



(11) **EP 2 446 977 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**26.06.2019 Patentblatt 2019/26**

(51) Int Cl.:  
**B21D 22/02** <sup>(2006.01)</sup> **B21D 53/88** <sup>(2006.01)</sup>  
**C21D 9/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **11005966.4**

(22) Anmeldetag: **21.07.2011**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Rohrprofils**

Method for producing a tubular profile

Procédé de fabrication d'un profilé tubulaire

(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**

- **Schwarzer, Rolf**  
**57074 Siegen (DE)**
- **Arpad Szabo, Stefan**  
**57462 Olpe (DE)**

(30) Priorität: **02.11.2010 DE 102010050248**

(74) Vertreter: **Haverkamp, Jens et al**  
**Gartenstrasse 61**  
**58636 Iserlohn (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.05.2012 Patentblatt 2012/18**

(73) Patentinhaber: **Kirchhoff Automotive Deutschland GmbH**  
**57439 Attendorn (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 752 332 EP-A1- 1 577 404**  
**WO-A1-2004/033126 DE-A1-102004 046 119**  
**DE-A1-102007 002 448**

(72) Erfinder:  
• **Löcker, Markus**  
**57413 Finnentrop (DE)**

**EP 2 446 977 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rohrprofils als einer Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeuges zugehörigem Querträger für die Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeuges.

**[0002]** Rohrprofile als Querträger für Verbundlenkerachsen sind im Stand der Technik bekannt. Es wird dazu beispielsweise auf die EP 0 752 332 A1 verwiesen. Ein solches bekanntes Rohrprofil weist an beiden Enden kreisrunde rohrförmige Abschnitte auf. Im mittleren Längenbereich ist durch Umformung ein doppelwandiger U-förmiger Rinnenabschnitt gebildet. Die Übergangsbereiche zwischen den kreisrunden Enden und dem U-förmigen Mittelteil gehen kontinuierlich von kreisrunden zum U-förmigen Querschnitt über. Dabei kann zusätzlich noch in den Endbereichen zwischen den Übergangsbereichen und dem U-förmigen Längenbereich eine nach innen oder außen gerichtete Einprägung vorgesehen sein.

**[0003]** Ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Rohrprofils ist in der EP 1 577 404 B1 beschrieben. Bei dem bekannten Verfahren wird ein Rohr aus Einsatzstahl zunächst kalt verformt und anschließend einer Warmbehandlung unterzogen, wobei nach der Warmbehandlung eine Abschreckung und eine Oberflächenverfestigung erfolgt.

**[0004]** DE 10 2007 002 448 zeigt ein Verfahren zum Herstellen eines Torsionsprofils aus einem im Querschnitt runden metallischen Rohr. Hierbei wird nach dem Einfahren von zylindrischen Stützdornen in die umfangsseitig geführten Rohrenden der zwischen den Rohrenden liegende, in einer Aufnahmeschale abgestützte mittlere Bereich U-förmig umgeformt. Um die Belastung des Materials in den Übergangsbereichen zu vermindern, werden während der Umformung des mittleren Bereichs die Rohrenden mit axialem Druck belastet, so dass ein Materialnachschieben in Richtung des mittleren Bereichs erfolgt.

**[0005]** WO 2004/033126 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Formbauteilen, insbesondere für Karosserien. Hierbei erfolgt zunächst eine Kaltumformung zur Bildung eines Rohlings, der anschließend zurechtgeschnitten wird. Schließlich wird der Rohling erwärmt und pressgehärtet.

**[0006]** Die DE 10 2004 046 119 offenbart ein einteiliges, durch Umformung hergestelltes Blechhalbezeug, das definierte Zonen unterschiedlicher Festigkeit aufweist. Dieses kann insbesondere hergestellt werden, indem zunächst ein Erwärmen auf Gefügeumwandlungstemperatur und anschließend ein Verformen und Abkühlen erfolgt. Durch die Abkühlgeschwindigkeit wird die Festigkeit der entsprechenden Zone gesteuert.

