



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.02.2009 Patentblatt 2009/06

(51) Int Cl.:
B21K 21/12 (2006.01) **B21K 23/04** (2006.01)
B21D 19/08 (2006.01) **B21D 41/02** (2006.01)
B21J 5/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07015302.8**

(22) Anmeldetag: **03.08.2007**

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

(72) Erfinder:
• **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(74) Vertreter: **Kreiser, André Manfred**
amk-patent
Schulgässli 2
6374 Buochs (CH)

(71) Anmelder: **Knieper, Ursula**
51491 Oberath (DE)

(54) **Verfahren zum Umformen eines Rohrelements**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Rohrelements.

Erfindungsgemäß ist bei dem Verfahren ein Umformwerkzeug (1) vorgesehen, das eine erste Matrice (2) und eine zweite Matrice (4) aufweist, wobei in einem ersten Verfahrensschritt ein aus der ersten Matrice (2) herausstehendes freies Ende (9) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) zwischen der ersten Matrice (2) und der zweiten Matrice (4) mittels eines Axialpressvorgangs der zweiten Matrice (4) plastisch umgeformt, insbesondere

trichterförmig aufweitet wird, wobei während des Axialpressvorgangs aus einem außerhalb eines umzuformenden Bereichs (10) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) Material des Rohr- und/oder Stangenelements (R) zu dem umzuformenden Bereich (10) bzw. zur Aufweitzungszone nachgeschoben wird und/oder der umzuformende Bereich (10) unter Wandverdickung in axialer Richtung verkürzt wird.

Anwendung zur Herstellung von Antriebswellen oder dergleichen.

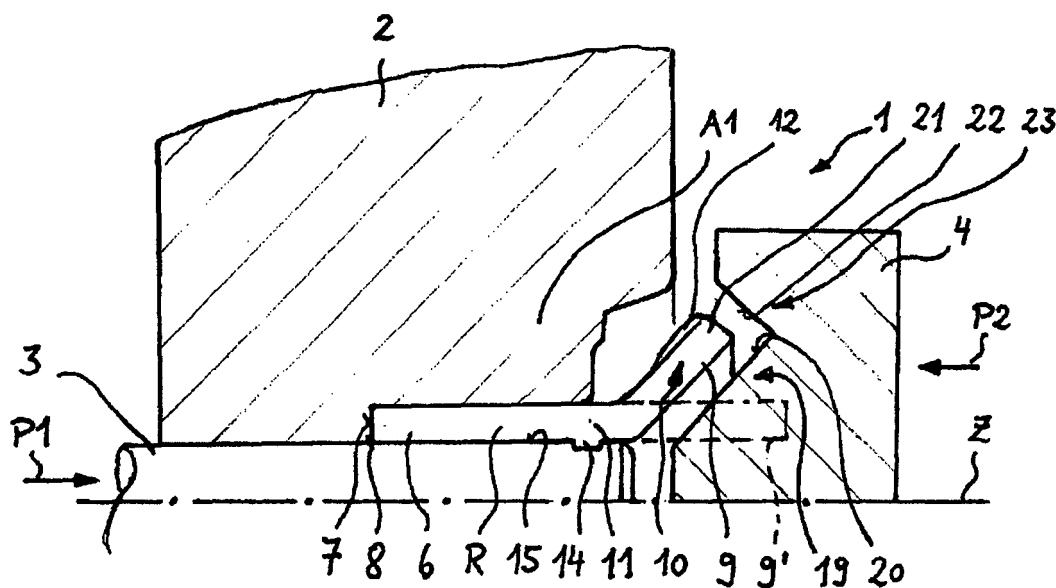


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Rohr- und/oder Stangenelements, bei dem ein Umformwerkzeug eine erste Matrize und eine zweite Matrize aufweist. In einem ersten Verfahrensschritt wird das Rohr- und/oder das Stangenelement zwischen der ersten Matrize und der zweiten Matrize mittels eines Axialpressvorgangs plastisch umgeformt.

[0002] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei dem auf besonders einfache und zuverlässige Weise faltenfreie Verdickungen an einem Rohr-/Stangenelement spanlos herstellbar sind. Insbesondere sind mittels des Verfahrens nahezu beliebige Wülste und Flansche an dem Rohr-/Stangenelement herstellbar. Es soll dazu dienen, eine Vielzahl von unterschiedlichen Geometrien für die Ausformung an einem Rohr- bzw. Stangenende bereitzustellen, wie dicke Endflansche oder dünnwandige Flansche mit großen Durchmesser, Verdickungen zum Aufbringen von stirnseitigen oder radialen Verzahnungen, Rändern und dergleichen oder auch Verstärkungen zum Anschweißen von Hebeln und dergleichen.

[0003] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei wird in einem ersten Verfahrensschritt ein freies Ende des Rohr- und/oder Stangenelements zwischen der ersten Matrize und der zweiten Matrize mittels eines Axialpressvorgangs plastisch umgeformt, insbesondere trichterförmig aufgeweitet, wobei während des Axialpressvorgangs aus einem außerhalb eines umzuformenden Bereichs des Rohr- und/oder Stangenelements Material des Rohr- und/oder Stangenelements zu dem umzuformenden Bereich bzw. zur Aufweitzungszone nachgeschoben wird und/oder der umzuformende Bereich unter Wandverdickung in axialer Richtung verkürzt wird. Durch ein gezieltes Nachschieben von Material aus dem nicht umgeformten Bereich des Rohr- und/oder Stangenelements bzw. von außerhalb der Aufweitzungszone lässt sich das ein Schrumpfen der Wandstärke ausgleichen; ebenso lässt sich ein Schrumpfen der Wandstärke durch gleichzeitiges Verkürzen bzw. Stauchen der Aufweitzungszone kompensieren, wobei beide Effekte auch kombiniert anwendbar sind. Vorteilhaft ist es dabei, dass sich das Material gleichmäßig über den Umfang verteilt, so dass eine gleich bleibende Wandstärke trotz aufgeweiteter Form mit vergrößertem Durchmesser erzielbar ist. Dies ermöglicht in einem sich anschließenden zweiten Verfahrensschritt eine weitere Umformung der Aufweitzungszone in eine nahezu beliebig gestaltbare Endform, wie z. B. in einen abgestuften Endflansch, weil in einem solchen zweiten Verfahrensschritt somit vergleichsweise geringe Umformgrade erreicht werden.

