



(10) **DE 10 2013 106 868 B3** 2014.10.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 106 868.5**
(22) Anmeldetag: **01.07.2013**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.10.2014**

(51) Int Cl.: **F16D 3/22 (2006.01)**
F16D 3/205 (2006.01)

Innerhalb von neun 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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
GKN Driveline International GmbH, 53797 Lohmar, DE

(74) Vertreter:
KNH Patentanwälte Kahlhöfer Neumann Rößler Heine, 40476 Düsseldorf, DE

(72) Erfinder:
Beigang, Wolfgang Manfred, 53819 Neunkirchen-Seelscheid, DE; Brochheuser, Ulrich, 53819 Neunkirchen-Seelscheid, DE; Eryilmaz, Orkan, 53797 Lohmar, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 06 727	B4
US	2002 / 0 115 491	A1
EP	1 008 777	A2
EP	1 505 308	A1

(54) Bezeichnung: **Gelenkinnenteil sowie Rollenkörper eines Tripode-Gleichlaufgelenks**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Gelenkinnenteil (1) eines Tripode-Gleichlaufgelenks (2), umfassend eine Nabe (3) mit einer Drehachse (4) und drei Zapfen (5), die sich von der Nabe (3) in einer radialen Richtung (6) nach außen erstrecken und einen an der Nabe (3) sich anschließenden Übergangsbereich (58) sowie einen Lagerbereich (59) aufweisen, wobei folgendes gilt:

– die ballige Umfangsfläche (9) jedes Zapfens (5) bildet eine in der ersten Ebene (8) verlaufende erste Mantellinie (10), wobei eine Inkugel (13) mit einem Inkugel-Radius (19) vorgegeben ist, die die gegenüberliegenden Kontaktpunkte (52) der ersten Mantellinie (10) kontaktiert;

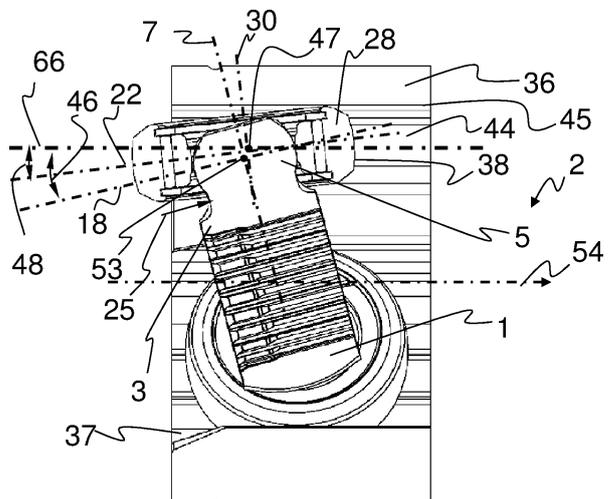
– die erste Mantellinie (10) jedes Zapfens (5) verläuft zumindest in, an dem jeweiligen Kontaktpunkt (52) jeweils angrenzenden, ersten Winkelbereichen (20) außerhalb der Inkugel (13);

– eine zweite Mantellinie (15) in einer zweiten Ebene (16) vorliegt; und

– die zweite Mantellinie (15) die Inkugel (13) nur auf der Höhe (11) des größten Durchmessers (12) des Zapfens (5) in Berührungspunkten (60) berührt und zumindest in, an dem jeweiligen Berührungspunkt (60) jeweils angrenzenden zweiten Winkelbereichen (34) innerhalb der Inkugel (13) verläuft.

Die Erfindung betrifft weiter einen Rollenkörper (28) eines Tripode-Gleichlaufgelenkes (2) mit einer konvex geformten Innenumfangsfläche (29), wobei die Verlaufslinie (25) der Innenumfangsfläche (29) einen Verlaufslinienradius (23)

ausbildet, dessen Betrag, in einem Zentralbereich (26), maximal ist und der Betrag des Verlaufslinienradius (23) in einem angrenzenden Bereich (62) kleiner ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung ist auf ein Gelenkinnenteil eines Tripode-Gleichlaufgelenks sowie auf einen (angepassten) Rollenkörper zur Anordnung auf einem Zapfen eines Gelenkinnenteils eines Tripode-Gleichlaufgelenks gerichtet. Tripode-Gleichlaufgelenke werden insbesondere zur Übertragung von Drehmomenten mittels Wellen eingesetzt, wenn eine axiale Verschiebung und (gleichzeitig) eine Abbeugung der Wellen zueinander ermöglicht sein sollen.

[0002] Ein derartiges Tripode-Gelenk ist bspw. aus der EP 1 008 777 A2 bekannt. Dort wird unter anderem ein Zapfen offenbart, der eine ballige Umfangsfläche mit einer aus mehreren Teilabschnitten zusammengesetzten Mantellinie hat, wobei die Mantellinie im Bereich des größten Durchmessers des Zapfens einen größeren Radius aufweist als in den benachbarten Abschnitten der Mantellinie. Die Mantellinie ist dabei über den Umfang der balligen Umfangsfläche gleichbleibend ausgeführt, das heißt, die ballige Umfangsfläche ist rotationssymmetrisch zur Längsachse des jeweiligen Zapfens ausgeführt. Der Zapfen dieses Tripode-Gleichlaufgelenks weicht damit von der sonst bekannten kugeligen Form ab.

[0003] Aus US 2002/0115491 A1 ist ein Tripode-Gleichlaufgelenk bekannt, bei dem die Zapfen eine nur teilweise ballige Umfangsfläche mit einer aus mehreren Teilabschnitten zusammengesetzten Mantellinie haben. Die in Umfangsrichtung des Tripodesterns weisenden Mantellinien werden in einem sphärischen, zentralen Bereich mit einem Radius gebildet, wobei obere und untere gekrümmte Bereiche sich hinauf zur Oberseite und hinunter zum Hals des Achszapfens mit einem kleineren Radius erstrecken. Die in axiale Richtung weisenden Mantellinien werden durch abgeflachte oder abgeschnittene Oberflächenabschnitte gebildet, so dass ein Schmiermittelkanal zur besseren Schmierung sowie zur Erleichterung des Anbringens des Wälzlagerinnenrings um den Drehzapfen während der Montage bereitgestellt wird.

[0004] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die im Zusammenhang mit dem Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lösen. Es soll insbesondere ein leichtes und kostengünstiges Tripode-Gleichlaufgelenk bereitgestellt werden, das zudem eine sehr gute Belastbarkeit aufweist. Weiterhin soll es auch für größere Beugewinkel einsetzbar sein. Für ein derartiges Tripode-Gleichlaufgelenk werden ein Gelenkinnenteil und ein Rollenkörper vorgeschlagen.

[0005] Dies wird erreicht durch ein Gelenkinnenteil eines Tripode-Gleichlaufgelenkes gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Dies wird weiterhin durch einen Rollenkörper für ein (erfindungsgemäßes) Gelenkinnenteil gemäß Patentanspruch 9 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung und übergeordnete Baugruppen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben. Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

[0006] Hierfür wird ein Gelenkinnenteil eines Tripode-Gleichlaufgelenks vorgeschlagen, umfassend eine Nabe mit einer Drehachse und drei Zapfen, die sich von der Nabe in einer radialen Richtung nach außen erstrecken und einen an der Nabe sich anschließenden Übergangsbereich sowie einen Lagerbereich aufweisen. Jeder Zapfen weist eine Längsachse und im Lagerbereich eine ballige Umfangsfläche auf. Das Gelenkinnenteil hat eine erste Ebene, die alle Längsachsen der Zapfen umfasst und senkrecht zur Drehachse aufgespannt ist. Die ballige Umfangsfläche jedes Zapfens bildet eine in der ersten Ebene verlaufende erste Mantellinie, wobei auf einer Höhe entlang der Längsachse, an der ein größter Durchmesser des Zapfens vorliegt, eine Inkugel mit einem Inkugel-Radius vorgegeben ist, deren Mittelpunkt auf der Längsachse an der Stelle der Höhe liegt und die die gegenüberliegende Kontaktpunkte der ersten Mantellinie kontaktiert. Die erste Mantellinie jedes Zapfens verläuft zumindest in, an dem jeweiligen Kontaktpunkt jeweils angrenzenden, ersten Winkelbereichen außerhalb der Inkugel, wobei der erste Winkelbereich von dem Mittelpunkt der Inkugel ausgeht und sich über jeweils maximal 20 Winkelgrad, insbesondere jeweils maximal 10 Winkelgrad, beidseitig des jeweiligen Kontaktpunkts erstreckt. Eine zweite Mantellinie der balligen Umfangsfläche jedes Zapfens liegt in einer zweiten Ebene vor, wobei die zweite Ebene senkrecht zur ersten Ebene angeordnet ist und die Längsachse des jeweiligen Zapfens enthält. Weiter berührt die zweite Mantellinie die Inkugel nur auf der Höhe des größten Durchmessers des Zapfens in den Berührungspunkten und verläuft zumindest in, an dem jeweiligen Berührungspunkt jeweils angrenzenden, zweiten Winkelbereichen innerhalb der Inkugel, wobei der zweite Winkelbereich von dem Mittelpunkt der Inkugel ausgeht und sich über jeweils maximal 30 Winkelgrad, insbesondere jeweils maximal 20 Winkelgrad, beidseitig des jeweiligen Berührungspunkts erstreckt.

[0007] Der prinzipielle Aufbau eines Gelenkinnenteils eines Tripode-Gleichlaufgelenks kann als bekannt vorausgesetzt werden, wobei die Nabe insbesondere eine (um die Drehachse rotierende) Welle aufnehmen und damit ein eingeleitetes Drehmoment über die Zapfen auf ein Gelenkaußenteil übertragen kann bzw. umgekehrt. Die Zapfen weisen für den Fachmann ohne Weiteres erkennbare Funktionsbereiche auf, wobei hier regelmäßig ein sich von der Nabe aus in radialer Richtung erstreckender Übergangsbereich vorgesehen ist, bevor sich weiter außen ein Lagerbereich anschließt, dessen ballige Umfangsfläche die Gleitkontaktfläche für den darauf zu montierenden Rollenkörper darstellt. Die Umfangsfläche ist ballig ausgeführt, wobei die Umfangsfläche zumeist nicht sphärisch geformt ist. Einen radialen Abschluss des Zapfens kann eine Stirnfläche bilden, die insbesondere dadurch gekennzeichnet ist, dass diese senkrecht zur Längsachse ausgeformt ist oder der vektorielle Krümmungsradius der Stirnfläche in einem Kegel mit einem Öffnungswinkel von 30 bis 60 Winkelgrad um die Längsachse angeordnet ist.

[0008] Die Längsachsen der Zapfen liegen in einer gemeinsamen Ebene, die senkrecht zur Drehachse des Gelenkinnenteils positioniert ist und hier als „erste Ebene“ bezeichnet wird. Betrachtet man nun einen Schnitt durch den Zapfen in der ersten Ebene, so bildet die Kontur der Umfangsfläche eine „erste Mantellinie“ (Mantellinie des Zapfens in der ersten Ebene) aus. Diese erste Mantellinie in dem Lagebereich ist funktional wichtig, weil über diese eine Kraftübertragung in Umfangsrichtung des Gelenkinnenteils erfolgt. Daher wird diese Mantellinie auch für die Definition einer Inkugel mit einem eindeutig bestimmten Inkugel-Radius herangezogen. Dazu ist zunächst im Lagerbereich die Höhe des Zapfens mit dem (betragsmäßig) größten Durchmesser senkrecht zur Längsachse zu identifizieren. Dabei ist die größte Höhe anzunehmen, d. h. für den in radialer Richtung am weitesten außen liegenden größten Durchmesser des Zapfens. Die den größten Durchmesser an dieser Höhe definierenden Punkte der gegenüberliegenden Abschnitte der ersten Mantellinie sind demnach Kontaktpunkte der (gedachten bzw. mathematischen) Inkugel, wobei dann der Mittelpunkt der Inkugel auf der Längsachse positioniert ist und der Inkugel-Radius der Hälfte des größten Durchmessers des Zapfens an der Höhe der Längsachse entspricht. Die hier zur Beschreibung der Kontur des Zapfens angeführte Inkugel dient dem Vergleich mit einer kugeligen Form des Zapfens, von der die hier vorgeschlagene Ausführung entsprechend abweicht.

[0009] Der größte Durchmesser in der ersten Ebene kann insbesondere um ein geringes Maß (im Bereich von 0,01 bis 0,1 Millimeter) von dem größten Durchmesser des Zapfens in der zweiten Ebene abweichen, so dass ein Querschnitt durch den Zapfen in einer dritten Ebene, wobei die dritte Ebene sowohl zur Längsachse des jeweiligen Zapfens als auch zu der ersten Ebene senkrecht ausgerichtet ist, leicht elliptisch ausgeformt ist.

