

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50146/2014
(22) Anmeldetag: 26.02.2014
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2015

(51) Int. Cl.: **B23G 5/18** (2006.01)
B23B 27/06 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2007105819 A
DE 202007010616 U1

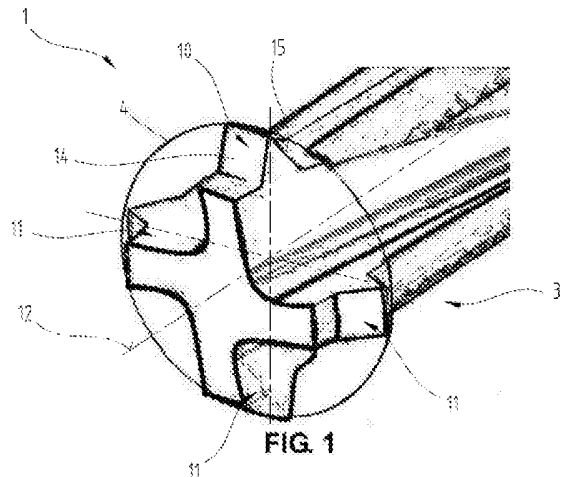
(71) Patentanmelder:
DC SWISS S.A.
2735 Malleray (CH)

(72) Erfinder:
Kaufmann Beat
2735 Malleray (CH)
Meyer Christian
4225 Brislach (CH)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger & Partner Rechtsanwalt GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

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

(57) Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes umfassend einen Werkzeugschaft (2), der dazu ausgelegt ist, das Werkzeug in einer Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine aufzunehmen. Der Werkzeugschaft weist eine Längsachse (12) und einen Werkzeugkopf auf, der sich an den Werkzeugschaft anschließt. In mindestens einem einzigen, zur Längsachse (12) senkrecht stehenden Umfangskreis (4) ist wenigstens ein Schneidzahn mit jeweils zwei geradlinigen Schneidflanken (14, 15) angeordnet. An jede der Schneidflanken (14, 15) zumindest eines Schneidzahnes grenzt eine Längsschneide (5, 6) an welche konvex oder konkav gebogen ist oder aus mindestens zwei Teilschneiden (7, 8, 9, 10) besteht. Die Teilschneiden (7, 8, 9, 10) treffen in jeweils bezüglich ihres Abstandes zu den Schneidflanken stetig zunehmenden oder stetig abnehmenden Neigungswinkeln aufeinander.



Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes umfassend einen Werkzeugschaft (2), der dazu ausgelegt ist, das Werkzeug in einer Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine aufzunehmen. Der Werkzeugschaft weist eine Längsachse (12) und einen Werkzeugkopf auf, der sich an den Werkzeugschaft anschließt. In mindestens einem einzigen, zur Längsachse (12) senkrecht stehenden Umfangskreis (4) ist wenigstens ein Schneidzahn mit jeweils zwei geradlinigen Schneidflanken (14, 15) angeordnet. An jede der Schneidflanken (14, 15) zumindest eines Schneidzahnes grenzt eine Längsschneide (5, 6) an welche konvex oder konkav gebogen ist oder aus mindestens zwei Teilschneiden (7, 8, 9, 10) besteht. Die Teilschneiden (7, 8, 9, 10) treffen in jeweils bezüglich ihres Abstandes zu den Schneidflanken stetig zunehmenden oder stetig abnehmenden Neigungswinkeln aufeinander.

Fig. 1

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.**

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.

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.

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

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 zwei parallel 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.

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

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 Gewindefräasers rotiert.

Ein Nachteil der Gewindefräser, bzw. der dazu benutzten Wendepplatten 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 Wendepplatten.

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.

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

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.

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.

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.

Der Schneidzahn umfasst die beiden Schneidflanken. Dabei wird die dem Werkzeugschaft abgewandte Schneidflanke in der Regel als „Vorausseilende 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.

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

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

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.

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.

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

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.

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.

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.

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.

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 Fertigungsverfahren 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.

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 vorseilende Schneidflanke und der an diese anschließende Formschneide bereits bearbeitet wurde – nicht mehr verändert wird.

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.

