



(10) **DE 10 2013 220 038 A1** 2015.04.02

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 220 038.2**

(22) Anmeldetag: **02.10.2013**

(43) Offenlegungstag: **02.04.2015**

(51) Int Cl.: **F16C 11/06 (2006.01)**

B60G 7/02 (2006.01)

B62D 7/16 (2006.01)

(71) Anmelder:

**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen,
DE**

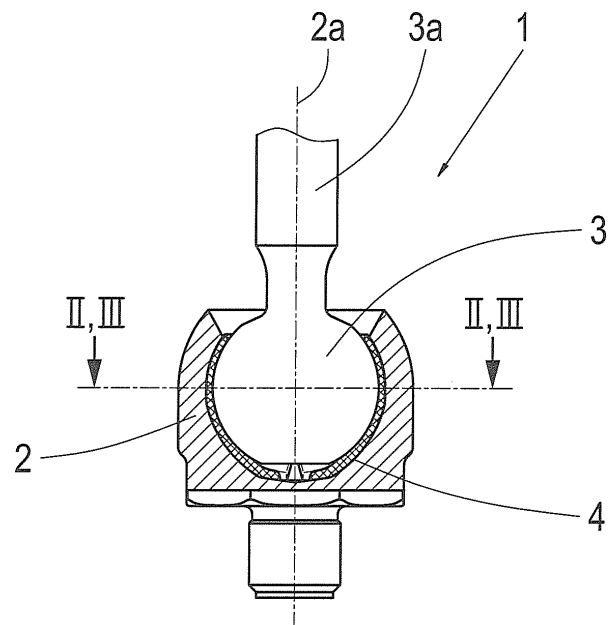
(72) Erfinder:

**Gräber, Jürgen, Dr., 32351 Stemwede, DE;
Rechtien, Martin, 49434 Neuenkirchen-Vörden, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kugelgelenk mit belastungsoptimierter Kugelschale**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kugelgelenk, insbesondere für eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeuges, mit einem Gehäuse (2), einer im Innenraum des Gehäuses (2) angeordneten Gelenkkugel (3) und einer zwischen diesen beiden angeordneten Kugelschale (4), die an ihrer Außenfläche (7) an der Gehäuseinnenfläche (6) und an ihrer Innenfläche (8) an der Kugeloberfläche (5) anliegt, wobei die Kugelschale (4) die Gelenkkugel (3) gleitbeweglich aufnimmt und derart elastisch ausgebildet ist, dass sich die Gelenkkugel (3) bei einer auf das Kugelgelenk (1) einwirkenden Kraft (11) gegenüber dem Gehäuse (2) verschieben kann. Erfindungsgemäß weist die Kugelschale (4) in zumindest einer durch den Kugelmittelpunkt (18) ausgebildeten Querschnittsansicht eine sich derart in Umfangsrichtung verändernde radiale Dicke auf, dass sich die einwirkende Kraft (11) in Umfangsrichtung insbesondere über größere Bereiche gleichmäßig auf die Kugelschale (4) verteilt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kugelgelenk gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 näher definierten Art. Des Weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung eines Kugelgelenks sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks.

[0002] Aus dem Stand der Technik bekannte Kugelgelenke umfassen ein Gehäuse, in dessen Inneren eine Kugel angeordnet ist. Die Kugel ist Teil eines Kugelzapfens, der aus einer Öffnung des Gehäuses nach außen ragt. Zwischen der Kugel und dem Gehäuse befindet sich eine Kugelschale, deren Dicke auf einem Umlauf um die gemeinsame Achse eine konstante Dicke aufweist. Wenn diese Kugelschale radial belastet wird, ergibt sich mit zunehmender Belastung des Zapfens bzw. der Kugel eine radiale Verschiebung der Kugel relativ zum Gehäuse. Diese Verschiebung erfolgt parallel zur Kraftrichtung und führt zu einer Stauchung der Kugelschale, die in Kraftrichtung maximal ist. In Querrichtung zur Kraft wird die Kugelschale nicht gestaucht und damit nicht belastet, weil hier die Verschiebung der Kugel parallel zur Oberfläche der Kugelschale erfolgt. Entlang des Umfangs bzw. Äquators der Kugel ändert sich die Stauchung und damit die Belastung der Kugelschale gemäß dem Vektoranteil der Oberflächennormalen zur Kraftrichtung. Die Kugelschale ist infolgedessen sehr inhomogen belastet, so dass insbesondere bei hohen Belastungen eine Überbelastung der Kugelschale in den höher belasteten Bereichen auftreten kann. Hierdurch kann eine dauerhafte Beschädigung des Kugelgelenks verursacht werden.

[0003] Die maximale Belastbarkeit von Kugelgelenken kann erhöht werden, wenn die Belastung gleichmäßiger auf alle Bereiche verteilt wird, so dass die Belastung über einen möglichst breiten Winkelbereich zwischen radialer Kraftrichtung – und den beiden orthogonal dazu verlaufenden Querrichtungen (Quer- und Hochachse) homogen verteilt ist. Die Hochachse entspricht dabei der Längsachse des Gelenkgehäuses. Für die parallel zur Längsachse gerichtete Hochachse, ist bekannt, dass die Dicke der Kugelschale nicht konstant ist, sondern entsprechend der unterschiedlichen Gehäuseinnenkonturen (zylindrische oder teilweise spärliche Konturen, Konturen mit einer Schräge oder Doppelschräge) zum Pol der Kugel hin ansteigende oder variable Wanddicken aufweist. Mit anderen Worten ist die Dicke der Kugelschale in Richtung der Hochachse variabel. Für die Querachse, die parallel zur Äquatorebene verläuft, weist die Wanddicke der Kugelschale nach dem Stand der Technik immer eine konstante Wanddicke auf, weil die Gehäuseöffnungen z.B. durch Bohren erzeugt werden und zur Hochachse radialsymmetrisch ausgebildet sind.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung die Belastbarkeit von Kugelgelenken zu erhöhen und diese kostengünstiger herzustellen.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 sowie der Merkmale des Verfahrensanspruchs 14 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und den Zeichnungen.

