

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 792 429 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.10.2014 Patentblatt 2014/43

(51) Int Cl.:
B21H 3/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13002074.6**

(22) Anmeldetag: **19.04.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

• **Smidt, Frank**
21516 Tramm (DE)

(74) Vertreter: **Mönkemeyer, Philipp**
Hauck Patent- und Rechtsanwälte
Neuer Wall 50
20354 Hamburg (DE)

(71) Anmelder: **LMT Fette Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG**
21493 Schwarzenbek (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.

(72) Erfinder:
• **Focken, Andreas**
21493 Schwarzenbek (DE)

(54) **Axialgewinderollkopf und Verfahren zum Formen eines Außengewindes an einem Werkstück mit einem Axialgewinderollkopf**

(57) Die Erfindung betrifft einen Axialgewinderollkopf (10), umfassend ein Kopfteil (12), in dem mindestens drei Gewinderollen (26) drehbar gelagert sind, wobei die Gewinderollen (26) zwischen sich einen Einführabschnitt für ein Werkstück begrenzen, und wobei die Gewinderollen (26) jeweils ein Profil zum Formen eines Außengewindes an dem Werkstück aufweisen, wo-

bei die Gewinderollen (26) in radialer Richtung unverstellbar in dem Kopfteil (12) gehalten sind, wobei das Profil der Gewinderollen (26) jeweils derart asymmetrisch ausgebildet ist, dass die Gewinderollen mit ihrem asymmetrischen Profil an dem Werkstück ein symmetrisches Außengewinde formen. Die Erfindung betrifft außerdem ein entsprechendes Verfahren.

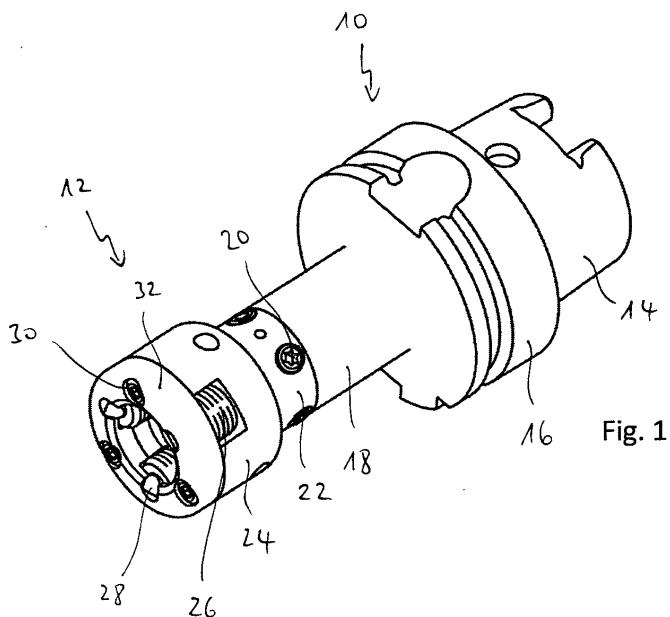


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Axialgewinderollkopf, umfassend ein Kopfteil, in dem mindestens drei Gewinderollen drehbar gelagert sind, wobei die Gewinderollen zwischen sich einen Einführabschnitt für ein Werkstück begrenzen, und wobei die Gewinderollen jeweils ein Profil zum Formen eines Außengewindes an dem Werkstück aufweisen. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Formen eines Außengewindes an einem Werkstück mit einem Axialgewinderollkopf.

[0002] Mit derartigen Axialgewinderollköpfen werden durch Kaltumformung Außengewinde an in der Regel zylindrischen Werkstücken erzeugt. Zur Formung des Außengewindes besitzen die Gewinderollen an ihrem Umfang ein Profil. Das Werkstück wird im Zuge einer Relativbewegung zwischen dem Axialgewinderollkopf und dem Werkstück in den Einführabschnitt des Axialgewinderollkopfes eingeführt, wobei das Außengewinde durch das Profil der Gewinderollen erzeugt wird. Es sind Axialgewinderollköpfe bekannt, bei denen nach vollständigem Ausbilden des Außengewindes an dem Werkstück, insbesondere einem vollständigen Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt des Axialgewinderollkopfes, der Axialgewinderollkopf durch einen mechanischen Betätigungsmechanismus geöffnet wird. Dabei werden die Gewinderollen in radialer Richtung nach außen bewegt und der Axialgewinderollkopf kann vom Werkstück abgezogen werden, ohne dass die Gewinderollen mit dem Werkstück kollidieren, also in Eingriff gelangen. Hierdurch ergibt sich eine einfache Bearbeitung bei präzise hergestellten Außengewinden.

[0003] Nachteilig ist dabei allerdings ein vergleichsweise großer Platzbedarf für die radiale Bewegung der Gewinderollenlager einschließlich der darauf angeordneten Gewinderollen in dem Arbeitsraum der Bearbeitungsmaschine. Dieser Arbeitsraum muss naturgemäß auch die Werkstückkontur umfassen. Darüber hinaus ist für die Betätigungsmechanik zum radialem Verstellen der Gewinderollen nach außen in dem Axialgewinderollkopf selbst ein nicht unerheblicher Bauraum erforderlich. Aufgrund der zunehmend gewünschten Bauteilverkleinerung, beispielsweise im Automobilbereich, wird der bei der Bearbeitung zur Verfügung stehende Raum immer kleiner. Ein Beispiel ist die Herstellung von Außengewinden an zylindrischen Ansätzen von Kraftstoffeinspritzleisten eines Automobils. An den ausgebildeten Außengewinden können Druckleitungen angeschlossen werden. Es bestehen unter anderem auf Grund der enormen Betriebsdrücke sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit und damit Dichtheit der hergestellten Gewinde. Aus EP 0 552 713 A1 ist ein Rolleisen zum Drücken von Gewinden bekannt, welches nicht-öffnend ist. Vorteil ist, dass dieses Rolleisen vergleichsweise klein baut und keinen Platz zum Öffnen benötigt. Allerdings kommt es bei dem bekannten Rolleisen im Zuge der Bearbeitung zu einem erheblichen Auffedern der Gewinderollen, unter anderem da das Rolleisen keine Kopfplatte aufweist und

die Gewinderollen daher und aufgrund der kleinen Baugröße des Rolleisens wenig gegen ein Auffedern abgestützt sind. Dieses Auffedern führt zu Bearbeitungsfehlern am Werkstück. Insbesondere weist das am Werkstück hergestellte Außengewinde nicht immer das vorgesehene Profil auf.

[0004] Durch Vorsehen einer Kopfplatte kann das Auffedern zwar in einem begrenzten Rahmen verringert werden. Auch kann ein Auffedern der Gewinderollen in einem gewissen Maße durch eine Schrägstellung der Achsen der Gewinderollen gegenüber der Längsachse des Einführabschnitts kompensiert werden. Allerdings können naturgemäß bei vorgegebenem Durchmesser des am Werkstück herzustellenden Gewindes einerseits und maximalem Querschnitt des Axialgewinderollkopfes andererseits konstruktiv nur begrenzt Abstützmaßnahmen zum Verhindern eines Auffederns der Gewinderollen getroffen werden. Insbesondere bei der Bearbeitung hochfester Werkstoffe mit Zugfestigkeiten von beispielsweise mehr als 1.000 N/mm² kann ein Auffedern der Gewinderollen durch konstruktive Maßnahmen nicht vollständig verhindert werden.