Eine der vorteilhaften Ausführungsformen liegt daher darin, dass die Länge zumindest der der nacheilenden Schneidflanke 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.

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.

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

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 Schneidezahn 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.

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.

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.

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 Kerndurchmesser des herzustellenden Gewindes sich befindende, zur Gewindeachse parallelen Geraden, die auch als Zahnbreite des Gewindeganges am Kerndurchmesser bezeichnet wird, oder der Breite zwischen den Tangentialpunkten, 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, $\frac{1}{8}$ der herzustellenden Gewindesteigung. An diese Teilschneide grenzt eine weitere Teilschneide, die gegenüber einer zur Längsachse des Gewindefräsers parallelen Achse um einen Winkel von ungefähr 2° – 5.5° zur Längsachse hin geneigt ist. Die Längsschneide hat somit einen quasi konvexen Verlauf.

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.

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 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.

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.

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

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 Gewindefräasers 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 Formschnitten, zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers, in Eingriff gelangen.

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 Gewindefräasers, 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.

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.

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

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

- Figur 1 zeigt einen Fräskopf mit einem eingezeichneten Umfangskreis und den Mittelschichten der Schneidezähne in schaubildlicher, schematischer Darstellung;
- Figur 2 zeigt schematisch einen Gewindefräser in Seitenansicht;
- Figur 3 zeigt schematisch den Fräskopf eines Gewindefräasers mit gekrümmten Längsschneiden in Seitenansicht;
- Figur 4 zeigt schematisch den Fräskopf eines Gewindefräasers mit geradlinigen Teilschneiden in Seitenansicht;
- Figur 5 zeigt schematisch einen Schneidezahn des Fräskopfes mit angrenzenden konvex gekrümmten Längsschneiden;
- Figur 6 zeigt schematisch einen Schneidezahn des Fräskopfes mit angrenzenden quasi konvex verlaufenden Teilschneiden;
- Figur 7 zeigt schematisch einen Schneidezahn des Fräskopfes mit angrenzenden quasi konkav verlaufenden Teilschneiden;
- Figur 8 zeigt schematisch einen Teil eines Werkstückes mit einem in Eingriff mit diesem befindlichen Schneidezahn des Fräskopfes in Seitenansicht geschnitten.

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.

Jede der Längsschneiden 5, 6 ist in den Figuren 6 bis 8 aus Teilschneiden 7, 8 bzw. 9 und 10 zusammengesetzt, wobei der Übersicht halber das Referenzzeichen für den Zusammenschluss aus 7, 8 und 6 für den Zusammenschluss von 9 und 10 nicht mehr aufgeführt sind.

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.

Figur 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.

In Figur 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.

Figuren 3 und 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.

Figuren 5 bis 8 zeigen eine Vergrößerung des Bereichs B der Figuren 3 bzw. 4. Der Vergrößerungsfaktor bezüglich Figur 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 der Herstellung von Normgewinden vordefiniert.

Dabei stellt Figur 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 Gewindefräasers ausgerichtet sind, die unter dem Schneidezahn 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.

Figur 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, 8 bzw. 10 - die auch die Funktion einer Freistellung erfüllen kann - ist von einem Neigungswinkel 18 zur Längsachse 12 hin geneigt.

Figur 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.

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.

Eine derartige Ausgestaltung der Länge 24 der Teil- bzw. Formschneide 7 erfolgt bevorzugt für die Ausgestaltung der Teilschneide 7, 8 die der nachteilenden 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.

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 vorseilenden Schneidflanke 15 in Vorschubrichtung 13 unmittelbar vorgeordnet sind kommen, wie dies in der Zeichnung schematisch angedeutet ist.

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 Längs-

achse 12 zwischen den Gewindeflanken 25 bevorzugt mittig zwischen den Gewindeflanken 25 positioniert werden kann.

Des Weiteren sind in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung noch weitere vorteilhafte Ausbildungen eines Werkzeuges, insbesondere eines Gewindefräasers 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.

Die Längsachse 12 des Werkzeugschaftes 2 ist in der Regel die Achse der längsten räumlichen Ausdehnung des Werkzeuges. 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.