[0006] Es wird ein Kugelgelenk, insbesondere für ein Fahrwerksbauteil einer Radaufhängung eines Kraftfahrzeugs, vorgeschlagen, wobei das Kugelgelenk ein Gehäuse, eine im Innenraum des Gehäuses angeordnete Gelenkkugel und eine zwischen diesen beiden angeordnete Kugelschale aufweist. Die Gelenkkugel ist vorzugsweise Teil eines Kugelzapfens. Der Kugelzapfen ist hierbei in einem Anschlussbereich mit der Kugel, insbesondere einteilig, verbunden. Die Kugelschale liegt an ihrer Außenfläche an der Gehäuseinnenfläche und an ihrer Innenfläche an der Kugeloberfläche an. Infolgedessen ist die Innenfläche der Kugelschale vorzugsweise als Negativform der Kugeloberfläche ausgebildet. Die Kugelschale nimmt die Gelenkkugel gleitbeweglich auf. Des Weiteren ist die Kugelschale derart elastisch ausgebildet, dass sich die Gelenkkugel bei einer auf das Kugelgelenk einwirkenden Kraft gegenüber dem Gehäuse verschieben kann. Hierfür ist die Kugelschale vorzugsweise aus einem Kunststoff ausgebildet.

[0007] Die Kugelschale weist in zumindest einer Querschnittsansicht senkrecht zur Hochachse, insbesondere bei einem durch den Kugelmittelpunkt ausgebildeten Querschnitt, eine sich in Umfangsrichtung verändernde radiale Dicke auf. Die radiale Dicke der Kugelschale ist derart variabel ausgebildet, dass sich die einwirkende Kraft bezogen auf den Umfang gleichmäßig und besser, zumindest in einem hauptsächlich belasteten Bereich, auf die gesamte Kugelschale verteilt als bei einer Kugelschale mit umlaufend konstanter radialer Dicke.

[0008] Durch die in Umfangsrichtung variable Kugelschalendicke kann vorteilhafterweise die im Wesentlichen punktuell bzw. lokal angreifende Kraft auf einen größeren Flächenbereich der Kugelschale verteilt werden. Hierdurch kann eine gleichmäßigere Belastung der Kugelschale bewirkt werden, so dass insgesamt gesehen eine höhere maximale Belastbarkeit des Kugelgelenks bewirkt werden kann. Somit kann die Belastbarkeit eines derart ausgebildeten Kugelgelenks im Vergleich zu bekannten Kugelgelenken bei gleicher Nenngröße der Kugel um etwa 20–30 % erhöht werden. Des Weiteren kann die Baugröße eines Kugelgelenks reduziert werden, da diese nun zur Aufnahme der gleichen Kraft weniger stark dimensioniert sein muss. Infolgedessen können diese Kugelgelenke günstiger hergestellt werden. Auch kann

durch eine derartige variable radiale Dicke der Kugelschale die Lebensdauer von Kugelgelenken erhöht werden.

[0009] Das Kugelgelenk weist eine Hauptbelastungsachse und eine zu dieser orthogonal ausgerichteten Querachse auf. Je nach Art des Kugelgelenks, z.B. radial belastetes Winkelgelenk oder Tragelenk, ist die Hauptbelastungsachse unterschiedlich orientiert. So ist die Hauptbelastungsachse definitionsgemäß diejenige Achse des Kugelgelenks, in deren Richtung die Kraft, insbesondere die größte auftretende Kraft, wirkt. Um diese Kraft gleichmäßig auf einen größeren Bereich bzw. auf eine größere Oberfläche der Kugelschale verteilen zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Kugelschale im Querschnitt im Bereich der Hauptbelastungsachse dicker, insbesondere doppelt so dick, ausgebildet ist als im Bereich der Querachse.

[0010] Eine sehr gute Kraftverteilung sowie optimale Auslegung der Kugelschale kann bewirkt werden, wenn die radiale Dicke der Kugelschale in Umfangsrichtung von der Hauptbelastungsachse ausgehend in Richtung zur Querachse zumindest in einem Winkelbereich abnimmt. Vorzugsweise nimmt die radiale Dicke der Kugelschale von der Hauptbelastungsachse ausgehend jeweils in Richtung zur Querachse im Wesentlichen stetig oder kontinuierlich ab. Entsprechend dem Winkel zwischen Belastungsrichtung und lokalem Normalenvektor der Oberfläche ist ein Cosinus-förmiges Dickenprofil mit Maximum in Kraft-richtung (Hauptbelastungsrichtung) und Minimum in Querrichtung ideal. Damit ist gemeint, dass die Dicke oder mit anderen Worten die Materialstärke vom größten zum geringsten Querschnitt Cosinus-förmig abnimmt.

[0011] Eine unendliche dünne Lagerschale entspräche keiner Lagerschale, was zu tribologischen Nachteilen führt (z.B. Verklemmen der Kugel im Gehäuse). Eine in Querrichtung beliebig dünne Wandstärke kann die aufgrund von Toleranzlagen (Toleranzen, die der Fertigung von Kugel und Gehäuse zuzurechnen sind) von Kugel und Gehäuse unterschiedliche Überdeckung (Verklemmung oder Spiel) nicht mehr ausgleichen und kann die metallischen Oberflächen tribologisch nicht voneinander trennen. Weil eine beliebig dünne Lagerschale nicht herstellbar ist und letztendlich die Flächenanteile der Kugelschale in der Nähe der Querrichtung keine nennenswerten Kraftanteile aufnehmen, ist für das Dickenprofil in Querrichtung eine Abweichung vom Cosinusprofil und damit eine endliche Dicke vorteilhaft.