[0004] In Ausgestaltung der Erfindung wird das Nachschieben des Materials zu dem umzuformenden Bereich mittels eines das Rohr- und/oder Stangenelement innen aufnehmenden Dorns bewerkstelligt, der sich während des Aufweitvorgangs in Richtung auf die zweite Matrize

hin bewegt, und über eine entsprechende Oberflächenstruktur verfügt, mittels derer Material des Rohr- und/oder Stangenelements zu dem umzuformenden Bereich bzw. zur aktuellen Aufweitzungszone nachgeschoben wird. Ein Dorn ist üblicherweise vorhanden, um das Rohr- und/oder Stangenelement in der Matrize zu zentrieren bzw. innenseitig abzustützen. Sehr einfach ist es daher, die Oberfläche des Dorns mit einer entsprechenden Struktur zu versehen, um so das Nachschieben des Materials in der Aufweitzungszone zu bewerkstelligen.

[0005] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist der Dorn eine raue Oberflächenstruktur auf. Es ist auch möglich, zusätzlich oder anstelle der rauen Oberflächenstruktur des Dorns, eine oder mehrere Riefen und/oder Rillen und/oder Wülste und/oder Nuten, Ränder oder dergleichen am Dorn vorzusehen.

[0006] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird, zusätzlich zu einer Konturierung der Oberflächenstruktur des Dorns oder anstelle einer solchen, das Nachschieben des Materials über einen beweglichen ersten Anschlag bewerkstelligt, der stirnseitig ein in der ersten Matrize aufgenommenes Ende des Rohr- und/oder Stangenelements während des Aufweitvorgangs in Richtung der zweiten Matrize hin bewegt. Dadurch lassen sich hohe Umformgrade bzw. Materialbewegungen hin zur aktuellen Aufweitzungszone erreichen, die in dem zweiten Verfahrensschritt dann zu vergleichsweise großen und stabilen Flanschen bzw. Bunden führt.

[0007] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist an der zweiten Matrize ein zweiter Anschlag vorgesehen, an dem der umzuformende Bereich des Rohr- und/oder Stangenelements stirnseitig abstützbar ist. Der zweite Anschlag ist dabei vorzugsweise derart gestaltet, dass er mit einer Symmetrieachse des Rohr- und/oder Stangenelements einen Winkel einschließt, der kleiner ist als 90°. Insbesondere weist der Anschlag eine in etwa trichterförmige Anschlagfläche auf. Mit Hilfe der solchermaßen gestalteten zweiten Matrize lässt sich der umzuformende Bereich in axialer Richtung und/oder parallel zur Wandung des umzuformenden Bereichs stauchen und verkürzen. Dabei ergibt sich eine Vergrößerung der Wandstärke, wobei in bevorzugter Weise die Vergrößerung der Wandstärke zumindest so groß gewählt ist, dass die infolge von Querschnittsvergrößerungen (Aufweitung) erzeugte Reduzierung der Wandstärke kompensiert wird.

[0008] Weiter vorzugsweise umfasst ein Anschlag wenigstens ein relativbeweglich an der zweiten Matrize gelagertes Druckelement, welches den umzuformenden Bereich des Rohr- und/oder Stangenelements wenigstens abschnittsweise stirnseitig abstützt. Das Druckelement ist bevorzugt auswechselbar gestaltet und lässt sich gegenüber der zweiten Matrize in unterschiedliche Positionen bringen. Besonders vorteilhaft lassen sich mehrere, bevorzugt in einer ringförmigen Konfiguration angeordnete Druckelemente vorsehen, deren Positionen einzeln und unabhängig voneinander gegenüber der zweiten Matrize einstellbar sind.

[0009] Weiter vorzugsweise ist das Druckelement mittels einer Feder und/oder eines fremdbetätigbaren Antriebs verstellbar ausgeführt. Als Antriebe kommen insbesondere hydraulisch und/oder elektrisch arbeitende Maschinen in Betracht, die ggf auch über eine Prozessoreinheit derart ansteuerbar sind, dass ihre Position und/oder die ausgeübte Kraft und/oder die Verschiebegeschwindigkeit vorausbestimmt einstellbar ist. Ergänzend ist ein Sensorelement vorgesehen, das den Umformgrad im umzuformenden Bereich zumindest indirekt erfasst, Informationen an die Prozessoreinheit übermittelt, sodass über die Prozessoreinheit eine Regelung von Position und/oder ausgeübter Kraft und/oder Verschiebegeschwindigkeit des Druckelements vorgenommen werden kann.

[0010] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist an der zweiten Matrize ein dritter Anschlag vorgesehen, an dem der umzuformende Bereich des Rohr- und/oder Stangenelements stirnseitig abstützbar ist, wobei der dritte Anschlag wenigstens abschnittsweise in das Rohr- und/oder Stangenelement eingreift und mit dem zweiten Anschlag einen Winkel von näherungsweise 90° einnimmt. Insbesondere weist der dritte Anschlag eine kegelige Anschlagfläche auf, die während des Axialpressvorgangs an einer innenliegenden Oberfläche des Rohr- und/oder Stangenelements entlanggleitet. Durch Zusammenwirken des zweiten Anschlags und des dritten Anschlags lässt sich das Rohr- und/oder Stangenelement besonders effektiv abstützen, wobei die Anschläge im Zuge der plastischen Umformung des Rohr- und/oder Stangenelements wenigstens abschnittsweise dessen Geometrie festlegen.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird in einem zweiten Verfahrensschritt das Rohr- und/oder Stangenelement mittels eines zweiten Axialpressvorgangs einer zur Ausformung bereitgestellten dritten Matrize, die an das insbesondere trichterförmig aufgeweitete bzw. vorgeformte Ende angreift, dieses in seine Endform umgeformt. Dabei kann der umgeformte Bereich eine Endform annehmen, die einen nahezu beliebig gestaltbaren Flansch umfasst, welcher wiederum Verdickungen zum Aufbringen von stirnseitigen oder radialen Verzahnungen, Rändeln und dergleichen oder zum Aufbringen von Verstärkungen zum Anschweißen von Hebeln und dergleichen aufweist. Damit lässt sich in einfacher Art und Weise eine vielseitige Technologie zum Herstellen von radialen Verdickungen an einem Rohr- und/oder Stangenende bereitstellen, die sich einen breiten Anwendungsbereich erschließen kann, wie im Automobilbereich, z. B. bei Getriebewellen, Antriebswellen, Nockenwellen, Fahrwerksteilen oder in der Bau- und Rohrleitungstechnik.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird das Rohr- und/oder Stangenelement (R) vor einem Axialpressvorgang oder währenddessen wenigstens lokal erwärmt. Dabei kommen materialabhängige Temperaturen in einem Bereich um die Rekristallisationstemperatur des Werkstoffs in Betracht.