[0010] Im Vergleich des Verlaufs der Kontur der Inkugel in der ersten Ebene und der ersten Mantellinie benachbart zu diesen Kontaktpunkten ergibt sich hier, dass die erste Mantellinie weniger stark gekrümmt ist bzw. außerhalb (mit einer größeren Distanz zur Längsachse) der Inkugel verläuft. Diese Bestimmung sollte für entsprechende erste Winkelbereiche (Winkelbereiche betreffend die erste Mantellinie) vorliegen, wobei die Beträge der ersten Winkelbereiche auch verschieden sein können, insbesondere im Hinblick auf die Ausgestaltung unterhalb und oberhalb der Höhe mit dem größten Durchmesser in Richtung der Längsachse (in radialer Richtung). So kann der erste Winkelbereich unterhalb der Höhe größer, gleichgroß oder kleiner als der erste Winkelbereich oberhalb der Höhe ausgeführt sein. Im Fall, dass beide ersten Winkelbereiche maximal sind, erfassen beide je 20 Winkelgrad, so dass insgesamt 40 Winkelgrad umfasst sind. Falls ein erster Winkelbereich minimal ist und ein anderer maximal, dann erstreckt sich ein erster Winkelbereich (oberhalb oder unterhalb des einen Kontaktpunkts) nur über 20 Winkelgrad, während hin zur anderen Seite (dementsprechend unterhalb oder oberhalb desselben Kontaktpunkts) die obige Bedingung nicht erfüllt sein muss. Klar ist jedoch, dass wenigstens einseitig die erste Mantellinie weiter außen liegen soll, insbesondere über einen (minimalen) ersten Winkelbereich von 2 Winkelgrad beidseits des Kontaktpunktes, insbesondere mindestens 5 Winkelgrad insgesamt.

[0011] Der Verlauf der ersten Mantellinie weicht also von einer kugeligen Form ab und erstreckt sich insbesondere in der ersten Ebene flacher als der Verlauf des Schnittkreises der Inkugel in der ersten Ebene. In dieser ersten Ebene werden die Umfangskräfte zwischen Gelenkinnenteil und Gelenkaußenteil eines Tripode-Gleichlaufgelenks hauptsächlich übertragen. Infolge der flacher verlaufenden ersten Mantellinie wird nun die Schmiegun g zwischen der Zapfenoberfläche im Lagerbereich und der Innenumfangsfläche eines Rollenkörpers enger. Somit kann infolge der flacher verlaufenden ersten Mantellinie die Hertz'sche Pressung in der Hauptkraftrichtung des Tripode-Gleichlaufgelenks (in der ersten Ebene) deutlich reduziert werden. Somit lassen sich mit diesem Tripode-Gleichlaufgelenk höhere Kräfte übertragen, so dass die Zapfen zudem mit einem größten Durchmesser ausgeführt werden können, der betragsmäßig signifikant kleiner ist, als das bei bekannten Tripode-Gleichlaufgelenken der Fall ist. Dadurch können auch kleinere Rollenkörper verwendet werden, so dass letztlich auch eine Reduzierung der Außenabmessung eines Gelenkaußenteils erreicht werden kann.

Infolge der engeren Schmiegun g zwischen Rollenkörper und Zapfen werden auch die NVH-Eigenschaften des Gleichlaufgelenks („noise, vibration, harshness“) verbessert, insbesondere bei Beugewinkeln von Gelenkinnenteil gegenüber Gelenkaußenteil von mehr als 16 Winkelgrad. Gerade bei diesen großen Beugewinkeln tritt bei bekannten Gelenken im Betrieb das sogenannte „shudder“ oder „Anfahrerschütteln“ auf, dass durch die zyklische Axialkraft 3. Ordnung beschreibbar ist.

[0012] In einem Schnitt durch die Längsachse eines/jeden einzelnen Zapfens um 90 Winkelgrad versetzt zur ersten Ebene wird eine entsprechende Kontur der balligen Umfangsfläche erkennbar, die hier mit „zweiter Mantellinie“ bezeichnet ist (Mantellinie in der zweiten Ebene). Hierbei wird nun der Verlauf wieder mit derselben Inkugel verglichen, also mit der Schnittlinie der Inkugel mit der zweiten Ebene (insbesondere auf derselben Höhe der Längsachse). Dabei berührt die Inkugel auch die zweite Mantellinie in zwei bezüglich der Längsachse gegenüberliegenden Punkten, die hier als Berührungspunkte bezeichnet sind. Damit liegen (nur) die Berührungspunkte der zweiten Mantellinie und die Kontaktpunkte der ersten Mantellinie auf einem gemeinsamen Kreis der Inkugel. Im Vergleich des Verlaufs der Kontur der Inkugel in der zweiten Ebene und der zweiten Mantellinie benachbart zu diesen Berührungspunkten ergibt sich, dass die zweite Mantellinie stärker gekrümmt ist bzw. innerhalb (mit einer kleineren Distanz zur Längsachse) der Inkugel verläuft. Diese Bestimmung sollte für entsprechende zweite Winkelbereiche (Winkelbereiche betreffend die zweite Mantellinie) vorliegen, wobei die Beträge der zweiten Winkelbereiche auch verschieden sein können, insbesondere im Hinblick auf die Ausgestaltung unterhalb und oberhalb der Höhe mit dem größten Durchmesser in Richtung der Längsachse. Insoweit wird auf die entsprechenden Erläuterungen zum ersten Winkelbereich verwiesen, die hier gleichermaßen für den zweiten Winkelbereich gelten sollen.

[0013] Der Verlauf der zweiten Mantellinie in der zweiten Ebene, die also nun innerhalb der Inkugel verläuft, ermöglicht es insbesondere, ein geringes Spiel zwischen Rollenkörper und Zapfen einzustellen, so dass bei einem Abbeugen des Gelenks das Zentrum des Rollenkörpers in der zweiten Ebene gegenüber dem Zapfen verschiebbar ist. Infolge dieser möglichen Verschiebung kann verhindert werden, dass bei einem Abbeugen des Gelenks und einer Kippbewegung des Rollenkörpers gegenüber dem Zapfen ein Klemmen zwischen Zapfen und Rollenkörper im Bereich der ersten Mantellinie auftritt. Diese mögliche Klemmung resultiert aus dem Verlauf der ersten Mantellinie, der hier durch den großen ersten Krümmungsradius (bzw. durch eine Gerade) gebildet wird. Entsprechend können an einer Seite des Zapfens im Bereich der ersten Mantellinie mehrere Kontaktpunkte mit der Innenumfangsfläche des Rollenkörpers ausgebildet werden, so dass ein Klemmen möglich wäre. Der Verlauf der zweiten Mantellinie stellt nun sicher, dass eine Verschiebung zwischen Zapfen und Rollenkörper möglich ist, so dass ein Klemmen sicher verhindert wird.

[0014] Insbesondere wird durch den Verlauf der zweiten Mantellinie nun ermöglicht, dass bei Abbeugung des Gelenks ein Kontakt zwischen zweiter Mantellinie des Zapfens und Rollenkörper nur auf einer Seite des Zapfens auftritt. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass der Zapfenradius in diesem Kontaktbereich mit dem Rollenkörper kleiner ist als der Inkugelradius. Somit kann sich die Mitte des Rollenkörpers (das Zentrum des Rollenkörpers) bei großen Beugewinkeln relativ zum Mittelpunkt des Zapfens und entlang der zweiten Ebene verschieben. Hierdurch kann das Spiel zwischen Rollenkörper und Zapfen (im Bereich der ersten Mantellinie) minimiert werden, ohne dass bei großen Beugewinkeln Verklebungen auftritt.

[0015] Insbesondere verläuft der Übergang zwischen zweiter Mantellinie und erster Mantellinie in Umfangsrichtung um die Längsachse eines jeden Zapfens kontinuierlich. Kontinuierlich bedeutet hier, dass keine sprunghaften Änderungen in der Kontur der Mantellinien bzw. an der Umfangsfläche vorgesehen sind.

[0016] Insbesondere weist der Zapfen also keine um die Längsachse rotationssymmetrische Umfangsfläche auf. Der Verlauf der ersten Mantellinien in der ersten Ebene (Hauptkrafttrichtung) unterscheidet sich von dem Verlauf der zweiten Mantellinien in der zweiten Ebene, insbesondere benachbart zu den Kontaktpunkten bzw. den Berührungspunkten mit der Inkugel. Die ersten Mantellinien und die zweiten Mantellinien sind jeweils an die unterschiedlichen Beanspruchungen im Betrieb angepasst. Umfangskräfte werden im Betrieb zum größten Teil über die Bereiche der Umfangsfläche des Zapfens übertragen, die im Bereich der ersten Ebene angeordnet sind. Über die in der zweiten Ebene angeordneten Bereiche der Umfangsfläche des Zapfens werden die (deutlich geringeren) Kräfte übertragen, die in axialer Richtung des Gleichlaufgelenkes wirken. Durch diese axial wirkenden Kräfte wird das Gelenkinnenteil gegenüber dem Gelenkaußenteil in der axialen Richtung verschoben.

[0017] Insbesondere weist die erste Mantellinie im Lagerbereich einen ersten Krümmungsradius auf, der zumindest an dem Kontaktpunkt maximal ist. Durch diesen (betragsmäßig) maximalen ersten Krümmungsradius wird nun der (abweichende) Verlauf der ersten Mantellinie gegenüber der Inkugel beschrieben. Die Inkugel

weist den größten Durchmesser des Zapfens bzw. einen Inkugel-Radius auf, der (deutlich) kleiner ist als der erste Krümmungsradius der ersten Mantellinie. Dies gilt insbesondere zumindest für den ersten Winkelbereich benachbart zu dem Kontaktpunkt und/oder den Kontaktpunkt selbst.

[0018] Insbesondere beträgt ein Verhältnis (V_1) des Betrags des ersten Krümmungsradius (eKR_{max}) im Kontaktpunkt zu dem Betrag des Inkugel-Radius (IKR) mindestens 50 ($V_1 = eKR_{max}/IKR \geq 50$). Bevorzugt liegt das Verhältnis in einem Bereich von 100 bis 1.000 ($100 \leq V_1 \leq 1.000$). In diesem Fall wird die oben bereits erläuterte Schmiegunng besonders gut erreicht.

[0019] Eine Vergrößerung des ersten Krümmungsradius verringert entsprechend die Kontaktpressung zwischen Rollenkörper und Zapfen (gute Schmiegunng). Dabei erlauben Werte in einem Bereich von 50 bis 1000 einen guten Kompromiss zwischen notwendigem Spiel ohne Klemmen und der sich ergebenden geringeren Kontaktpressung (Hertz'sche Pressung).

[0020] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die erste Mantellinie jedes Zapfens an den Kontaktpunkten sowie in jeweils angrenzenden ersten Winkelbereichen als Gerade ausgeführt, wobei der erste Winkelbereich von dem Mittelpunkt der Inkugel ausgeht und sich zumindest einseitig über 2 bis 20 Winkelgrad benachbart des Kontaktpunkts erstreckt.

[0021] Insbesondere erstreckt sich die erste Mantellinie also nach Art eines Geradenabschnitts (erster Krümmungsradius ist unendlich groß) über einen Abschnitt, der innerhalb des ersten Winkelbereichs liegt, wobei der Geradenabschnitt nicht zwingend beidseitig des Kontaktpunkts und/oder gleichermaßen beidseitig des Kontaktpunkts ausgebildet sein muss. Vielmehr reicht es aus, dass ein Abschnitt von 2 bis 20 Winkelgrad erfasst sind, wobei ganz besonders bevorzugt sich der Geradenabschnitt über 5 bis 20 (ganz besonders bevorzugt 5 bis 10) Winkelgrad und über den Kontaktpunkt hinweg erstreckt. Bevorzugt ist weiter, dass der Geradenabschnitt bzw. erste Winkelbereich hier (überwiegend oder sogar nur) oberhalb des Kontaktpunkts (also hin zur Stirnfläche des Zapfens) ausgebildet ist. Insbesondere ist es möglich, dass die erste Mantellinie außerhalb des ersten Winkelbereichs die Inkugel schneidet und dann innerhalb der Inkugel verläuft.

[0022] Insbesondere wird die Umfangsfläche jedes Zapfens in der dritten Ebene im Bereich der ersten Mantellinie durch den ersten Krümmungsradius gebildet. Weiter wird die Umfangsfläche jedes Zapfens in der dritten Ebene und in einem vierten Winkelbereich zwischen der ersten Ebene und der jeweiligen zweiten Ebene des Zapfens durch einen zweiten Krümmungsradius gebildet, der sich kontinuierlich ändert.

