



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 017 373 B4** 2008.06.19

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 017 373.2**

(22) Anmeldetag: **11.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **18.10.2007**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **19.06.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B21K 1/44** (2006.01)  
**F16C 11/06** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

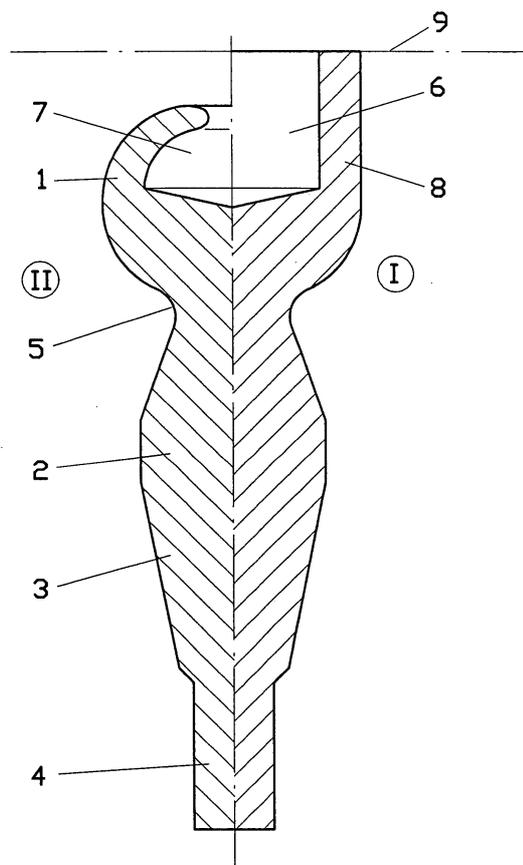
(73) Patentinhaber:  
**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:  
**Kruse, Jochen, Dr., 49088 Osnabrück, DE;**  
**Rosenberger, Klaus, 47800 Krefeld, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 199 55 768 A1**  
**DE 22 61 154 A1**  
**GB 9 11 029**  
**US 36 44 973**

(54) Bezeichnung: **Kaltumformverfahren zur Herstellung eines einbaufertigen Kugelzapfens**

(57) Hauptanspruch: Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Kugelzapfens als Bauelement eines Kugelgelenkes mit einem Kugelbereich, einem sich an den Kugelbereich in axialer Längsrichtung des Kugelzapfens anschließenden Halsbereich sowie an den Halsbereich an der dem Kugelbereich abgewandten Seite angrenzende konus- und/oder zylinderförmige Teilbereiche, bei dem durch einen mehrstufigen Fließpressvorgang die zylinder- und/oder konusförmigen Teilbereiche sowie der Kugelbereich ausgeformt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Kugelbereich (1) aus einem am Pressrohling vorhandenen zylinderförmigen Bereich (8) geformt wird, wobei die Trennebene (9) des Werkzeuges außerhalb der wirksamen Kugelfläche liegt, und dass der Halsbereich (5) als Kugelbereichshinterschneidung durch eine gesonderte Stufe des nicht durch Walzen ausgeführten Pressvorganges ausgebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kaltumformverfahren zur Herstellung eines einbaufertigen Kugelzapfens als Bauelement eines Kugelgelenkes mit einem Kugelbereich, einem sich an den Kugelbereich in axialer Längsrichtung des Kugelzapfens anschließenden Halsbereich sowie an den Halsbereich an der dem Kugelbereich abgewandten Seite angrenzende konus- und/oder zylinderförmige Teilbereiche, bei dem durch einen mehrstufigen Pressvorgang die zylinder- und/oder konusförmigen Teilbereiche sowie der Kugelbereich ausgeformt werden.

**[0002]** Die eingangs beschriebenen Kugelzapfen als Bauelemente eines Kugelgelenkes werden in vielen Bereichen der Technik, insbesondere in Lenkungsbaueinheiten und an Fahrwerkselementen von Kraftfahrzeugen eingesetzt. Die Herstellung der Kugelzapfen soll auf Grund der großen Stückzahlen kostengünstig sein, wobei gleichzeitig auf Grund des Einsatzes der zugehörigen Kugelgelenke in sicherheitsrelevanten Bereichen des Kraftfahrzeuges die geforderten Festigkeits- und Toleranzbreiten eingehalten werden sollen.