Der Schneidzahn umfasst die beiden Schneidflanken 14, 15. Dabei wird die dem Werkzeugschaft 2 abgewandte Schneidflanke in der Regel als **„Vorauselende 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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

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.

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.

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.

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 Fertigungsverfahren 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.

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 Gewindenganges die den Kerndurchmesser 21 zumindest tangiert – also jener Bereich der durch die vorausseilende Schneidflanke und der an diese anschließende Formschneide bereits bearbeitet wurde – nicht mehr verändert wird.

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 Gewindenganges 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.

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.

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

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 Schneidezahn 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.

Dies hat ebenfalls den Vorteil, dass mit zunehmendem 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 Gewindes am Kerndurchmesser 21 abgestimmt bzw. festgelegt werden, wie dies zuvor für geradlinige Teil- bzw. Formschneiden bereits vorstehend im Detail erläutert worden ist.

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.

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 Gewindefräasers 1 parallel verläuft, wobei diese Teilschneide insbesondere eine vorbestimmte Länge 24 aufweist, die im Minimum der halben Distanz der Länge 24, der am Kerndurchmesser 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 Gewindefräasers 1 parallelen Achse um einen Winkel 16 von ungefähr 2° – 5.5° zur Längsachse 12 hin geneigt ist. Die Längsschneide hat somit einen quasi konvexen Verlauf.

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 Gewindefräasers 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.

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.

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

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

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 Gewindefräasers 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.

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 exzent-

risch zur Rotationsachse des Gewindefräasers 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.

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.

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.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Gewindefräasers 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 Ausführungsvarianten 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.

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.

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

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 .

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.

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 |

P a t e n t a n s p r ü c h e

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.