[0013] Weitere Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen dargestellt sind.

[0014] Hierzu zeigen

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung einen Querschnitt durch ein Umformwerkzeug mit einem Rohrelement in einem ersten Verfahrensschritt gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung,

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung einen Querschnitt durch ein Umformwerkzeug mit einem Rohrelement in einem ersten Verfahrensschritt gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung,

Fig. 3 in einer schematischen Darstellung einen Querschnitt durch ein Umformwerkzeug mit einem Rohrelement in einem ersten Verfahrensschritt gemäß einer dritten Ausgestaltung der Erfindung und

Fig. 4 in einer schematischen Darstellung einen Querschnitt durch ein Umformwerkzeug mit einem umgeformten Rohrelement gemäß Fig. 1, Fig. 2 oder Fig. 3 in einem zweiten Verfahrensschritt.

[0015] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum plastischen, spanlosen Umformen eines Rohrelements R oder eines Stangenelements, zu dessen Durchführung ein Umformwerkzeug 1 vorgesehen ist. Die Gestaltung des Umformwerkzeugs 1 gemäß den Fig. 1 bis 4 ist bevorzugt näherungsweise rotationssymmetrisch bezüglich einer Achse Z ausgeführt. Im Folgenden wird auf das Rohrelement R Bezug genommen, das in den Fig. 1 bis 4 dargestellt ist. Die Erfindung ist aber nicht auf die Verwendung eines Rohrelements R beschränkt, sondern sie kann auch auf ein Stangenelement mit einem insbesondere hohlen Endabschnitt übertragen werden.

[0016] Das Umformwerkzeug 1 umfasst eine erste Matrize 2 und eine zweite Matrize 4 sowie einen Dorn 3. In nicht dargestellter Weise sind dem Umformwerkzeug 1 zumindest ein Presswerkzeug sowie in bevorzugter Weise eine Heizeinrichtung in Form einer Induktionsheizung zugeordnet.

[0017] Die erste Matrize 2 und die zweite Matrize 4 sind jeweils bevorzugt als im Wesentlichen kreisringförmiges, ungeteiltes Bauteil ausgeführt. Die erste Matrize 2 kann optional in einzelne Ringsegmente oder dergleichen unterteilt sein. Die erste Matrize 2 ist derart gestaltet, dass ein im Bereich eines Abschnitts A1 eingesetztes Rohrelement R passgenau bzw. mit geringem Spiel umgeben wird. Das Rohrelement R wird außerdem auf dem Dorn 3 geführt. Der Dorn 3 ist als im Wesentlichen kreiszylindrisches Bauteil gestaltet und mit einem nicht dar-

gestellten Presswerkzeug verbunden. In einem modifizierten Ausführungsbeispiel ist der Dorn als Sechskant mit einem in axialer Richtung in etwa konstanten Sechseckquerschnitt ausgeführt. In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Dorn mit einem beliebigen Polygonquerschnitt oder dergleichen versehen, dabei kann das Rohrelement einen korrespondierenden Innenquerschnitt oder einen kreisförmigen Innenquerschnitt aufweisen, wobei letzterer im Verlauf des Umformverfahrens an die Kontur des Dorns anpassbar ist.

[0018] Die vom Presswerkzeug aufgebrachte Kraft ist in Fig. 1 durch einen Pfeil P1 gekennzeichnet. Der Dorn 3 ist derart gestaltet, dass er von dem in das Umformwerkzeug 1 eingesetzten Rohrelement R passgenau bzw. mit geringem Spiel umgeben wird. Das Rohrelement R ist etwa über die Hälfte seiner axialen Erstreckung in der ersten Matrize 2 aufgenommen und stößt stirnseitig an einem in den Figuren links dargestellten Ende 6 mit einer ersten Stirnfläche 7 an einen als Absatz ausgeführten ersten Anschlag 8 innerhalb der ersten Matrize 2 an.

[0019] Wie in Fig. 1 näher dargestellt, ist das der ersten Stirnfläche 7 gegenüberliegende, gestrichelt dargestellte Rohrende 9' unbearbeitet zunächst parallel verlaufend zur Achse Z ausgerichtet. Das Rohrende 9, 9' wird sowohl in einem ersten als auch in einem zweiten Verfahrensschritt durch Umformen bearbeitet; es bildet daher einen umzuformenden Bereich 10, der von einem parallel zur Z-Achse verlaufenden Teil 11 des Rohrelements R beginnt und an einem stirnseitig abragenden Endabschnitt 21 (zweite Stirnfläche) endet. Der verformte Zustand des Rohrendes 9 nach erfolgtem erstem Verfahrensschritt ist in der Fig. 1 entsprechend mit durchgezogenen Linien dargestellt.