**[0003]** Die Herstellverfahren der genannten Kugelzapfen lassen sich prinzipiell in spanende sowie spanlose Herstellungsverfahren einteilen. Bei der spanenden Formgebung entstehen größere Mengen an Abfallmaterial, welche entsorgt werden müssen. Darüber hinaus besteht bei der spanenden Bearbeitung von Kugelzapfen der Nachteil, dass die als Abfall anfallende Materialmenge zunächst als Halbzeug gekauft werden muss.

**[0004]** Nachteilig ist außerdem, dass auf den heutzutage üblichen Werkzeugmaschinen keine Taktzeiten möglich sind, die wesentlich über eine Anzahl von acht Stück pro Minute hinausgehen. Bei der spanenden Formgebung ist es darüber hinaus notwendig, dass zumindest der Gewindebereich durch einen Roll- bzw. Walzvorgang bearbeitet wird, wobei zusätzlich zum Glätten des Kugelbereiches eine Roll- bzw. Walzoperation zum Finishing des Kugelbereiches gewählt wird, um die Anforderungen hinsichtlich Oberflächengüte und Maßhaltigkeit einzuhalten. Die Taktzeiten der Roll- bzw. Walzvorgänge liegen ebenfalls im Bereich von ca. 8 Stück pro Minute.

**[0005]** Darüber hinaus ist bei den zum Stand der Technik gehörenden Herstellverfahren nachteilig, dass die Kugelzapfen während ihrer aufeinander folgenden unterschiedlichen Bearbeitungsschritte an verschiedenen Bearbeitungsstationen in Behältern vorgehalten werden, wobei das Hineinfallen der einzelnen Bauteile zu unerwünschten Schlagstellen am Kugelbereich sowie den am Kugelzapfen vorhandenen konusförmigen Teilbereichen führen kann.

**[0006]** Die Investitionskosten für die Werkzeugmaschinen, die für die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Herstellung von Kugelzapfen notwendig sind, sind darüber hinaus nicht unerheblich.

**[0007]** Aus dem Stand der Technik sind auch Kugelzapfen bekannt, die mehrteilig ausgeführt sind, bei denen jedoch der Montageprozess und die Kontrolle der montierten Kugelzapfen äußerst kostenintensive Vorgänge sind, so dass eine derartige Herstellmethode für die Massenfertigung prinzipiell ungeeignet ist.

**[0008]** Alternativ zur spanenden Bearbeitung ist es im Stand der Technik bekannt, Kugelzapfen auf kaltem oder warmen Weg durch Pressen herzustellen. Die Pressvorgänge können in Richtung der Längsachse des Kugelzapfens, wobei üblicherweise ein Gratansatz an einem Ende des Kugelzapfenrohlings ausgebildet wird, oder waagrecht in einem zweiteiligen Presswerkzeug erfolgen, wobei ein Grat umlaufend um den gesamten Presskörperrohling entsteht. Die entstehenden Pressgrate werden dem Stand der Technik entsprechend durch eine spanende Nachbearbeitung entfernt. Somit entstehen auch bei einer spanlosen Ausformung des Kugelzapfens kosten- bzw. zeitintensive Arbeitsgänge bis zu dessen Fertigstellung.

**[0009]** Ein Pressverfahren als Alternative zur spanenden Bearbeitung ist beispielsweise aus der DE 23 17 334 bekannt. Dort wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Rundstäben mit einem kugelförmig verdickten Ende offenbart, bei dem in mehreren Herstellungsschritten der Kugelzapfen ausgeformt wird. Nachteilig bei dem dargelegten Verfahren ist es, dass der Kugelbereich des Kugelzapfens an seiner hochbeanspruchten Äquatoriallinie einen Gratansatz aufweist, welcher besonders aufwendig beseitigt werden muss. Darüber hinaus ist bei den beschriebenen Kugelzapfen gemäß der DE 23 17 334 die Ausbildung eines sich in axialer Längsrichtung des Kugelzapfens an den Kugelbereich anschließenden Halsbereiches nicht vorgesehen.

**[0010]** Um Kugelzapfen der eingangs geschilderten Art mit einem sich an den Kugelbereich anschließenden Halsbereich herzustellen, sind aus diesem Grunde im Rahmen der genannten Kaltumformverfahren auch Herstellmethoden bekannt geworden, wie beispielsweise aus der DE 103 56 111, bei der Kugelzapfen mittels Fließpressen hergestellt werden, wobei anschließend in mindestens einem weiteren Arbeitsgang mittels eines Walzverfahrens durch Abrollen von Formkörpern der Kugelbereich ausgeformt wird. Nachteilig an dem mittels Fließpressen hergestellten Kugelzapfen ist die Tatsache, dass die als Werkstoff eingesetzten Vergütungsstähle relativ teuer sind und durch den Vorgang des Vergütens auf

den fertig fließgepressten Kugelzapfen unerwünschte Schlagstellen entstehen können, da unmittelbar nach dem Vergüten die heißen bzw. weichen Kugelzapfen aus dem Heizofen in ein Abschreckmedium geschüttet werden.

