



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 277 530 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.01.2003 Patentblatt 2003/04

(51) Int Cl.7: **B21H 3/04**

(21) Anmeldenummer: **02015507.3**

(22) Anmeldetag: **10.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Schmitt, Roland**
D-82205 Gilching (DE)

(74) Vertreter: **HOFFMANN - EITLE**
Patent- und Rechtsanwälte
Arabellastrasse 4
81925 München (DE)

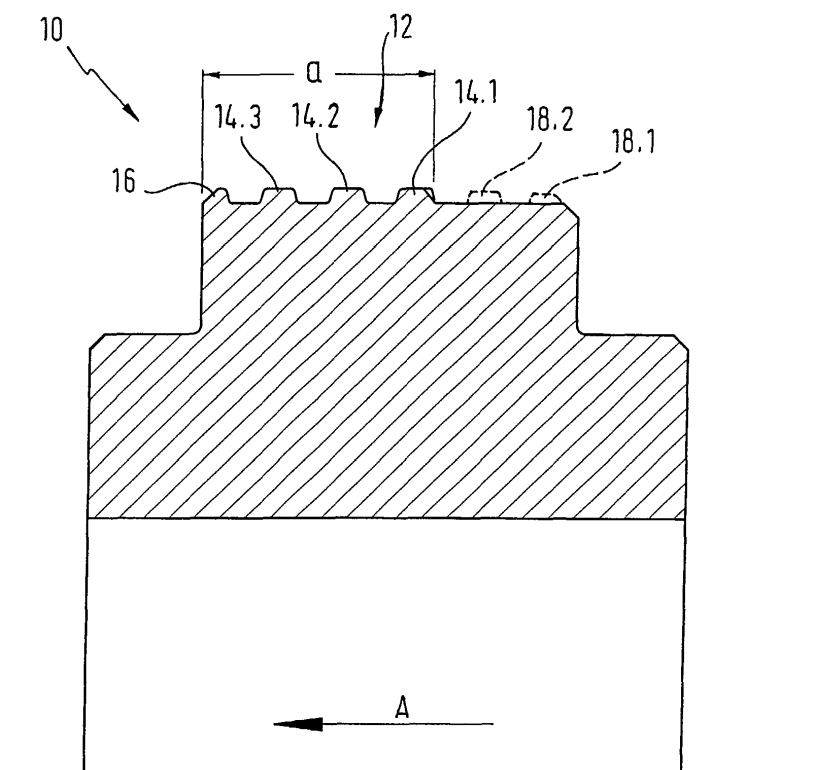
(30) Priorität: **19.07.2001 DE 10135304**

(71) Anmelder: **DOKA Industrie GmbH**
A-3300 Amstetten (AT)

(54) Gewinderollwerkzeug und Verfahren mit Verwendung des Gewinderollwerkzeuges

(57) Ein Gewinderollwerkzeug (10) weist einen Eingriffsabschnitt (12) mit mehreren Profilzähnen (14) zur Ausbildung von Gewindenuten an der Außenseite eines rotationssymmetrischen Werkstückes, insbesondere eines Rohres oder eines Rohrabschnitts auf und zeichnet

sich dadurch aus, dass der erste bei dem Rollvorgang in Eingriff kommende Profilzahn (14.1) mit Ausnahme einer gegebenenfalls vorgesehenen Fase vollständig ausgebildet ist, und die axiale Erstreckung (a) des Eingriffsabschnitts (12) einer einzigen Rollensteigung entspricht.



EP 1 277 530 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Gewinderollwerkzeug sowie ein Verfahren, bei dem das Gewinderollwerkzeug verwendet wird.

[0002] Ein übliches Verfahren zum Ausbilden eines Gewindes, insbesondere eines Außengewindes, an einem rotationssymmetrischen Werkstück, beispielsweise einem Rohr oder einem Rohrabschnitt, ist das Gewinderollen. Im Rahmen dieser spanlosen Kaltumformung werden metallische Werkstoffe unter Druckanwendung in ihrem kristallinen Gefüge zum Fließen gebracht und in eine von den verwendeten Werkzeugen vorgegebene Form gepresst. Hierbei hängt die Höhe des Druckes, der für die plastische Umformung erforderlich ist, zum einen von den physikalischen Eigenschaften des Werkstückmaterials, wie z. B. Festigkeit, Elastizität, Dehnung etc. ab. Zum anderen wird der für die plastische Umformung erforderliche Druck durch die geometrischen Parameter der Umformung und der daraus resultierenden freien Fließmöglichkeit bestimmt.