[0012] Vorteilhaft ist es, wenn der Winkelbereich, von der Krafrichtung bzw. Hauptbelastungsachse bis zur Querrichtung zwischen 30° und 80°, vorzugsweise 60°, beträgt. In diesem Winkelbereich kann zu beiden Seiten der Hauptbelastungsachse eine sehr gu-

te Verteilung der einwirkenden Kraft bewirkt werden, wenn die radiale Dicke der Kugelschale in diesem Bereich in Richtung der Querachse abnimmt.

[0013] Eine sehr gute Kraftverteilung kann erzeugt werden, wenn die Außenkontur der Kugelschale im Querschnitt in zumindest einem ihrer beiden Teilsegmente aus einem ersten und einem zweiten Teilkreis gebildet ist, die sich, vorzugsweise im Bereich des jeweiligen Endes des Winkelbereiches, schneiden. So kann hierdurch vorteilhafterweise der erste Teilkreis optimal zur Verteilung der einwirkenden Kraft ausgelegt werden. Der zweite Teilkreis kann hingegen derart dimensioniert werden, dass die Kugelschale in demjenigen Bereich, in dem sie durch die Kraft in Hauptbelastungsrichtung nicht nennenswert gestaucht wird, eine endliche Dicke aufweist, wodurch wiederum oben genannte Toleranz- und Fertigungsprobleme vermieden werden können.

[0014] Mit anderen Worten wird in dem Hauptbelastungsbereich ein erstes Teilsegment der Außenkontur der Kugelschale durch Verschiebung der Innenkontur in Krafrichtung erzeugt. Damit ist die in Krafrichtung projizierte Dicke der Kugelschale in diesem Teilsegment überall gleich. Außerhalb des Hauptbelastungsbereichs wird die Kugelschale nur geringfügig gestaucht und weist deshalb in ihrem zweiten Teilsegment eine endliche Dicke auf, wodurch wiederum Toleranz- und Herstellungsprobleme vermieden werden können.

[0015] Für eine gute Lastverteilung ist es vorteilhaft, wenn der Mittelpunkt des ersten Teilkreises zum Kugelmittelpunkt exzentrisch und auf der Hauptbelastungsachse angeordnet ist. Zusätzlich oder alternativ ist es vorteilhaft, wenn der Radius des ersten Teilkreises dem Kugelradius entspricht.

[0016] Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn der Mittelpunkt des zweiten Teilkreises zum Kugelmittelpunkt konzentrisch angeordnet ist und dass der Radius des zweiten Teilkreises größer als der Kugelradius ausgebildet ist. Hierdurch weist die Kugelschale auch in denjenigen Bereichen, in denen sie nicht bzw. nur geringfügig gestaucht wird, eine ausreichende Dicke auf, wodurch Toleranz- und Herstellungsprobleme vermieden werden können.

[0017] Um die Herstellungskosten der Gehäusekontur und letztlich des Kugelgelenks zu reduzieren, ist es vorteilhaft, wenn die durch die beiden Teilkreise gebildete idealisierte Kugelschale durch eine an diese angenäherte, jedoch leichter zu fertigende, Form ausgebildet ist. Dazu werden vorzugsweise im Übergangspunkt der beiden Teilsegmente bzw. Teilkreise die beiden Konturen angenähert, so dass diese vorzugsweise tangential ineinander übergehen. Aus dieser Vorgehensweise ergibt sich, dass die in Hauptbelastungsrichtung bzw. Krafrichtung projizierte bzw.

erzeugte Dicke im Hauptbelastungsbereich je nach Winkelbereich in etwa das 1- bis 3-fache der radialen Dicke außerhalb des Hauptbelastungsbereichs trägt.

[0018] Diesbezüglich ist es somit vorteilhaft, wenn die Außenkontur der Kugelschale in zumindest einem ihrer beiden Teilsegmente zumindest als Teil einer (s), insbesondere zum Kugelgelenkmittelpunkt konzentrischen, Ellipse oder Ovals ausgebildet ist. Hierbei bildet vorzugsweise die Hauptbelastungsachse die Hauptachse der Ellipse oder des Ovals. Derartige zumindest teilweise ellipsen- oder oval-förmigen Konturen können sehr genau und kostengünstig mit bekannten Fertigungsverfahren ausgebildet werden (z.B. CNC-Frästechnik).

[0019] Vorteilhaft ist es ferner, wenn die Außenkontur der Kugelschale als vollständige Ellipse oder ellipsenähnliche Kontur, insbesondere sich über beide Teilsegmente erstreckend, ausgebildet ist. Hierdurch kann ein einfach zu konstruierendes Dickenprofil der Kugelschale erzeugt werden, dass die im Wesentlichen punktuell bzw. lokal angreifende Kraft sehr gut auf eine ausreichend große Fläche der Kugelschale im Bereich der Hauptbelastungsachse zu verteilen vermag.

[0020] Bei dreidimensionaler Betrachtung der Kugelschale ist es vorteilhaft, wenn diese nicht nur in Querrichtung sondern auch in Richtung der Hoch- bzw. Längsachse als zumindest Teil eines Ellipsoids, eines Zylinders mit elliptischer Grundfläche oder eines Ovoides ausgebildet ist. Hierdurch kann die einwirkende Kraft nicht nur zweidimensional in Umfangsrichtung verteilt werden, sondern dreidimensional über eine Teilfläche des entsprechenden vorstehend genannten dreidimensionalen Körpers. Infolgedessen kann das Kugelgelenk noch höhere Belastungen aufnehmen. Da die Herstellung bzw. die Montage einer solchen Kugelschale aufwendiger werden, wenn entsprechende Gehäusekonturen in beiden Achsrichtungen umgesetzt werden, ist abzuwägen, ob obige Konturen nur in einer Achsrichtung z.B. zum Gehäuseboden genutzt werden und in die in Richtung der Hochachse, die Konturen parallel zur dieser Achsrichtung z.B. als Prisma mit elliptischer Grundfläche ausgeformt wird.