**[0011]** Darüber hinaus ist bei dem Verfahren der DE 103 56 111 nachteilig, dass sich durch das Walzen des Halsbereiches in Verbindung mit der Ausformung des Kugelbereiches eine nicht unwesentliche Kaltverfestigung des Halses ergibt.

**[0012]** Die US 3,644,973 offenbart ein Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Kugelzapfens als Bauelement eines Kugelgelenks mit einem Kugelbereich, einem sich an den Kugelbereich in axialer Längsrichtung des Kugelzapfens anschließenden Halsbereich sowie an den Halsbereich an der dem Kugelbereich abgewandten Seite angrenzende konus- und/oder zylinderförmige Teilbereiche, bei dem durch einen mehrstufigen Pressvorgang die zylinder- und/oder konusförmigen Teilbereiche sowie der Kugelbereich ausgeformt wird. Der Kugelbereich wird dabei aus einem zylinderförmigen Bereich geformt, wobei jeweils zwei Werkzeugformhälften (**52**, **53** entsprechend **Fig. 4** und **5** oder **132**, **133** entsprechend **Fig. 8** und **9**) mit halbkugelförmigen Kavitäten den Kugelbereich während des Pressvorganges ausbilden. Die Trennebene der Werkzeughälften (**122**, **123**) zur Herstellung des zylinderförmigen Bereichs des Kugelzapfens befindet sich dabei außerhalb der wirksamen Kugelfläche. Dieser auf diese Art und Weise gefertigte Kugelzapfen weist allerdings keinen Halsbereich mit einer Kugelbereichshinterschneidung auf.

**[0013]** In der DE 22 61 154 A1 (2) ist ebenfalls ein Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Kugelzapfens als Bauelement eines Kugelgelenks mit einem Kugelbereich gezeigt, einem sich an den Kugelbereich in axialer Längsrichtung des Kugelzapfens anschließenden Halsbereich (**Auskehlung 13**) sowie an den Halsbereich (**13**) an der dem Kugelbereich abgewandten Seite angrenzende konus- und/oder zylinderförmige Teilbereiche, bei dem durch einen mehrstufigen Pressvorgang die zylinder- und/oder konusförmigen Teilbereiche sowie der Kugelbereich ausgeformt wird. Der Halsbereich oder die Auskehlung (**13**) wird allerdings ausschließlich durch kaltes Rollen hergestellt.

**[0014]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ausgehend von den verschiedenen Herstellungsmöglichkeiten für die geschilderten Kugelzapfen und den damit verbundenen unterschiedlichen Nachteilen ein Verfahren zur Herstellung von Kugelzapfen mit einem Kugelbereich, einem Halsbereich sowie angrenzenden konus- und/oder zylinderförmigen Teilbereichen bereitzustellen, bei dem die Stückzahl pro Zeiteinheit zur Herstellung einzelner Kugelzapfen

gesteigert werden kann, so dass die notwendigen Herstellkosten sich signifikant reduzieren lassen.

**[0015]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 offenbarte technische Lehre gelöst.

**[0016]** Erfindungswesentlich dabei ist es, dass der Kugelbereich aus einem am Pressrohling vorhandenen zylinderförmigen Bereich geformt wird, wobei die Trennebene des Werkzeuges außerhalb der wirksamen Kugelfläche liegt, und dass der Halsbereich als Kugelbereichshinterschneidung durch eine gesonderte Stufe des Pressvorganges ausgebildet wird.

**[0017]** Durch die Herstellung des Kugelzapfens als Gesamtbauteil inklusive des üblicherweise durch Walzen oder eine spanende Bearbeitung hergestellten Halsbereiches lassen sich die Herstellkosten nicht unwesentlich senken. Gegenüber den spanenden Herstellverfahren hat das erfindungsgemäße Kaltumformverfahren den Vorteil, dass ohne Anfall von Spänen nur durch einen Pressvorgang einbaufertige Kugelzapfen hergestellt werden können.