[0023] Gemäß einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltung bildet jeder Zapfen in dem Übergangsbereich einen Übergangsradius aus, dessen Betrag in einer Umfangsrichtung um die Längsachse des Zapfens variiert, wobei die Beträge des Übergangsradius in der ersten Ebene maximal und in Umfangsrichtung um 90 Winkelgrad versetzt dazu minimal sind. Der Übergangsbereich ist regelmäßig gegenüber dem Lagerbereich verjüngt ausgebildet, wobei hier vorgegeben wird, in welchen Bereichen des Übergangsbereichs mehr bzw. weniger Material entfernt werden kann, so dass ein besseres Ergebnis hinsichtlich einer Gewichtseinsparung bei gleichzeitig hoher Lastübertragung und Dauerhaltbarkeit ermöglicht ist. Insbesondere verändert sich der Übergangsradius zwischen dem größtem Betrag und dem kleinsten Betrag kontinuierlich, das heißt es sind keine unstetigen Übergänge in Umfangsrichtung vorgesehen. Durch diese Ausgestaltung des Übergangsradius über den Umfang des Zapfens, insbesondere mit dem minimalen Wert in der zweiten Ebene jedes Zapfens, kann ein Freistich und/oder eine Aussparung im Zapfen geschaffen werden, in die ein Teil des Rollenkörpers bei einer Abbeugung des Tripode-Gleichlaufgelenks auch eintauchen kann, so dass eine Kollision zwischen Rollenkörper und Gelenkinnenteil auch bei großen Beugewinkeln vermieden werden kann. Hierdurch können also auch größere Beugewinkel von Gelenkinnenteil gegenüber Gelenkaußenteil ermöglicht werden, ohne dass der Außendurchmesser des Tripodegelenks vergrößert werden muss (also der Außendurchmesser des Gelenkaußenteils).

[0024] Insbesondere erlauben die beschriebenen Aussparungen, dass der Außendurchmesser eines Tripodegelenks bei vergleichbarer Funktion um bis zu 5% verringert werden kann.

[0025] Gegebenenfalls wird der Verlauf dieses Übergangs in der zweiten Ebene jedes Zapfens durch den Übergangsradius nur näherungsweise beschrieben. Die Kontur des Zapfens in diesem Übergangsbereich kann ggf. eckig verlaufen und/oder mehrere unterschiedliche Radien aufweisen. Dabei kann der Fachmann problemlos diese Lehre hier entsprechend anwenden.

[0026] Insbesondere liegt ein Verhältnis (V_2) des maximalen Betrags des Übergangsradius (UR_{max}) zu dem minimalen Betrag des Übergangsradius (UR_{min}) in einem Bereich von 5 bis 10 ($V_2 = UR_{max}/UR_{min}$; $5 \leq V_2 \leq 10$). Insbesondere liegt dieses Verhältnis in einem Bereich von 8 bis 10 ($8 \leq V_2 \leq 10$).

[0027] Insbesondere ist an der Stelle, wo die höchste Biegespannung auftritt, der größtmögliche Übergangsradius anzuordnen. Ein größerer Übergangsradius minimiert die Kerbspannungen. Die Obergrenze ergibt sich aus der Optimierung von Baugröße, maximalem Beugewinkel des Gelenks und der Festigkeit des Rollenkörpers.

[0028] Insbesondere wird zur Realisierung einer minimalen Höhe des Übergangsbereichs und damit eines maximalen Funktionsbereichs am Zapfen für die Abwinkelung des Rollenkörpers der kleinste Übergangsradius orthogonal zum Bereich der Krafteinleitung angeordnet, das heißt hier, im Bereich der zweiten Ebene.

[0029] Es wird weiter vorgeschlagen, dass die erste Mantellinie jedes Zapfens in einem Bereich zwischen dem Kontaktpunkt und der Nabe einen Abstand von der Längsachse des Zapfens aufweist, der zumindest dem Inkugel-Radius entspricht. Mit anderen Worten heißt das insbesondere, dass die erste Mantellinie des Zapfens in einem Bereich zwischen dem Kontaktpunkt und der Nabe (insbesondere zumindest teilweise (nur) im Übergangsbereich) einen Abstand von der Längsachse des Zapfens aufweist, der im Wesentlichen dem Inkreis-Radius entspricht. Insbesondere setzt sich also die erste Mantellinie, ausgehend von dem Kontaktpunkt und hin zu der Nabe, in Form einer Gerade fort, die parallel zur Längsachse des Zapfens verläuft.

[0030] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Rollenkörper eines Tripode-Gleichlaufgelenkes vorgeschlagen, der gegebenenfalls auch mit dem hier erläuterten Gelenkinnteil kombinierbar ist.

[0031] Der Rollenkörper eines Tripode-Gleichlaufgelenkes hat ein Zentrum, sowie eine Außenumfangsfläche und eine konvex geformte Innenumfangsfläche, die rotationssymmetrisch um eine Mittelachse ausgebildet sind. Weiter liegt eine Mittelebene vor, die eine Mittelachse des Rollenkörpers erfasst und eine Verlaufslinie der konvexen Innenumfangsfläche definiert. Die Verlaufslinie bildet einen Verlaufslinienradius aus, dessen Betrag in einen Zentralbereich um eine Zentralebene, die durch das Zentrum und senkrecht zur Mittelebene angeordnet ist, maximal ist, wobei der Betrag des Verlaufslinienradius in einem angrenzenden Bereich kleiner ist.

[0032] Der prinzipielle Aufbau solcher Rollenkörper ist dem Fachmann bekannt. Regelmäßig umfasst ein solcher Rollenkörper einen Innenlagerring und einen Außenlagerring, wobei dann nadelförmige Wälzkörper dazwischen angeordnet sind. Dabei werden die konvex geformte Innenumfangsfläche regelmäßig mit dem Innenlagerring und die Außenumfangsfläche mit dem Außenlagerring gebildet. Der Innenlagerring hat eine Öffnung, die so gestaltet ist, dass der Rollenkörper auf den Zapfen des zugehörigen Tripode-Gleichlaufgelenks gesteckt werden und mit der dort vorgesehenen Lagerfläche interagieren kann. Dabei stellt die Mittelachse regelmäßig die Rotationsachse für den Rollenkörper dar, auf der also auch das Zentrum liegt. Durch das Zentrum verläuft eine Zentralebene, die den Rollenkörper mittig und senkrecht zu einer Mittelebene (die die Mittelachse einschließt) schneidet.

[0033] Insbesondere setzt sich die Innenumfangsfläche bzw. die Verlaufslinie außerhalb dieses konvexen Abschnitts mit einem konkaven oder geraden Abschnitt (oder einer Kombination daraus) fort.

[0034] Im Betrieb des Tripode-Gleichlaufgelenkes können insbesondere beide Bereiche der konvex geformten Innenumfangsfläche (also der Zentralbereich und der angrenzende Bereich mit kleinerem Verlaufslinienradius) in Kontakt mit der Umfangsfläche des Zapfens kommen. Die Form der Innenumfangsfläche des Rollenkörpers erlaubt insbesondere, dass die bei kleinen Beugewinkeln im Allgemeinen häufig auftretenden hohen Lasten über den Zentralbereich mit einer guten Schmiegun g übertragen werden. Die bei höheren Beugewinkeln üblicherweise auftretenden geringen Lasten können über eine geringfügig schlechtere Schmiegun g im angrenzenden Bereich übertragen werden. Durch diese spezielle Form der konvexen Innenumfangsfläche ist es nun insbesondere möglich, die Schmiegun g zwischen Rollenkörper und Zapfen der jeweilige Lastsituation anzupassen und gleichzeitig ein geringes Spiel zwischen Rollenkörper und Zapfen zu realisieren, so dass die Gefahr eines Verklemmen des Rollenkörpers auf dem Zapfen nicht besteht.

[0035] Insbesondere beträgt ein Verhältnis (V_3) des maximalen Betrags des Verlaufslinienradius (VLR_{max}) zu dem kleineren Betrag des Verlaufslinienradius (VLR_{red}) mindestens 2 ($V_3 = VLR_{max}/VLR_{red}$; $V_3 \geq 2$). Ganz besonders bevorzugt liegt das Verhältnis in einem Bereich von 3 bis 6 ($3 \leq V_3 \leq 6$).

[0036] Es hat sich dabei gezeigt, dass sich innerhalb dieser Grenzen ein guter Kompromiss zwischen Kontaktpressung, Spiel und Abbeugbarkeit des Rollenkörpers auf dem Zapfen ergibt.

[0037] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst der Zentralbereich einen dritten Winkelbereich, der sich ausgehend vom Zentrum und über die Zentralebene hinaus beidseitig über minimal 1 Winkelgrad und maximal 6 Winkelgrad erstreckt. Ganz besonderes bevorzugte Grenzen des dritten Winkelbereichs sind: $\pm 1,5$ Winkelgrad bis $\pm 2,5$ Winkelgrad (also symmetrisch oberhalb und unterhalb der Zentralebene). Insgesamt sollte der dritte Winkelbereich also bevorzugt 2 bis 12 Winkelgrad umfassen, insbesondere 3 bis 5 Winkelgrad. Insbesondere erstreckt sich die Verlaufslinie der Innenumfangsfläche, die jeweils mit den kleineren Verlaufsradius gebildet ist, über jeweils einen (weiteren) Winkelbereich, ausgehend vom Zentrum und beidseitig (also symmetrisch oberhalb und unterhalb der Zentralebene) jeweils anschließend an den dritten Winkelbereich, von ± 1 bis ± 6 Winkelgrad, insbesondere von $\pm 1,5$ bis $\pm 2,5$ Winkelgrad.

[0038] Die genannten Werte für den dritten Winkelbereich und den weiteren Winkelbereich sind insbesondere vorteilhaft für Gelenkbeugewinkel von bis zu 6 bzw. 10 Winkelgrad (geringe Hertz'sche Pressung in dem für die Lebensdauer des Tripode-Gleichlaufgelenks relevantem Beanspruchungsbereich), bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Abbeugbarkeit des Rollenkörpers, also des Kippwinkelbereichs von bis zu 10 Winkelgrad (relativ zur Mittenebene der Ausnehmung im Gelenkaußenteil).

[0039] Der Rollenkörper weist insbesondere eine konvex geformte, ballige Außenumfangsfläche auf, wobei damit innerhalb einer Führungsbahn (Ausnehmung) des Gelenkaußenteils ein Verkippen des Rollenkörpers gegenüber dem Gelenkaußenteil ermöglicht wird.

[0040] Die Erfindung ist weiterhin auf ein Tripode-Gleichlaufgelenk gerichtet, das zumindest ein hier beschriebenes Gelenkinnenteil, an jedem Zapfen einen drehbar gelagerten erfindungsgemäßen Rollenkörper sowie ein Gelenkaußenteil mit axial verlaufenden Ausnehmungen zur Führung je eines Rollenkörpers entlang einer axialen Richtung umfasst. Dabei ist vorgesehen, dass gegenüberliegende Bereiche der zweiten Mantellinien jedes Zapfens, die im Betrieb in Kontakt mit den konvexen Innenumfangsflächen der Rollenkörper sind, jeweils einen Kreisabschnitt eines Konturkreises bilden, deren Kreismittelpunkte jeweils in einer Distanz von der Längsachse des Zapfens angeordnet sind, wobei gilt, dass ein Verhältnis der Distanz zu dem Inkugel-Radius einen Betrag von 0,02 bis 0,38 aufweist.

[0041] Mit anderen Worten bedeutet das, dass die gegenüberliegenden Abschnitte der zweiten Mantellinien (insbesondere über die Berührungspunkte hinweg) nach Art eines Kreisbogenabschnitts geformt sind, wobei die Kreisbogenabschnitte insbesondere bezüglich der Längsachse des Zapfens spiegelsymmetrisch ausgebildet sind. Darauf liegend können in der zweiten Ebene so genannte Konturkreise gebildet werden, deren Kreismittelpunkt nicht auf der Längsachse sondern davon entfernt mit einer Distanz senkrecht zur Längsachse positioniert sind, so dass eine Art „Offset“ gebildet ist. Dabei gilt, dass das Verhältnis (V_4) der Distanz (D) zu dem Inkugel-Radius (IKR) einen Betrag von 0,02 bis 0,38 aufweist ($V_4 = D/IKR$; $0,02 \leq V_4 \leq 0,38$). Für die zweite Mantellinie gilt also insbesondere, dass die zwei Konturkreise jeweils einen kleineren Konturkreisradius aufweisen als die Inkugel mit ihrem Inkugel-Radius.