[0021] Vorteilhaft ist es, wenn die Gehäuseinnenkontur und/oder die Gehäuseinnenfläche der Negativform der Außenkontur und/oder der Außenfläche der Kugelschale entspricht. Hierdurch kann ein bündiges Anliegen der Kugelschale an der Gehäuseinnenkontur und/oder der Gehäuseinnenfläche sichergestellt werden, wodurch die ansonsten punktuell bzw. lokal angreifende Kraft auf einen größeren Bereich der Kugelschale verteilt werden kann. Die vorstehend verwendete Begrifflichkeit „Kontur“ beschreibt eine sich zweidimensional, insbesondere

in der Schnittansicht der Kugelschale, erstreckende Form, wohingegen die Begrifflichkeit „Fläche“ eine sich dreidimensionale erstreckende Form beschreibt.

[0022] Vorteilhaft ist es, wenn die Dicke der Kugelschale zwischen einem Bereich von 1 mm bis – 3 mm variiert. Aufgrund dieser geringen Unterschiede können vorteilhafterweise weiterhin kreisrunde Deckel bzw. Verschlussringe eingesetzt werden. Das Verhältnis der kleinsten zur größten Wandstärke (Dicke) der Kugelschale beträgt somit etwa 1:3.

[0023] Um Wärmeausdehnungen des Kugelgelenks kompensieren zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Kugelschale einen oder mehrere Schlitze aufweist, die in Umfangsrichtung der Kugel voneinander beabstandet sind. Es versteht sich, dass die Schlitze sich im Wesentlichen nicht in Hauptbelastungsrichtung erstrecken. Da die Kugelschale in Querrichtung kaum belastet wird und eigentlich beliebig dünn sein kann, ist es vorteilhaft, die Schlitze in Querrichtung zu positionieren. Durch die Schlitze kann ein Verkleben der Gelenkkugel durch die Kugelschale vermieden werden, da sich die Kugelschale aufgrund der Schlitze in einem gewissen Toleranzbereich bei Erwärmung in Umfangsrichtung ausdehnen kann.

[0024] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zu Herstellung eines Gehäuses für ein zuvor genanntes Kugelgelenk. Dabei ist eine von einer kreisrunden Innenkontur abweichende, insbesondere elliptische bzw. ovale Innenkontur bevorzugt, so dass eine in Hauptbelastungsrichtung verstärkte Kugelschale mit elliptischer bzw. ovaler Außenkontur aufgenommen werden kann. Das Gehäuse wird bevorzugt mittels Kaltumformung erstellt. Insbesondere wird das Gehäuse ohne spanende Bearbeitung oder Nachbearbeitung der Innenkontur erstellt. Die passgenaue Innenkontur wird in einem oder wenigen Umformvorgängen, insbesondere in einem finalen Umformvorgang, erstellt. Beim letzten oder einzigen Umformvorgang wird die Innenkontur kalibriert (auf Endmaß gebracht). Damit ist eine besonders kostengünstige Herstellung eines Gehäuses bzw. letztlich des gesamten Kugelgelenks ermöglicht. Alternativ kann die Innenkontur mittels spanender Bearbeitung z.B. mittels NC-Frästechnik hergestellt werden.

[0025] Bevorzugt wird das Kugelgelenk mit seiner speziellen Gehäuseinnenkontur als Winkel-, Radial-, Trag- oder Hülsengelenk erstellt. Das Kugelgelenk wird in seinen verschiedenen Ausbildungen in Fahrwerksbauteilen wie z.B. Zweipunktkern, Mehrpunktkern oder dergleichen verwendet.

[0026] Hinsichtlich des Kaltumformverfahrens ist es vorteilhaft, wenn das Kugelgelenk als ein Einpressgelenk, insbesondere als Hülsengelenk, gefertigt ist, wobei das Gehäuse eine zylinderförmige Außenfläche aufweist, an der eine Nut oder Abflachung (z.B.

Schlüsselfläche) zur Einbauorientierung ausgebildet ist. Gehäuse von Hülsengelenken lassen sich aufgrund ihrer symmetrischen Ausbildung besonders günstig im Kaltumformverfahren herstellen.

[0027] Ein Kugelgelenk weist eine Polachse und einen Äquator auf. Hierbei erstreckt sich definitionsgemäß die Polachse zwischen den beiden voneinander beabstandeten Polen der Gelenkkugel, wobei einer dieser beiden Pole im Verbindungsbereich mit dem Kugelzapfen angeordnet ist. Der Äquator erstreckt sich zur Polachse konzentrisch und orthogonal ausgerichtet in der Mittelebene der Gelenkkugel. Die Orientierung der Polachse und des Äquators entspricht dem nicht ausgelenkten Zustand des Kugelgelenks.

[0028] Vorteilhaft ist es wenn das Kugelgelenk als radial belastetes, z.B. Winkel- oder Führungsgelenk ausgebildet ist, wobei in diesem Anwendungsfall eine zur Polachse quer, insbesondere orthogonal ausgerichtete Hauptbelastungsachse in der Äquatorebene liegt. Zusätzlich oder alternativ ist es ferner vorteilhaft, wenn das Kugelgelenk als Traggelenk ausgebildet ist, wobei hier die Hauptbelastungsachse zwischen Pol- und Äquatorebene liegt.

[0029] Nachfolgend ist die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0030] Fig. 1 ein Kugelgelenk in teilgeschnittener Ansicht,

[0031] Fig. 2 ein Kugelgelenk gemäß Fig. 1 im Schnitt entlang der Schnittrlinie II-II,

[0032] Fig. 3 eine spezielle Teilansicht Kugelschale in im Schnitt gemäß der Schnittrlinie III-III.