[0003] Hierbei ist zu beachten, dass Hohlkörper, also beispielsweise ein Rohr oder ein Rohrabschnitt, auf das/den ein Gewinde gerollt werden soll, in Abhängigkeit von ihrer Wanddicke durch die beim Rollen auftretende Kraft elastisch, in Extremfällen auch plastisch oval gedrückt werden. Insbesondere angesichts der Tatsache, dass es unter dem Gesichtspunkt der Material- und Gewichtseinsparung stets wünschenswert ist, die Wanddicke möglichst weit herabzusetzen, besteht hierbei die Gefahr einer plastischen, ovalen Verformung, die selbstverständlich unerwünscht ist.

Stand der Technik

[0004] Zur Vermeidung dieser Probleme ist es im Stand der Technik bekannt, in den Hohlkörper einen geeigneten Dorn einzuführen, um die übermäßige plastische Verformung zu vermeiden. Diese Maßnahme führt jedoch nicht stets zu dem gewünschten Ergebnis, da der Effekt auftritt, dass die Rollkraft nicht nur das gewünschte Gewindeprofil auf das Werkstück aufpresst, sondern die Wandung des Werkstücks darüber hinaus plastisch auseinander drückt und ein schnelles Aufweiten des Werkstückdurchmessers erzeugt, was zum Platzen des Werkstückes führen kann. Im Wesentlichen besteht somit angesichts der Aufgabe, eine minimale Wanddicke zu ermitteln, eine Möglichkeit darin, die Rollkraft derart zu wählen, dass sie für das Rollen des Gewindes geeignet ist und gleichzeitig kleiner ist als die maximale elastische Widerstandskraft des Werkstückes.

Darstellung der Erfindung

[0005] Angesichts der beschriebenen Situation und

angesichts von Gewinderollwerkzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, die als Vorbenutzungsgegenstände bekannt sind, sowie angesichts der bekannten Verfahren, bei denen diese Gewinderollwerkzeuge eingesetzt werden, liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Gewinderollwerkzeug sowie ein Gewinderollverfahren, bei dem das Gewinderollwerkzeug eingesetzt wird, zu schaffen, durch welche mit ausreichender Zuverlässigkeit Gewinde auf rotationssymmetrische Hohlkörper mit einer niedrigeren Wanddicke, als dies bislang bekannt und möglich ist, gerollt werden können.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt zum einen durch das im Anspruch 1 beschriebene Gewinderollwerkzeug.

[0007] Demzufolge weist das Gewinderollwerkzeug in Übereinstimmung mit den bislang bekannten Werkzeugen einen Eingriffsabschnitt mit mehreren Profilzähnen zur Ausbildung von Gewindenuten an der Außenseite eines Rohres oder eines Rohrabschnittes auf. Die Profilzähne sind im wesentlichen, im Querschnitt gesehen, trapezförmig gestaltet, so dass hierdurch ein Trapezgewinde an der Außenseite eines Rohres oder eines Rohrabschnittes erzeugt werden kann. Erfindungsgemäß ist hierbei der erste bei dem Rollvorgang in Eingriff kommende Profilzahn mit Ausnahme einer gegebenenfalls vorhandenen Fase vollständig ausgebildet. Mit anderen Worten handelt es sich bei dem in Rollrichtung des Werkstückes gesehen ersten Profilzahn des erfindungsgemäßen Gewinderollwerkzeuges nicht um einen nur teilweise ausgebildeten, mit anderen Worten in radialer Richtung verkürzten Profilzahn, der gemäß dem Stand der Technik für den sogenannten Anschnitt sorgt. Vielmehr sind sämtliche Profilzähne des Eingriffsabschnittes mit in etwa der gleichen Höhe versehen.

[0008] Es ist zu erwähnen, dass bei den gängigen Rollwerkzeugen üblicherweise die ersten beiden Profilzähne, die der Ausbildung eines Anschnittes dienen, nicht mit der vollständigen Höhe ausgebildet sind, so dass im Bereich dieses Anschnittes das Gewinde, bzw. insbesondere die an der Außenseite eines Rohres oder Rohrabschnittes ausgebildeten Gewindenuten erst allmählich auf die erforderliche Tiefe gebracht werden. Im Gegensatz dazu ist bei dem erfindungsgemäßen Gewinderollwerkzeug dieser sogenannte Anschnitt völlig weggelassen, so dass vor der Ausbildung des Gewindes mit der erforderlichen Tiefe der Gewindenuten keine Vorverformung erfolgt. Vielmehr kommt bei dem Rollen als erster Profilzahn ein vollständig ausgebildeter Profilzahn mit dem Werkstück in Eingriff. Dieser erste Profilzahn kann allenfalls eine gewisse Fase aufweisen.