[0005] Der Erfindung liegt ausgehend von dem genannten Stand der Technik daher die Aufgabe zugrunde, einen Axialgewinderollkopf und ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit denen verhältnismäßig große Durchmesser bei geringen Außenabmessungen des Axialgewinderollkopfes zuverlässig und präzise in der vorgegebenen Weise hergestellt werden können.

[0006] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Gegenstände der Ansprüche 1 und 16. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0007] Die Erfindung löst die Aufgabe zum einen durch einen Axialgewinderollkopf, umfassend ein Kopfteil, in dem mindestens drei Gewinderollen drehbar gelagert sind, wobei die Gewinderollen zwischen sich einen Einführabschnitt für ein Werkstück begrenzen, und wobei die Gewinderollen jeweils ein Profil zum Formen eines Außengewindes an dem Werkstück aufweisen, wobei die Gewinderollen in radialer Richtung unverstellbar in dem Kopfteil gehalten sind, und wobei das Profil der Gewinderollen jeweils derart asymmetrisch ausgebildet ist, dass die Gewinderollen mit ihrem asymmetrischen Profil an dem Werkstück ein symmetrisches Außengewinde formen. Der Axialgewinderollkopf kann außerdem einen Schaft umfassen, der das Kopfteil hält.

[0008] Die grundsätzliche Funktion des Axialgewinderollkopfes ist ähnlich wie oben zum Stand der Technik erläutert. So begrenzen die Gewinderollen, auch Profilrollen genannt, des erfindungsgemäßen Axialgewinderollkopfes in an sich bekannter Weise zwischen sich einen Einführabschnitt für ein zu bearbeitendes beispielsweise zylindrisches Werkstück. Durch eine geeignete Relativbewegung zwischen Axialgewinderollkopf und Werkstück wird das Werkstück in den Einführabschnitt eingeführt, wobei der Querschnitt des Werkstücks so

groß ist, dass das Profil der Gewinderollen in die Außenfläche des Werkstücks eingreift und durch Kaltverformung ein Außengewinde in dem Werkstück erzeugt wird. Hierzu besitzen die Gewinderollen in an sich bekannter Weise ein über ihren Umfang verlaufendes Profil. Bei Axialgewinderollköpfen, wie erfundungsgemäß betroffen, besitzen die Gewinderollen ein Profil gebildet aus steigungsfreien Profilrillen, also ein Rillenprofil. Der Abstand der Rillen entspricht dabei der Steigung des an dem Werkstück zu formenden Gewindes. Dies ist an sich bekannt. Es können beispielsweise drei Gewinderollen vorgesehen sein, die jeweils um 120° beabstandet zueinander verteilt über den Umfang des Einführabschnitts vorgesehen sind.

[0009] Der erfundungsgemäße Axialgewinderollkopf ist nicht-öffnend ausgebildet. Insbesondere ist kein Betätigungsmechanismus vorgesehen, der die Gewinderollen nach dem Formen des Außengewindes an dem Werkstück in radialer Richtung nach außen bewegt. Vielmehr sind die Gewinderollen in radialer Richtung unverstellbar, also fest in dem Axialgewinderollkopf angeordnet. Der Querschnitt des Einführabschnitts des Axialgewinderollkopfes ist bei dem erfundungsgemäßen Axialgewinderollkopf also bis auf ein unvermeidbares Auffedern der Gewinderollen im Zuge der Bearbeitung unveränderbar.

[0010] Ein unvermeidbares Auffedern der Gewinderollen im Zuge der Bearbeitung wird erfundungsgemäß allerdings berücksichtigt und kompensiert, indem die Gewinderollen ein geeignetes asymmetrisches Profil bzw. Rillenprofil besitzen. Bei dem erfundungsgemäßen asymmetrischen Profil sind zummindest über einen im Zuge der Bearbeitung mit dem Werkstück formend in Eingriff kommenden Bearbeitungsabschnitt der Gewinderollen einander gegenüberliegende Profilflanken also jeweils nicht spiegelsymmetrisch, insbesondere in Bezug auf eine in radialer Richtung durch den Boden bzw. den tiefsten Punkt zwischen den Profilflanken verlaufende Gerade. Das erfundungsgemäße asymmetrische Profil ist dabei so angepasst, dass es unter Berücksichtigung der bei dem jeweiligen Werkstoff und Querschnitt des zu bearbeitenden Werkstücks einerseits sowie den konstruktiven Gegebenheiten des Axialgewinderollkopfes, insbesondere seiner Abmessungen, andererseits zu erwartenden Auffederung der Gewinderollen ein symmetrisches Gewindeprofil an dem Werkstück formt.

[0011] Durch die erfundungsgemäße Ausgestaltung des Axialgewinderollkopfes ist es möglich, in präziser Weise auch Werkstücke mit einem verhältnismäßig großen Querschnitt unter Verwendung eines Axialgewinderollkopfes mit einer verhältnismäßig kleinen Außenkontur umformend zu bearbeiten. Der erforderliche Raum ist im Vergleich zum Stand der Technik verringert, da der Axialgewinderollkopf nicht-öffnend ist. Es ist keine aufwendige und platzraubende Betätigungsmechanik zum Bewegen der Gewinderollen in radialer Richtung nach außen erforderlich. Gleichzeitig wird durch die asymmetrische Ausbildung des Profils der Gewinderollen sicher-

gestellt, dass das an dem Werkstück ausgebildete Gewinde präzise symmetrisch ist. Es werden somit zuverlässig und präzise die gewünschten Außengewinde hergestellt.