[0042] Die Festlegung einer unteren Grenze (hier $V_4 = 0,02$) dient dazu sicherzustellen, dass bei Abbeugung des Tripode-Gleichlaufgelenks und geringem Spiel zwischen Rollenkörper und Zapfen (im Bereich der ersten Mantellinie) kein Klemmen auftritt. Die Festlegung der oberen Grenze begrenzt das, bei Abbeugung des Tripode-Gleichlaufgelenks zyklisch auftretende, Spiel zwischen Rollenkörper und Zapfen (im Bereich der zweiten Mantellinie) auf einen niedrigen Wert. Hierdurch werden NVH-Probleme beim Lastwechsel vermieden.

[0043] Bevorzugt ist weiter, dass die ersten Mantellinien in jeweils hierzu um 90 Winkelgrad in Umfangsrichtung versetzten Abschnitten, die im Betrieb in Kontakt mit den konvexen Innenumfangsflächen der Rollenkörper kommen, jeweils so geformt sind, dass dort Konturkreise mit deutlich größerem Konturkreisradius bzw. sogar mit unendlich großem Konturkreisdurchmesser (nach Art eines Geradenabschnitts) gebildet werden können.

[0044] Weiterhin wird eine Ausgestaltung eines Tripode-Gleichlaufgelenks vorgeschlagen, die zumindest ein hier beschriebenes Gelenkinnenteil, an jedem Zapfen einen drehbar gelagerten erfindungsgemäßen Rollenkörper sowie ein Gelenkaußenteil mit axial verlaufenden Ausnehmungen zur Führung je eines Rollenkörpers entlang einer axialen Richtung umfasst. Dabei ist vorgesehen, dass die Ausnehmungen ein Paar axial verlaufende Führungsflächen aufweisen, an denen sich die Rollenkörper in einer Umfangsrichtung abstützen, wobei mindestens eine Abstützfläche zwischen dem Paar Führungsflächen angeordnet ist, die eine Kippbewegung der Rollenkörper um eine Kippachse beschränkt, wobei die Kippachse der Rollenkörper durch die Schnittlinie

der Zentralebene des Rollenkörpers mit der parallel zur Gelenkachse des Gelenkaußenteils verlaufenden Mittelebene der Führungsflächen gebildet wird.

[0045] Insbesondere sind zwei Abstützflächen vorgesehen, die jeweils benachbart zu den Führungsflächen angeordnet sind. Dabei sind die Abstützflächen insbesondere außermittig zwischen den Führungsflächen ausgebildet.

[0046] Die, insbesondere ballige, Außenumfangsfläche der Rollenkörper ermöglicht es, dass der Rollenkörper in den axial verlaufenden Ausnehmungen des Gelenkaußenteils (reibungssarm) eine Kippbewegung durchführen kann. Die Führungsflächen in den Ausnehmungen des Gelenkaußenteils sind an diese Form der Rollenkörper angepasst. Damit kann der für den jeweiligen Beugewinkel des Tripode-Gleichlaufgelenks notwendige Kippwinkel des Zapfens gegenüber dem Rollenkörper reduziert werden, weil der Rollenkörper mit dem Gelenkinnenteil gegenüber dem Gelenkaußenteil eine gleichgerichtete Kippbewegung ausführt. Diese Reduzierung der Kippbewegung kann einen Kontakt zwischen Rollenkörper und Gelenkinnenteil insbesondere im Bereich des Übergangsradius mit minimalem Wert verhindern, so dass größere Beugewinkel zwischen Gelenkinnenteil und Gelenkaußenteil realisiert werden können. Die Beschränkung der Kippbewegung des Rollenkörpers durch die Abstützfläche ist insbesondere auch vorgesehen, damit bei starker Abbeugung des Gelenkinnenteils gegenüber dem Gelenkaußenteil der Rollenkörper nicht in den axial verlaufenden Ausnehmungen des Gelenkaußenteils verkantet.

[0047] Die in axialer Richtung verlaufenden Abstützflächen erstrecken sich über eine vorgegebene Tiefe der Ausnehmung (in Umfangsrichtung) und jeweils in radialer Richtung nach innen hin zum Gelenkinnenteil des Tripode-Gleichlaufgelenks. Die Abstützflächen werden insbesondere durch das Material des Gelenkaußenteils gebildet, sind also in dem Gelenkaußenteil integriert.

[0048] Die mindestens eine Abstützfläche ist bevorzugt so angeordnet, dass die Rollenkörper um einen Kippwinkelbereich von maximal 10 Winkelgrad um die Kippachse herum kippbar sind. Der Kippwinkelbereich beträgt insbesondere maximal ± 10 Winkelgrad (um eine Normalstellung), insbesondere maximal ± 6 Winkelgrad um die Kippachse herum.

[0049] Diese Grenzen für den Kippwinkelbereich ergeben einen besonders vorteilhaften Kompromiss für maximalen Beugewinkel und gute NVH-Eigenschaften. Es können somit zyklische Axialkräfte 3. Ordnung und Hochfrequenz-Verschiebekräfte minimiert werden.

[0050] Für ein Tripode-Gleichlaufgelenk mit Nenndrehmoment 3300 Nm [Newtonmeter] können die folgenden vorteilhaften (ungefähren) Werte beispielhaft angegeben werden:

• Außendurchmesser Gelenkaußenteil:	82 mm
• PCR (Pitch Circle Radius – Abstand Mittelebene der jeweiligen Führungsflächen von der Gelenkachse des Gelenkaußenteils):	24 bis 25 mm
• Höhe:	23 bis 26 mm
• Übergangsradius (maximaler Betrag):	9 mm
• Übergangsradius (minimaler Betrag):	1,5 mm
• Erster Krümmungsradius im Kontaktpunkt (eKR _{max}):	4831,40 mm
• Inkugelradius (IKR):	9,59 mm
• Distanz:	2,02 mm
• Radius des Konturkreises (IKR – Distanz):	7,57 mm

[0051] Insbesondere wird vorgeschlagen, dass die Höhe des größten Durchmessers jedes Zapfens um +1 mm bis –1 mm gegenüber dem PCR versetzt angeordnet ist. Durch diesen Versatz lässt sich der Verlauf der Axialkraft 3. Ordnung ebenfalls beeinflussen. Insbesondere kann in dem Verlauf der Axialkraft 3. Ordnung die Höhe des Maximums und des Minimums so wie die Position des Maximums und des Minimums in Abhängigkeit vom Beugewinkel beeinflusst werden (vergleiche **Fig. 15**: Maximum bei 7,5 Winkelgrad und Minimum zwischen 15 und 17,5 Winkelgrad Beugewinkel).

[0052] In der dritten Ebene jedes Zapfens erstreckt sich jeweils zwischen der ersten Ebene und der zweiten Ebene ein vierter Winkelbereich von jeweils 90°. Der Verlauf der Umfangsfläche des Zapfens entlang der

radialen Richtung ausgehend von der Drehachse wird jeweils durch eine Mantellinie gebildet. Zumindest im Schnittpunkt zwischen der dritten Ebene, der Umfangsfläche des Zapfens und eines Winkelbetrages innerhalb des vierten Winkelbereichs wird diese Mantellinie durch jeweils einen zweiten Krümmungsradius (KR) gebildet und damit der Verlauf der Mantellinie der Umfangsfläche entlang der radialen Richtung beschrieben. Der Betrag dieses zweiten Krümmungsradius verändert sich kontinuierlich entlang des vierten Winkelbereichs ausgehend von dem ersten Krümmungsradius der ersten Mantellinie im Bereich der ersten Ebene. Der jeweilige Krümmungsradius wird mit KR bezeichnet. Ein Winkelbetrag von 0° liegt jeweils in der zweiten Ebene vor. Ein Winkelbetrag von 90° liegt jeweils in der ersten Ebene vor. Das bedeutet, dass bei einem Winkelbetrag von 0° der Krümmungsradius der zweiten Mantellinie den Verlauf der Umfangsfläche des Zapfens entlang der radialen Richtung beschreibt. Dieser (zweite) Krümmungsradius der zweiten Mantellinie entspricht im Wesentlichen dem Inkugel-Radius abzüglich der Distanz. Bei einem Winkelbetrag von 90° wird der Verlauf der Umfangsfläche durch den ersten Krümmungsradius der ersten Mantellinie beschrieben. Für das oben angeführte beispielhafte Tripode-Gleichlaufgelenk mit Nenndrehmoment 3300 Nm können die folgenden Werte für die (zweiten) Krümmungsradien angenommen werden (siehe Tabelle 1):

Winkelbetrag °[Winkelgrad]	Krümmungsradius KR mm [Millimeter]	V1 = KR/IKR	Anmerkung
0	7,59	0,79	ca. IKR – Distanz
5	7,81	0,81	
10	8,03	0,84	
15	8,25	0,86	
20	8,47	0,88	
25	8,70	0,91	
30	8,92	0,93	
35	9,14	0,95	
40	9,36	0,98	
45	9,59	1,00	IKR
50	9,86	1,03	
55	10,27	1,07	
60	11,16	1,16	
65	13,16	1,37	
70	17,89	1,87	
75	30,98	3,23	
80	79,68	8,31	
85	383,17	39,98	
90	4831,40	504,06	eKRmax

[0053] Insbesondere wird vorgeschlagen, dass das Gelenkinnenteil, der Rollkörper und/oder das Tripode-Gleichlaufgelenk in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden kann/können. Insbesondere dienen diese Bauteile zur Verbindung und Übertragung von Drehmomenten von einer Antriebseinheit auf die Räder eines Kraftfahrzeugs. Dies erfolgt entweder in Kombination mit einer Längswelle oder mit quer zu einer Fahrzeugachse angeordneten Wellen, also Seitenwellen.

[0054] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele, auf die die Erfindung jedoch nicht begrenzt ist. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Gegenstände. Es zeigen:

[0055] Fig. 1: ein Kraftfahrzeug;

[0056] Fig. 2: ein Gelenkinnenteil;

[0057] Fig. 3: ein Gelenkinnenteil in einer Seitenansicht;

[0058] Fig. 4: ein Gelenkinnenteil gemäß Fig. 3 im Schnitt;

[0059] Fig. 5: ein Gelenkinnenteil in einer Ansicht entlang der Drehachse;

[0060] Fig. 6: einen Ausschnitt A aus Fig. 5;

[0061] Fig. 7: ein Gelenkinnenteil gemäß Fig. 5 im Querschnitt;

[0062] Fig. 8: einen Rollenkörper;

[0063] Fig. 9: eine Komponente des Rollenkörpers gemäß Fig. 8;

[0064] Fig. 10: ein Tripode-Gleichlaufgelenk in perspektivischer Ansicht;

[0065] Fig. 11: einen Ausschnitt eines Tripode-Gleichlaufgelenks in perspektivischer Ansicht;

[0066] Fig. 12: ein Tripode-Gleichlaufgelenk in einer Seitenansicht im Schnitt;

[0067] Fig. 13: das Tripode-Gleichlaufgelenk gemäß Fig. 12 ebenfalls in Seitenansicht und im Schnitt;

[0068] Fig. 14: das Gelenkinnenteil in einer Draufsicht zur Darstellung des zweiten Krümmungsradius; und

[0069] Fig. 15: ein Diagramm zur Darstellung des Verlaufs der zyklischen Axialkraft 3. Ordnung in Abhängigkeit von dem Beugewinkel.

[0070] Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug **51** mit einer Antriebseinheit **65** und Rädern **57**. Von der Antriebseinheit **65** erzeugte Drehmomente werden über Wellen **50** und Tripode-Gleichlaufgelenke **2** oder andere Gelenktypen auf die Räder **57** übertragen. Insbesondere sind die hier beschriebenen Tripode-Gleichlaufgelenke **2** in Seitenwellenanordnungen **49** einsetzbar, bei denen regelmäßig größere Beugewinkel auftreten.

[0071] Fig. 2 zeigt ein Gelenkinnenteil **1** eines Tripode-Gleichlaufgelenkes **2** umfassend eine Nabe **3** mit einer Drehachse **4** und drei Zapfen **5**, die sich von der Nabe **3** in einer radialen Richtung **6** nach außen erstrecken, wobei zunächst ein Übergangsbereich **58**, dann ein Lagerbereich **59** und schließlich eine Stirnfläche **32** ausgebildet sind. Jeder Zapfen **5** weist eine Längsachse **7** und eine ballige Umfangsfläche **9** im Lagerbereich **59** auf. Die Längsachsen **7** spannen gemeinsam eine erste Ebene **8** senkrecht zur Drehachse **4** auf. Eine zweite Ebene **16** ist senkrecht zur ersten Ebene **8** angeordnet und umfasst jeweils die Längsachse **7** eines einzelnen Zapfens **5**. Eine dritte Ebene **18** verläuft senkrecht zu der ersten Ebene **8** und zu der zweiten Ebene **16**, wobei ein größter Durchmesser **12** des Zapfens **5** in dieser dritten Ebene **18** angeordnet ist.