**[0018]** Darüber hinaus sind für die Bereitstellung der notwendigen Presswerkzeuge geringere Investitionsmittel als für diejenigen Einrichtungen zum Fließpressen mit anschließender Walzbehandlung der Kugelzapfen gewährleistet. Ausserdem lassen sich durch das Pressen der Kugelzapfen Stahlsorten, wie beispielsweise C-Mn-Stähle mit Mikrolegierungselementen, verwenden, deren Preis ca. EUR 100,00 bis EUR 150,00 pro Tonne niedriger ist als derjenige von üblicherweise eingesetzten Vergütungsstählen. Die Verwendung der genannten preiswerteren Stahlsorten erweist sich als möglich auf Grund der nicht notwendigen Wärmebehandlung des fertigen Kugelzapfens.

**[0019]** Hinsichtlich des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens ist es darüber hinaus vorteilhaft, dass durch die Pressumformung des Kugelbereiches aus einem Zylinderbereich heraus auch bei mehrstufigen Pressvorgängen die Rohlinge keinen durch eine eventuelle Werkzeugtrennung hervorgerufenen Versatz aufweisen. Außerdem lässt sich durch die außerhalb des Kugelzapfens liegende Werkzeugtrennung eine Gratbildung am Kugelzapfen vermeiden, der gegebenenfalls aufwändige Nacharbeiten notwendig machen würde. Vorteilhaft ist darüber hinaus, dass durch das Pressen des hinterschnittenen Halsbereiches zum einen die Festigkeit bzw. Dauerfestigkeit des Halsquerschnittes und zum anderen der Winkelausschlag des Gelenkes eingestellt werden können.

**[0020]** Da das erfindungsgemäße Verfahren mit signifikanten Kosteneinsparungen gegenüber allen im Stand der Technik bekannten anderen Herstellver-

fahren verbunden ist, besteht entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgedankens optional die Möglichkeit, die Kugel durch einen ergänzenden Walzvorgang des gepressten Kugelzapfens für besondere Anwendungsfälle in ihrer Toleranz hinsichtlich Oberflächengüte und Formgebung zusätzlich zu verbessern.

**[0021]** Darüber hinaus ist es möglich, den Halsbereich mittels eines Walzvorganges in Abhängigkeit des gepressten Hinterschnittdurchmessers umzuformen bzw. zu glätten, so dass zum einen der Winkelausschlag des Gelenkes und zum anderen die Dauerfestigkeit zusätzlich eingestellt werden können, ohne dass der verwendete Werkstoff zur Versprödung neigt. Darüber hinaus ist es möglich, das Glätten des Halsbereiches mit dem Glätten des zum Kugelzapfen gehörigen Kugelbereiches zu verbinden.

**[0022]** Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens kann der Zylinderabschnitt des Pressrohlings als Hohlzylinder ausgebildet sein. Dieses Merkmal erleichtert die Umformung des im fertigen Zustand den Kugelbereich bildenden Zylinderabschnitts. Es ergibt sich infolge des Hohlzylinders am freien Ende des Kugelzapfens, an dem der Kugelbereich angeordnet ist, ein Polloch, welches als Fettreservoir oder zur Aufnahme von Sensoren dienen kann. Wird die entsprechende Kavität bzw. der Hohlraum des Pollochs nicht genutzt, so lässt sie sich mit einem Plastikbauteil einfach und preiswert beispielsweise mittels einer Klippverbindung schließen.

**[0023]** Nachfolgend wird anhand eines Ausführungsbeispiels eines Kugelzapfens die Vorteilhaftigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens noch einmal erläutert.

**[0024]** Die Figur zeigt dabei schematisch als Halbschnitt zum einen den Kugelzapfen vor der abschließenden Ausformung des Kugelbereiches. Dieses Stadium ist mit der Bezugsziffer I gekennzeichnet. Der in der Zeichnung enthaltene Halbschnitt II zeigt den einbaufertigen Kugelzapfen nach Abschluss des Herstellvorganges.