- 5 **[0012]** Durch geeignete Wahl der Auslegungsrandbedingungen des Axialgewinderollkopfes, insbesondere beispielsweise Materialien und Materialstärken, wird sichergestellt, dass die Anforderungen hinsichtlich Funktion, Festigkeit und Lebensdauer sicher erfüllt werden.
- 10 Insbesondere kann die Lebensdauer des Axialgewinderollkopfes und seiner Gewinderollen durch die Wahl eines geeigneten Werkstoffes und einer entsprechenden Wärmebehandlung sichergestellt werden.
- 15 **[0013]** Erfundungsgemäß kann durch das asymmetrische Profil der Gewinderollen insbesondere sowohl beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt als auch beim Herausführen des Werkstücks aus dem Einführabschnitt eine formende Bearbeitung des Außengewindes des Werkstücks erfolgen. Das Profil des herzustellenden Außengewindes wird also erst durch ein Einführen in und ein Herausführen des Werkstücks aus dem Einführabschnitt vollständig ausgebildet. Insbesondere erfolgt durch das asymmetrische Profil der Profilrollen auch beim Herausführen des Werkstücks noch eine Umformung. Es sei darauf hingewiesen, dass, wenn in diesem Zusammenhang von einem Einführen oder einem Herausführen des Werkstücks in oder aus dem Einführabschnitt gesprochen wird, dies nicht zwangsläufig bedeutet, dass das Werkstück in axialer Richtung bewegt werden muss. Das Einführen bzw. Herausführen bezieht sich vielmehr auf eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Axialgewinderollkopf, im Zuge derer das Werkstück in den Einführabschnitt eingeführt bzw. aus dem Einführabschnitt des Axialgewinderollkopfes herausgeführt wird. Zum Herbeiführen dieser Relativbewegung ist eine Bewegung des Axialgewinderollkopfes oder auch des Werkstücks möglich. Auch möglich ist eine Bewegung sowohl von Axialgewinderollkopf als auch Werkstück.
- 20 **[0014]** Nach einer weiteren Ausgestaltung kann das Profil der Gewinderollen jeweils ein Spitzprofil mit geraden Flanken bilden. Die Profilflanken liegen jeweils in einer geraden Ebene, wobei die Ebenen der einander jeweils gegenüberliegenden Profilflanken unter einem Winkel zueinander liegen. Bei einem Spitzprofil ist der zwischen zwei gegenüberliegenden Profilflanken gebildete Winkel kleiner als 90° . An ihrer Spitze können benachbarte Profilflanken in einem abgerundeten Kopfbereich ineinander übergehen. Entsprechend können einander gegenüberliegende Profilflanken in einem ebenfalls abgerundeten Bodenbereich ineinander übergehen.
- 25 **[0015]** Nach einer weiteren Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass ein vorlaufender Flankenwinkel des Profils der Gewinderollen jeweils in einem Bereich zwischen $28,0^\circ$ und $30,0^\circ$ liegt, vorzugsweise $29,5^\circ$ beträgt. Ein nachlaufender Flankenwinkel des Profils der Gewinderollen kann dann jeweils in einem Bereich zwischen $30,0^\circ$ und $32,0^\circ$ liegen, vorzugsweise $31,0^\circ$ betragen. Als

vorlaufender Flankenwinkel wird in diesem Zusammenhang der Winkel zwischen den beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt vorlaufenden Profilflanken und einer durch den Boden bzw. tiefsten Punkt zwischen einander gegenüberliegenden Profilflanken verlaufenden Radialen bezeichnet. Entsprechend wird als nachlaufender Flankenwinkel der Winkel zwischen den den vorlaufenden Profilflanken gegenüberliegenden, beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt nachlaufenden Profilflanken, und einer durch den Boden bzw. tiefsten Punkt zwischen einander gegenüberliegenden Profilflanken verlaufenden Radialen bezeichnet. Der vorlaufende Flankenwinkel und der nachlaufende Flankenwinkel sind erfindungsgemäß unterschiedlich, so dass das Profil die oben erläuterte Asymmetrie aufweist. Sollten die einander gegenüberliegenden Profilflanken, also vorlaufende und nachlaufende Profilflanken, nicht in einer jeweils geraden Ebene liegen, sondern z.B. eine Krümmung besitzen, können die Winkel jeweils zwischen einer z.B. auf halber Höhe an die gekrümmten Profilflanken angelegten Tangente und der jeweiligen Radialen ausgebildet sein. Durch die genannten Winkelbereiche wird eine Auffederung der Gewinderollen berücksichtigt und eine besonders hohe Maßgenauigkeit des hergestellten symmetrischen Außengewindes erreicht. Die beschriebenen Winkelverhältnisse können z.B. bis auf einen Anfangs- und einen Endbereich des Profils für das gesamte Profil vorliegen.

[0016] Auch ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser des zylindrischen Abschnitts und der Gewindeteilung der Profile der Gewinderollen ist für die Stabilität des Systems wichtig. Unter der Gewindeteilung versteht man den Abstand zwischen der Mitte zweier benachbarter Gewindegangabschnitte in Richtung der Gewinderollenlängsachse. Bei eingängigen Gewinden, wie sie erfindungsgemäß insbesondere betroffen sind, entspricht die Gewindeteilung der Gewindesteigung, also derjenigen Strecke in Richtung der Gewinderollenlängsachse, um den sich z.B. eine Schraubenmutter auf dem Gewinde bei einer vollen Umdrehung um 360° bewegen würde. Je größer die Gewindeteilung bzw. Gewindesteigung ist, desto größer sind die bei einem Axialgewinderollkopf im Betrieb auftretenden radialen Kräfte. Daher darf die Gewindeteilung bzw. die Gewindesteigung gerade bei kleinen Axialgewinderollköpfen, die insbesondere einen geringen Durchmesser und damit in der Regel auch eine geringe Wandstärke besitzen, nicht zu groß sein. Ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Gewinderollen und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks kann jeweils kleiner als 1,4 sein. Auch kann ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser des zumindest teilweise zylindrischen Abschnitts des Kopfteils und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks kleiner als 3,8 sein. Das Kopfteil kann aus mehreren Abschnitten aufgebaut sein. Das Kopfteil kann auch mehrere zylindrische Abschnitte aufweisen. Der bei den vorgenannten Ausgestaltungen in Bezug genommene zumindest teilweise zylindrische Abschnitt ist der die Gewinderollen

lagernde Abschnitt, der den größten Querschnitt bzw. Durchmesser besitzt.

[0017] Gemäß einer besonders praxisgemäßen Ausgestaltung, die zudem eine besonders einfache Herstellung ermöglicht, kann das Kopfteil einen Grundabschnitt und eine an dem Grundabschnitt befestigte Kopfplatte umfassen. Die Kopfplatte sorgt für zusätzliche Stabilität des Axialgewinderollkopfes und verringert eine Auffederung der Gewinderollen. Die Gewinderollen können in dem Grundabschnitt und/oder der Kopfplatte drehbar gelagert und in radialer Richtung unverstellbar gehalten sein. Der Grundabschnitt kann einstückig ausgebildet sein. Er kann insbesondere einen oder mehrere zylindrische Abschnitte des Kopfteils umfassen. Die einstückige Ausbildung des Kopfteils führt bei dem erfindungsgemäß nicht-öffnenden Axialgewinderollkopf zu einer besonders hohen Stabilität und Belastbarkeit im Betrieb. Nach einer weiteren Ausgestaltung können die Gewinderollen jeweils zwischen einer Anschlagfläche des Grundabschnitts und einer Anschlagfläche der Kopfplatte in axialer Richtung fixiert sein.