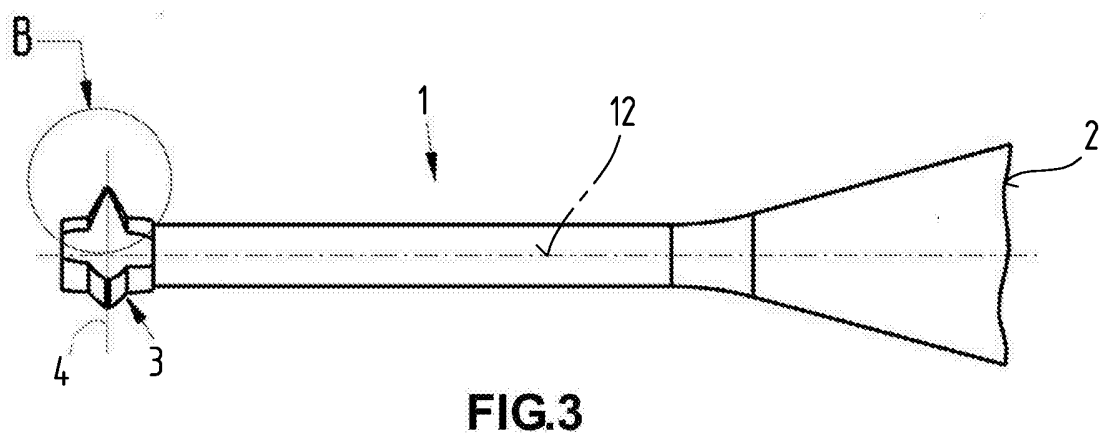
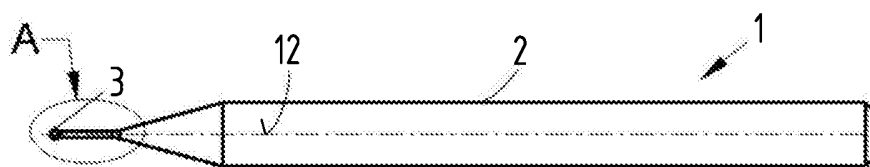
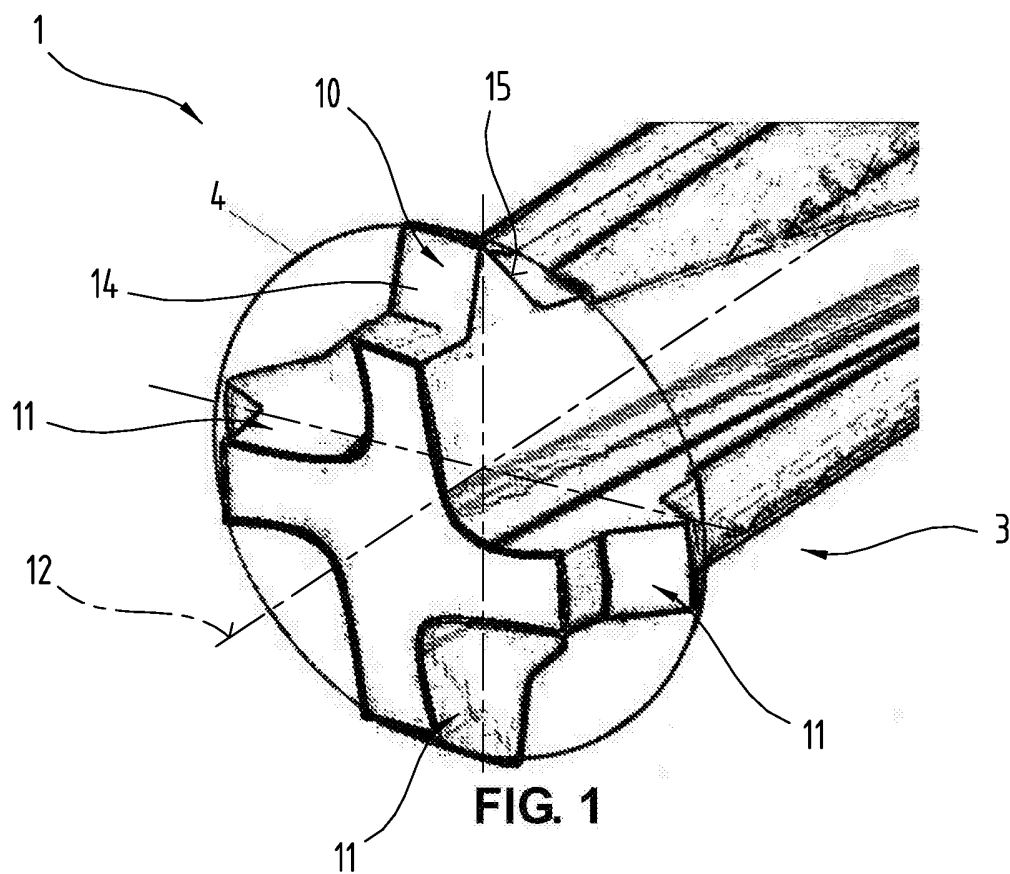
7. Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an jede Schneidflanke (14, 15) eine aus geradlinigen Teilschneiden (7, 8, 9, 10) bestehende Längsschneide (5, 6) grenzt, deren erste Teilschneide (7, 9) gegenüber der Längsachse (12) des Werkzeugs um einen Winkel von mehr 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).

8. Verfahren zum Herstellen eines Innengewindes mit bestimmtem Kerndurchmesser in einem Werkstück mit einem Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend 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 Werkzeug derart, dass nur die Schneidflanken (14, 15) des Werkzeugs über ihre gesamte Länge mit dem Werkstück in Eingriff gelangen,
- Fertigfräsen des herzustellenden Innengewindes mit demselben Werkzeug, der auch zum Vorfräsen verwendet wurde, derart, dass nunmehr auch die zu den Schneidflanken (14, 15) angrenzenden Schneiden, zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers, in Eingriff gelangen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug auf einer helikalen Bahn entsprechend dem herzustellenden Gewinde bewegt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück um eine zur Längsachse (12) des Werkzeugs parallelen Achse dreht, während gleichzeitig das Werkzeug um die Längsachse (12) rotiert und in Richtung der Längsachse (12) entsprechend der vorbestimmten Steigung des herzustellenden Gewindes bewegt wird.