**[0007]** Ausgehend von dem diskutierten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Verfahren zur Herstellung solcher Rohrprofile zu schaffen, welches zudem besonders kostengünstig durchgeführt werden kann und einfach zu handhaben

ist.

**[0008]** Zur Lösung der oben genannten Aufgabe schlägt die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Rohrprofils als Querträger für eine Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeuges vor, bei welchem ein Rohr aus einem lufthärtenden Stahl in einem ersten Verfahrensschritt austenitisiert wird, in einem zweiten Verfahrensschritt unter Beibehalt der Enden mit kreisrundem Querschnitt der mittlere Bereich einstufig oder zweistufig mittels eines Werkzeugober- und -unterteils zu einem U-förmigen Querschnitt warm umgeformt wird, wobei die Übergangsbereiche zwischen den kreisrunden Enden und dem mittleren Bereich kontinuierlich vom kreisrunden zum U-förmigen Querschnitt übergehend ohne Werkzeugkontakt oder nur mit unterseitigen, einseitigem Werkzeugkontakt umgeformt werden.

**[0009]** Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die bei der Umformung des mittleren Bereiches gebildeten Ohren an den Rändern des U-förmigen Querschnitts während der Umformung frei von Berührung des Werkzeugober- und -unterteils gehalten werden.

**[0010]** Auch ist unter Umständen bevorzugt, dass an die Warmumformung anschließend oder gleichzeitig mit der Warmumformung im mittleren Bereich eine Presshärtung durch Kühlung des Werkzeugober- und -unterteils erfolgt.

**[0011]** Insbesondere ist bevorzugt vorgesehen, dass das umgeformte Rohrprofil im Anschluss an den Umformschritt an Luft auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

**[0012]** Schließlich kann auch vorgesehen sein, dass das umgeformte Rohrprofil im Anschluss an den Umformschritt mit Wassernebel abgekühlt wird.

**[0013]** Gemäß der Erfindung hat das mittels Warmumformen, gegebenenfalls Presshärtens und anschließendem Abkühlens und gleichzeitigem Selbstanlassen an Luft und/oder mit Wassernebel zu fertigende Rohrprofil an seinen Enden jeweils kreisrunden Querschnitt. Durch die Warmumformung im Werkzeug in einem ein- oder zweistufigen Prozess mittels eines Werkzeugober- und Werkzeugunterteils wird im mittleren Bereich ein U-förmiger Querschnitt erzeugt. Das Werkzeugunterteil unterstützt dabei das Rohrstück lediglich in dem umzuformenden mittleren Bereich, während das Werkzeugober- und Werkzeugunterteil ebenfalls nur in dem mittleren Bereich vorgesehen ist und auf das Rohrstück einwirkt. Beispielsweise kann das Werkzeugunterteil wannenförmig entsprechend der Sollkontur des fertigen Rohrabchnittes im mittleren Bereich ausgebildet sein, während das Werkzeugober- und Werkzeugunterteil ein rinnenförmiger Stempel ist, der die Kontur des zu erzeugenden Mittelbereiches des Rohrstückes hat.

**[0014]** Die Übergänge zwischen dem kreisrunden Querschnitt an den Enden und dem U-förmigen Querschnitt im Mittelbereich gehen kontinuierlich vom einen in den anderen Querschnitt über. Aufgrund der Warmumformung und dem direkten Kontakt des Werkzeugober- und Werkzeugunterteils im mittleren U-förmigen Querschnitt und die dadurch höheren Abkühlraten sowie die daraus resultierenden niedrigeren Temperaturen am

Rohrprofil, werden in diesem Bereich höhere Festigkeiten von mindestens 800 MPa vorzugsweise 1000 MPa erreicht als im Bereich der Ohren an den Rändern des U-förmigen Querschnitts. Dies trifft auch für die kreisrunden Querschnitte an den Enden zu. Auch hier wird eine Festigkeit von mindestens 800 MPa vorzugsweise 1000 MPa erreicht, da zur Unterstützung der Formgebung jeweils ein Dorn an den Rohrenden in das Rohr eingeführt wird und die Rohrenden von innen stützt. Auch hier wird durch den direkten Kontakt der Dorne mit den Rohrenden der beschriebene Effekt erreicht.