[0018] Auch können die Gewinderollen auf in dem Grundabschnitt gehaltenen Achsstiften drehbar gelagert sein. Es handelt sich hierbei ebenfalls um besonders praxisgemäße Ausgestaltungen. Für die Gewinderollen können entsprechende Aufnahmen in dem Grundabschnitt und in der Kopfplatte vorgesehen sein. Bei einer weiteren Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Längsachsen der Achsstifte gegenüber der Einführrichtung des Werkstücks in den Einführabschnitt geneigt sind, derart dass sich der Einführabschnitt in Einführrichtung des Werkstücks verjüngt. Hierdurch wird die Bearbeitung vereinfacht und eine Auffederung der Gewinderollen wird in gewissem Maße bereits kompensiert. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Kopfplatte durch mehrere Passschrauben mit dem Grundabschnitt verschraubt ist.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Gewinderollen in Längsrichtung der Gewinderollen hintereinander angeordnet jeweils einen ersten asymmetrischen Profilabschnitt und einen zweiten asymmetrischen Profilabschnitt zum Formen jeweils eines Außengewindes an einem Werkstück aufweisen, wobei die Gewinderollen jeweils wahlweise mit dem ersten Profilabschnitt oder dem zweiten Profilabschnitt zum Eingang des Einführabschnitts ausgerichtet werden können, um ein Außengewinde wahlweise mit dem ersten Profilabschnitt oder dem zweiten Profilabschnitt an dem Werkstück zu formen. Bei dieser Ausgestaltung sind die Profile auf jeder Gewinderolle zweifach ausgebildet, und zwar in entgegengesetzter Richtung ausgehend von den beiden Stirnseiten der Gewinderollen bzw. ausgehend von der Mitte der Gewinderollen. Es kann dann, je nachdem, in welcher Richtung die Gewinderollen in das Kopfteil eingesetzt werden, der erste oder der zweite Profilabschnitt zur Gewindeformung an dem Werkstück eingesetzt werden. Die Länge der Gewinderollen ist dabei so ausgestaltet, dass eine vollständige Ausformung des

an dem Werkstück herzustellenden Gewindes möglich ist, ohne dass der jeweils in Einführichtung des Werkstücks hintere der beiden Profilabschnitte in Eingriff mit dem Werkstück kommt. Weiterhin können der erste Profilabschnitt und der zweite Profilabschnitt jeweils spiegelsymmetrisch zu einer senkrecht zur Längsachse der jeweiligen Gewinderolle sein. Es ist jedoch auch denkbar, dass der erste Profilabschnitt und der zweite Profilabschnitt jeweils nichtspiegelsymmetrisch zu einer senkrecht zur Längsachse der jeweiligen Gewinderolle sind, also unterschiedlich ausgebildet sind. Hierdurch wird eine größere Flexibilität bei der Bearbeitung erreicht, da die beiden Profilabschnitte zur Bearbeitung unterschiedlicher Werkstücke angepasst sein können.

[0020] Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Formen eines Außengewindes an einem Werkstück mit einem erfundungsgemäßen Axialgewinderollkopf, bei dem das Werkstück durch eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Axialgewinderollkopf in axialer Richtung in den Einführabschnitt des Axialgewinderollkopfes eingeführt und wieder aus diesem herausgeführt wird, wobei durch das asymmetrische Profil der Gewinderollen sowohl beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt als auch beim Herausführen des Werkstücks aus dem Einführabschnitt eine formende Bearbeitung des Außengewindes des Werkstücks erfolgt. Wie eingangs bereits erläutert, ist es möglich, mit dem erfundungsgemäßen Axialgewinderollkopf auch Außen gewinde an Werkstücken aus hochfesten Werkstoffen zu formen. Beispielsweise können die erfundungsgemäß bearbeiteten Werkstücke Zugfestigkeiten von mehr als 600 N/mm², bevorzugt mehr als 900 N/mm², weiter bevorzugt mehr als 1000 N/mm² besitzen. Wie ebenfalls eingangs erläutert, ist erfundungsgemäß insbesondere die Herstellung von Außengewinden an zylindrischen Ansätzen von Kraftstoffeinspritz-Leisten eines Automobils möglich.

[0021] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 einen erfundungsgemäßen Axialgewinderollkopf in einer perspektivischen Ansicht,
- Fig. 2 das Kopfteil des in Fig. 1 gezeigten Axialgewinderollkopfes in einer perspektivischen Ansicht,
- Fig. 3 das Kopfteil aus Fig. 2 in einer Frontansicht,
- Fig. 4 das Kopfteil aus Fig. 2 in einer Schnittansicht,
- Fig. 5 ein Profil der Gewinderollen des in Fig. 1 gezeigten Axialgewinderollkopfs in einer Schnittansicht,
- Fig. 6 einen vergrößerten Ausschnitt der Darstellung der Fig. 5, und

Fig. 7 einen Teil des in Fig. 1 gezeigten Axialgewinderollkopfes in einem Bearbeitungszustand.

[0022] Soweit nichts anderes angegeben ist, bezeichnen in den Figuren gleiche Bezugszeichen gleiche Ge genstände. Der in Fig. 1 gezeigte erfundungsgemäße Axialgewinderollkopf umfasst einen Schaft 10 und ein von dem Schaft 10 gehaltenes Kopfteil 12. Der Schaft 10 besitzt einen Einspannabschnitt 14, der zum Einspannen in eine geeignete Werkzeugmaschine dient. Es sei darauf hingewiesen, dass es auch denkbar ist, dass das Kopfteil 12 selbst einen Spannabschnitt zum Einspannen in eine Werkzeugmaschine besitzt. In diesem Falle wäre kein Schaft 10 erforderlich. In dem gezeigten Beispiel besitzt der Schaft 10 darüber hinaus einen vergrößerten Abschnitt 16 und einen zylindrischen Lagerabschnitt 18. Das Kopfteil 12 besitzt einen ersten zylindrischen Abschnitt 22, mit dem es über mehrere Befestigungsschrauben 20 mit dem Lagerabschnitt 18 des Schafts 10 fest verbunden ist. An den ersten zylindrischen Abschnitt 22 des Kopfteils 12 schließt sich ein zweiter zylindrischer Abschnitt 24 an, wobei die zylindrischen Abschnitte 22, 24 ein stückig ausgebildet sind und gemeinsam einen Grundabschnitt des Kopfteils 12 bilden. Der zweite zylindrische Abschnitt 24 besitzt einen größeren Durchmesser als der erste zylindrische Abschnitt 22. In dem Kopfteil 12 sind in dem gezeigten Beispiel drei Gewinderollen 26 um ihre Längsachse drehbar gelagert. In dem gezeigten Beispiel sind die drei Gewinderollen 26 entlang einer Kreisbahn gleichmäßig verteilt angeordnet, jeweils im Abstand von 120°. Die Gewinderollen 26 sind jeweils auf in dem zweiten zylindrischen Abschnitt 24 gehaltenen Achsstiften 28 drehbar gelagert. Der durch die zylindrischen Abschnitte 22 und 24 gebildete Grundabschnitt des Kopfteils 12 ist durch eine mittels Passschrauben 30 an dem zweiten zylindrischen Abschnitt 24 befestigte Kopfplatte 32 abgeschlossen. Wie beispielsweise in den Figuren 2 und 3 zu erkennen, begrenzen die Gewinderollen 26 zwischen sich einen Einführabschnitt 34 für ein mit dem axialen Gewinderollkopf zu bearbeitendes beispielsweise zylindrisches Werkstück.