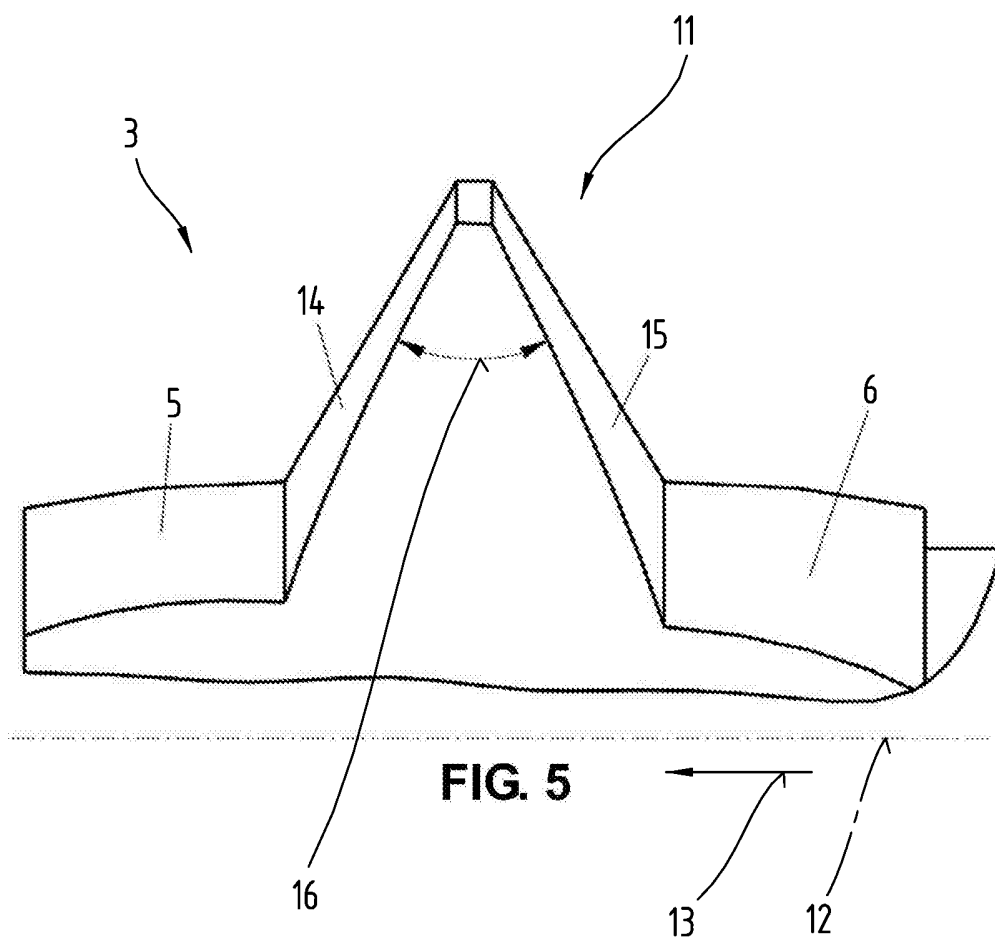
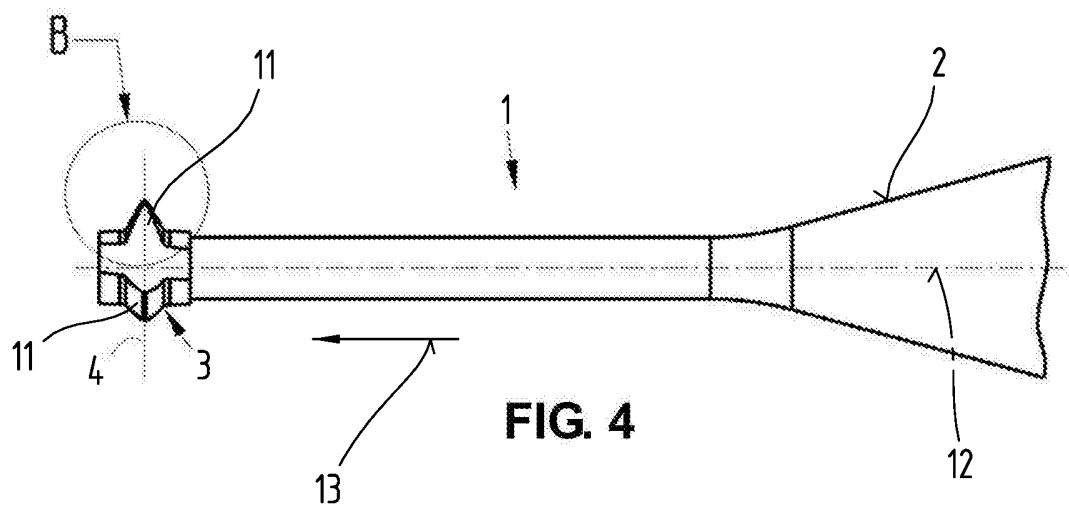