[0009] Im übrigen ist er jedoch vollständig ausgebildet, was im wesentlichen dazu führt, dass das Rohrmaterial unmittelbar zu fließen beginnt und nicht erst allmählich in seine endgültige Form gebracht wird. Dies wurde gemäß dem Stand der Technik bislang in dieser Weise durchgeführt, um die Randzonen der Werkzeuge zu schonen. Im Gegensatz dazu wird hierauf gemäß der Erfindung verzichtet, indem unmittelbar mit dem Eingriff

des ersten Profilzahnes das Material veranlasst wird, zu fließen, und das Gewinde in seine endgültige Form gebracht wird. Dies bietet den Vorteil, dass bei Verwendung eines besonders dünnwandigen Rohres nicht die Gefahr besteht, dass das Material derart umfangreich fließt, dass nachfolgend gewissermaßen zu wenig Material verbleibt, um die erforderliche Festigkeit sicherzustellen. Mit anderen Worten erfolgt die Verformung mittels des erfindungsgemäßen Gewinderollwerkzeuges besonders schnell und auf engstem Raum, so dass das Material so weit wie möglich an Ort und Stelle bleibt und zur Tragfähigkeit des erzeugten Gewindes beitragen kann.

[0010] Mit anderen Worten kommt eine bestimmte, zu verformende Stelle lediglich für die Dauer einer Umdrehung mit dem Werkzeug in Eingriff. Hierzu trägt auch ein weiteres Merkmal des erfindungsgemäßen Gewinderollwerkzeuges bei, wonach die axiale Erstreckung des Eingriffsabschnitts, der die Profilzähne zur Ausbildung der Gewindenuten aufweist, einer einzigen Rollensteigung entspricht. Zum einen bedeutet dies, dass das erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug in einem vergleichsweise kurzen Bereich mit dem Werkstück in Eingriff ist, was dazu beiträgt, dass die Verformung ausgehend von einem Rohr oder Rohrabschnitt mit glatter Oberfläche, zu dem vollständig ausgebildeten Gewinde auf engstem Raum und vergleichsweise schnell stattfindet. Dies trägt dazu bei, dass das Rohrmaterial zur Sicherstellung der erforderlichen Tragfähigkeit an Ort und Stelle bleibt. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass das erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug zum einen als sogenannte Axialgewinderolle ausgeführt sein kann, die steigungsfreie Profilringe aufweist. Mit anderen Worten ist jeder Profilzahn als geschlossener Ring an dem Außenumfang des Gewinderollwerkzeuges ausgebildet. Dies bedeutet, dass das Gewinderollwerkzeug in diesem Fall mit einem Winkel zu dem Werkstück ausgerichtet ist, so dass durch die steigungsfreien Profilringe an dem Werkstück ein Gewinde mit der gewünschten Steigung ausgebildet werden kann. Die Tatsache, dass der Eingriffsabschnitt einer einzigen Rollensteigung entspricht, bedeutet in diesem Fall, dass der Eingriffsabschnitt mit dem Werkstück über eine einzige Steigung des erzeugten Gewindes in Eingriff ist. Alternativ kann das erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug auch als Radialgewinderolle gestaltet sein, die ein Profil aufweist, das dem herzustellenden Werkstück entspricht. Mit anderen Worten weist das Profil des Gewinderollwerkzeuges in diesem Fall eine Steigung auf. Es gilt hierbei somit, dass die axiale Erstreckung des Eingriffsabschnitts einer einzigen Steigung des Gewindes an dem Gewinderollwerkzeug entspricht.