**[0015]** Im Übergangsbereich zwischen den Enden und dem U-förmigen Mittelbereich werden aufgrund des einseitigen Werkzeugkontaktes lediglich eines Werkzeugunterteils oder durch fehlenden Kontakt mit einem Werkzeugober- oder -unterteil niedrigere Abkühlraten erreicht. Dies führt zu einer gewollten Minimierung der Festigkeit im Übergangsbereich auf etwa 500 MPa bis 800 MPa.

**[0016]** Im Bereich der Ohren an den Rändern des U-förmigen Querschnitts werden nach dem Lufthärten Festigkeiten von ca. 500 MPa bis 700 MPa erreicht. Die erzeugten Festigkeiten sollen die Zähigkeit erhöhen und dadurch die Dauerfestigkeit steigern.

**[0017]** Als lufthärtende Stahlqualitäten kommen vorzugsweise weltweit verfügbare Stahlsorten wie LH800/900 und

MW 1000L zum Einsatz. Einzelheiten dieser Stähle sind beispielsweise dem Werkstoffblatt "lufthärtbarer Vergütungsstahl", in warm- und kaltgewalzter Ausführung, Ausgabe November 2006 (Erstausgabe) der Salzgitter Flachstahl AG zu entnehmen beziehungsweise dem Werkstoffblatt 049 R, Ausgabe Januar 2009, der Salzgitter Mannesmann Präzision.

**[0018]** Die Abkühlung des umgeformten Rohrprofils kann in einfachster Form an Luft auf Raumtemperatur erfolgen. Die Abkühlung kann aber auch schon im Umformwerkzeug und anschließend weiter an Luft erfolgen oder aber die Abkühlung kann durch einen Wassernebel beschleunigt werden.

**[0019]** Der besondere Effekt bei der Umformung ist, dass in den Bereichen, in denen ein direkter Kontakt mit Werkzeugteilen oder dergleichen erfolgt, eine höhere Festigkeit zu erzielen ist, während in Bereichen, in denen kein direkter Kontakt mit Werkzeugen oder Werkzeugteilen besteht, eine höhere Duktilität beim nachträglichen Anlassen erreicht wird.

**[0020]** Unter Umständen kann vorgesehen sein, dass das Material des Rohrprofils vor der Austenitisierung korrosionshindernd beschichtet wird.

**[0021]** Sofern das Rohrprofil vor der Austenitisierung beispielsweise verzinkt ist oder mit einer Aluminiumsiliziumbeschichtung versehen ist oder allgemein mit einer Korrosionsschutzbeschichtung,

**[0022]** so kann die Umformung des Rohrprofils direkt ohne Schutzgas erfolgen.

**[0023]** Unter Umständen kann aber auch vorgesehen sein, dass die Austenitisierung und die Warmumformung

unter Schutzgasatmosphäre vorgenommen wird.

**[0024]** Hierbei kann ein Rohrprofil aus geeignetem lufthärtendem Stahl eingesetzt werden, welches nicht korrosionsbeschichtet ist. Durch die Schutzgasatmosphäre wird der Zutritt von Sauerstoff verhindert und somit eine ungewünschte Oxidation oder Verzunderung des Materials vermieden.

**[0025]** Zudem ist vorgesehen, dass das Rohrprofil auf 930 ° C erwärmt und über mehrere Minuten auf dieser Temperatur gehalten wird, bevor die Warmumformung unmittelbar anschließend durchgeführt wird.

**[0026]** Die Erwärmung des Rohrprofils auf Austenitisierungstemperatur kann beispielsweise in einem Ofen oder Durchlaufofen, oder auch induktiv oder induktiv erfolgen.