[0033] Fig. 1 zeigt ein Kugelgelenk **1** in teilgeschnittener Ansicht mit einem Gehäuse **2** und einer an einem Kugelzapfen **3a** endseitig angeordneten Kugel **2**. Zwischen der Kugel **3** und dem Gehäuse **2** ist eine Kugelschale **4** vorgesehen. Das Kugelgelenk **1** ist in nicht ausgelenkter Darstellung gezeigt. Die Längsachse **2a** des Gehäuses **2** liegt auf der Längs- und Symmetrieachse des Kugelzapfens **2a**. Es sind Schnittrlinien II-II und III-III dargestellt, die auf die Fig. 2 und Fig. 3 verweisen.

[0034] Fig. 2 zeigt ein Kugelgelenk **1** im Querschnitt. Das Gehäuse **2** weist eine kugel-förmige Außenfläche auf, an der eine Nut **24** zur Einbauorientierung ausgebildet ist. Die Gelenkkugel **3** ist im Innenraum des Gehäuses **2** angeordnet. Die Gelenkkugel **3** ist als Teil eines in Fig. 1 dargestellten Kugelzapfens **2a** ausgebildet. Die Kugelschale **4** ist in radialer Richtung zwischen der Gelenkkugel **3** und dem Gehäuse **2** angeordnet. Die Gelenkkugel **3** weist eine sphärisch ausgebildete Kugeloberfläche **5** auf. Im Gegensatz dazu weist das Gehäuse **2** eine davon abwei-

chende Gehäuseinnenfläche **6** auf, die im Folgenden noch näher beschrieben wird. Die Kugelschale **4** liegt an ihrer Außenfläche **7** bündig an der Gehäuseinnenfläche **6** an. Des Weiteren liegt die Kugelschale **4** mit ihrer Innenfläche **8** derart an der Kugeloberfläche **5** an, dass die Gelenkkugel **3** gleitbeweglich von der Kugelschale **4** aufgenommen ist. Mögliche Schmier-nuten sind nicht dargestellt.

[0035] Das Kugelgelenk **1** weist eine Hauptbelastungsachse **9** und eine zu dieser orthogonal ausgerichtete Querachse **10** auf. Des Weiteren weist das Kugelgelenk eine Hochachse **2a** auf, die mit der Längsachse des Gehäuses übereinstimmt. Die Hauptbelastungsachse **9** ist derart definiert, dass in ihrer Richtung eine äußere Kraft **11** auf das Kugelgelenk **1** einwirkt. Die Kugelschale **4** ist derart elastisch ausgebildet, dass sich die Gelenkkugel **3** bei dieser Krafteinwirkung relativ zum Gehäuse **2** verschiebt.

[0036] Aus dem Stand der Technik bekannte Kugelschalen **4** weisen eine in Umfangsrichtung konstante radiale Dicke auf. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die Kugelschale **4** von der im Wesentlichen punktuell bzw. lokal angreifenden Kraft **11** im Bereich der Hauptbelastungsachse **9** sehr stark und in den von der Hauptbelastungsachse **9** beabstandeten Bereichen eher weniger stark belastet wird. Infolgedessen kann im Bereich der Hauptbelastungsachse **9** eine Überbelastung der Kugelschale **4** auftreten.

[0037] Zur Vermeidung dieses Problems weist die Kugelschale **4** gemäß Fig. 2 in der dort dargestellten Querschnittsansicht eine sich derart in Umfangsrichtung verändernde radiale Dicke auf, dass sich die einwirkende Kraft **11** in Umfangsrichtung gleichmäßig auf einen größeren Bereich der Kugelschale **4** verteilt. Hierfür ist die Kugelschale **4** im Querschnitt im Bereich der Hauptbelastungsachse **9** etwas doppelt so dick ausgebildet als im Bereich der Querachse **10**. Gemäß dem in Fig. 2 dargestellten konkreten Ausführungsbeispiel der Kugelschale **4** weist diese eine in dieser Ebene elliptisch ausgebildete Außenkontur **12** auf. Das Gehäuse **2** weist eine Gehäuseinnenkontur **23** und/oder Gehäuseinnenfläche **6** auf, die als Negativform der Außenkontur **12** und/oder Außenfläche **7** der Kugelschale **4** ausgebildet sind. Die Begrifflichkeit „Kontur“ bezeichnet hierbei eine sich gemäß der in Fig. 2 dargestellten Schnittansicht zweidimensional erstreckende Form, wohingegen die Begrifflichkeit „Fläche“ im Folgenden für dreidimensionale Formen verwendet wird.

[0038] Gemäß Fig. 2 nimmt die radiale Dicke der Kugelschale **4**, bei Betrachtung lediglich einer der beiden Teilsegmente, in Umfangsrichtung von der Hauptbelastungsachse **9** ausgehend in Richtung der Querachse **10** über einen Winkelbereich **13** stetig ab. Der Winkelbereich **13** beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel im Wesentlichen 60°, wobei auch

Winkelbereiche zwischen 30° und 80 ° denkbar wären. Durch die elliptische Form der Außenkontur **12** der Kugelschale **4** wird die im Wesentlichen punktuell bzw. lokal angreifende Kraft **11** im Winkelbereich **13** zu beiden Seiten der Hauptbelastungsachse **9** im Wesentlichen gleichmäßig verteilt, so dass Überbelastungen der Kugelschale **4** vermieden werden. Die auf den Umfangs- und/oder Flächenbereich der Kugelschale **4** aufgeteilte Kraft **14** ist in der **Fig. 2** mit im Vergleich zur Kraft **11** kleineren, zueinander gleichlangen Pfeilen angedeutet.

