzansprüche

1. Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes umfassend einen Werkzeugschaft (**2**), der dazu ausgelegt ist, das Werkzeug in einer Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine aufzunehmen, wobei der Werkzeugschaft eine Längsachse (**12**) aufweist, und einem Werkzeugkopf, der sich an den Werkzeugschaft anschließt und in mindestens einem einzigen, zur Längsachse (**12**) senkrecht stehenden Umfangskreis (**4**) wenigstens einen Schneidzahn mit jeweils zwei geradlinigen Schneidflanken (**14**, **15**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet,** dass an jede der Schneidflanken (**14**, **15**) zumindest eines Schneidzahnes eine Längsschneide (**5**, **6**) angrenzt welche konvex oder konkav gebogen ist oder aus mindestens zwei Teilschneiden (**7**, **8**, **9**, **10**) besteht, wobei die Teilschneiden (**7**, **8**, **9**, **10**) in jeweils bezüglich ihres Abstandes zu den Schneidflanken stetig zunehmenden oder stetig abnehmenden Neigungswinkeln aufeinandertreffen.

2. Werkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich der Neigungswinkel von zwei benachbarten Teilschneiden (**7**, **8**, **9**, **10**) um 1° oder mehr unterscheidet oder dass der Radius der Krümmung der gebogenen Längsschneide (**5**, **6**) zwischen 0.1 und 10 mm liegt.

3. Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Länge jeder Teilschneide (**7**, **8**, **9**, **10**) zwischen 1/10 und dem 10-fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken (**14**, **15**) gebildeten Schneide liegt, insbesondere zwischen 1/4 und dem 4-fachen dieser Basisbreite.

4. Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Längsschneide (**5**, **6**) konvex gebogen ist oder deren Teilschneiden (**7**, **8**, **9**, **10**) mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke einen zunehmenden Neigungswinkel aufweisen, wobei die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide (**5**, **6**) direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken (**14**, **15**), oder die Ausrichtung der ersten Teilschneide (**7**, **9**), bezüglich der Längsachse (**12**) parallel ist.

5. Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Längsschneide (**5**, **6**) konkav gebogen ist oder deren Teilschneiden (**7**, **8**, **9**, **10**) mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke (**14**, **15**) einen abnehmenden Neigungswinkel aufweisen, wobei die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide (**5**, **6**) direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken (**14**, **15**), oder die Ausrichtung der erste Teilschneide (**7**, **9**), 5° oder mehr zur Längsachse (**12**) hin geneigt ist.

6. Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass an jede Schneidflanke (**14**, **15**) eine aus geradlinigen Teilschneiden (**7**, **8**, **9**, **10**) bestehende Längsschneide (**5**, **6**) grenzt, deren erste Teilschneide (**7**, **9**) gegenüber der Längsachse des Werkzeugs parallel verläuft, wobei diese erste Teilschneide (**7**, **9**) insbesondere eine vorbestimmte Länge aufweist, die im Minimum der halben Distanz der Länge, der am Kerndurchmessers des herzustellenden Gewindes sich befindende, zur Gewindeachse parallelen Gerade, entspricht, und an diese erste Teilschneide (**7**, **9**) eine weitere Teilschneide (**8**, **10**) grenzt, die gegenüber einer zur Längsachse (**12**) des Werkzeugs parallele Achse um einen Winkel von zwischen 2° und 5.5° zur Längsachse hin geneigt ist.

7. Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass an jede Schneidflanke (**14**, **15**) eine aus geradlinigen Teilschneiden (**7**, **8**, **9**, **10**) bestehende Längsschneide (**5**, **6**) grenzt, deren erste Teilschneide (**7**, **9**) gegenüber der Längsachse (**12**) des Werkzeugs um einen Winkel von mehr als 5°, insbesondere zwischen 6° und 10°, zur Längsachse (**12**) hin geneigt ist, und dass an die erste Teilschneide (**7**, **9**) eine weitere Teilschneide (**8**, **10**) anschließt, die bezüglich der Längsachse (**12**) um einen Winkel zwischen 1° und 9°, bevorzugt zwischen 2° und 4°, zur Längsachse (**12**) hin geneigt ist, wobei die Neigung kleiner ist, als die der ersten Teilschneide (**7**, **9**).