[0011] Zum anderen wird durch die vergleichsweise kurze Ausbildung des sogenannten Eingriffsabschnittes ein zweiter vorteilhafter Effekt erzielt. Die erforderliche Rollkraft ist von der Länge des Eingriffsabschnitts abhängig. Durch die erfindungsgemäße, vergleichsweise

kurze Gestalt des Eingriffsabschnitts wird die Rollkraft deutlich reduziert. Hierdurch wird gewissermaßen ein unweigerlicher Effekt kompensiert, der mit der obengenannten Maßnahme einhergeht, nämlich auf einen Abschnitt, also gewissermaßen auf eine langsame Verformung des Materials beim Beginn des Eingriffs des Gewinderollwerkzeuges zu verzichten. Erfindungsgemäß erfolgt der Eingriff unmittelbar mit einem vollständig ausgebildeten ersten Profilzahn, was zu hohen auftretenden Radialdrücken führt. Um diese Radialdrücke aufbringen zu können, ist es günstig, den Eingriffsabschnitt vergleichsweise kurz zu halten, so dass die sich ergebende Rollkraft in akzeptablen Grenzen bleibt. Es zeigt sich somit, dass die beiden beschriebenen Merkmale des erfindungsgemäßen Gewinderollwerkzeuges miteinander zusammenwirken, um die Herstellung eines Gewindes mittels einer akzeptablen Rollkraft und an einem Rohr mit einer besonders niedrigen Wanddicke zu ermöglichen.

[0012] Es sei erwähnt, dass durch das erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug erstmalig die Herstellung eines sogenannten Außen- oder Ständerrohres einer längenverstellbaren Stütze, die im Bauwesen eingesetzt wird, in einstückiger Art und Weise möglich ist. Bislang wurde in diesem Bereich auf einen Grundabschnitt mit vergleichsweise geringer Wanddicke ein Abschnitt mit größerer Wanddicke aufgebracht, auf den das Gewinde gerollt wurde. Selbstverständlich empfiehlt es sich nicht, um eine einstückige Ausbildung zu ermöglichen, das gesamte Rohr mit einer größeren Wanddicke zu versehen, da die größere Wanddicke in den Bereichen außerhalb des Gewindes nicht erforderlich ist und somit zu unakzeptablen Material- und Herstellungskosten führt. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es jedoch möglich, ein Gewinde auf ein Rohr mit vergleichsweise geringer Wanddicke zu rollen, so dass, verglichen mit dem Stand der Technik, für den Gewindeabschnitt kein gesonderter Abschnitt mit größerer Wanddicke gewählt werden muss. Vielmehr ermöglicht das erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug und das zugehörige Verfahren, dass das Gewinde auf ein vergleichsweise dünnwandiges Rohr gerollt werden kann, und auf Grund des besonderen Eingriffs des Gewinderollwerkzeuges mit dem Rohr eine ausreichende Wanddicke verbleibt um die notwendigen Tragfähigkeitseigenschaften aufzuweisen. Hierdurch wird die einstückige Ausbildung eines Außen- oder Ständerrohres mit einem aufgerollten Gewinde, bei dem mit anderen Worten die Innenfläche des Außengewindes weitgehend eben ist, möglich. Hierbei weist der sogenannte Basisabschnitt des Rohres eine Wanddicke von etwa 2,6 mm auf, und im Bereich des Gewindeabschnitts ist eine Restwanddicke von etwa 1,6 bis 1,8 mm vorhanden.

[0013] Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Gewinderollwerkzeuges sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0014] Bei Versuchen im Zusammenhang mit dem neuartigen Gewinderollwerkzeug hat es sich als vorteil-

haft herausgestellt, zumindest einen der Profilzähne des Eingriffsabschnitts zumindest teilweise aufzurauen. Während es im Stand der Technik üblich ist, ein geschliffenes Rollenprofil zu verwenden, um den Fließvorgang möglichst störungsfrei zu gestalten, hat sich für das erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug anhand von zahlreichen Versuchen ergeben, dass eine vergleichsweise raue Oberfläche für den Fließvorgang günstig ist.

[0015] Hierbei wird insbesondere bevorzugt und als vorteilhaft angesehen, dass diejenigen Profilzähne, die im Bereich der als erstes mit den Werkstücken einkommenden Hälfte des Eingriffsabschnitts ausgebildet sind, aufgeraut sind.

[0016] Als bevorzugtes Maß für die Oberflächenrauheit der aufgerauten Profilzähne können eine gemittelte Rautiefe R_z von etwa $10\text{ }\mu\text{m}$ und/oder ein arithmetischer Mittenrauwert R_a von $12,5\text{ }\mu\text{m}$ angegeben werden. Bei diesen Werten haben sich gute Ergebnisse des Gewinderollverfahrens erzielen lassen. Es sei angemerkt, dass es sich bei der gemittelten Rautiefe R_z um das arithmetische Mittel der Einzelrautiefen von fünf aneinander angrenzenden Einzelmessstrecken gleicher Länge handelt. Der arithmetische Mittenrauwert R_a ist der arithmetische Mittelwert der absoluten Werte der Profilabweichungen innerhalb der Messstrecke.