[0020] In einem ersten Verfahrensschritt wird nun die zweite Matrize 4 mit Hilfe eines nicht näher dargestellten Presswerkzeugs in Richtung auf die erste Matrize 2 zu bewegt. Dieser Axialpressvorgang mit Hilfe des Presswerkzeugs ist in Fig. 1 durch einen Pfeil P2 gekennzeichnet. Die erste Matrize 2 dient als Gegenhalter zur zweiten Matrize 4, die somit die Funktion eines Stempels übernimmt. Insbesondere ist dabei das Rohrelement R zwischen erster Matrize 2 und Dorn 3 unbeweglich eingeklemmt. Eine derartige Fixierung wird mit Hilfe einer nennenswerten Oberflächenrauigkeit an erster Matrize 2 und Dorn 3 begünstigt. Die Bewegung der zweiten Matrize 4 führt zu einer Verformung bzw. Stauchung des aus der ersten Matrize 2 herausstehenden Rohrendes 9, indem ein in etwa kegelstumpfförmiger dritter Anschlag 19 der zweiten Matrize mit einer kegeligen (oder alternativ parabolischen, kugeligen, elliptischen etc.) Anschlagfläche 20 in das Rohrende 9 hineindrückt. Entsprechend wird das Rohrende 9 trichterförmig, kugelabschnittsförmig, elliptisch, parabolisch oder in ähnlicher Geometrie (nicht notwendigerweise rotationssymmetrisch) aufgeweitet. Ein zwischen der Achse Z und dem Rohrende 9 bzw. der kegeligen Anschlagfläche 20 eingeschlossener Winkel α beträgt vorliegend etwa 45° . In

einem modifizierten Ausführungsbeispiel ist die Anschlagfläche aus wenigstens zwei Abschnitten gebildet, wobei ein erster vorderer Abschnitt einen kleineren Winkel α_1 und ein zweiter hinterer Abschnitt einen größeren Winkel α_2 zur Achse Z aufweist. In einem weiteren modifizierten Ausführungsbeispiel ist die Anschlagfläche aus wenigstens zwei Abschnitten gebildet, wobei ein erster vorderer Abschnitt einen größeren Winkel α_1 und ein zweiter hinterer Abschnitt einen kleineren Winkel α_2 zur Achse Z aufweist.

[0021] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Anschlagfläche 20 eine erhöhte Oberflächenrauigkeit auf, die eine Stauchung des umzuformenden Bereichs 10 begünstigt. Alternativ oder zusätzlich ist ferner vorsehbar, Querrillen, Rändel, Noppen., Kerben oder sonstige Oberflächenstrukturen in der Anschlagfläche 20 anzuordnen, um ebenfalls ein Anhaften von Material mit gleichzeitigem Stauch-Effekt zu erreichen.

[0022] Im Zuge des ersten Verfahrensschritts und des enthaltenen Axialpressvorgangs stößt die zweite Matrize 4 in nicht dargestellter Weise mit einem zweiten Anschlag 23 stirnseitig gegen den Endabschnitt 21 des Rohrelements, wobei eine trichterförmige Anschlagfläche 22 in etwa einen Winkel β von 45° mit der Symmetrieachse Z des Rohrelements aufweist und näherungsweise parallel zur schmalen Stirnseite des umzuformenden Bereichs 10 ausgerichtet ist. Die trichterförmige Anschlagfläche 22 ist ferner auch näherungsweise rechtwinklig angeordnet zur kegeligen Anschlagfläche 20, so dass zweiter Anschlag 23 und dritter Anschlag 19 zusammenwirkend eine ringförmige Rinne mit bevorzugt V-förmigem Querschnitt bilden, in der der Endabschnitt 21 des Rohrelements aufgenommen und abgestützt wird.

[0023] Mit Hilfe der solchermaßen gestalteten zweiten Matrize 4 wird der umzuformende Bereich 10 in axialer Richtung Z und/oder parallel zur Wandung des umzuformenden Bereichs 10 gestaucht und verkürzt, wenn die zweite Matrize 4 mitsamt dem Endabschnitt 21 in Richtung der ersten Matrize 2 bewegt wird. Dabei ergibt sich eine Vergrößerung der Wandstärke seitens des umzuformenden Bereichs 10, was insbesondere durch ein "Aufstauen" von Material am zweiten Anschlag 23 erreicht wird, wobei in bevorzugter Weise die Vergrößerung der Wandstärke zumindest so groß gewählt ist, dass die im Rahmen der Aufweitung erzeugte Reduzierung der Wandstärke kompensiert oder überkompensiert wird. Schließlich wird die stirnseitige Form des Rohrelements R im Bereich seines Endabschnitts 21 durch die Anschläge 19, 23 bis zum Ende des ersten Verfahrensschritts definiert.

[0024] Bevor der zweite Verfahrensschritt des Umformens erfolgen soll, ist während des Aufweitvorgangs des Rohrendes 9 ergänzend und bevorzugt zeitgleich vorgesehen, aus einem außerhalb des umzuformenden Bereichs 10 des Rohrelements R liegenden Abschnitt, wie beispielsweise dem parallel zur Achse Z verlaufenden Teil 11 des Rohrelements R, Material zu dem im zweiten Verfahrensschritt umzuformenden Bereich 10 nachzu-

schieben. Hierzu ist es vorgesehen, während des Aufweitvorgangs den Dorn 3 in Richtung zu der zweiten Matrize 4 hin zu bewegen. Um einen Transport von Rohrelementwerkstoff bzw. Material zu dem umzuformenden Bereich 10 mittels des Dorns 3 zu erhalten, hat der Dorn 3 hierzu eine besondere Oberflächenstruktur, die zu einem "Mitnahmeeffekt" des Rohrelementwerkstoff bzw. des Materials innerhalb der Rohrwandung führt. Hierzu ist vorgesehen, eine das Rohrelement R berührende Außenfläche 15 des Dorns 3 entsprechend rau auszubilden. Eine entsprechende Bewegung des Dorns 3 führt dann in der Aufweitphase zu einem Materialtransport in Richtung Rohrende 9. Es kann der Dorn 3 entlang seiner axialen Erstreckung komplett und zumindest teilweise mit einer rauhen Außenfläche 15 ausgebildet sein. Durch den Materialtransport lässt sich das Schrumpfen der Rohrwandung 9 bzw. der Wandstärkenschwund infolge des Aufweitens vorteilhafterweise vollständig ausgleichen. Es ist ferner möglich, eine gewisse Materialanhäufung 12 am Rohrende 9 zu erhalten, die vorteilhaft für den anschließenden Umformvorgang des umzuformenden Bereichs 10 ist.