**[0025]** Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, besitzt der Kugelzapfen mehrere Teilbereiche. An einem freien Ende gegenüberlegend dem Kugelbereich 1 befindet sich ein Gewindebereich 4, welcher zur Festlegung des Kugelzapfens, beispielsweise an einem karosserieeitigen Bauteil eines Kraftfahrzeuges dient. An den Gewindebereich 4 schließt sich ein konusförmiger Teilbereich 3 an, welcher in einen zylinderförmigen Bereich 2 übergeht. Zwischen dem zylinderförmigen Bereich 2 und dem Kugelbereich 1 befindet sich ein Halsbereich 5, welcher gegenüber dem Kugelbereich 1 hinterschnitten ist. Alle genannten Bereiche 1 bis 5 werden erfindungsgemäß mittels

eines Pressverfahrens hergestellt. Aus der Figur ist darüber hinaus ersichtlich, dass der Kugelbereich 1 vor dessen Ausformung infolge des abschließenden Pressschrittes als zylinderförmiger Bereich 8 ausgebildet ist und darüber hinaus einen materialfreien Innenraum 6 aufweist. Der so gebildete Hohlzylinder erleichtert den abschließenden Pressvorgang zur Herstellung des Kugelbereiches. Sollte sich der im Bildausschnitt II nach der abschließenden Kugelbereichsausformung ergebende Hohlraum 7 nicht als Fettreservoir oder für andere Anwendungen genutzt werden, so lässt sich dieser problemlos mittels einer in der Zeichnung nicht näher dargestellten Verschlusskappe aus Kunststoff verschließen.

**[0026]** Sollte es für besondere Anwendungsfälle notwendig sein, dass insbesondere der Kugelbereich 1 als auch der Halsbereich 5 des Kugelzapfens, wie auch gegebenenfalls der Konusbereich 3 besonderen Anforderungen hinsichtlich Glätte und Maßhaltigkeit genügen müssen, so lassen sich nach der kostengünstigen Herstellung entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren diese erhöhten Anforderungen mittels eines abschließenden Walzvorganges der angesprochenen Teilbereiche 3, 5 und 1 erreichen. Durch den Walzvorgang lassen sich zusätzlich die genannten Bereiche selbstverständlich verfestigen, ohne dass zusätzliche Wärmebehandlungen des verwendeten Stahlmaterials nötig sind. Als Material bietet sich in diesem Zusammenhang die Verwendung von C-Mn-Stahl mit Mikrolegierungselementen an, welcher gegenüber den üblicherweise notwendigen Vergütungsstählen wesentlich kostengünstiger zu beschaffen ist.

#### Bezugszeichenliste

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 | Kugelbereich             |
| 2 | Zylinderförmiger Bereich |
| 3 | Konusförmiger Bereich    |
| 4 | Gewindebereich           |
| 5 | Halsbereich              |
| 6 | Innenraum                |
| 7 | Hohlraum                 |
| 8 | Zylinderförmiger Bereich |
| 9 | Trennebene               |

#### Patentansprüche

1. Kaltumformverfahren zur Herstellung eines Kugelzapfens als Bauelement eines Kugelgelenkes mit einem Kugelbereich, einem sich an den Kugelbereich in axialer Längsrichtung des Kugelzapfens anschließenden Halsbereich sowie an den Halsbereich an der dem Kugelbereich abgewandten Seite angrenzende konus- und/oder zylinderförmige Teilbereiche, bei dem durch einen mehrstufigen Fließpressvorgang die zylinder- und/oder konusförmigen Teilbereiche sowie der Kugelbereich ausgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kugelbe-

reich (1) aus einem am Pressrohling vorhandenen zylinderförmigen Bereich (8) geformt wird, wobei die Trennebene (9) des Werkzeuges außerhalb der wirksamen Kugelfläche liegt, und dass der Halsbereich (5) als Kugelbereichshinterschneidung durch eine gesonderte Stufe des nicht durch Walzen ausgeführten Pressvorganges ausgebildet ist.

2. Kaltumformverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kugelzapfen aus einem C-Mn-Stahl mit Mikrolegierungselementen hergestellt wird.

3. Kaltumformverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zum Kugelbereich (1) umzuformende zylinderförmige Bereich (8) des Pressrohlings als Hohlzylinder ausgebildet wird.

4. Kaltumformverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beendigung des Pressvorganges der Kugelbereich (1) des Kugelzapfens durch einen Walzvorgang geglättet wird.

5. Kaltumformverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beendigung des Pressvorganges der Kugelbereich (1) des Kugelzapfens durch einen Walzvorgang verfestigt wird.

6. Kaltumformverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beendigung des Pressvorganges der Halsbereich (5) des Kugelzapfens durch einen Walzvorgang geglättet wird.

7. Kaltumformverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beendigung des Pressvorganges der Halsbereich (5) des Kugelzapfens durch einen Walzvorgang verfestigt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