[0023] In Fig. 4 ist zu erkennen, dass die Längsachsen der Achsstifte 28, bei denen es sich beispielsweise um Hartmetallachsstifte handeln kann, gegenüber der Einführichtung des Werkstücks in den Einführabschnitt 34, die gleichzeitig der in Fig. 4 bei dem Bezugszeichen 36 gezeigten Längsachse des Axialgewinderollkopfes entspricht, geneigt sind. Die Neigung ist derart, dass sich der Einführabschnitt 34 in Einführichtung des Werkstücks verjüngt. Der Neigungswinkel der Achsstifte 28 und damit der Längsachsen der Gewinderollen 26 gegenüber der Längsachse 36 des Kopfteils 12 kann dem Steigungswinkel des zu rollenden Gewindes entsprechen. In Fig. 4 ist weiter zu erkennen, dass die Achsstifte 28 jeweils durch einen in radialer Richtung in eine geeignete Klemmfläche der Achsstifte 28 eindrückenden Gewindestift 38 in ihrer Lage fixiert sind. Sie können sich dadurch weder in axialer Richtung verschieben, noch

können sie sich um ihre eigene Achse verdrehen. Schließlich ist in Fig. 4 zu erkennen, dass die Gewinderollen 26 jeweils zwischen einer Anschlagfläche 40 der Kopfplatte 32 und einer Anschlagfläche 42 des zweiten zylindrischen Abschnitts 24 des Grundabschnitts in axialer Richtung fixiert sind. Insbesondere weisen der zweite zylindrische Abschnitt des Grundabschnitts 24 und die Kopfplatte 32 entsprechende Ausnehmungen zur Aufnahme der Gewinderollen 26 auf.

[0024] Der in den Figuren gezeigte erfindungsgemäße Axialgewinderollkopf ist nicht-öffnend ausgestaltet. Insbesondere sind die Gewinderollen 26 über die Achsstifte 28 in radialer Richtung unverstellbar in dem Kopfteil 12 gehalten. Es ist kein Betätigungsmechanismus vorgesehen, mit dem die Gewinderollen 26 in radialer Richtung nach außen verstellt werden können. Die Gewinderollen 26 besitzen jeweils ein über ihren Umfang verlaufendes Profil, insbesondere ein steigungsfreies Rillenprofil. Dieses Profil ist in Fig. 5 im Schnitt beispielhaft für eine der Gewinderollen 26 gezeigt. Das Profil 44 bildet in dem gezeigten Beispiel ein Spitzprofil mit geraden Profilflanken 46, 48. Insbesondere liegen die Profilflanken 46, 48 jeweils in geraden Ebenen, die zueinander unter einem Winkel angeordnet sind, der kleiner als 90° ist. In dem gezeigten Beispiel besitzen die Gewinderollen in Längsrichtung der Gewinderollen hintereinander angeordnet jeweils einen ersten asymmetrischen Profilabschnitt und einen zweiten asymmetrischen Profilabschnitt zum Formen jeweils eines Außengewindes an einem Werkstück. Der erste Profilabschnitt erstreckt sich in dem gezeigten Beispiel in Fig. 5 links der bei dem Bezugszeichen 49 gezeigten Mittelachse. Die beiden asymmetrischen Profilabschnitte sind spiegelsymmetrisch zu der Mittelachse 49 ausgebildet.

[0025] In Fig. 6 ist eine vergrößerte Ausschnittsdarstellung des in Fig. 5 links der Mittelachse 49 gezeigten Profilabschnitts zu erkennen. Bei dem Bezugszeichen 46 ist eine im Zuge des Einföhrens eines Werkstücks in den Einführabschnitt vorlaufende Profilflanke des Profils 44 gezeigt. Bei dem Bezugszeichen 48 ist eine der vorlaufenden Flanke 46 gegenüberliegende im Zuge des Einföhrens eines Werkstücks in den Einführabschnitt nachlaufende Profilflanke gezeigt. Ein vorlaufender Flankenwinkel α_1 zwischen der vorlaufenden Profilflanke 46 und einer durch den Boden bzw. tiefsten Punkt 50 zwischen der vorlaufenden Profilflanke 46 und der gegenüberliegenden nachlaufenden Profilflanke 48 verlaufenden Radialen 52 zu der zylindrischen Gewinderolle 26 liegt in dem gezeigten Beispiel in einem Bereich zwischen $28,0^\circ$ und $30,0^\circ$ und beträgt vorzugsweise $29,5^\circ$. Ein nachlaufender Flankenwinkel α_2 zwischen der nachlaufenden Profilflanke 48 und der Radialen 52 liegt in dem gezeigten Beispiel in einem Bereich zwischen $30,0^\circ$ und $32,0^\circ$ und beträgt vorzugsweise $31,0^\circ$. Es versteht sich, dass bei dem in Fig. 6 nicht gezeigten, in Fig. 5 rechts der Mittelachse 49 dargestellten Profilabschnitt die vorlaufende Profilflanke und die nachlaufende Profilflanke und damit der vorlaufende Flankenwinkel und

der nachlaufende Flankenwinkel vertauscht sind. Das Profil 44 der Profirollen 26 ist also asymmetrisch insbesondere in Bezug auf die Radiale 52 ausgebildet. Durch diese Asymmetrie ist auch bei einem unvermeidbaren

5 Auffedern der Gewinderollen 26 im Zuge der Bearbeitung hochfester Werkstoffe mit Zugfestigkeiten von z.B. mehr als 600 N/mm^2 sichergestellt, dass im Zuge des Einföhrens eines zylindrischen Werkstücks in den Einführabschnitt 34 und dem Herausführen des zylindrischen Werkstücks aus dem Einführabschnitt 34 in präziser Weise ein vorgegebenes symmetrisches Außengewinde an dem Werkstück erzeugt wird.

[0026] Bei dem in den Figuren gezeigten Axialgewinderollkopf ist ein Verhältnis zwischen dem größten Durchmesser des Kopfteils 12, insbesondere dem Durchmesser des zweiten zylindrischen Abschnitts 24, und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks kleiner als 3,8. Darüber hinaus ist ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Gewinderollen 26 und 10 dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks jeweils kleiner als 1,4. Auch das Verhältnis zwischen dem Durchmesser des Kopfteils 12, insbesondere dem Durchmesser des zweiten zylindrischen Abschnitts 24, und dem Durchmesser der Gewindeteilung der Profile 15 der Gewinderollen 26 ist für die Stabilität des Systems wichtig. So wäre beispielsweise bei einem Außendurchmesser des Kopfteils von 40 mm und einem herzustellenden Gewinde M14x1,5 das angegebene Verhältnis 26,667 und damit eine noch ausreichende Stabilität des Systems gegeben.