FIG. 6

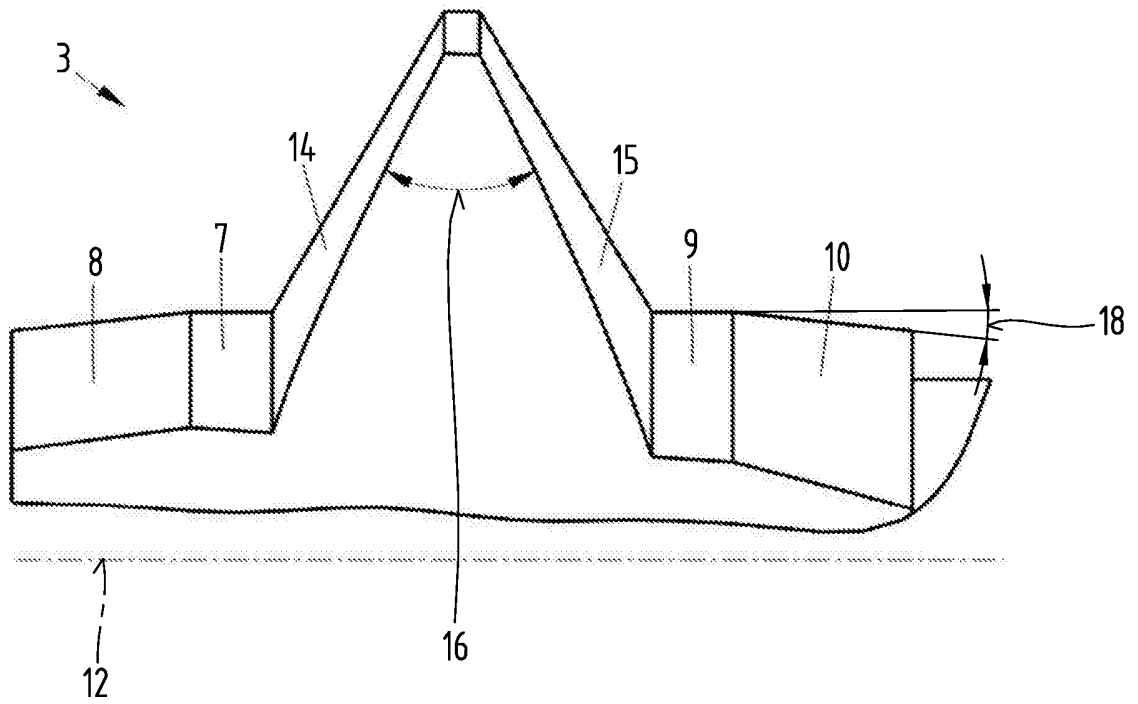


FIG. 7