[0072] Fig. 3 zeigt ein Gelenkinnenteil **1** in einer Seitenansicht, wobei sich ausgehend von der Nabe **3** drei Zapfen **5** in der radialen Richtung **6** nach außen erstrecken. Die ballige Umfangsfläche **9** des Zapfens **5** wird in der zweiten Ebene **16** (hier parallel zu der Ebene der Darstellung) durch eine zweite Mantellinie **15** gebildet. Der Zapfen **5** weist einen größten Durchmesser **12** auf, der in der radialen Richtung **6** ausgehend von der Drehachse **4** auf einer Höhe **11** angeordnet ist. Zwischen Zapfen **5** und Nabe **3** ist ein Übergangsradius **25** vorgesehen, der hier in der zweiten Ebene **16** mit einem minimalen Betrag ausgeführt ist. Es ist zu erkennen, dass sich der Zapfen **5** in der zweiten Ebene **16** und ausgehend von dem größten Durchmesser **12** (entlang der zweiten Mantellinie **15**) hin zur Nabe **3** weiter verjüngt. An diese Verjüngung schließt sich der Übergangsbereich **58** hin zur Nabe **3** an. Unterhalb des Übergangsradius **25**, in Richtung der Drehachse **4** des Gelenkinnenteils **1**, ist ein Freistich ausgebildet, in den, bei einer Kippbewegung eines auf dem Zapfen **5** angeordneten Rollenkörpers **28** (hier nicht dargestellt), dieser Rollenkörper **28** eintauchen kann, ohne das Gelenkinnenteil **1** zu kontaktieren.

[0073] Fig. 4 zeigt das Gelenkinnenteil **1** gemäß Fig. 3 im Querschnitt. Der Zapfen **5** weist auf der Höhe **11** einen größten Durchmesser **12** auf, der dem Durchmesser einer Inkugel **13** (gepunktet dargestellt) entspricht. In der hier gezeigten zweiten Ebene **16** wird die Umfangsfläche **9** des Zapfens **5** durch eine zweite Mantellinie **15** gebildet. Diese zweite Mantellinie **15** erstreckt sich, ausgehend von dem größten Durchmesser **12** auf der Höhe **11** und in radialer Richtung **6** nach außen, innerhalb der Inkugel **13**. Der Verlauf der zweiten Mantellinie

15 kann durch die Kreisabschnitte **40** zweier Konturkreise **42** (gestrichelt dargestellt) angenähert werden, deren Kreismittelpunkte **43** auf der Höhe **11** jeweils in einer Distanz **39** zur Längsachse **7** angeordnet sind. Die Kreismittelpunkte **43** liegen also in einer Distanz **39** zu dem Mittelpunkt **14** der Inkugel **13**. Während die Inkugel **13** einen größten Durchmesser **12** und damit einen Inkugel-Radius **19** aufweist, wird die zweite Mantellinie **15**, zumindest teilweise, durch die Kreisabschnitte **40** der Konturkreise **42** mit einem kleineren Radius erzeugt, wobei dieser dem Inkugel-Radius **19** abzüglich der Distanz **39** entspricht.

[0074] Insbesondere verläuft die zweite Mantellinie **15** auch in einem Bereich zwischen der Höhe **11** und der Nabe **3** zumindest teilweise innerhalb der Inkugel **13**.

[0075] Fig. 5 zeigt ein Gelenkinnenteil **1** in einer Draufsicht entlang der Drehachse **4**. Ausgehend von der Nabe **3** erstrecken sich drei Zapfen **5** jeweils entlang einer Längsachse **7** in der radialen Richtung **6**. In der ersten Ebene **8** (parallel zu der Ebene der Darstellung) wird die Umfangsfläche **9** der Zapfen **5** durch die erste Mantellinie **10** gebildet. In dem Lagerbereich **59**, auf der Höhe **11**, ausgehend von der Drehachse **4** entlang der Längsachse **7** eines jeden Zapfens **5** in radialer Richtung **6**, weist der Zapfen **5** einen größten Durchmesser **12** auf. Ausgehend von diesem größten Durchmesser **12** verjüngt sich der Zapfen **5** entlang der ersten Mantellinie **10** in der radialen Richtung **6** nach außen. Zwischen Zapfen **5** und Nabe **3** ist im Übergangsbereich **58** ein maximaler Übergangsradius **25** vorgesehen. Es ist hier erkennbar, dass die erste Mantellinie **10**, ausgehend von der Höhe **11** und in Richtung der Nabe **3**, einen nahezu konstanten Abstand **27** zu der Längsachse **7** aufweist, der im Wesentlichen dem Inkugel-Radius **19** (hier nicht gezeigt) und damit dem halben größten Durchmesser **12** entspricht. Ausgehend von diesem Abstand **27** verbreitert sich der Zapfen **5** in dem Übergangsbereich **58** hin zur Nabe **3** ausschließlich. Ein Freistich bzw. eine Aussparung, wie in der zweiten Ebene **16** in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt, ist hier nicht realisiert. In dieser ersten Ebene **8** erfolgt die Kippbewegung des Rollenkörpers **28** (hier nicht gezeigt) gegenüber dem Zapfen **5** in weitaus geringerem Maß als in der zweiten Ebene **16**. Der Übergangsbereich **58** mit dem maximalen Übergangsradius **25** ermöglicht nun, dass der Zapfen **5** in dieser ersten Ebene **8** keine (oder nur eine sehr geringe) Verjüngung zwischen der Nabe **3** und der Höhe **11** aufweist. Damit können hohe Umfangskräfte und damit hohe Drehmomente übertragen werden, wobei auch kleinere Baugrößen der Tripode-Gleichlaufgelenke **2** als bisher üblich eingesetzt werden können, die dann ebenfalls eine hohe Lebensdauer erreichen.

[0076] Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt A aus Fig. 5. Gezeigt ist der Zapfen **5** in der ersten Ebene **8** (Ebene der Darstellung). Die erste Mantellinie **10** verläuft in der ersten Ebene **8** außerhalb der angedeuteten Inkugel **13** und kontaktiert diese Inkugel **13** mit dem Inkugel-Radius **19** im Bereich des Kontaktpunkts **52**. In diesem Kontaktpunkt **52** hat der Zapfen **5** seinen größten Durchmesser **12**. Durch den Kontaktpunkt **52** und über den größten Durchmesser **12** erstreckt sich die dritte Ebene **18** quer zur ersten Ebene B. Auf der dritten Ebene **18** und im Schnittpunkt mit der zweiten Ebene **16** sowie der ersten Ebene **8** liegt der Mittelpunkt **14** der Inkugel **13**. Die erste Mantellinie **10** weist im Bereich des Kontaktpunkts **52** einen maximalen ersten Krümmungsradius **17** auf, der in ersten Winkelbereichen **20**, die beidseits benachbart zu dem Kontaktpunkt **52** liegen, vorliegt.

[0077] Fig. 7 zeigt das Gelenkinnenteil **1** gemäß Fig. 5 im Schnitt. Der Zapfen **5** wird in der ersten Ebene **8** (Ebene der Darstellung) durch die erste Mantellinie **10** begrenzt. Diese weist im Bereich des größten Durchmessers **12** eine Gerade **21** auf, die sich über erste Winkelbereiche **20** erstreckt. Die Winkelbereiche **20** schließen den Kontaktpunkt **52** mit ein. Die Bereiche der ersten Mantellinie **10**, die im Betrieb des Tripode-Gleichlaufgelenks **2** die Innenumfangsfläche **29** eines Rollenkörpers **28** kontaktieren, werden hier durch gegenüberliegende Geradenabschnitte (Konturkreise mit unendlich großem Radius) gebildet. Die gestrichelten Linien am oberen Zapfen **5** verdeutlichen, dass sich die Geradenabschnitte gegenüberliegen und verdeutlichen die Erstreckung der Gerade **21** entlang der ersten Mantellinie **10**.

[0078] Zwischen dem Kontaktpunkt **52** und der Nabe ist der Übergangsbereich **58** angeordnet. Die erste Mantellinie **10** setzt sich nun zwischen dem Kontaktpunkt **52** hin zu der Nabe **3** im Wesentlichen parallel zur Längsachse **7** in einem (konstanten) Abstand **27** fort. Der Übergangsbereich **58** wird durch den maximalen Übergangsradius **25** gebildet, wobei hier insbesondere keine Verjüngung des Zapfens **5** vorliegt.

[0079] Fig. 8 zeigt einen Rollenkörper **28**, der auf einen der Zapfen **5** (hier nicht gezeigt) angeordnet wird. Der Rollenkörper **28** wird hier gebildet durch mehrere einzelne Komponenten, wobei der Rollenkörper **28** eine Außenumfangsfläche **38** und eine Innenumfangsfläche **29** aufweist. Die Außenumfangsfläche **38** ist im Kontakt mit dem Gelenkaußenteil (hier nicht gezeigt) und die Innenumfangsfläche **29** ist im Kontakt mit der balligen Umfangsfläche **9** des Zapfens **5**. Bezüglich des Rollenkörpers **28** kann eine die Mittelachse **30** erfassende Mittelebene **31** (Ebene der Darstellung) sowie eine dazu zentrisch angeordnete Zentralebene **22** festgelegt werden, wobei der Schnittpunkt **35** aus Mittelachse **30** und Zentralebene **22** das Zentrum **61** des Rollenkörpers

28 bildet. Der Rollenkörper **28** weist eine rotationssymmetrische Form um die Mittelachse **30** auf und ist im Wesentlichen spiegelsymmetrisch um die Zentralebene **22** herum ausgeführt.

[0080] Fig. 9 zeigt eine Komponente des Rollenkörpers **28** gemäß Fig. 8 im Schnitt in der Mittelebene **31** (Ebene der Darstellung), wobei hier die Innenumfangsfläche **29** im Detail gezeigt ist. Die konvex geformte Innenumfangsfläche **29** ist rotationssymmetrisch um eine Mittelachse **30** ausgebildet, wobei der Rollenkörper **28** gegenüber der Zentralebene **22**, die senkrecht zur Mittelachse **30** verläuft, im Wesentlichen symmetrisch aufgebaut ist. Die Verlaufslinie **33** der konvex geformten Innenumfangsfläche **29** weist sich verändernde Verlaufsradien **23** auf und wird im Bereich der Zentralebene **22** (Zentralbereich **26**) und innerhalb eines dritten Winkelbereichs **41**, der sich von dem Zentrum **61** ausgehend und über die Zentralebene **22** hinaus beidseitig erstreckt, durch einen maximalen Verlaufslinienradius **63** gebildet und daran anschließend (im angrenzenden Bereich **62**) durch jeweils zumindest einen betragsmäßig kleineren Verlaufslinienradius **64**. Im Anschluss an den jeweils kleineren Verlaufslinienradius **64** ist hier ein Abschnitt mit einer konkav geformten Verlaufslinie **33** der Innenumfangsfläche **29** zu erkennen, an den sich erneut ein konvex geformter Abschnitt anschließt.

[0081] Der Teil der Innenumfangsfläche **29**, der nun im Betrieb eines Tripode-Gleichlaufgelenks **2** mit dem Zapfen **5** eines (erfindungsgemäßen) Gelenkinnenteils **1** im Kontakt ist, wird durch die konvexe Innenumfangsfläche **29** mit maximalen Verlaufslinienradius **63** und den jeweils anschließenden kleineren Verlaufslinienradien **64** gebildet.

[0082] Die Innenumfangsfläche **29**, die durch den maximalen Verlaufslinienradius **63** gebildet wird, erstreckt sich über einen dritten Winkelbereich **41**, ausgehend vom Zentrum **61** über die Zentralebene **22** um ± 1 Winkelgrad bis ± 6 Winkelgrad, insbesondere von $\pm 1,5$ bis $\pm 2,5$ Winkelgrad. Insbesondere weist der dritte Winkelbereich **41** also einen Bereich von 2 bis 12, insbesondere von 3 bis 5 Winkelgrad auf. Weiter erstreckt sich die Verlaufslinie **33** der Innenumfangsfläche **29**, die jeweils mit den kleineren Verlaufsradien **64** gebildet ist, über jeweils einen (weiteren) Winkelbereich, ausgehend vom Zentrum **61** und beidseitig (also symmetrisch oberhalb und unterhalb der Zentralebene **22**) jeweils anschließend an den dritten Winkelbereich **41**, von ± 1 bis ± 6 Winkelgrad, insbesondere von $\pm 1,5$ bis $\pm 2,5$ Winkelgrad.