[0027] Durch die kleinen Außenabmessungen ist eine Bearbeitung auch von solchen Werkstücken möglich, bei denen aufgrund der baulichen Gegebenheiten nur ein geringer Arbeitsraum zur Verfügung steht. Ein Beispiel zeigt Figur 7, bei dem mit dem erfindungsgemäßen Axialgewinderollkopf ein zylindrischer Ansatz 54 mit einem Außengewinde versehen wird, der an einem Bauteil 56 ausgebildet ist. Wie in Fig. 7 zu erkennen, ist der zur Verfügung stehende Arbeitsraum insbesondere durch einen Endabschnitt 58 des Bauteils 56 stark eingeschränkt.

[0028] Die Anzahl der Teile des erfindungsgemäßen Axialgewinderollkopfes ist aufgrund der nicht-öffnenden Bauweise und der daher nicht erforderlichen Betätigungsmechanik gegenüber konventionellen Axialgewinderollköpfen verringert. Gleichzeitig ermöglicht die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Axialgewinderollkopfs neben der kompakten Bauweise eine jederzeit ausreichende Belastbarkeit im Betrieb. Dies gilt auch bei der Bearbeitung von Werkstücken mit verhältnismäßig großem Durchmesser. Da keine Möglichkeit vorgesehen ist, den Durchmesser des gerollten Gewindes durch ein radiales Verstellen der Gewinderollen im Axialgewinderollkopf zu beeinflussen, müssen gegebenenfalls Gewinderollen mit anderem Durchmesser montiert werden, um eine Anpassung an Werkstoffveränderung, Maschinenbedingungen, Kundenwünsche etc. vorzunehmen.

Patentansprüche

1. Axialgewinderollkopf, umfassend ein Kopfteil (12), in dem mindestens drei Gewinderollen (26) drehbar gelagert sind, wobei die Gewinderollen (26) zwischen sich einen Einführabschnitt (34) für ein Werkstück begrenzen, und wobei die Gewinderollen (26) jeweils ein Profil (44) zum Formen eines Außengewindes an dem Werkstück aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinderollen (26) in radialer Richtung unverstellbar in dem Kopfteil (12) gehalten sind, wobei das Profil (44) der Gewinderollen (26) jeweils derart asymmetrisch ausgebildet ist, dass die Gewinderollen (26) mit ihrem asymmetrischen Profil an dem Werkstück ein symmetrisches Außengewinde formen..
2. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das asymmetrische Profil der Gewinderollen (26) sowohl beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt (34) als auch beim Herausführen des Werkstücks aus dem Einführabschnitt (34) eine formende Bearbeitung des Außengewindes des Werkstücks erfolgt.
3. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Profil (44) der Gewinderollen (26) jeweils ein Spitzprofil mit geraden Flanken (46, 48) bildet.
4. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein vorlaufender Flankenwinkel (α_1) des Profils (44) der Gewinderollen (26) jeweils in einem Bereich zwischen $28,0^\circ$ und $30,0^\circ$ liegt, vorzugsweise $29,5^\circ$ beträgt, und dass ein nachlaufender Flankenwinkel (α_2) des Profils (44) der Gewinderollen (26) jeweils in einem Bereich zwischen $30,0^\circ$ und $32,0^\circ$ liegt, vorzugsweise $31,0^\circ$ beträgt.
5. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Gewinderollen (26) und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks jeweils kleiner als 1,4 ist.
6. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopfteil (12) einen zumindest teilweise zylindrischen Abschnitt (24) besitzt, wobei ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser des zylindrischen Abschnitts (24) und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks kleiner als 3,8 ist.
7. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopfteil (12) einen Grundabschnitt (22, 24) aufweist, und dass das Kopfteil (12) eine an dem
- Grundabschnitt befestigte Kopfplatte (32) aufweist.
8. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundabschnitt (22, 24) einstückig ausgebildet ist.
9. Axialgewinderollkopf nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinderollen (26) jeweils zwischen einer Anschlagfläche (42) des Grundabschnitts (22, 24) und einer Anschlagfläche (40) der Kopfplatte (32) in axialer Richtung fixiert sind.
10. Axialgewinderollkopf nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinderollen (26) auf in dem Grundabschnitt gehaltenen Achsstiften (28) drehbar gelagert sind.
11. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachsen der Achsstifte (28) gegenüber der Einführrichtung des Werkstücks in den Einführabschnitt (34) geneigt sind, derart dass sich der Einführabschnitt (34) in Einführrichtung des Werkstücks verjüngt.
12. Axialgewinderollkopf nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kopfplatte (32) durch mehrere Passschrauben (30) mit dem Grundabschnitt verschraubt ist.
13. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinderollen (26) in Längsrichtung der Gewinderollen (26) hintereinander angeordnet jeweils einen ersten asymmetrischen Profilabschnitt und einen zweiten asymmetrischen Profilabschnitt zum Formen jeweils eines Außengewindes an einem Werkstück aufweisen, wobei die Gewinderollen (26) jeweils wahlweise mit dem ersten Profilabschnitt oder dem zweiten Profilabschnitt zum Eingang des Einführabschnitts (34) ausgerichtet werden können, um ein Außengewinde wahlweise mit dem ersten Profilabschnitt oder dem zweiten Profilabschnitt an dem Werkstück zu formen.
14. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Profilabschnitt und der zweite Profilabschnitt jeweils spiegelsymmetrisch zu einer senkrecht zur Längsachse der jeweiligen Gewinderolle (26) verlaufenden Achse (49) sind.
15. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur ein asymmetrischer Profilabschnitt auf der jeweiligen Gewinderolle (26) vorgesehen ist.
16. Verfahren zum Formen eines Außengewindes an ei-

- nem Werkstück mit einem Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Werkstück durch eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Axialgewinderollkopf in axialer Richtung in den Einführabschnitt (34) des Axialgewinderollkopfes eingeführt und wieder aus diesem herausgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das asymmetrische Profil der Gewinderollen (26) sowohl beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt (34) als auch beim Herausführen des Werkstücks aus dem Einführabschnitt (34) eine formende Bearbeitung des Außen gewindes des Werkstücks erfolgt.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück eine Zugfestigkeit von mehr als 600 N/mm², bevorzugt mehr als 900 N/mm², weiter bevorzugt mehr als 1000 N/mm² besitzt.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Axialgewinderollkopf, umfassend ein Kopfteil (12), in dem mindestens drei Gewinderollen (26) drehbar gelagert sind, wobei die Gewinderollen (26) zwischen sich einen Einführabschnitt (34) für ein Werkstück begrenzen, und wobei die Gewinderollen (26) jeweils ein Profil (44) zum Formen eines Außengewindes an dem Werkstück aufweisen, wobei die Gewinderollen (26) in radialer Richtung unverstellbar in dem Kopfteil (12) gehalten sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Profil (44) der Gewinderollen (26) jeweils ein Spitzprofil mit geraden Flanken (46, 48) bildet und derart asymmetrisch ausgebildet ist, dass die Gewinderollen (26) mit ihrem asymmetrischen Profil an dem Werkstück ein symmetrisches Außengewinde formen, wobei ein vorlaufender Flankenwinkel (α_1) des Profils (44) der Gewinderollen (26) jeweils in einem Bereich zwischen 28,0° und 30,0° liegt, und wobei ein nachlaufender Flankenwinkel (α_2) des Profils (44) der Gewinderollen (26) jeweils in einem Bereich zwischen 30,0° und 32,0° liegt.
2. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das asymmetrische Profil der Gewinderollen (26) sowohl beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt (34) als auch beim Herausführen des Werkstücks aus dem Einführabschnitt (34) eine formende Bearbeitung des Außen gewindes des Werkstücks erfolgt.
3. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorlaufende Flankenwinkel (α_1) des Profils (44) der Gewinderollen (26) jeweils 29,5° beträgt,

und dass der nachlaufende Flankenwinkel (α_2) des Profils (44) der Gewinderollen (26) jeweils 31,0° beträgt.

4. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Gewinderollen (26) und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks jeweils kleiner als 1,4 ist.
5. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopfteil (12) einen zumindest teilweise zylindrischen Abschnitt (24) besitzt, wobei ein Verhältnis zwischen dem Durchmesser des zylindrischen Abschnitts (24) und dem Durchmesser des zu bearbeitenden Werkstücks kleiner als 3,8 ist.
6. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopfteil (12) einen Grundabschnitt (22, 24) aufweist, und dass das Kopfteil (12) eine an dem Grundabschnitt befestigte Kopfplatte (32) aufweist.
7. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundabschnitt (22, 24) einstückig ausgebildet ist.
8. Axialgewinderollkopf nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinderollen (26) jeweils zwischen einer Anschlagfläche (42) des Grundabschnitts (22, 24) und einer Anschlagfläche (40) der Kopfplatte (32) in axialer Richtung fixiert sind.
9. Axialgewinderollkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinderollen (26) auf in dem Grundabschnitt gehaltenen Achsstiften (28) drehbar gelagert sind.
10. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachsen der Achsstifte (28) gegenüber der Einführrichtung des Werkstücks in den Einführabschnitt (34) geneigt sind, derart dass sich der Einführabschnitt (34) in Einführrichtung des Werkstücks verjüngt.
11. Axialgewinderollkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kopfplatte (32) durch mehrere Passschrauben (30) mit dem Grundabschnitt verschraubt ist.
12. Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewinderollen (26) in Längsrichtung der Gewinderollen (26) hintereinander angeordnet jeweils einen ersten asymmetrischen Profilabschnitt und einen zweiten asymmetrischen Profilabschnitt

zum Formen jeweils eines Außengewindes an einem Werkstück aufweisen, wobei die Gewinderollen (26) jeweils wahlweise mit dem ersten Profilabschnitt oder dem zweiten Profilabschnitt zum Eingang des Einführabschnitts (34) ausgerichtet werden können, um ein Außengewinde wahlweise mit dem ersten Profilabschnitt oder dem zweiten Profilabschnitt an dem Werkstück zu formen. 5

13. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Profilabschnitt und der zweite Profilabschnitt jeweils spiegelsymmetrisch zu einer senkrecht zur Längsachse der jeweiligen Gewinderolle (26) verlaufenden Achse (49) sind. 10
15

14. Axialgewinderollkopf nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur ein asymmetrischer Profilabschnitt auf der jeweiligen Gewinderolle (26) vorgesehen ist. 20

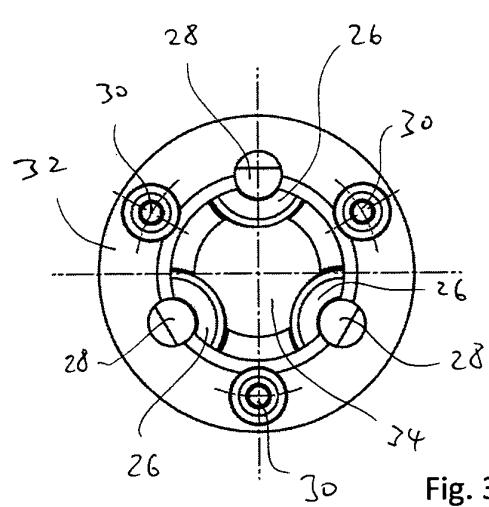
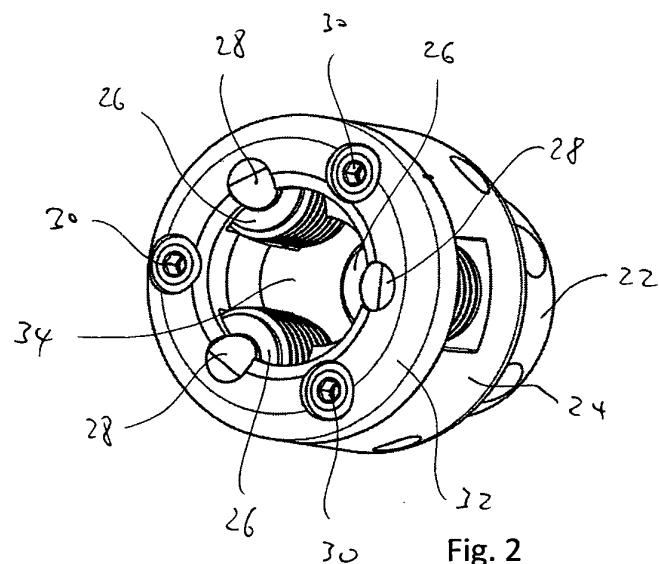
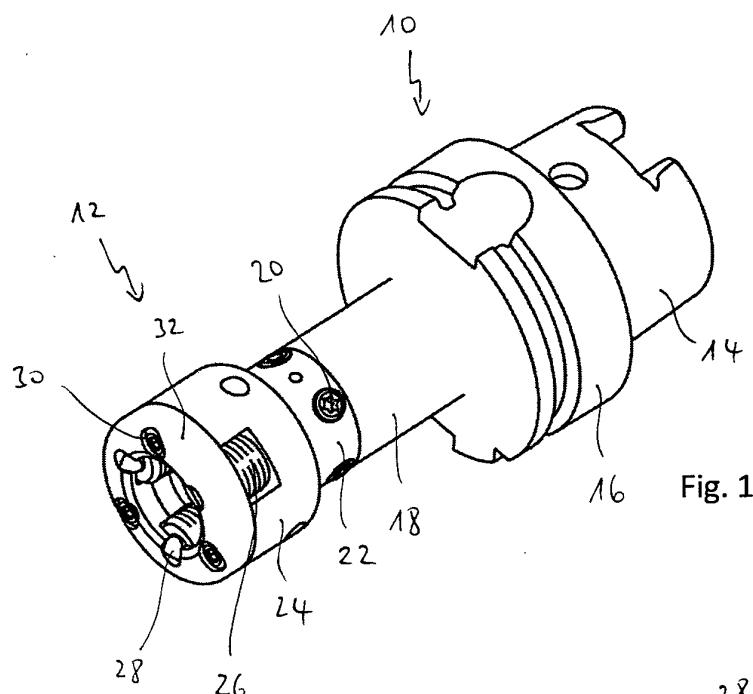
15. Verfahren zum Formen eines Außengewindes an einem Werkstück mit einem Axialgewinderollkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Werkstück durch eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Axialgewinderollkopf in axialer Richtung in den Einführabschnitt (34) des Axialgewinderollkopfes eingeführt und wieder aus diesem herausgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das asymmetrische Profil der Gewinderollen (26) sowohl beim Einführen des Werkstücks in den Einführabschnitt (34) als auch beim Herausführen des Werkstücks aus dem Einführabschnitt (34) eine formende Bearbeitung des Außen- gewindes des Werkstücks erfolgt. 25
30
35

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück eine Zugfestigkeit von mehr als 600 N/mm², bevorzugt mehr als 900 N/mm², weiter bevorzugt mehr als 1000 N/mm² be- 40
sitzt.