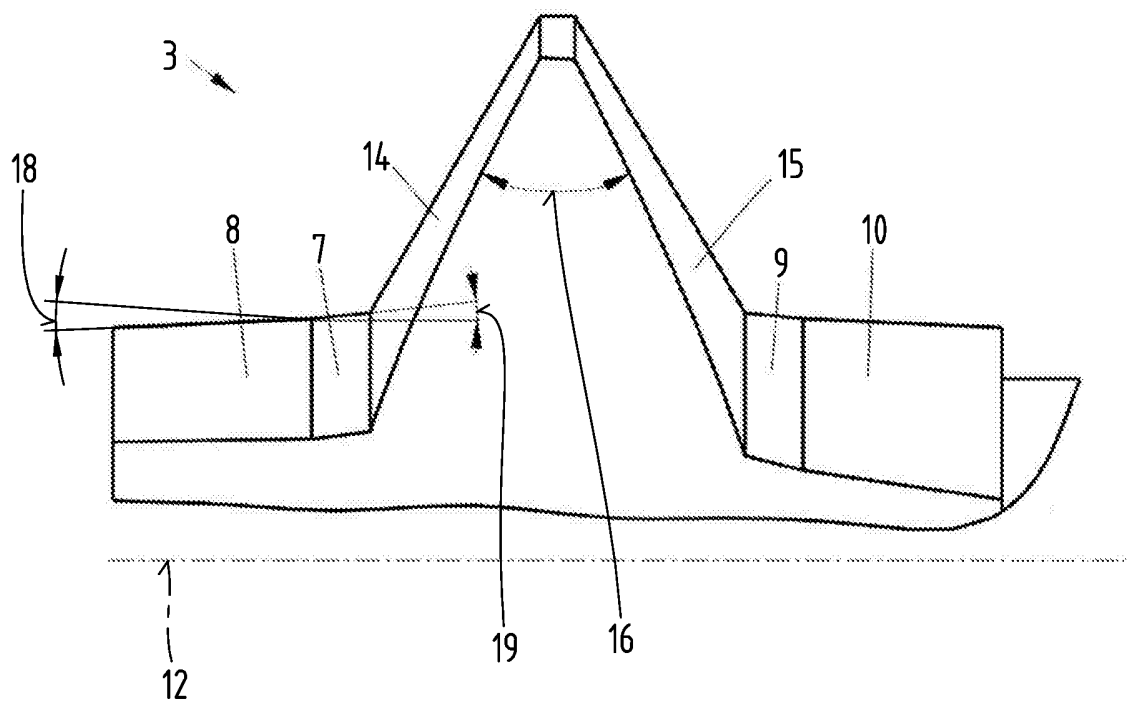
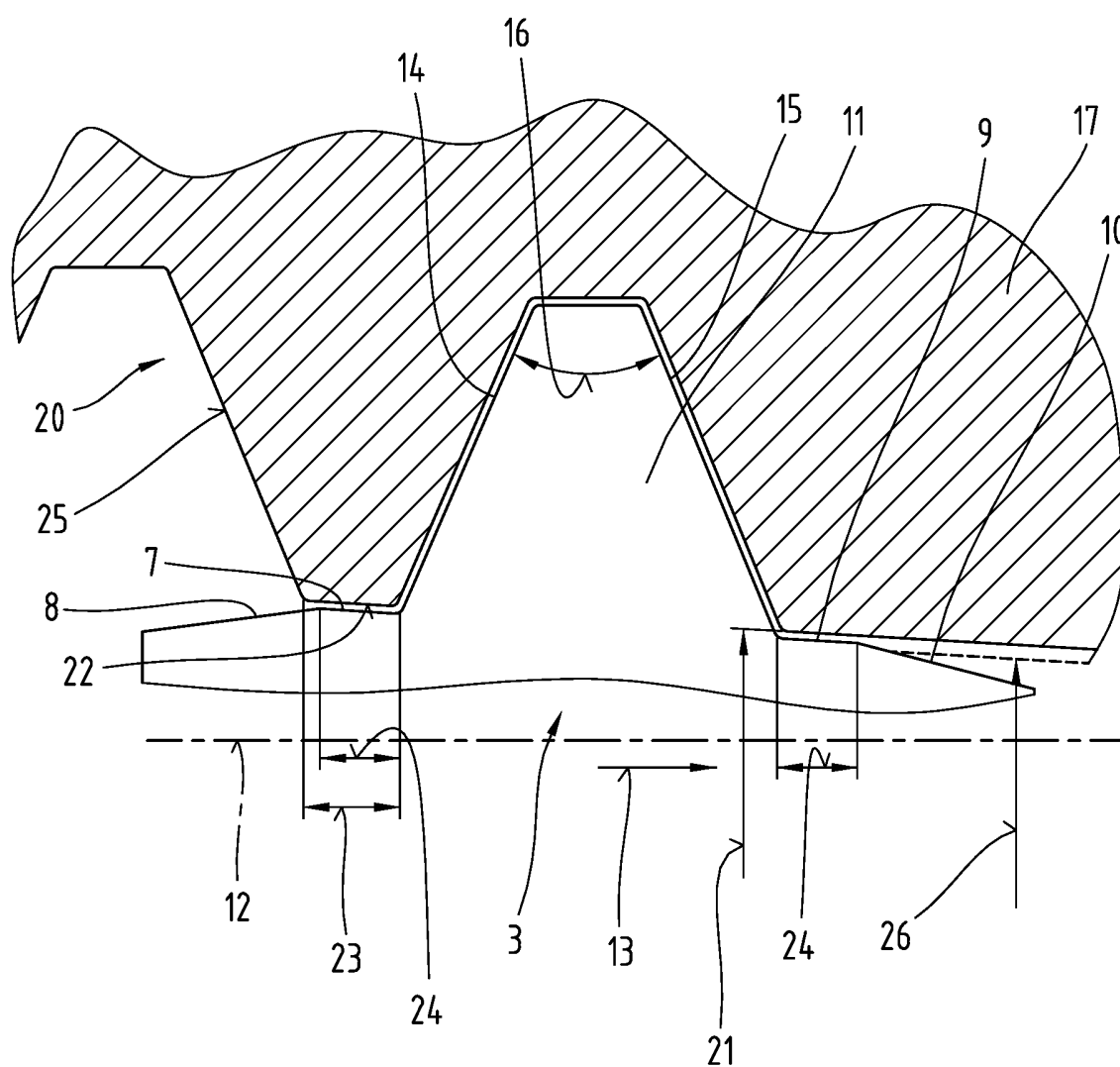