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

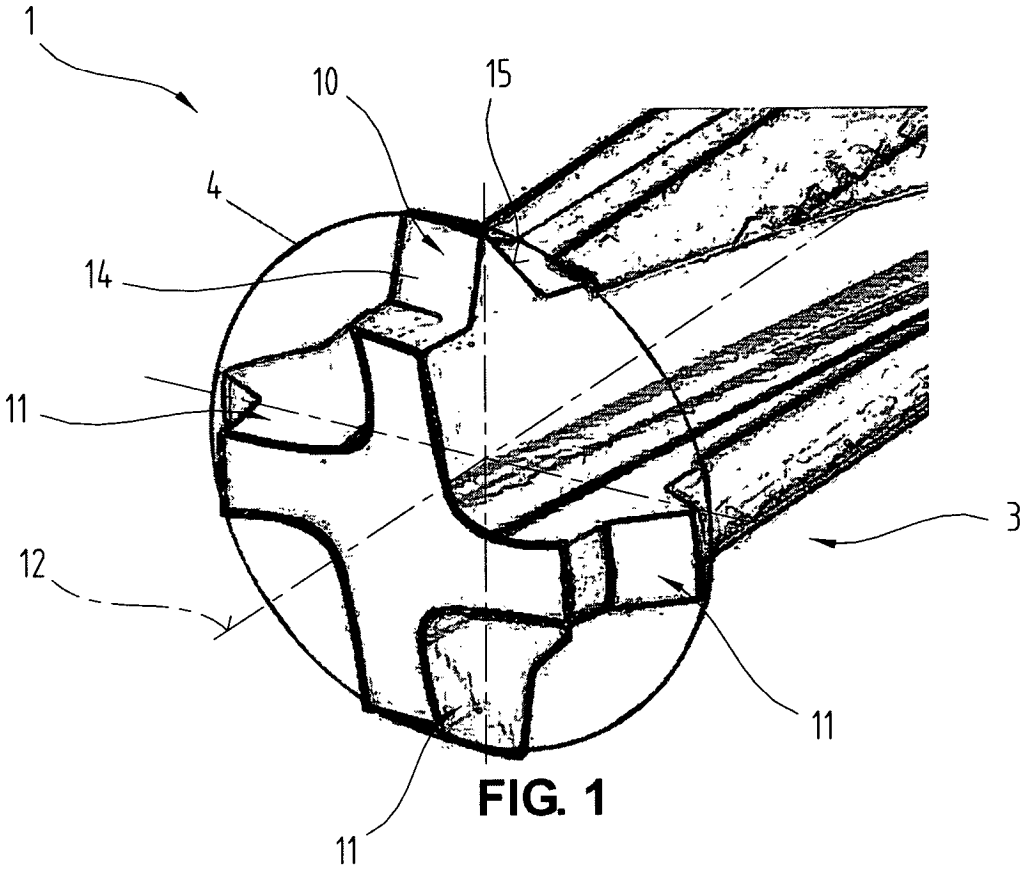


FIG. 1