45

50

55



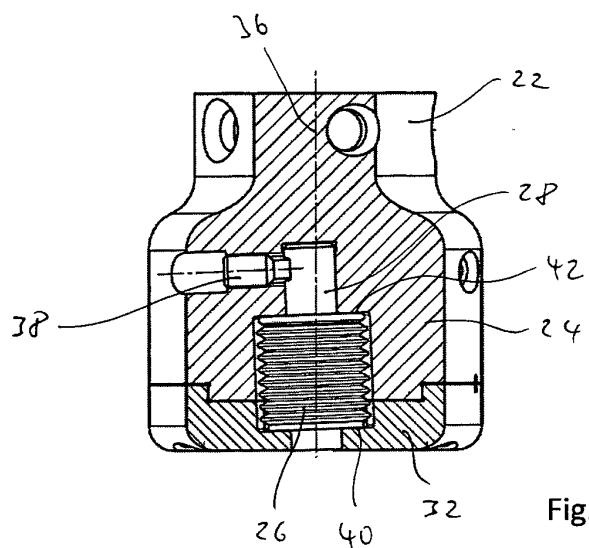


Fig. 4

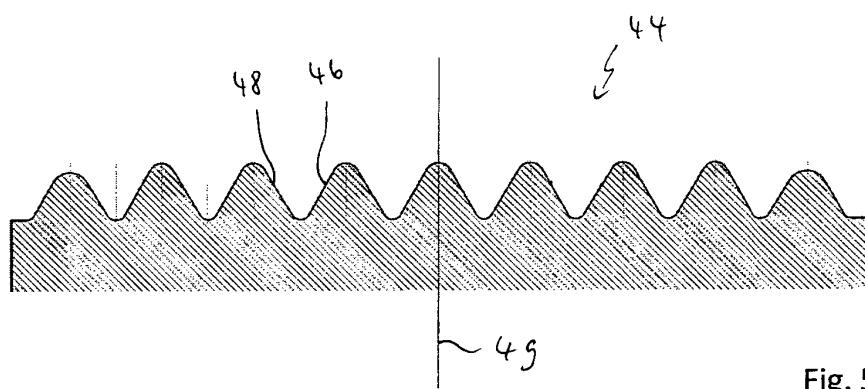


Fig. 5

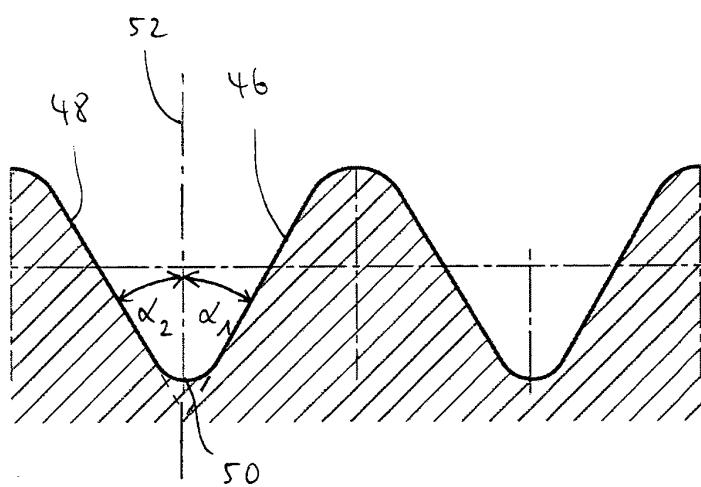


Fig. 6

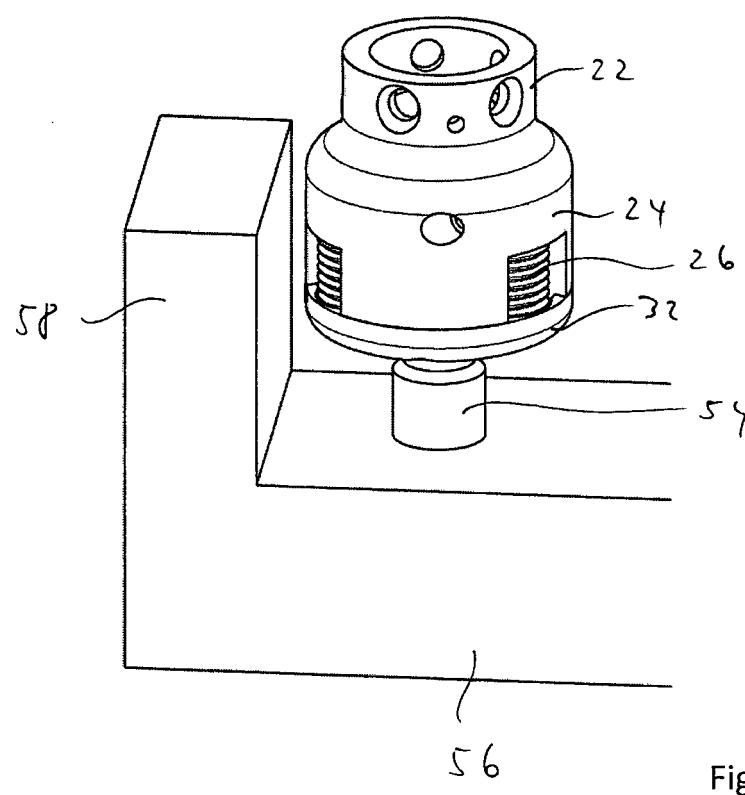


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 00 2074

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 567 700 A (NINO BONAMINI) 27. Februar 1945 (1945-02-27) * das ganze Dokument * -----	1,2, 7-10,12, 16	INV. B21H3/04
X	CH 389 550 A (HABEGGER HAROLD [CH]) 31. März 1965 (1965-03-31) * das ganze Dokument * -----	1-3,10, 11,16	
A,D	EP 0 552 713 A1 (GLIMPEL EMUGE WERK [DE]) 28. Juli 1993 (1993-07-28) * das ganze Dokument * -----	1,16	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)			
B21H			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 30. September 2013	Prüfer Ritter, Florian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 00 2074

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-09-2013

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 567700	A	27-02-1945	KEINE	
CH 389550	A	31-03-1965	KEINE	
EP 0552713	A1	28-07-1993	DE 4201446 A1 EP 0552713 A1	22-07-1993 28-07-1993

EPO FORM P0661

55

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0552713 A1 [0003]