**[0027]** Beispielsweise kann die Wärmebehandlung zum Zwecke der Austenitisierung bei 930 ° C unter Stickstoffatmosphäre erfolgen, wobei die Wärmebehandlung über mindestens dreizehn Minuten erfolgt, so dass die gewünschte Bauteiltemperatur erreicht wird. Über eine abgedichtete Entnahme und Zuführung wird das erhitze Werkstück der zweistufigen Warmumformung zugeführt, die eine definierte Werkstofftemperatur vor jedem Umformvorgang erreicht und bei der eine partielle Abkühlung des Bauteiles im Werkzeug erfolgt.

Durch die Schutzgasatmosphäre wird die Zunderbildung vermieden. Bei der Endabkühlung, vorzugsweise an Freiluft, auf Raumtemperatur wird eine höhere Duktilität in den Radien und Übergängen durch niedrigere Abkühlraten erreicht.

**[0028]** Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das umgeformte Rohrprofil nach der Abkühlung gestrahlt wird.

**[0029]** Dabei kann vorgesehen sein, dass das umgeformte Rohrprofil mit Glasperlen, Trockeneis oder Kugeln, insbesondere Stahlkugeln oder Körnern, gestrahlt wird.

**[0030]** Durch die entsprechende Strahlbehandlung wird Restzunder entfernt und eine Oberflächenverdichtung erreicht. Anschließend kann eine Beschichtung im KTL-Verfahren erfolgen.

**[0031]** Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Rohrprofil als Querträger für eine Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeugs, bestehend aus einem Rohrprofil mit an den beiden Enden kreisförmigem Querschnitt, einem mittleren doppelwandigen U-förmigen Bereich und Übergangsabschnitten die von den kreisförmigen Enden kontinuierlich in den U-förmigen Bereich übergehen.

**[0032]** Um ein für die angegebenen Zwecke besonders geeignetes Rohrprofil zur Verfügung zu stellen, schlägt die Erfindung vor, dass das Rohrprofil aus lufthärtendem Stahl besteht, an den beiden Enden eine Ringzone (a) mit einer Festigkeit von mehr als 800 MPa vorzugsweise mehr als 1000 MPa aufweist, im Übergangsbereich (b) zwischen den Enden (a) und dem U-förmigen Bereich (c) eine Festigkeit von mindestens 500 MPa bis höchstens 800 MPa aufweist, im U-förmigen Bereich (c) eine Festigkeit von mindestens 800 MPa, vor-

zugsweise mindestens 1000 MPa aufweist, und im Bereich der ohrförmigen Ränder des U-förmigen Bereichs (c) eine Festigkeit von 550 bis 750 MPa aufweist.

**[0033]** Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Rohrprofil nach Anspruch 11, hergestellt nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10.

**[0034]** In der Zeichnung ist ein fertiges Rohrprofil erfindungsgemäßer Art gezeigt und nachstehend näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Rohrprofil In Seitenansicht;

Figur I das Profil gemäß Figur 1 im Schnitt I/I der Figur 1 gesehen;

Figur II desgleichen im Schnitt II/II der Figur 1 gesehen;

Figur III desgleichen im Schnitt III/III der Figur 1 gesehen;

Figur IV desgleichen im Schnitt IV/IV der Figur 1 gesehen.

**[0035]** Die Zeichnungsfiguren zeigen ein fertiges Rohrprofil, welches nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

**[0036]** Wie in Figur 1 ersichtlich, weist das Rohrprofil an seinen beiden Enden kreisförmige Abschnitte 1 auf. Der Bereich, über den sich diese kreisförmigen Abschnitte erstrecken, ist mit a bezeichnet. An diesen Bereich a schließt sich ein weiterer Bereich b an. Dieser Bereich b ist ein Übergangsabschnitt, der kontinuierlich von dem Abschnitt a in den U-förmigen Mittelbereich c übergeht. Durch die erfindungsgemäße Verfahrensweise wird ein Rohrprofil der gezeigten Art erzeugt, wobei die Festigkeit R<sub>m</sub> im Bereich a mindestens 1000 MPa beträgt. In dem Bereich b beträgt die Festigkeit R<sub>m</sub> mindestens 600 MPa. Ebenso beträgt die Festigkeit im Bereich der Ohren 3a mindestens 600 MPa, während die Festigkeit in dem mittleren doppelwandigen U-förmigen Bereich c mit Ausnahme der Ohren 3a eine Festigkeit von mindestens 1000 MPa aufweist.