[0039] **Fig. 3** zeigt eine schematische Schnittdarstellung der Kugelschale **4** in einer Teilsegmentansicht. Wie bereits vorstehend erläutert, ist das entscheidende, dass die Kugelschale **4** in demjenigen Bereich, indem die Kraft **11** eingeleitet wird (vergl. **Fig. 2**), eine größere radiale Dicke aufweist als in den beidseitig von der Hauptbelastungsachse **9** beabstandeten Bereichen.

[0040] Gemäß einem in **Fig. 3** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der Kugelschale **4** kann eine optimale Verteilung der Kraft **11** auf die Kugelschale **4** dadurch bewirkt werden, wenn sich die Kugelschale **4** bzw. deren Außenkontur **12a** im Querschnitt in der hier dargestellten Halbsegmentansicht aus einem ersten Teilkreis **15** und einem zweiten Teilkreis **16** zusammensetzt. Hierbei ist der Mittelpunkt **17** des ersten Teilkreises **15** zum Kugelmittelpunkt **18** versetzt exzentrisch angeordnet. Des Weiteren liegt der Mittelpunkt **17** des ersten Halbkreises **15** auf der Hauptbelastungsachse **9**. Zur optimalen Radialdickenanpassung ist der Radius des ersten Halbkreises **15** gleich dem Kugelradius ausgebildet.

[0041] Im Gegensatz dazu ist der Mittelpunkt **19** des zweiten Teilkreises **16** konzentrisch zum bzw. auf dem Kugelmittelpunkt **18** angeordnet. Der Radius des zweiten Teilkreises **16** ist jedoch größer als der Kugelradius ausgebildet. Die beiden Teilkreise **15**, **16** schneiden sich jeweils in der vorliegend dargestellten Halbsegmentdarstellung in einem ersten und zweiten Schnittpunkt **20**, **21** und bilden so die Außenkontur **12a** aus. Vorzugsweise sind diese beiden Schnittpunkte **20**, **21** jeweils ausgehend von der Hauptbelastungsachse **9** in Richtung der Querachse **10** am Ende des jeweiligen Winkelbereiches **13** – von denen vorliegend nur einer eingezeichnet ist – ausgebildet. Eine derartige, aus dem ersten und zweiten Teilkreis **15**, **16** zusammengesetzte, Außenkontur **12a** bewirkt eine sehr gute Verteilung der Kraft **11** über den Winkelbereich **13**. Die Außenkontur ist hier allerdings konstruiert dargestellt.

[0042] Gemäß einem, ebenfalls in **Fig. 3** dargestellten, alternativen zweiten Ausführungsbeispiel der Kreisschale **4** weist deren Außenkontur **12b** eine elliptische Form auf. Diese elliptische Außenkontur **12b** ist an das erste Ausführungsbeispiel Außenkontur

12a angenähert. Aufgrund der elliptischen Form kann jedoch die Außenkontur **12b** der Kugelschale **4** leichter hergestellt werden, wobei nur geringe Einbußen in Bezug auf die Kraftverteilung hingenommen werden müssen. Der Schnittpunkt **21** ist mit anderen Worten bei der Herstellung der Kugelschale auf die Außenkontur **12b** verschoben, so dass sich ein insgesamt homogener Verlauf der Außenkontur ergibt.

[0043] Die in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellte elliptische Außenkontur **12** der Kugelschale **4** bildet bei dreidimensionaler Betrachtung die Außenfläche **7** der Kugelschale **4** aus. Diese Außenfläche **7** kann in einem hier nicht dargestellten Ausführungsbeispiel als Ellipsoid oder als Zylinder mit elliptischer Grundfläche ausgebildet sein. Hierdurch kann im Falle des Ellipsoids die Kraftverteilung nicht nur zweidimensional in Umfangsrichtung sondern dreidimensional auf eine entsprechende Kraftaufnahme­fläche der Kugelschale **4** verteilt werden. Es ist vorteilhaft den dreidimensionalen Hohlraum des Gehäuses bzw. die Innenkontur derart auszuführen, dass der bodenseitige Halbraum als Ellipsoid und der Halbraum zur Gehäuseöffnung hin als Zylinder mit elliptischer Grundfläche ausgebildet ist. Diese Form ist günstig mittels Kaltumformen herstellbar.

[0044] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Abwandlungen im Rahmen der Patentansprüche sind ebenso möglich wie eine Kombination der Merkmale, auch wenn diese in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen dargestellt und beschrieben sind.

Bezugszeichenliste

1	Kugelgelenk
2	Gehäuse
2a	Längsachse, Hochachse
3	Gelenkkugel
4	Kugelschale
5	Kugelo­berfläche
6	Gehäuseinnenfläche
7	Außenfläche der Kugelschale
8	Innenfläche der Kugelschale
9	Hauptbelastungsachse, Hauptbelastungsrichtung
10	Querachse
11	Kraft
12, 12a, 12b	Außenkontur der Kugelschale
13	Winkelbereich
14	Aufgeteilte Kraft
15	Erster Teilkreis
16	Zweiter Teilkreis
17.	Mittelpunkt des ersten Teilkreises
18	Kugelmittelpunkt
19	Mittelpunkt des zweiten Teilkreises

20	Erster Schnittpunkt
21	Zweiter Schnittpunkt
22	Innenkontur Kugelschale
23	Gehäuseinnenkontur
24	Nut

Patentansprüche

1. Kugelgelenk, insbesondere für eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeuges, mit einem Gehäuse (2), einer im Innenraum des Gehäuses (2) angeordneten Gelenkkugel (3) und einer zwischen diesen beiden angeordneten Kugelschale (4), die an ihrer Außenfläche (7) an der Gehäuseinnenfläche (6) und an ihrer Innenfläche (8) an der Kugeloberfläche (5) anliegt, wobei die Kugelschale (4) die Gelenkkugel (3) gleitbeweglich aufnimmt und derart elastisch ausgebildet ist, dass sich die Gelenkkugel (3) bei einer auf das Kugelgelenk (1) einwirkenden Kraft (11) gegenüber dem Gehäuse (2) verschieben kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kugelschale (4) in zumindest einer durch den Kugelmittelpunkt (18) ausgebildeten Querschnittsansicht eine sich derart in Umfangsrichtung verändernde radiale Dicke aufweist, dass sich die einwirkende Kraft (11) in Umfangsrichtung, insbesondere in einem vorzugsweise vergrößerten Teilbereich, gleichmäßig auf die Kugelschale (4) verteilt.