[0017] Die Lösung der obengenannten, der Erfindung zu Grunde liegenden Aufgabe erfolgt zum anderen durch ein Gewinderollverfahren, bei dem ein erfindungsgemäßes Gewinderollwerkzeug verwendet wird. Wie ausgeführt, konnte durch Versuche bestätigt werden, dass sich mit einem derartigen Verfahren unter Verwendung des erfindungsgemäßen Werkzeugs ein Gewinde auch an einem Rohr oder einem Rohrabschnitt mit einem vergleichsweise dünnen Wanddicke und einer ausreichenden, den Tragfähigkeitsanforderungen entsprechenden Restwanddicke ausbilden lässt.

[0018] Hierbei wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt, dass ein Innendorn verwendet wird, dessen Spiel innerhalb des Werkstückes etwa $0,3\text{ mm}$ bis $0,6\text{ mm}$ beträgt. Bei einem derartigen Wert konnten hervorragende Ergebnisse des Gewinderollverfahrens erzielt werden.

[0019] Durch Versuche wurde ferner herausgefunden, dass im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens die Ergebnisse verbessert werden können, wenn eine differenzierte Bearbeitungsgeschwindigkeit verwendet wird. Hierbei erfolgt der Beginn des Rollvorganges bei einer vergleichsweise langsamen Geschwindigkeit, und der weitere Rollvorgang, mit anderen Worten der sogenannte Durchlauf, erfolgt bei einer vergleichsweise hohen Bearbeitungsgeschwindigkeit.

[0020] Als besonders vorteilhaft hat sich für den Beginn des Rollvorgangs eine Geschwindigkeit von etwa 105 bis 110 Umdrehungen pro Minute (U/min) herausgestellt. Für die Geschwindigkeit während des sogenannten Durchlaufs wird eine Geschwindigkeit von etwa 120 bis 140 U/min bevorzugt.

[0021] Wie erwähnt, stellt es einen bevorzugten Anwendungsfall des erfindungsgemäßen Verfahrens dar, dass hierdurch ein Gewinde auf ein Rohr aufgerollt wird, das als sogenanntes Außen- oder Ständerrohr einer im Bauwesen eingesetzten längenverstellbaren Stütze verwendet wird. Es sei erwähnt, dass in diesem Fall das Gewinde an dem oberen Ende des Ständerrohres ausgebildet ist, und ein sogenanntes Innenrohr von der Oberseite her in das Außenrohr gesteckt wird. Durch mehrere, in dem Innenrohr ausgebildete sogenannte Abstecklöcher kann ein sogenannter Absteckbolzen gesteckt werden, so dass die Anordnung bestehend aus Innenrohr und Absteckbolzen innerhalb eines Langloches, das in dem Außenrohr im Bereich des Gewindes ausgebildet ist, grob verstellt werden kann. Die Feineinstellung erfolgt durch eine auf das Gewinde des Außen- oder Ständerrohres aufgedrehte Mutter, auf der sich der Absteckbolzen gewissermaßen abstützt. Im übrigen wird diesbezüglich auf die EP 0 625 622 A1 verwiesen, die eine derartige Stütze zeigt. Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es erstmals wirtschaftlich sinnvoll und möglich, das Außenrohr mit dem aufgerollten Gewinde einstückig herzustellen. Hierbei wird für das zu bearbeitende Rohr eine Wanddicke von etwa $2,6\text{ mm}$ bevorzugt. Im Bereich des gerollten Gewindes verbleibt eine Restwanddicke von etwa $1,6$ bis $1,8\text{ mm}$.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer beispielhaft in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform näher erläutert.