**[0037]** Die Erfindung ist nicht auf das Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern im Rahmen der Ansprüche zu betrachten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Rohrprofils als einer Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeuges zugehörigem Querträger für eine Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeugs, bei welchem ein Rohr aus einem lufthärtenden Stahl in einem ersten Verfahrensschritt austenitisiert wird, in einem zweiten Verfah-

rensschritt unter Beibehalt der Enden (1) mit kreisrundem Querschnitt der mittlere Bereich (2, 3) einstufig oder zweistufig mittels eines Werkzeugober- und -unterteils zu einem U-förmigen Querschnitt warm umgeformt wird, wobei die Übergangsbereiche (b) zwischen den kreisrunden Enden (1) und dem mittleren Bereich (2, 3) kontinuierlich vom kreisrunden zum U-förmigen Querschnitt übergehend ohne Werkzeugkontakt oder nur mit unterseitigen, einseitigem Werkzeugkontakt umgeformt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bei der Umformung des mittleren Bereiches (2, 3) gebildeten Ohren (3a) an den Rändern des U-förmigen Querschnitts während der Umformung frei von Berührung des Werkzeugober- und -unterteils gehalten werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die Warmumformung anschließend oder gleichzeitig mit der Warmumformung im mittleren Bereich eine Presshärtung durch Kühlung des Werkzeugober- und -unterteils erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umgeformte Rohrprofil im Anschluss an den Umformschnitt an Luft auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umgeformte Rohrprofil im Anschluss an den Umformschritt mit Wasserdampf abgekühlt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material des Rohrprofils vor der Austenitisierung korrosionshindernd beschichtet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austenitisierung und die Warmumformung unter Schutzgasatmosphäre vorgenommen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohrprofil auf etwa 930 ° C erwärmt und über mehrere Minuten auf dieser Temperatur gehalten wird, bevor die Warmumformung unmittelbar anschließend durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umgeformte Rohrprofil nach der Abkühlung gestrahlt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umgeformte Rohrprofil mit Glasperlen, Trockeneis oder Kugeln, insbesondere

Stahlkugeln oder Körnern, gestrahlt wird.

11. Rohrprofil als Querträger für eine Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeugs, bestehend aus einem Rohrprofil mit an den beiden Enden kreisförmigem Querschnitt (1), einem mittleren doppelwandigen U-förmigen Bereich (2, 3) und Übergangsabschnitten die von den kreisförmigen Enden (1) kontinuierlich in den U-förmigen Bereich (2, 3) übergehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohrprofil aus lufthärtendem Stahl besteht, an den beiden Enden eine Ringzone (a) mit einer Festigkeit von mehr als 800 MPa vorzugsweise von mehr als 1000 MPa aufweist, im Übergangsbereich (b) zwischen den Enden (a) und dem U-förmigen Bereich (c) eine Festigkeit von mindestens 500 MPa bis höchstens 800 MPa aufweist, im U-förmigen Bereich (c) eine Festigkeit von mindestens 800 MPa vorzugsweise 1000 MPa aufweist, und im Bereich der ohrförmigen Ränder (3a) des U-förmigen Bereichs (c) eine Festigkeit von 550 bis 750 MPa aufweist.
12. Rohrprofil nach Anspruch 11, hergestellt nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10.