2. Kugelgelenk nach dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kugelgelenk (1) eine Hauptbelastungsachse (9) und eine zu dieser orthogonal ausgerichteten Querachse (10) aufweist, wobei bei Einwirken einer Kraft (11), die im Wesentlichen in Richtung der Hauptbelastungsachse (9) wirkt, die Kugelschale (4) im Querschnitt im Bereich der Hauptbelastungsachse (9) dicker, insbesondere doppelt so dick, ausgebildet ist als im Bereich der Querachse (10).

3. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die radiale Dicke der Kugelschale (4) in zumindest einem ihrer beiden durch die Querachse (10) gebildeten Teilsegmente in Umfangsrichtung von der Hauptbelastungsachse (9) ausgehend in Richtung der Querachse (10) zumindest in einem Winkelbereich (13), insbesondere im Wesentlichen kontinuierlich, abnimmt.

4. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Winkelbereich (13) zwischen 30° und 80°, vorzugsweise 60°, beträgt.

5. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenkontur (12a) der Kugelschale (4) im Querschnitt in zumindest einem ihrer beiden Teilsegmente aus einem ersten und einem zweiten Teilkreis (15;

16) gebildet ist, die sich, vorzugsweise im Bereich des jeweiligen Winkelbereiches (13), schneiden.

6. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mittelpunkt (17) des ersten Teilkreises (15) zum Kugelmittelpunkt (18) exzentrisch und auf der Hauptbelastungsachse (9) liegend angeordnet ist und/oder dass der Radius des ersten Teilkreises (15) dem Kugelradius entspricht.

7. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mittelpunkt des zweiten Teilkreises (16) zum Kugelmittelpunkt (18) konzentrisch angeordnet ist und/oder dass der Radius des zweiten Teilkreises (16) größer als der Kugelradius ausgebildet ist.

8. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenkontur (12b) der Kugelschale (4) im Querschnitt in zumindest einem ihrer beiden Halbsegmente zumindest als Teil einer(s), insbesondere zum Kugelmittelpunkt (18) konzentrischen, Ellipse oder Ovals ausgebildet ist, wobei vorzugsweise die Hauptbelastungsachse (9) die Hauptachse der Ellipse oder Ovals bildet.

9. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenfläche (7) der Kugelschale (4) in zumindest einem ihrer beiden Halbsegmente als zumindest Teil eines Ellipsoids, eines Zylinders mit elliptischer Grundfläche oder eines Ovoides ausgebildet ist.

10. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gehäuseinnenkontur (23) und/oder die Gehäuseinnenfläche (6) der Negativform der Außenkontur (12) und/oder der Außenfläche (7) der Kugelschale (4) entspricht.

11. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke der Kugelschale (4) zwischen einem Bereich von 1 mm bis 3 mm variiert.

12. Kugelgelenk nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (2) eine Außenfläche aufweist, an der eine Nut (24) oder Abflachung zur Einbauorientierung ausgebildet ist.

13. Verwendung eines Kugelgelenks nach einem der vorherigen Ansprüche in Fahrwerksbauteilen für Kraftfahrzeuge, insbesondere in radial belasteten Gelenken oder Mehrpunktlenkern.

14. Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks nach einem der vorherigen Ansprüche von 1 bis

12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (2) und seine, insbesondere elliptische oder ovale, Gehäuseinnenkontur (23) durch ein einstufiges oder mehrstufiges Kaltumformverfahren erstellt wird.

15. Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gehäuseinnenkontur (23) ausschließlich ohne spanende Bearbeitung erstellt wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