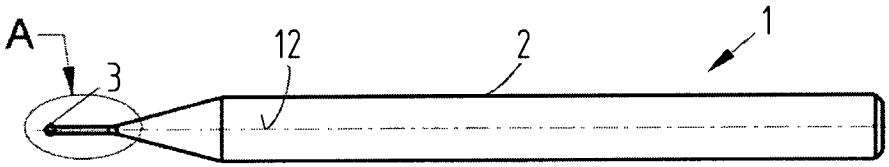


FIG.2

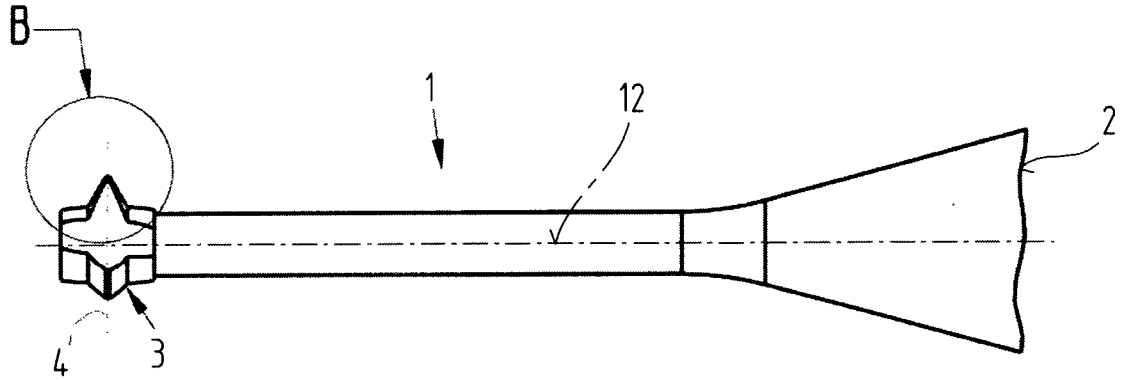


FIG.3