#### Claims

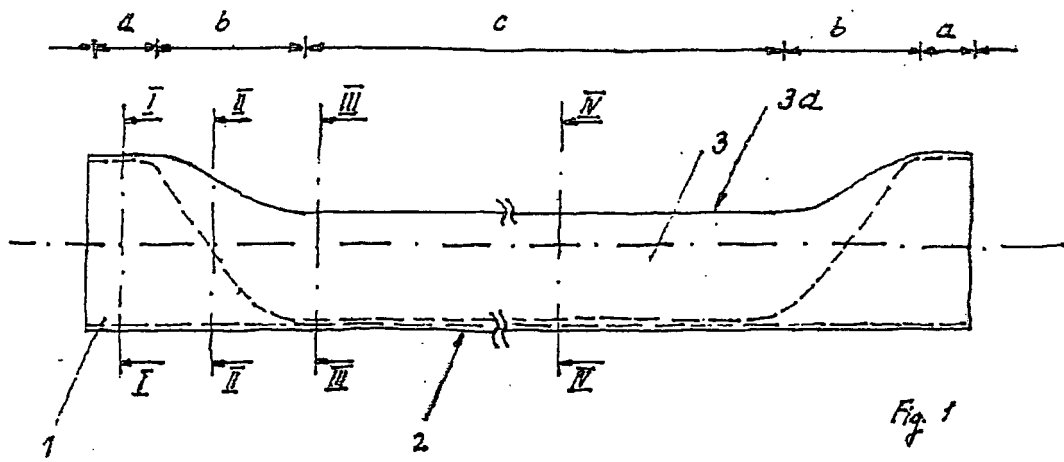
1. Method for producing a tubular profile as a cross-member allocated to a twist-beam rear axle of a heavy goods vehicle, for a twist-beam rear axle of a heavy goods vehicle, in which a tube made of an air-hardening steel is austenitized in a first method step, in a second method step the middle region (2, 3) is hot-formed to a U-shaped cross-section in one steps or two steps by means of a tool upper part and a tool lower part, while retaining the ends (1) with a circular cross-section, wherein the transition regions (b) between the circular ends (1) and the middle region (2, 3) are formed continuously, transforming from the circular cross-section to the U-shaped cross-section, without tool contact or only with tool contact on one side, the lower side.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the ears (3a), which are formed during the transformation forming of the middle region (2, 3), at the edges of the U-shaped cross-section, are kept free of contact with the upper and lower parts of the tool during the transformation forming.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** a press-hardening takes place following or simultaneously with the hot-forming, namely of the hot-forming in the middle region, by cooling of the tool upper part and the tool lower part.
4. Method according to any one of claims 1 to 3, **char-**