[0025] Anstelle oder zusätzlich zu einer Aufrauhung der Außenfläche 15 des Dorns 3 ist es möglich, diesen mit einer umlaufenden Nut 14, mit mehreren Nuten und/oder Kerben, Noppen, Rändeln oder dergleichen zu versehen. So kann während der Bewegung des Dorns 3 in der Aufweitphase Material zunächst die Nut 14 ausfüllen, um anschließend weiteres Material in Richtung Rohrende 9 quasi mitzureißen. Die Nut 14 ist z.B. axial etwa in der Mitte des Rohrelements R am Dorn 3 aus der Außenfläche 15 ausgenommen, so dass noch genügend Raum für eine Verschiebung des Dorns 3 nach rechts zur zweiten Matrize 4 hin während der Aufweitphase vorliegt. Die Verschiebegeschwindigkeit des Dorns ist entsprechend zu wählen. Die Verschiebung des Dorns 3 kann kontinuierlich oder auch in mehreren kurzen Intervallen erfolgen.

[0026] Eine andere Möglichkeit einen Materialtransport in Richtung Rohrende 9 zu bewirken, ist in Fig. 2 dargestellt. Die Stirnfläche 7 am linken Ende 6 des Rohrelements R wird von einem Ring oder einer Hülse 17 stirnseitig bedeckt. Ein in Fig. 1 fester Anschlag 8 innerhalb der ersten Matrize 2 ist durch die Hülse 17 ersetzt. Über ein nicht näher dargestelltes Presswerkzeug kann ein neben der Gegenkraftherzeugung zur von der zweiten Matrize 4 aufgebrachten Stempelkraft P2 zum Aufweiten des Rohrendes 9 auch noch eine die Gegenkraft P2 übersteigende Axialpresskraft P1 aufgebracht werden, um so einen beweglichen Anschlag 8' zu erhalten. Der bewegliche Anschlag 8' bzw. ein kurzzeitiges oder länger andauerndes Verschieben der Hülse 17 in Richtung der zweiten Matrize 4 während des Aufweitvorgangs führt dann zu einer Verschiebung von Material in Richtung des Rohrendes 9. Eine solchermaßen erzeugte Materialverlagerung wirkt dann dem Wandstärkenschwund aufgrund der Aufweitung des Rohrendes 9 entgegen und führt ggf. zu einem Materialüberschuss 12 am Rohrende

9. Denkbar ist auch, den durch die Hülse 17 gebildeten beweglichen Anschlag 8' mit den Maßnahmen zum Materialtransport gemäß Fig. 1, insbesondere mit der rauhen Oberflächenstruktur des Dorns 3 und/oder der Nut 14 usw. zu kombinieren. Hierzu wäre dann noch ein weiteres Presswerkzeug angreifend am Dorn 3 vorsehbar.

[0027] In einem dritten, modifizierten Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäß Fig. 3 ist im Bereich des zweiten Anschlags 23 eine Anordnung mehrerer separater Druckelemente 24 vorgesehen. Die Druckelemente 24 umgeben die zweite Matrize 4 bevorzugt ringförmig und sind bevorzugt relativbeweglich zu dieser an der zweiten Matrize 4 gelagert. An den Druckelementen 24 ist jeweils eine Anschlagfläche 22' vorgesehen, die analog zur oben beschriebenen trichterförmigen Anschlagfläche 22 gegen das Rohrende 9 gedrückt werden kann. Bevorzugt bilden mehrere Anschlagflächen 22' zusammengekommen eine trichterförmige Anschlagfläche. Weiter bevorzugt ist zwischen den Anschlagflächen 22' und der kegeligen Anschlagfläche 20 ein Winkel zwischen 60° und 100° gebildet, wobei unterschiedliche Druckelemente 24 unterschiedliche Ausrichtung relativ zur kegeligen Anschlagfläche 20 aufweisen können.

[0028] Vorliegend sind die Druckelemente 24 parallel zur kegeligen Anschlagfläche 20 verschieblich geführt angeordnet, wobei mindestens einem Druckelement 24 eine Feder 25 zugeordnet ist, deren Federkraft das Druckelement 24 gegen das (teilumgeformte) Rohrende 9 drücken kann. Die Feder 25 kann als nichtverstellbare (mechanische) Feder ausgestaltet sein. Weiter bevorzugt ist die Feder mechanisch, hydraulisch, pneumatisch und/oder elektrisch verstellbar ausgeführt.

[0029] Alternativ oder zusätzlich zu einer Feder 25 ist wenigstens einem Druckelement 24 insbesondere ein Antriebselement 26 zugeordnet, welches direkt oder indirekt Drehmoment oder Kraft auf ein Druckelement 24 ausübt. Das Antriebselement 26 ist über eine separate, nicht dargestellte Steuerungseinrichtung (z.B. NC-Rechnereinheit) ansteuerbar, wobei in der Steuerungseinrichtung beispielsweise ein Positionsverlauf, ein Kraftverlauf und/oder ein Geschwindigkeitsverlauf wenigstens eines Druckelements 24 für die Zeit der Durchführung des Verfahrensschritts hinterlegt ist. In einem modifizierten Ausführungsbeispiel sind für mehrere Druckelemente 24 mehrere ggf. unterschiedliche Positions-, Kraft- und/oder Geschwindigkeitsverläufe abgespeichert. Ferner kann auch eine zeitlich variierende Federkennlinie hinterlegt sein. In einem weiteren modifizierten Ausführungsbeispiel ist mehreren Druckelementen ein gemeinsames Antriebselement 26 zugeordnet. In einem weiteren modifizierten Ausführungsbeispiel wirkt das Antriebselement 26 impulsartig bzw. stoßweise auf ein zugeordnetes Druckelement 24 ein, so dass dieses während des Umformverfahrens mehrmals kurzzeitig mit impulsartig an- und abschwelliger Kraft gegen das Rohrende 9 drückt.

[0030] Mittels verstellbarer Druckelemente 24 lässt sich der Umformvorgang besonders gut dahingehend

anpassen, dass eine maximal mögliche Anstauchung des Rohrendes 9 erreicht werden kann, die ohne Faltenbildung im umzuformenden Bereich 10 erreichbar ist. Schließlich ist auch von einer rotationssymmetrischen Form abzuweichen, indem unterschiedliche Druckelemente unterschiedlich angesteuert werden. Auch und gerade mit gepulsten Pressvorgängen (auch an einzelnen Druckelementen) lassen sich hohe oder lokal hohe Umformgrade erreichen.