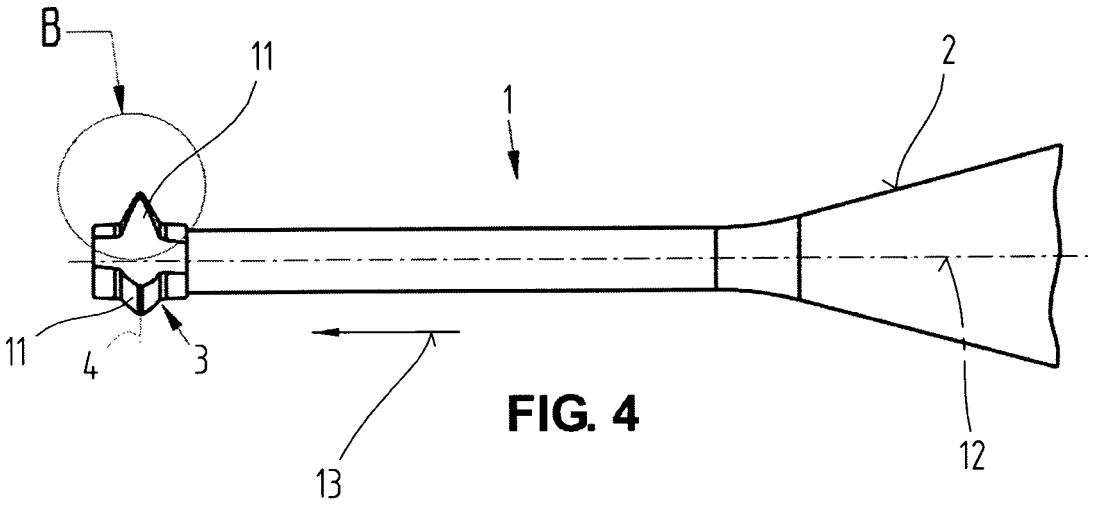


FIG. 4

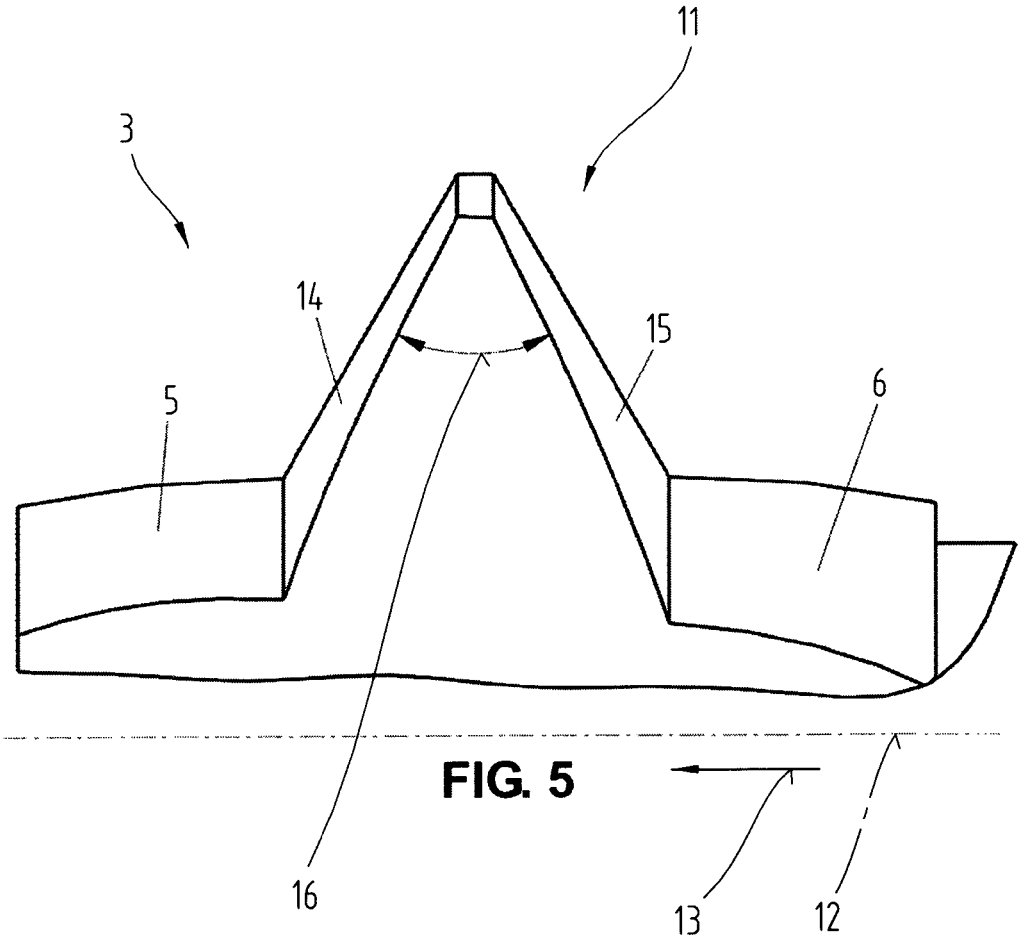


FIG. 5

FIG. 6