[0083] Fig. 10 zeigt ein Tripode-Gleichlaufgelenk **2** in einer perspektivischen Ansicht. Ein Gelenkaußenteil **36** weist drei in der axialen Richtung **56** (in die Ebene der Darstellung hinein) verlaufende Ausnehmungen **37** auf, in denen die Rollenkörper **28**, in der axialen Richtung **56** verschiebbar, angeordnet sind. Die Rollenkörper **28** sind auf Zapfen **5** eines Gelenkinnenteils **1** angeordnet. Im gestreckten Zustand des Tripode-Gleichlaufgelenks **2** liegen die Höhe **11**, die dritte Ebene **18**, der größte Durchmesser **12** und die Zentralebene **22** im Wesentlichen fluchtend zueinander. Ein Drehmoment wird, ausgehend hier z. B. von dem Gelenkaußenteil **36**, in Umfangsrichtung **24** über die Führungsflächen **44** und die Außenumfangsfläche **38** des Rollenkörpers **28** und weiter über die Innenumfangsfläche **29** des Rollenkörpers **28** auf die ballige Umfangsfläche **9** der Zapfen **5** übertragen, so dass das Gelenkinnenteil **1** mit dem Gelenkaußenteil **36** in Umfangsrichtung **24** rotiert. In der jeweiligen Ausnehmung **37** ist eine Abstützfläche **45** vorgesehen, die hier mittig gegenüber den Führungsflächen **44** im Gelenkaußenteil **36** angeordnet ist und so eine Kippbewegung **46** des Rollenkörpers **28** beschränkt.

[0084] Fig. 11 zeigt eine weitere Ausführungsvariante der Gestaltung eines Gelenkaußenteils **36**, wobei hier zwei Abstützflächen **45** in der Ausnehmung **37** für die Rollenkörper **28** vorgesehen sind. Diese sind erkennbar außermittig und jeweils benachbart zu den Führungsflächen **44** angeordnet.

[0085] Fig. 12 zeigt ein Tripode-Gleichlaufgelenk **2** in einer Seitenansicht im Schnitt, wobei ein Gelenkaußenteil **36** mit Ausnehmungen **37** und darin angeordneten Führungsflächen **44** einen Rollenkörper **28** aufnimmt, der in axialer Richtung **56** verschiebbar angeordnet ist. Die Rollenkörper **28** sind auf Zapfen **5** angeordnet, wobei hier erkennbar ist, dass das Gelenkinnenteil **1** gegenüber dem Gelenkaußenteil **36** um einen Beugewinkel **55** abgebeugt ist. Entsprechend wird zwischen Drehachse **4** und Gelenkachse **54** ein Beugewinkel **55** ausgebildet. Die Führungsflächen **44** weisen eine Mittenebene **66** auf, die sich parallel zur Gelenkachse **54** des Gelenkaußenteils **36** erstreckt. Zu erkennen ist, dass der Rollenkörper **28** in die Aussparung/den Freistich im Bereich des Übergangsbereichs **58** mit dem minimalen Übergangsradius **25** eintaucht, so dass der maximal mögliche Beugewinkel **55** vergrößert wird (vgl. auch Fig. 13).

[0086] Fig. 13 zeigt ein Tripode-Gleichlaufgelenk **2** in einer Seitenansicht im Schnitt, wobei das Gelenkinnenteil **1** gegenüber dem Gelenkaußenteil **36** um einen Beugewinkel **55** abgebeugt angeordnet ist (vergleiche mit Fig. 12). Auf dem Zapfen **5** sind Rollenkörper **28** angeordnet, wobei der Rollenkörper **28** gegenüber der Gelenkachse **54** und gegenüber der dritten Ebene **18** des Zapfens **5** gekippt angeordnet ist. Der Rollenkörper **28** kann aufgrund seiner speziell geformten, balligen Außenumfangsfläche **38** und den entsprechend geformten

Führungsflächen **44** eine Kippbewegung **46** um eine Kippachse **47** ausführen. Diese Kippachse **47** des Rollenkörpers **28** ist die Schnittlinie der Zentralebene **22** des Rollenkörpers **28** mit der parallel zur Gelenkachse **54** des Gelenkaußenteils **36** verlaufenden Mittenebene **66** der Führungsflächen **44**.

[0087] Die Kippachse **47** verläuft parallel zu Achse **53**, die durch die dritte Ebene **18** des Zapfens **5** und die Längsachse **7** des Zapfens gebildet wird. Zu erkennen ist, dass der Rollenkörper **28** gegenüber der Mittenebene **66** der Ausnehmung **37** um den Kippwinkel **48** verkippt.

[0088] Durch die Kippbewegung **46** um die Kippachse **47** kann der Beugewinkel **55** zwischen Gelenkinnenteil **1** und Gelenkaußenteil **36** weiter vergrößert werden, da der Rollenkörper **28** bis zu einem Kippwinkel **48** zusammen mit dem Gelenkinnenteil **1** kippt und die Begrenzung des Beugewinkels **55** durch Anschlag des Rollenkörpers **28** an das Gelenkinnenteil **1** erst bei sehr hohen Beugewinkeln **55** auftritt.

[0089] Die Kippbewegung **46** des Rollenkörpers **28** wird durch die Abstützflächen **45** in der Ausnehmung **37** des Gelenkaußenteils **36** begrenzt. Damit wird ein Verkanten des Rollenkörpers **28** in den Führungsflächen **44** der Ausnehmung **37** verhindert.

[0090] Fig. 14 zeigt das Gelenkinnenteil **1** in einer Draufsicht zur Darstellung des zweiten Krümmungsradius **67**. In der dritten Ebene **18** jedes Zapfens **5** erstreckt sich jeweils zwischen der ersten Ebene **8** und der zweiten Ebene **16** ein vierter Winkelbereich **68**. Der Verlauf der Umfangsfläche **9** des Zapfens **5** entlang der radialen Richtung **6** ausgehend von der Drehachse **4** (hier nicht dargestellt) wird jeweils durch eine Mantellinie gebildet. Im Schnittpunkt zwischen der dritten Ebene, der Umfangsfläche **9** des Zapfens **5** und eines Winkelbetrages **69** innerhalb des vierten Winkelbereichs **68** wird diese Mantellinie durch jeweils einen zweiten Krümmungsradius **67** gebildet. Der Betrag dieses zweiten Krümmungsradius **67** verändert sich kontinuierlich entlang des vierten Winkelbereichs **68** ausgehend von dem ersten Krümmungsradius **17** der ersten Mantellinie **10** im Bereich der ersten Ebene **8** ($KR(\text{Winkelbetrag } 69 = 90^\circ) = eKR_{\text{max}}$) bis hin zum (zweiten) Krümmungsradius der zweiten Mantellinie **15** im Bereich der zweiten Ebene **16** ($KR(\text{Winkelbetrag } 69 = 0^\circ) = IKR - \text{Distanz}$). Dieser (zweite) Krümmungsradius der zweiten Mantellinie **15** entspricht, gemäß Beschreibung zu Fig. 4, dem Inkugel-Radius **19** abzüglich der Distanz **39**. Bei einem Winkelbetrag **69** von 45° entspricht der zweite Krümmungsradius **67** dem Inkugelradius **19** ($KR(\text{Winkelbetrag } 69 = 45^\circ) = IKR$).

[0091] Fig. 15 zeigt ein Diagramm zur Darstellung des Verlaufs der zyklischen Axialkraft 3. Ordnung **70** in Abhängigkeit von dem Beugewinkel **55** des Tripode-Gleichlaufgelenks **2**. Die zyklische Axialkraft 3. Ordnung **70** ist die das NVH-(noise, vibration, harshness)Verhalten bestimmende Größe des Tripode-Gleichlaufgelenks **2**. Die besondere Ausführung des Zapfens **5** und des Rollenkörpers **28** bewirkt, dass auch bei größeren Beugewinkeln **55** die zyklische Axialkraft 3. Ordnung **70** nur geringe Werte aufweist. Gerade bei größeren Beugewinkeln **55** zeigt sich der Vorteil des erfindungsgemäßen Tripode-Gleichlaufgelenks **2** gegenüber einem Gelenk des Standes der Technik **72** (z. B. gemäß DE 101 06 727 B4 oder EP 1 505 308 A1). Der Verlauf der zyklischen Axialkraft 3. Ordnung **70** bleibt deutlich unter der Akzeptanzgrenze, die für solche Gelenke definiert ist. Damit ist das hier vorgeschlagene Tripode-Gleichlaufgelenk **2** gerade für Einsatzfälle geeignet, bei denen vorwiegend größere Beugewinkel **55** im Betrieb vorliegen.

[0092] Vorsorglich sei abschließend noch darauf hingewiesen, dass die in den Figuren gezeigten Kombinationen von technischen Merkmalen nicht generell zwingend sind. So können technische Merkmale einer Figur mit anderen technischen Merkmalen einer weiteren Figur und/oder der allgemeinen Beschreibung kombiniert werden. Etwas anderes soll nur gelten, wenn hier explizit die Kombination von Merkmalen ausgewiesen wurde und/oder der Fachmann erkennt, dass sonst die Grundfunktionen der Vorrichtung nicht mehr erfüllt werden können.

Bezugszeichenliste

1	Gelenkinnenteil
2	Tripode-Gleichlaufgelenk
3	Nabe
4	Drehachse
5	Zapfen
6	radiale Richtung
7	Längsachse
8	erste Ebene
9	Umfangsfläche

10	erste Mantellinie
11	Höhe
12	größter Durchmesser
13	Inkugel
14	Mittelpunkt
15	zweite Mantellinie
16	zweite Ebene
17	erster Krümmungsradius
18	Dritte Ebene
19	Inkugel-Radius
20	erster Winkelbereich
21	Gerade
22	Zentralebene
23	Verlaufslinienradius
24	Umfangsrichtung
25	Übergangsradius
26	Zentralbereich
27	Abstand
28	Rollenkörper
29	Innenumfangsfläche
30	Mittelachse
31	Mittelebene
32	Stirnfläche
33	Verlaufslinie
34	zweiter Winkelbereich
35	Schnittpunkt
36	Gelenkaußenteil
37	Ausnehmung
38	Außenumfangsfläche
39	Distanz
40	Kreisabschnitt
41	dritter Winkelbereich
42	Konturkreis
43	Kreismittelpunkt
44	Führungsfläche
45	Abstützfläche
46	Kippbewegung
47	Kippachse
48	Kippwinkel
49	Seitenwellenanordnung
50	Welle
51	Kraftfahrzeug
52	Kontaktpunkt
53	Achse
54	Gelenkachse
55	Beugewinkel
56	Axiale Richtung
57	Rad
58	Übergangsbereich
59	Lagerbereich
60	Berührungspunkt
61	Zentrum
62	angrenzender Bereich
63	maximaler Verlaufslinienradius
64	kleiner Verlaufslinienradius
65	Antriebseinheit
66	Mittenebene
67	Zweiter Krümmungsradius
68	Vierter Winkelbereich

- 69 Winkelbetrag
- 70 Zyklische Axialkraft 3. Ordnung
- 71 Akzeptanzgrenze
- 72 Gelenk gemäß Stand der Technik

Patentansprüche

1. Gelenkinnenteil (1) eines Tripode-Gleichlaufgelenks (2), umfassend eine Nabe (3) mit einer Drehachse (4) und drei Zapfen (5), die sich von der Nabe (3) in einer radialen Richtung (6) nach außen erstrecken und einen an der Nabe (3) sich anschließenden Übergangsbereich (58) sowie einen Lagerbereich (59) aufweisen, wobei folgendes gilt:

- jeder Zapfen (5) weist eine Längsachse (7) und im Lagerbereich (59) eine ballige Umfangsfläche (9) auf;
- das Gelenkinnenteil (1) hat eine erste Ebene (8), die alle Längsachsen (7) der Zapfen (5) umfasst und senkrecht zur Drehachse (4) aufgespannt ist;
- die ballige Umfangsfläche (9) jedes Zapfens (5) bildet eine in der ersten Ebene (8) verlaufende erste Mantellinie (10), wobei auf einer Höhe (11) entlang der Längsachse (7), an der ein größter Durchmesser (12) des Zapfens (5) vorliegt, eine Inkugel (13) mit einem Inkugel-Radius (19) vorgegeben ist, deren Mittelpunkt (14) auf der Längsachse (7) an der Stelle der Höhe (11) liegt und die die gegenüberliegenden Kontaktpunkte (52) der ersten Mantellinie (10) kontaktiert;
- die erste Mantellinie (10) jedes Zapfens (5) verläuft zumindest in, an dem jeweiligen Kontaktpunkt (52) jeweils angrenzenden, ersten Winkelbereichen (20) außerhalb der Inkugel (13), wobei jeder erste Winkelbereich (20) von dem Mittelpunkt (14) der Inkugel (13) ausgeht und sich über jeweils maximal 20 Winkelgrad beidseitig des jeweiligen Kontaktpunkts (52) erstreckt;
- eine zweite Mantellinie (15) der balligen Umfangsfläche (9) jedes Zapfens (5) in einer zweiten Ebene (16) vorliegt, wobei die zweite Ebene (16) senkrecht zu der ersten Ebene (8) angeordnet ist und die Längsachse (7) des jeweiligen Zapfens (5) enthält; und
- die zweite Mantellinie (15) die Inkugel (13) nur auf der Höhe (11) des größten Durchmessers (12) des Zapfens (5) in Berührungspunkten (60) berührt und zumindest in, an dem jeweiligen Berührungspunkt (60) jeweils angrenzenden zweiten Winkelbereichen (34) innerhalb der Inkugel (13) verläuft, wobei jeder zweite Winkelbereich (34) von dem Mittelpunkt (14) der Inkugel (13) ausgeht und sich über jeweils maximal 35 Winkelgrad beidseitig des jeweiligen Berührungspunkts (60) erstreckt.