[0031] Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen können ergänzend über eine Sensoreinheit in nicht dargestellter Weise an dem Umformwerkzeug 1 Messwerte erfasst werden, die insbesondere Rückschlüsse auf den Umformgrad des Rohrelements R ermöglichen. Anhand der erfassten Messwerte, die an die Steuerungseinrichtung übermittelt werden, errechnet die Steuerungseinrichtung eine Steuergröße wenigstens eines Druckelements 24 und/oder wenigstens einer Feder 25. Schließlich sind somit (via Steuerungseinrichtung sowie Antriebselement) Position, Federzustand und/oder Geschwindigkeit der Druckelemente 24 in Abhängigkeit vom Umformprozess einstellbar bzw. regelbar.

[0032] In Fig. 4 ist die endgültige Formgebung des gestrichelt angedeuteten, aufgeweiteten Rohrendes 9 gezeigt, das dann beispielsweise die Form eines abgestuften Flansches aufweist, der faltenfrei verdickt ist. Um dies zu erreichen, ist ein zweiter Verfahrensschritt vorgesehen, der darin besteht, das nach dem ersten Verfahrensschritt aufgeweitete Rohrende 9 in seine endgültige, an der ersten Matrize 2 anliegende Form zu bringen. Hierzu ist eine dritte Matrize 5 vorgesehen, welche nun als Stempel, ggf. in derselben Einspannung des Rohrelements R, das abgebogene Rohrende 9 in eine beliebige Form nachprägt. Vorteilhaft ist es dabei, wenn das Rohrende 9 über eine Materialanhäufung 12 verfügt, um bestimmte Endformen mit ausreichendem Material an bestimmten Stellen herstellen zu können.

[0033] Denkbar für das Endstück 9 bzw. die Endform sind neben der dargestellten abgestuften Form auch dicke Endflansche oder dünnwandige Flansche mit großem Durchmesser. Das Endstück kann aber auch Verdickungen zum Aufbringen von stirnseitigen oder radialen Verzahnungen, Rändeln usw. und Verstärkungen zum Anschweißen von Hebeln usw. aufweisen. Hierzu sind entsprechende Profilierungen an der dritten Matrize 5 vorsehbar.

[0034] Zur Realisierung des Aufweitvorgangs des Rohrendes 9 sowie zum Umformen in seine Endform mittels der dritten Matrize 5 ist es vorgesehen, das Rohrelement R lokal in seinem endseitigen Bereich 9, 10 oder insgesamt mittels der Heizeinrichtung auf eine Temperatur von beispielsweise ca. 700°C zu erwärmen und rasch in das Umformwerkzeug 1 einzusetzen. Das Umformverfahren kann jedoch grundsätzlich kalt, halbwarm oder warm durchgeführt werden. In einem modifizierten Ausführungsbeispiel kann das Rohrelement R mit einem Temperaturprofil beaufschlagt werden, das an unterschiedlichen, axial und/oder radial voneinander beab-

standeten Stellen des Rohrelements R unterschiedliche Temperaturen vorsieht.

[0035] Es versteht sich im übrigen, dass die Merkmale der verschiedenen Ausführungsbeispiele sich nahezu beliebig kombinieren lassen.

[0036] Mit dem dargestellten Verfahren lassen sich spanlos und faltenfrei besonders breite, d. h. in axialer Richtung und gegebenenfalls auch in radialer Richtung ausgedehnte Verdickungen an Rohr- und/oder Stangenelementen schaffen. Derartige Verdickungen sind besonders stabil bei dynamischen Belastungen eines solchermaßen gefertigten Maschinenelements und lassen sich mit hoher Genauigkeit herstellen. Somit eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zur Herstellung von hohlen oder teilweise hohlen Wellen oder dergleichen. Mögliche Anwendungen bieten sich im Automobilbereich, z. B. bei Getriebewellen, Antriebswellen, Nockenwellen, Fahrwerksteilen, aber auch in der Bau- und Rohrleitungstechnik allgemein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen eines Rohr- und/oder Stangenelements, bei dem