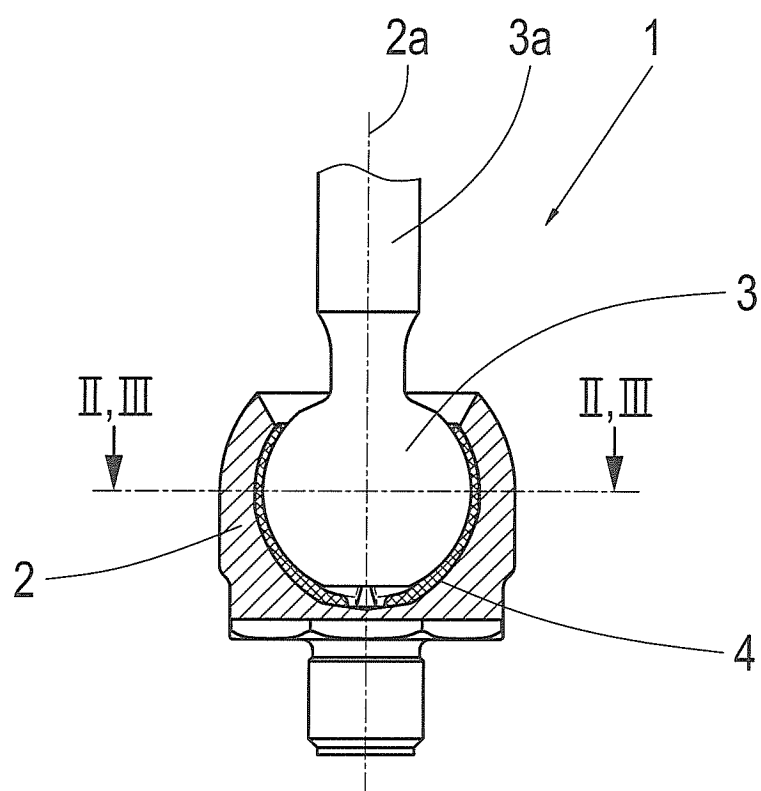


Fig. 1

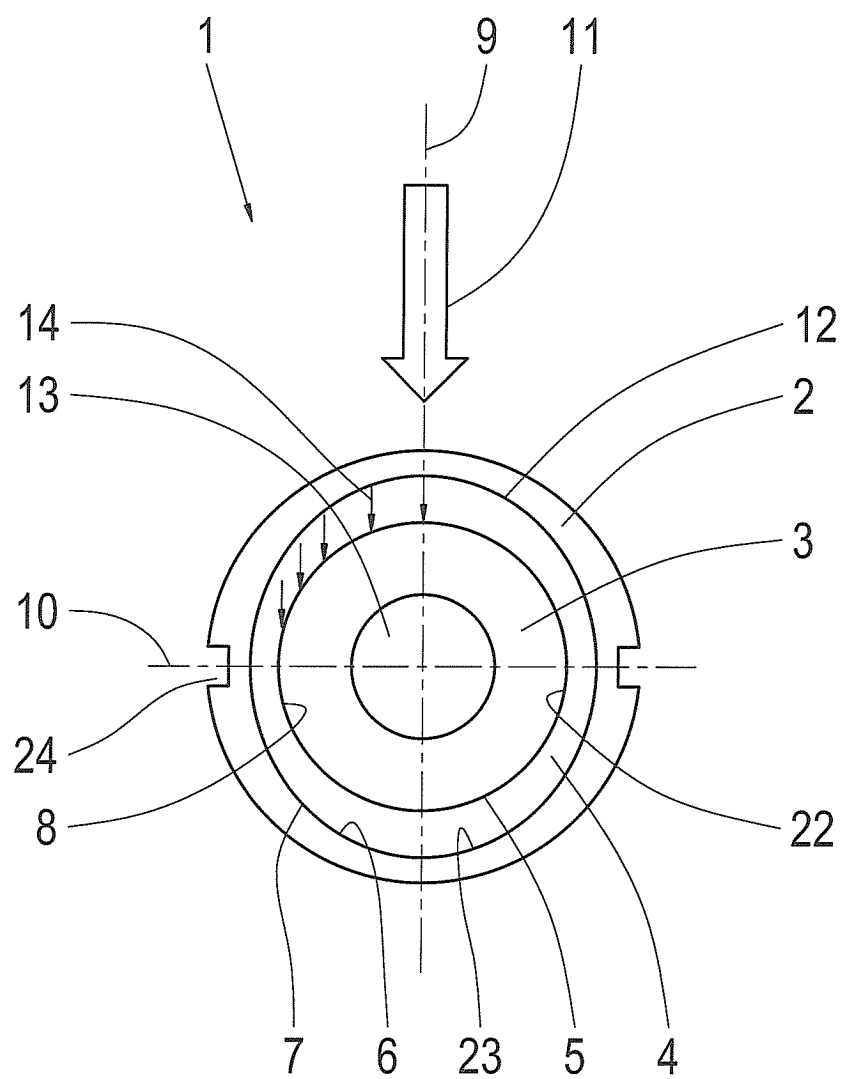


Fig. 2

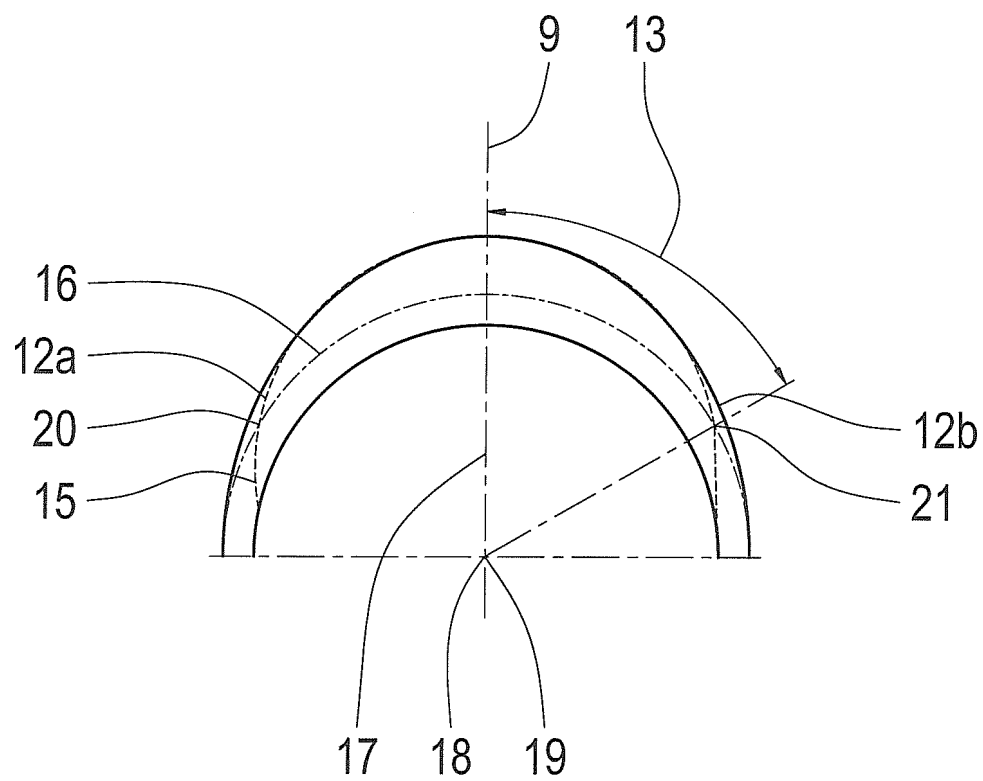


Fig. 3