2. Gelenkinnenteil (1) nach Patentanspruch 1, wobei die erste Mantellinie (10) im Lagerbereich (59) einen ersten Krümmungsradius (17) hat, der zumindest an dem Kontaktpunkt (52) maximal ist.

3. Gelenkinnenteil (1) nach Patentanspruch 2, wobei ein Verhältnis des Betrags des ersten Krümmungsradius (17) im Kontaktpunkt (52) zu dem Betrag des Inkugel-Radius (19) mindestens 50 beträgt.

4. Gelenkinnenteil (1) nach Patentanspruch 3, wobei das Verhältnis in einem Bereich von 100 bis 1.000 liegt.

5. Gelenkinnenteil (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die erste Mantellinie (10) jedes Zapfens (5) an den Kontaktpunkten (52) sowie in jeweils angrenzenden ersten Winkelbereichen (20) als Gerade (21) ausgeführt ist, wobei der erste Winkelbereich (20) von dem Mittelpunkt (14) der Inkugel (13) ausgeht und sich zumindest einseitig über 2 bis 20 Winkelgrad benachbart des Kontaktpunkts (52) erstreckt.

6. Gelenkinnenteil (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei jeder Zapfen (5) in dem Übergangsbereich (58) einen Übergangsradius (25) ausbildet, dessen Betrag in einer Umfangsrichtung (24) um die Längsachse (7) des Zapfens (5) variiert, wobei die Beträge des Übergangsradius (25) in der ersten Ebene (8) maximal und in Umfangsrichtung (24) um 90 Winkelgrad versetzt dazu minimal sind.

7. Gelenkinnenteil (1) nach Patentanspruch 6, wobei ein Verhältnis des maximalen Betrags des Übergangsradius (25) zu dem minimalen Betrag des Übergangsradius (25) in einem Bereich von 5 bis 10 liegt.

8. Gelenkinnenteil (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die erste Mantellinie (10) jedes Zapfens (5) in einem Bereich zwischen dem Kontaktpunkt (52) und der Nabe (3) einen Abstand (27) von der Längsachse (7) des Zapfens (5) aufweist, der zumindest dem Inkugel-Radius (19) entspricht.

9. Rollenkörper (28) eines Tripode-Gleichlaufgelenkes (2) mit einem Zentrum (61) sowie einer Außenumfangsfläche (38) und einer konvex geformten Innenumfangsfläche (29), die rotationssymmetrisch um eine Mittelachse (30) ausgebildet sind, wobei eine Mittelebene (31) vorliegt, die eine Mittelachse (30) des Rollenkörpers (28) darstellt.

pers (28) erfasst und eine Verlaufslinie (33) der konvexen Innenumfangsfläche (29) definiert, wobei die Verlaufslinie (25) eine Verlaufslinienradius (23) ausbildet, dessen Betrag, in einem Zentralbereich (26) um eine Zentralebene (22), die durch das Zentrum (61) und senkrecht zur Mittelebene (31) angeordnet ist, maximal ist und der Betrag des Verlaufslinienradius (23) in einem angrenzenden Bereich (62) kleiner ist.

10. Rollenkörper (28) nach Patentanspruch 9, wobei ein Verhältnis des maximalen Betrags des Verlaufslinienradius (23) zu dem kleineren Betrag des Verlaufslinienradius (23) mindestens 2 beträgt.

11. Rollenkörper (28) nach Patentanspruch 10, wobei das Verhältnis in einem Bereich von 3 bis 6 liegt.

12. Rollenkörper (28) nach einem der Patentansprüche 9 bis 11, wobei der Zentralbereich (26) einen dritten Winkelbereich (41) umfasst, der sich ausgehend vom Zentrum (61) und über die Zentralebene (22) hinaus beidseitig über minimal 1 Winkelgrad und maximal 6 Winkelgrad erstreckt.

13. Tripode-Gleichlaufgelenk (2), zumindest umfassend:

- ein Gelenkinnenteil (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 1 bis 8,
- an jedem Zapfen (5) einen drehbar gelagerten Rollenkörper (28) nach einem der Patentansprüche 9 bis 12, sowie
- ein Gelenkaußenteil (36) mit axial verlaufenden Ausnehmungen (37) zur Führung je eines Rollenkörpers (28), wobei gegenüberliegende Bereiche der zweiten Mantellinien (15) jedes Zapfens (5), die im Betrieb in Kontakt mit den konvexen Innenumfangsflächen (29) der Rollenkörper (28) sind, jeweils einen Kreisabschnitt (40) eines Konturkreises (42) bilden, deren Kreismittelpunkte (43) jeweils in einer Distanz (39) von der Längsachse (7) des Zapfens (5) angeordnet sind, wobei gilt, dass ein Verhältnis der Distanz (39) zu dem Inkugel-Radius (19) einen Betrag von 0,02 bis 0,38 aufweist.

14. Tripode-Gleichlaufgelenk (2) zumindest umfassend:

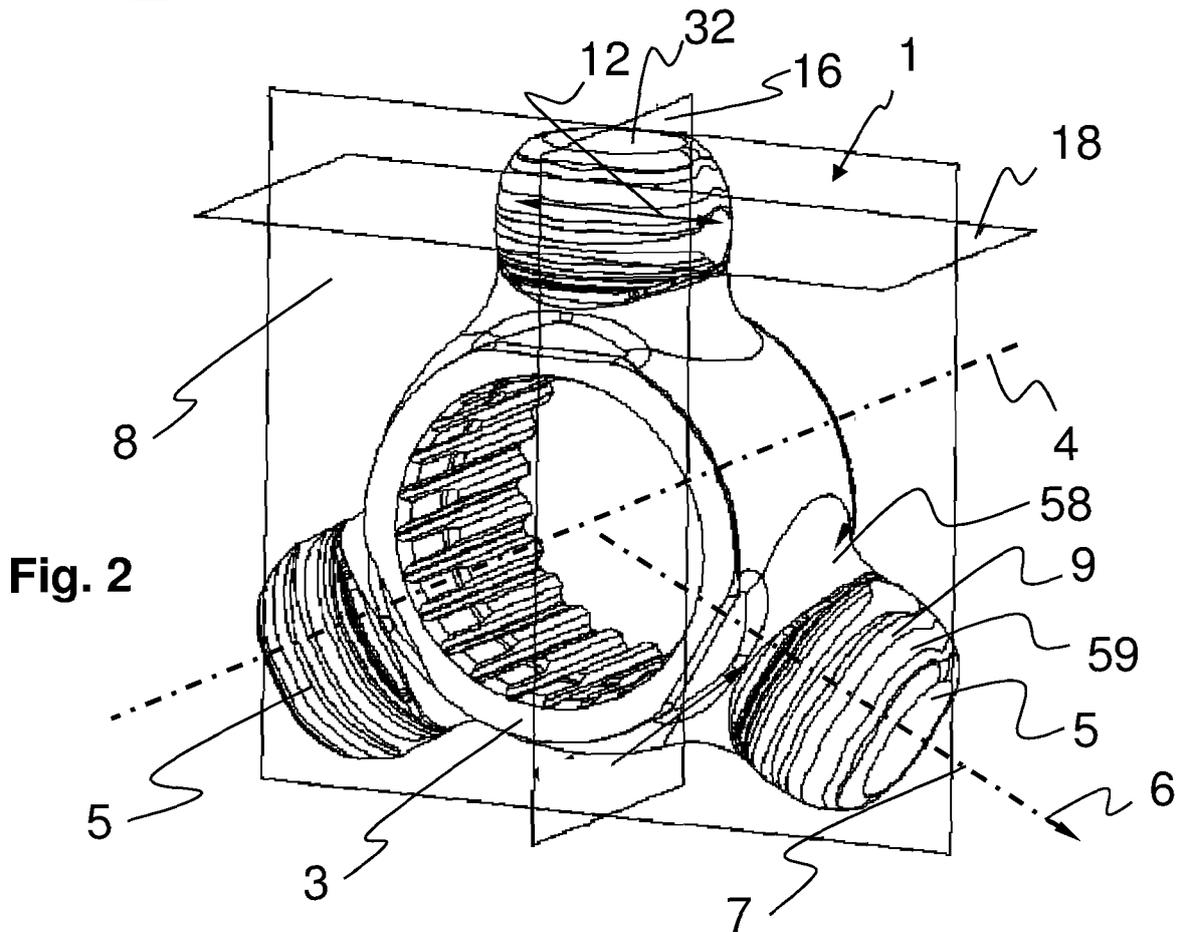
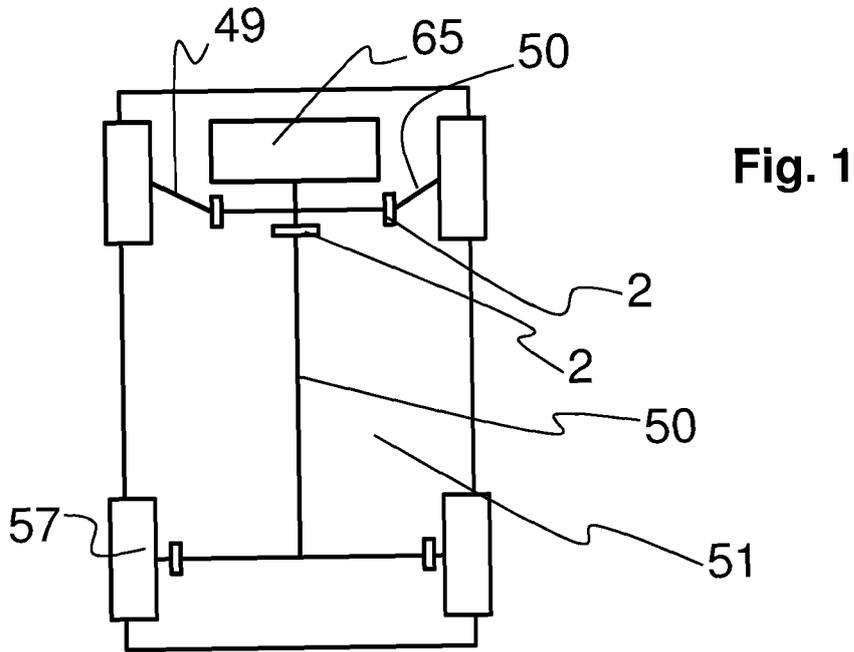
- ein Gelenkinnenteil (1) gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 8,
- an jedem Zapfen (5) einen drehbar gelagerten Rollenkörper (28) nach einem der Patentansprüche 9 bis 12, sowie
- ein Gelenkaußenteil (36) mit axial verlaufenden Ausnehmungen (37) zur Führung je eines Rollenkörpers (28), wobei die Ausnehmungen (37) ein Paar axial verlaufende Führungsflächen (44) aufweisen, an denen sich die Rollenkörper (28) in einer Umfangsrichtung (24) abstützen, wobei mindestens eine Abstützfläche (45) zwischen dem Paar Führungsflächen (44) angeordnet ist, die eine Kippbewegung (46) der Rollenkörper (28) um eine Kippachse (47) beschränkt, wobei die Kippachse (47) der Rollenkörper (28) durch die Schnittlinie der Zentralebene (25) des Rollenkörpers (28) mit der parallel zur Gelenkachse (56) des Gelenkaußenteils (36) verlaufenden Mittenebene (66) der Führungsflächen (44) gebildet ist.

15. Tripode-Gleichlaufgelenk (2) nach Patentanspruch 14, wobei zwei Abstützflächen (45) vorgesehen sind, die jeweils benachbart zu den Führungsflächen (44) angeordnet sind.