- ein Umformwerkzeug (1) eine erste Matrize (2) und eine zweite Matrize (4) aufweist,
- in einem ersten Verfahrensschritt ein freies Ende (9) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) zwischen der ersten Matrize (2) und der zweiten Matrize (4) mittels eines Axialpressvorgangs plastisch umgeformt, insbesondere trichterförmig aufgeweitet, wobei
- während des Axialpressvorgangs aus einem außerhalb eines umzuformenden Bereichs (10) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) Material des Rohr- und/oder Stangenelements zu dem umzuformenden Bereich (10) bzw. zur Aufweitungszone nachgeschoben wird und/oder
- der umzuformende Bereich (10) unter Wandverdickung in axialer Richtung verkürzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Nachschieben des Materials zu dem umzuformenden Bereich (10) mittels eines das Rohr- und/oder Stangenelement (R) innen abstützenden Dorns (3) bewerkstelligt wird,
- der sich während des Aufweitvorgangs in Richtung auf die zweiten Matrize (4) zu bewegt, und über eine entsprechende Oberflächenstruktur verfügt, mittels der Material des Rohr- und/oder Stangenelements (R) zu dem umzuformenden Bereich (10) bzw. zur Aufweitungszone nachgeschoben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Oberflächenstruktur des Dorns (3) rauh gestaltet ist. 5
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine oder mehrere Riefen und/oder Rillen und/oder Wülste und/oder Nuten (14) oder dergleichen am Dorn (3) vorgesehen sind. 10
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Nachschieben des Materials über einen beweglichen ersten Anschlag (8') bewerkstelligt wird, der stirnseitig ein in der ersten Matrize (2) aufgenommenes Ende (6) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) während des Aufweitvorgangs in Richtung der zweiten Matrize (4) hin bewegt. 15
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
der bewegliche Anschlag (8') in Form eines Ringes oder Hülse (17) ausgebildet ist und stirnseitig an einer Stirnfläche (7) am Ende (6) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) zur Anlage gelangt. 20
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
an der zweiten Matrize (4) ein zweiter Anschlag (19, 23) vorgesehen, an dem der umzuformende Bereich (10) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) stirnseitig abstützbar ist. 25
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein zweiter Anschlag (19, 23) wenigstens ein relativbeweglich an der zweiten Matrize (4) gelagertes Druckelement umfasst, welches den umzuformenden Bereich (10) des Rohr- und/oder Stangenelements (R) wenigstens abschnittsweise stirnseitig abstützt. 30
9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Druckelement mittels einer Feder und/oder eines fremdbetätigbaren Antriebs verstellbar ausgeführt ist. 35
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
mehrere separat voneinander verstellbare Druckelemente vorgesehen sind, die insbesondere ringförmig an der zweiten Matrize (4) angeordnet sind. 40
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
an der zweiten Matrize (4) ein insbesondere dritter Anschlag (19) vorgesehen ist, an dem der umzuformende Bereich (10) des Rohr- und/oder Stangenelements stirnseitig abstützbar ist, wobei der insbesondere dritte Anschlag (19) wenigstens abschnittsweise in das Rohr- und/oder Stangenelement ein- greift und mit dem zweiten Anschlag (23) einen Winkel von 70° bis 100° einnimmt. 45
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
in einem zweiten Verfahrensschritt mittels eines zweiten Axialpressvorgangs einer zur Ausformung bereitgestellten dritten Matrize (5) das Rohr- und/oder Stangenelement (R) im Bereich eines trichterförmig aufweiteten bzw. umgeformten Endes (9) in seine Endform (18) umgeformt wird. 50
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Endform (18) als Flansch ausgeführt ist, der Verdickungen zum Aufbringen von stirnseitigen oder radialen Verzahnungen, Rändeln und dergleichen oder zum Aufbringen von Verstärkungen zum Anschweißen von Hebeln und dergleichen aufweist. 55