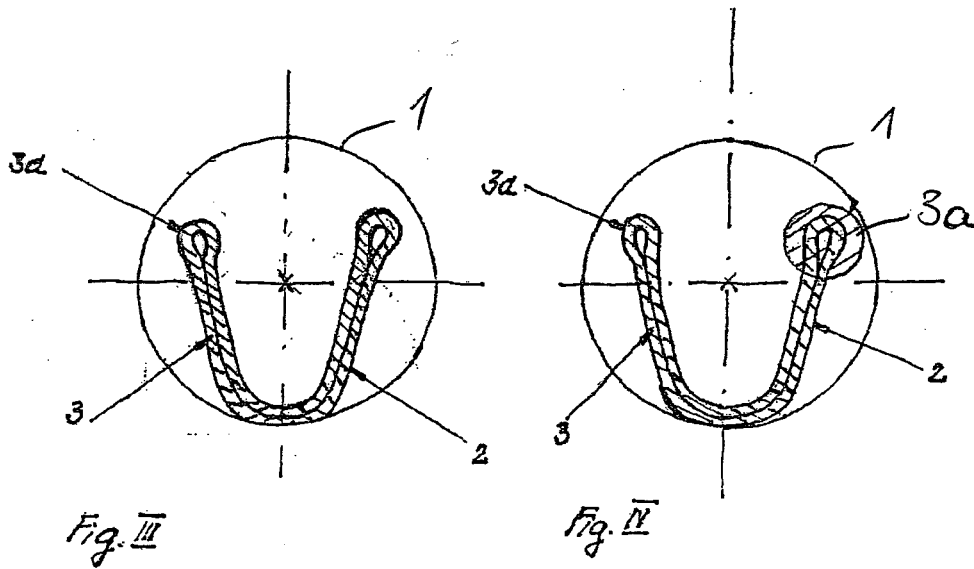
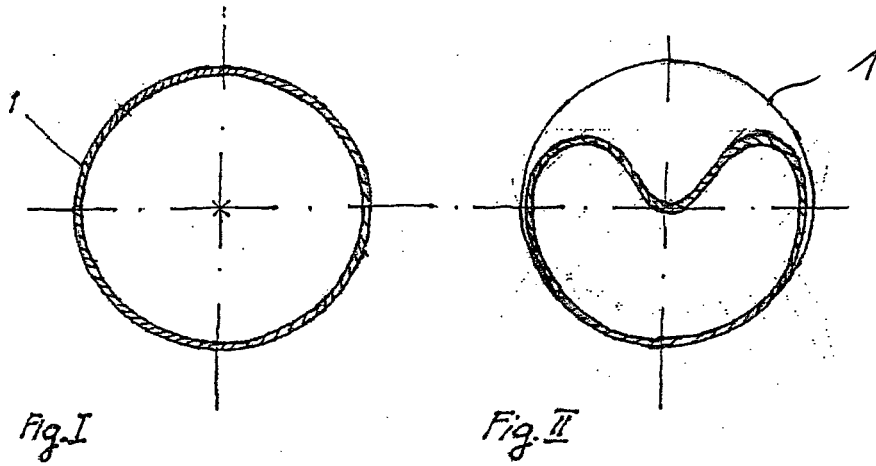
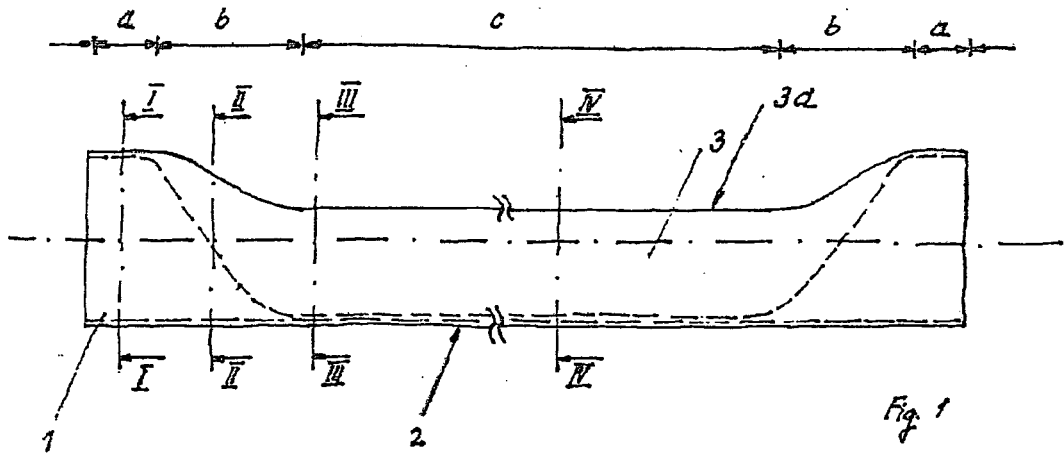
**acterised in that** the transformation-formed tubular profile is cooled by air to room temperature following the transformation forming step.