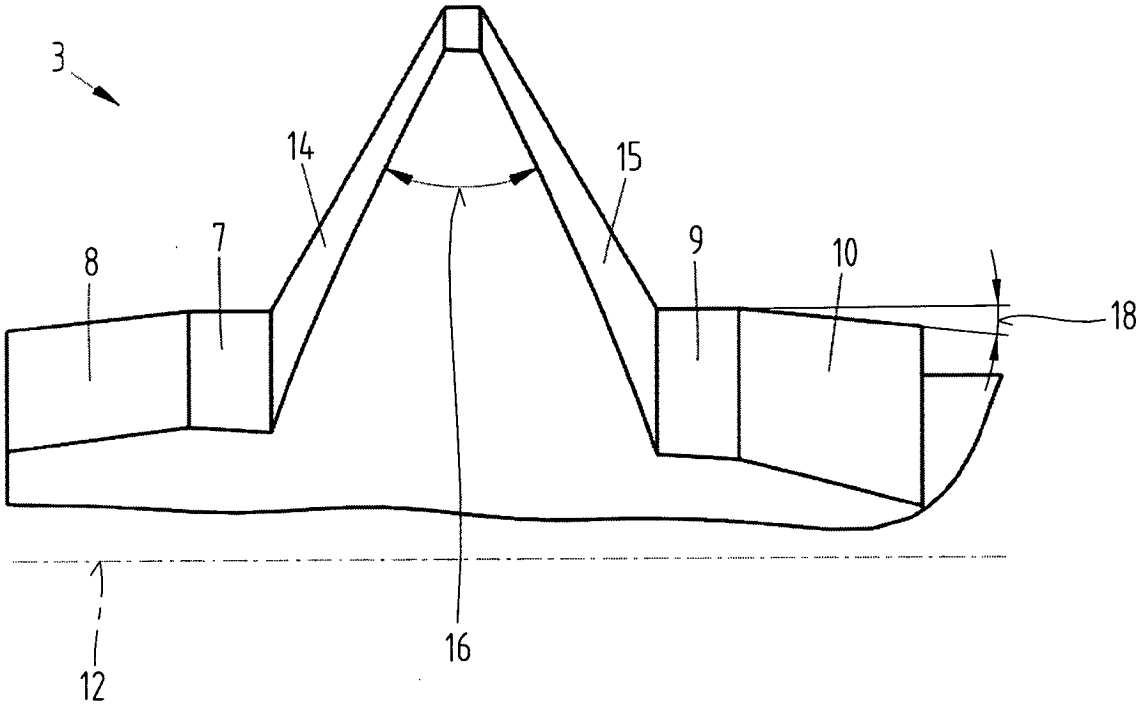


FIG. 7

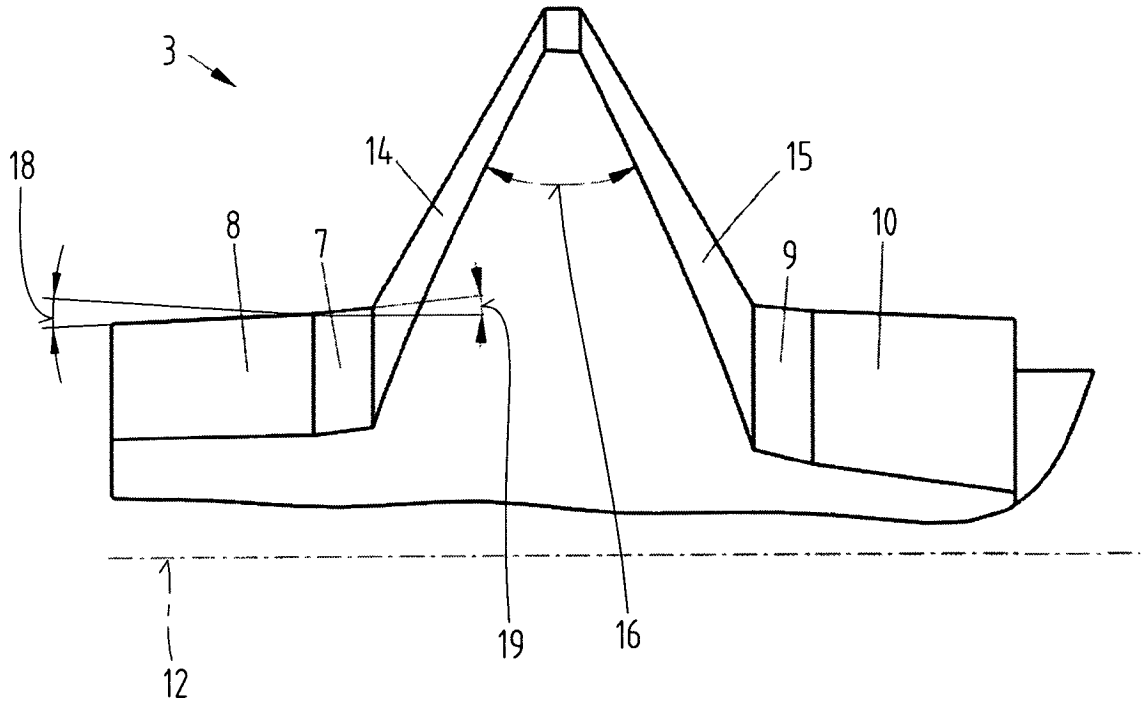


Fig.8