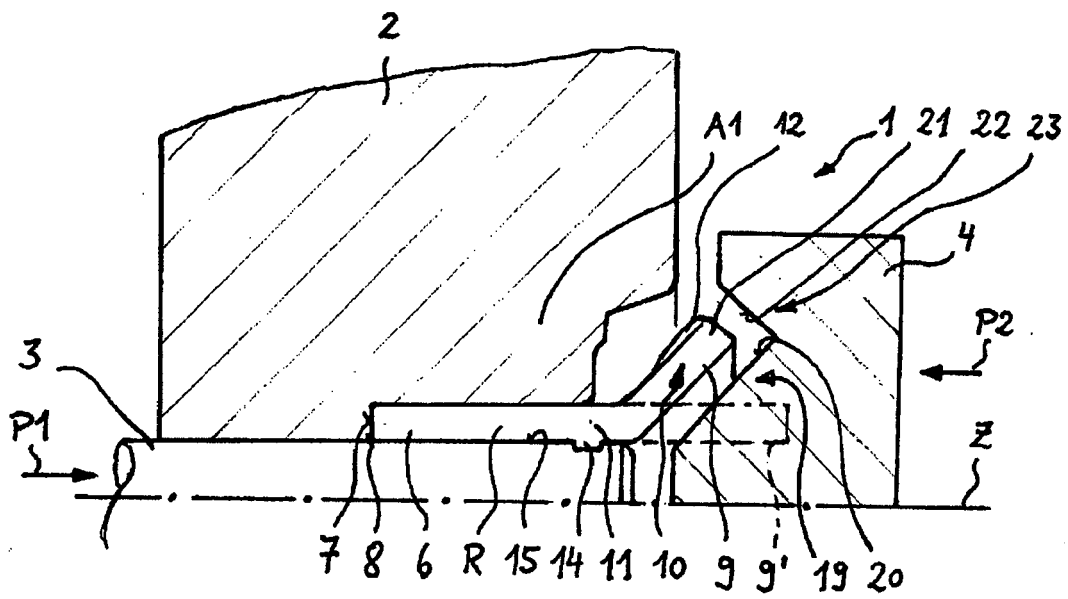


Fig. 1

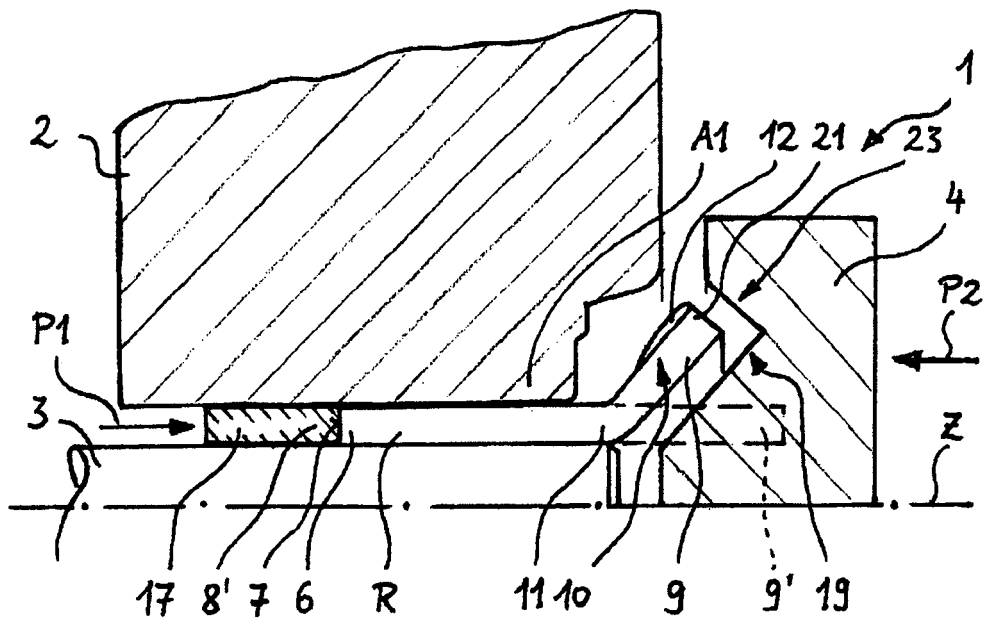


Fig. 2

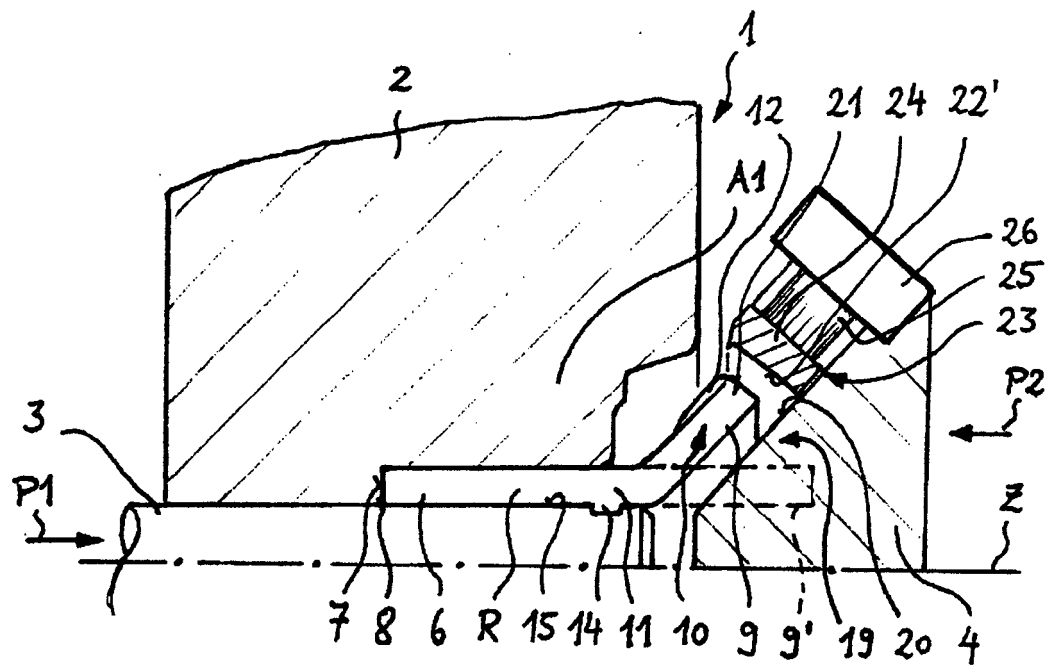


Fig. 3

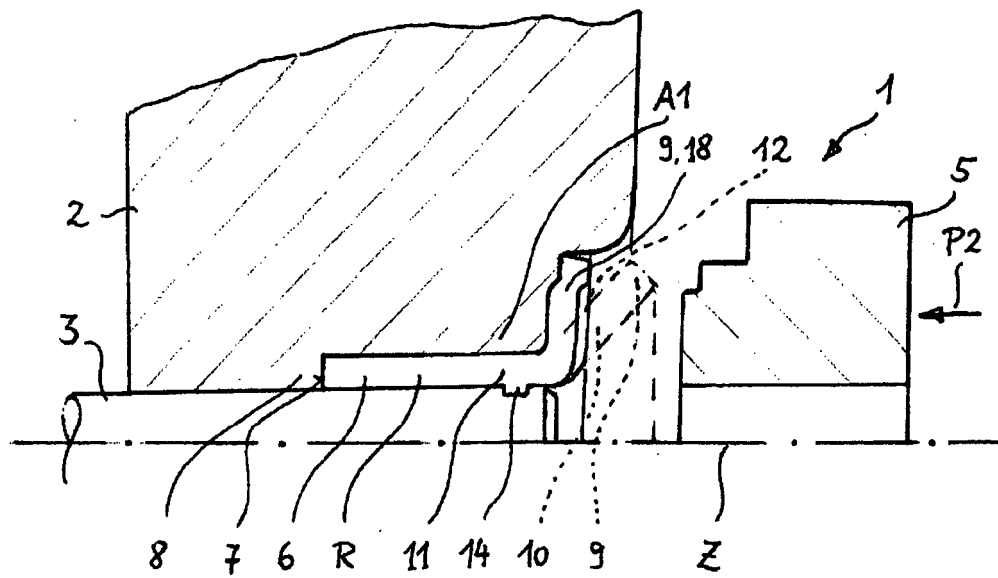


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 5302

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2005 050946 A1 (IFUTEC INGENIEURBUERO FUER UMF [DE]) 26. April 2007 (2007-04-26) * Absätze [0021], [0031]; Anspruch 1; Abbildung 3 *	1,5-13	INV. B21K21/12 B21K23/04 B21D19/08
A	-----	2-4	ADD. B21D41/02 B21J5/08
X	JP 10 216893 A (AISIN SEIKI) 18. August 1998 (1998-08-18) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,5,6	
X	BE 459 237 A (T.I. (GROUP SERVICES) LIMITED) 31. August 1945 (1945-08-31) * Seite 3; Abbildungen 1,2 *	1-6	
X	US 3 487 196 A (BACHMANN HORST) 30. Dezember 1969 (1969-12-30) * Abbildungen 1-3 *	1,5,6	
X	DE 100 64 376 A1 (SCHMITTERSISCO GMBH [DE]) 27. Juni 2002 (2002-06-27) * Abbildungen 3d,3e *	1	
A	JP 09 262623 A (TOYOTA MOTOR CORP) 7. Oktober 1997 (1997-10-07) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-13	
A	SU 575 157 A1 (URALSKY NII TRUBNOJ PROMY [SU]) 5. Oktober 1977 (1977-10-05) * Abbildungen *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		17. Dezember 2007	Knecht, Frank
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 Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 07 01 5302

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

17-12-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005050946 A1	26-04-2007	KEINE	
JP 10216893 A	18-08-1998	KEINE	
BE 459237 A		KEINE	
US 3487196 A	30-12-1969	DE 1292107 B	10-04-1969
		FR 1510721 A	19-01-1968
		GB 1158053 A	16-07-1969
DE 10064376 A1	27-06-2002	KEINE	
JP 9262623 A	07-10-1997	JP 3430785 B2	28-07-2003
SU 575157 A1	05-10-1977	KEINE	

EPO FORM P0461

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