5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the transformation-formed tubular profile is cooled following the transformation forming step by a water mist.
6. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the material of the tubular profile is coated such as to prevent corrosion before the austenitization.
7. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the austenitization and the hot-forming are carried out under a protective or inert gas atmosphere.
8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the tubular profile is heated to approximately 930 °C and is held at that temperature for several minutes, before the hot transformation forming is carried out immediately afterwards.
9. Method according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the transformed tubular profile is shot-blasted after the cooling.
10. Method according to claim 9, **characterised in that** the transformed tubular profile is shot-blasted by glass beads, dry ice, or spheres, in particular steel spheres or grains.
11. Tubular profile for a twist-beam rear axle of a heavy goods vehicle, consisting of a tubular profile with a circular cross-section (1) at both ends, a middle double-walled U-shaped region (2, 3), and transition sections which transfer continuously from the circular ends (1) into the U-shaped region (2, 3), **characterised in that** the tubular profile consists of air-hardened steel, comprises at both ends a ring zone (a) with a strength of more than 800 MPa, preferably of more than 1000 MPa, exhibits in the transition region (b) between the ends (a) and the U-shaped region (c) a strength of at least 500 MPa and up to a maximum of 800 MPa, in the U-shaped region (c) exhibits a strength of at least 800 MPa, and preferably 1000 MPa, and in the region of the ear-shaped edges (3a) of the U-shaped region (c) exhibits a strength of 550 to 750 MPa.
12. Tubular profile according to claim 11, produced in accordance with the method according to any one of claims 1 to 10.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un profilé tubulaire en tant qu'essieu à traverse déformable en torsion d'un véhicule à moteur faisant partie d'une traverse pour un essieu à traverse déformable en torsion d'un véhicule à moteur, lors duquel un tube en acier durci à l'air est, au cours d'une première étape de procédé, austénitisé, au cours d'une seconde étape, la zone centrale (2, 3) est, en une ou deux phases, déformée à chaud en section en U en conservant les extrémités (1) avec une section ronde, à l'aide d'une partie supérieure et d'une partie inférieure d'un outil, les zones de transition (b) entre les extrémités rondes (1) et la zone centrale (2, 3) étant déformées en passant de manière continue de la section ronde à la section en forme de U, sans contact avec un outil ou uniquement avec un contact unilatéral avec l'outil du côté inférieur. 5
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les oreilles (3a) formés lors de la déformation de la zone centrale (2, 3) sur les bords de la section en forme de U sont maintenues pendant la déformation sans contact avec la partie supérieure et la partie inférieure de l'outil. 10
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, à la suite de la déformation à chaud ou simultanément à la déformation à chaud de la zone centrale, il se produit un durcissement à la presse, par refroidissement de la partie supérieure et de la partie inférieure de l'outil. 15
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le profil tubulaire déformé est, à la suite de l'étape de déformation, refroidi à l'air jusqu'à la température ambiante. 20
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le profilé tubulaire déformé est, à la suite de l'étape de déformation, refroidi avec un brouillard d'eau. 25
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le matériau du profilé tubulaire est recouvert d'une couche anti-corrosion avant l'austénitisation. 30
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'austénitisation et la déformation à chaud sont réalisées sous atmosphère gazeuse protégée. 35
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le profilé tubulaire est réchauffé à environ 930 °C et que cette température est maintenue pendant plusieurs minutes, avant que la déformation à chaud soit réalisée juste après. 40
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le profilé tubulaire déformé est grenailé après refroidissement. 45
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le profilé tubulaire déformé est grenailé avec des perles de verre, du riz sec ou des billes, notamment des billes d'acier ou un abrasif angulaire. 50
11. Profilé tubulaire en tant que traverse pour un essieu à traverse déformable en torsion d'un véhicule à moteur, constitué d'un profilé tubulaire avec une section ronde (1) aux deux extrémités, une zone centrale à double paroi en forme de U (2, 3) et des tronçons de transition qui passent de manière continue des extrémités rondes (1) à la zone en forme de U (2, 3), **caractérisé en ce que** le profilé tubulaire est constitué d'acier durci à l'air, présente aux deux extrémités une zone circulaire (a) avec une dureté de plus de 800 MPa, de préférence de plus de 1000 MPa, présente dans la zone de transition (b) entre les extrémités (a) et la zone en forme de U (c) une dureté d'au moins 500 MPa jusqu'à un maximum de 800 MPa, présente dans la zone en forme de U (C) une dureté d'au moins 800 MPa, de préférence de 1000 MPa, et présente dans la zone des bords (3a) en forme d'oreille de la zone (c) en forme de U, une dureté de 550 à 750 MPa. 55
12. Profilé tubulaire selon la revendication 11, fabriqué à l'aide du procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 10.





**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 0752332 A1 [0002]
- EP 1577404 B1 [0003]
- DE 102007002448 [0004]
- WO 2004033126 A [0005]
- DE 102004046119 [0006]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- lufthärtbarer Vergütungsstahl. November 2006 [0017]
- Salzgitter Flachstahl AG zu entnehmen beziehungsweise dem Werkstoffblatt 049 R. Januar 2009 [0017]