[0023] Die Figur zeigt eine Hälfte des erfindungsgemäßen Gewinderollwerkzeugs im Querschnitt.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung

[0024] Das in der Figur dargestellte erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug 10 ist ein rotationssymmetrisches Werkzeug, das an seinem Außenumfang einen Eingriffsabschnitt 12 mit einer Länge a aufweist, die einer einzigen Gewindesteigung entspricht. Hierdurch kann, wie vorangehend ausgeführt, ein besonders günstiger Umformvorgang erzielt werden. Der Eingriffsabschnitt 12 weist in den gezeigten Fall drei Profilzähne 14 sowie einen in der Rollrichtung A gesehenen letzten, etwas reduzierten Profilzahn 16 auf. Die Profilzähne sind im Querschnitt gesehen etwa trapezförmig gestaltet, so dass sie für die Ausbildung von Gewindenuten und dazwischen verbleibende Stegen mit ebenfalls trapezförmigen Querschnitt geeignet sind. Das erfindungsgemäße Gewinderollwerkzeug 10 zeichnet sich zum einen dadurch aus, dass der Eingriffsabschnitt 12 mit den Profilzähnen 14 lediglich die Länge einer einzigen Gewindesteigung aufweist.

[0025] Zum anderen ist der in Rollrichtung gesehen erste Profilzahn 14.1 als vollständiger Profilzahn ausge-

bildet. Insbesondere sind verglichen mit dem Stand der Technik nur teilweise ausgebildete Profilzähne 18, die in der Figur durch gestrichelte Linien angedeutet sind, weggelassen. Im Stand der Technik ist es üblich, den ersten in Eingriff kommenden Profilzahn 18.1 zum einen mit einer Fase und zum anderen mit einer Höhe von etwa einem Drittel eines vollständig ausgebildeten Profilzahns 14 zu versehen. Ferner ist - im Querschnitt gesehen - die Oberseite etwas geneigt gestaltet, um einen sanften sogenannten Anschnitt zu verwirklichen. Dies gilt in gleicher Weise für den zweiten in Eingriff kommenden Profilzahn 18.2, der eine Höhe von etwa zwei Drittel eines vollständig ausgebildeten Profilzahnes aufweist. Erfindungsgemäß sind diese, üblicherweise für den Anschnitt vorgesehenen Profilzähne jedoch weggelassen, und der erste in Eingriff kommende Profilzahn 14.1 ist unmittelbar als vollständig ausgebildeter Profilzahn vorgesehen. Allenfalls kann er mit einer leichten Fase versehen sein, wie in der Figur angedeutet ist. Es sei noch erwähnt, dass gemäß der bevorzugten Ausführungsform die Profilzähne 14.1 und 14.2 im Bereich der in Rollrichtung des Werkstückes gesehen ersten Hälfte des Eingriffsabschnitts 12, also entlang einer halben Rollensteigung, aufgeraut sind. Durch diese Maßnahme konnten besonders gute Ergebnisse des Rollverfahrens erzielt werden.

Patentansprüche

1. Gewinderollwerkzeug (10) mit einem Eingriffsabschnitt (12) mit mehreren Profilzähnen (14) zur Ausbildung von Gewindenuten an der Außenseite eines rotationssymmetrischen Werkstückes, insbesondere eines Rohres oder eines Rohrabschnitts **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste bei dem Rollvorgang in Eingriff kommende Profilzahn (14.1) mit Ausnahme einer gegebenenfalls vorgesehenen Fase vollständig ausgebildet ist, und die axiale Erstreckung (a) des Eingriffsabschnitts (12) einer einzigen Rollensteigung entspricht.
2. Gewinderollwerkzeug nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Profilzahn (14.1, 14.2) zumindest teilweise aufgeraut ist.
3. Gewinderollwerkzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Profilzähne (14.1, 14.2) der zuerst in Eingriff kommenden Hälfte des Eingriffsabschnitts (12) aufgeraut sind.
4. Gewinderollwerkzeug nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemittelte Rautiefe (R_z) der aufgerauten Profilzähne (14.1, 14.2) etwa 10 μm und/oder der arithmetische Mittenrauwert (R_a) der aufgerauten Profilzähne (14.1, 14.2) etwa 12,5 μm beträgt.
5. Gewinderollverfahren, bei dem ein Gewinderollwerkzeug nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Innendorn verwendet wird, und das Spiel zwischen dem Innendorn und dem Werkstück etwa 0,3 mm bis 0,6 mm beträgt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beginn des Rollvorganges mit einer langsameren Geschwindigkeit erfolgt als der weitere Rollvorgang.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Geschwindigkeit am Beginn des Rollvorganges etwa 105 bis 110 U/min und/oder die Geschwindigkeit während des weiteren Rollvorganges etwa 120 bis 140 U/min beträgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rohr mit einer Wanddicke von etwa 2,6 mm bearbeitet wird.