Fig.8



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B23G 5/18 (2006.01); **B23B 27/06** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B23G 5/18 (2013.01); **B23B 27/065** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B23G, B23B

Konsultierte Online-Datenbank:
EPDOC, WPI

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **26.02.2014** eingereichten Ansprüchen **1-10** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 2007105819 A (DENSO CORP) 26. April 2007 (26.04.2007) Fig. 17, 18	1-4, 8-10
X	DE 202007010616 U1 (ZECHA HARTMETALL WERKZEUGFABRI [DE]) 27. September 2007 (27.09.2007) Beschreibung Absätze 0017, 0040; Fig. 4	1, 2, 5, 8-10

Datum der Beendigung der Recherche:
09.01.2015

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

KUTZENBERGER Thomas

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

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, wobei der Radius der Krümmung der gebogenen Längsschneide (5, 6) zwischen 0.1 und 10 mm liegt und die Länge der gebogenen Längsschneide zwischen 1/5 und dem 100-fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken gebildeten Schneide liegt, oder

- welche 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, wobei im Falle eines quasi-konvexen Verlaufs, bei dem die erste Teilschneide gegenüber der Längsachse des Gewindefräasers parallel verläuft, eine weitere Teilschneide angrenzt, die gegenüber einer zur Längsachse des Gewindefräasers parallelen Achse um einen Winkel von ungefähr 2° – 5.5° zur Längsachse hin geneigt ist.

2. Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Neigungswinkel von zwei benachbarten Teilschneiden (7, 8, 9, 10) um 1° oder mehr unterscheidet.

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 ersten 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 ge-

neigt 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).

8. Verfahren zum Herstellen eines Innengewindes mit bestimmtem Kerndurchmesser in einem Werkstück mit einem Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend 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 Werkzeug derart, dass nur die Schneidflanken (14, 15) des Werkzeugs über ihre gesamte Länge mit dem Werkstück in Eingriff gelangen,
- Fertigfräsen des herzustellenden Innengewindes mit demselben Werkzeug, der auch zum Vorfräsen verwendet wurde, derart, dass nunmehr auch die zu den Schneidflanken (14, 15) angrenzenden Schneiden, zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers, in Eingriff gelangen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug auf einer helikalen Bahn entsprechend dem herzustellenden Gewinde bewegt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück um eine zur Längsachse (12) des Werkzeugs parallelen Achse dreht, während gleichzeitig das Werkzeug um die Längsachse (12) rotiert und in Richtung der Längsachse (12) entsprechend der vorbestimmten Steigung des herzustellenden Gewindes bewegt wird.