16. Tripode-Gleichlaufgelenk (2) nach Patentanspruch 14 oder 15, wobei die mindestens eine Abstützfläche (45) so angeordnet ist, dass die Rollenkörper (28) um einen Kippwinkelbereich (48) von maximal 10 Winkelgrad um die Kippachse (47) herum kippbar sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



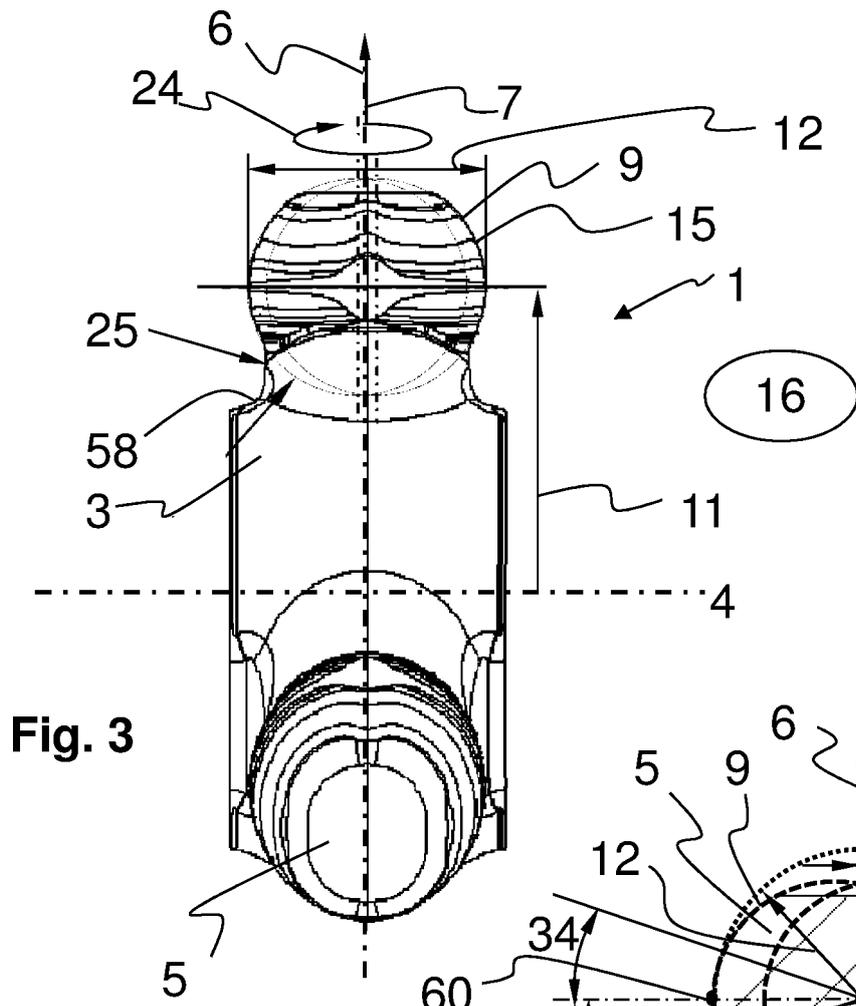


Fig. 3

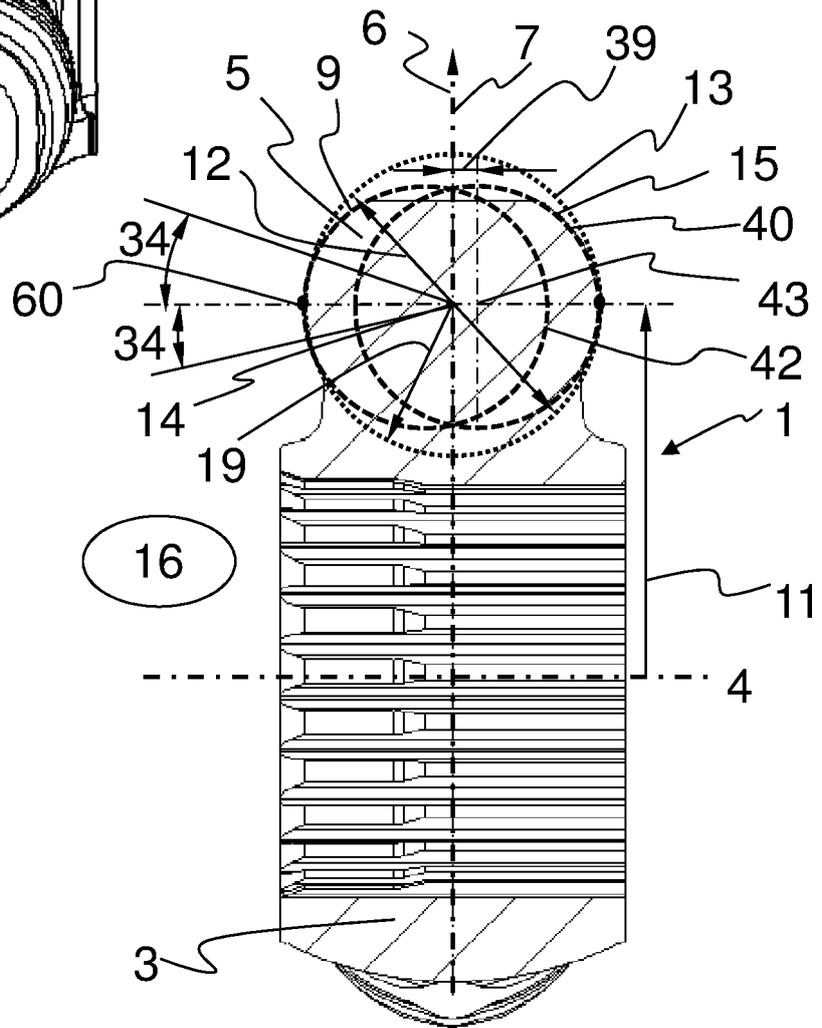


Fig. 4

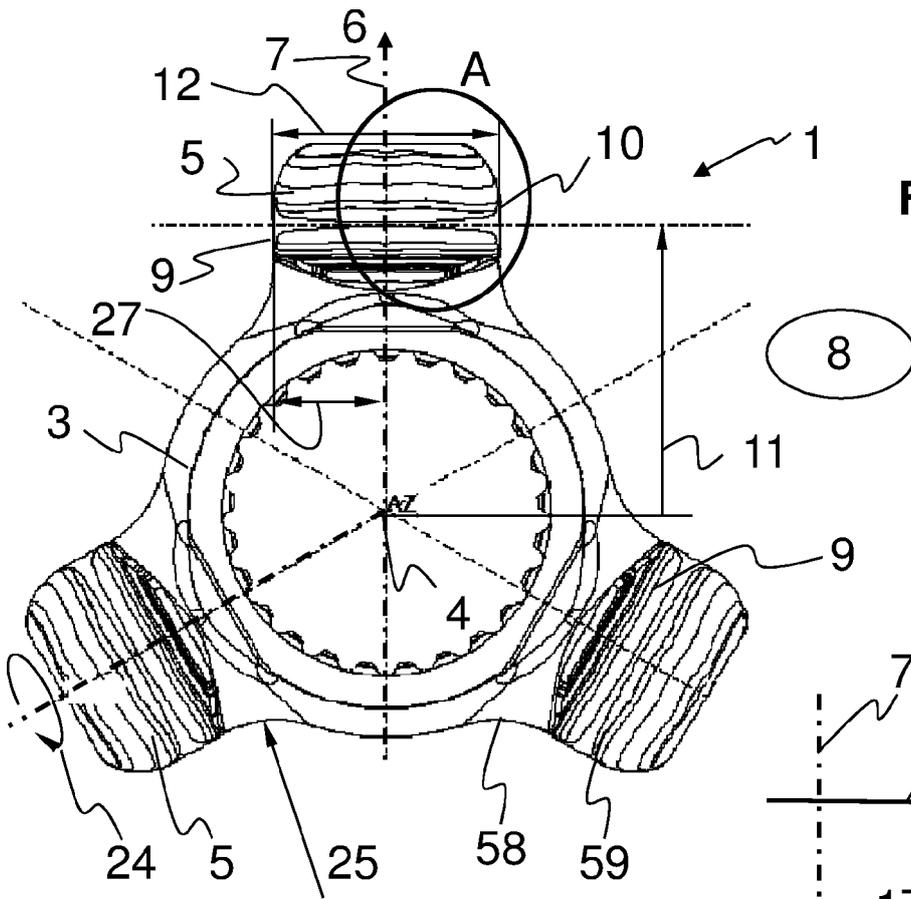


Fig. 5

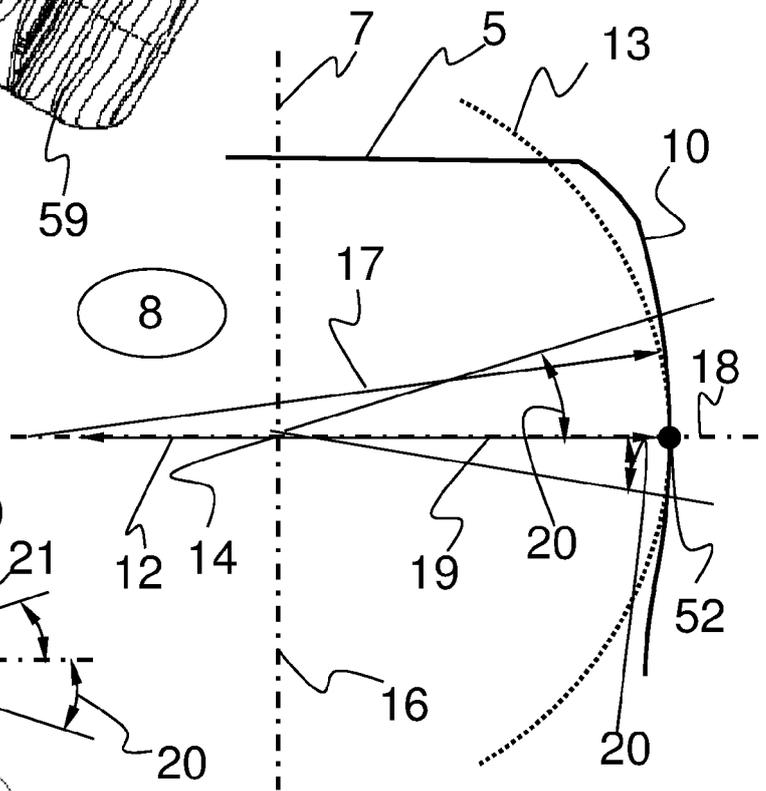


Fig. 6

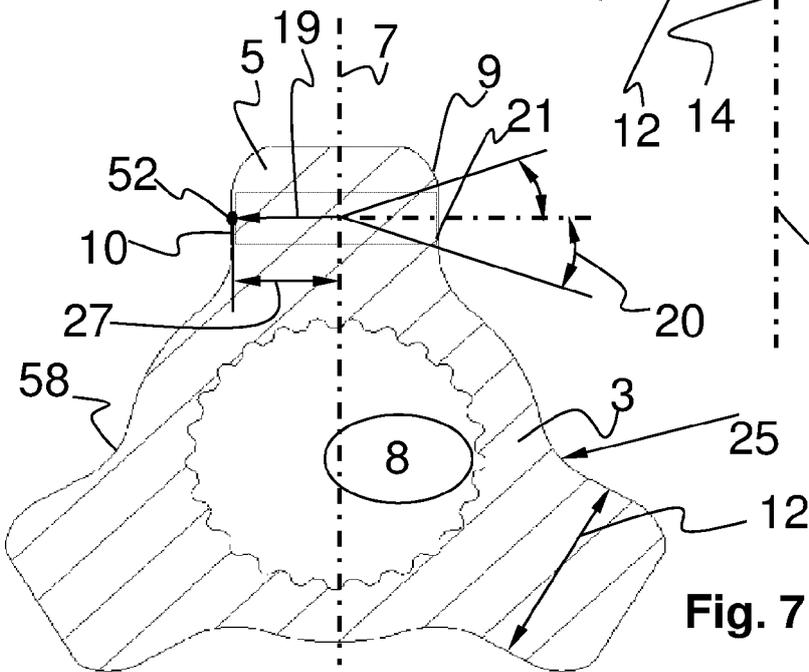


Fig. 7

Fig. 8

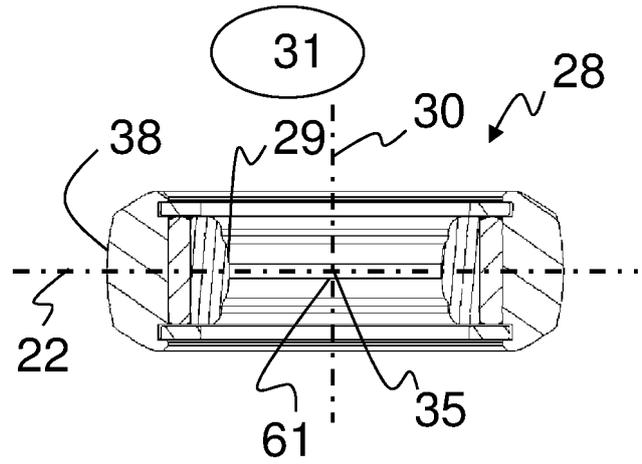


Fig. 9

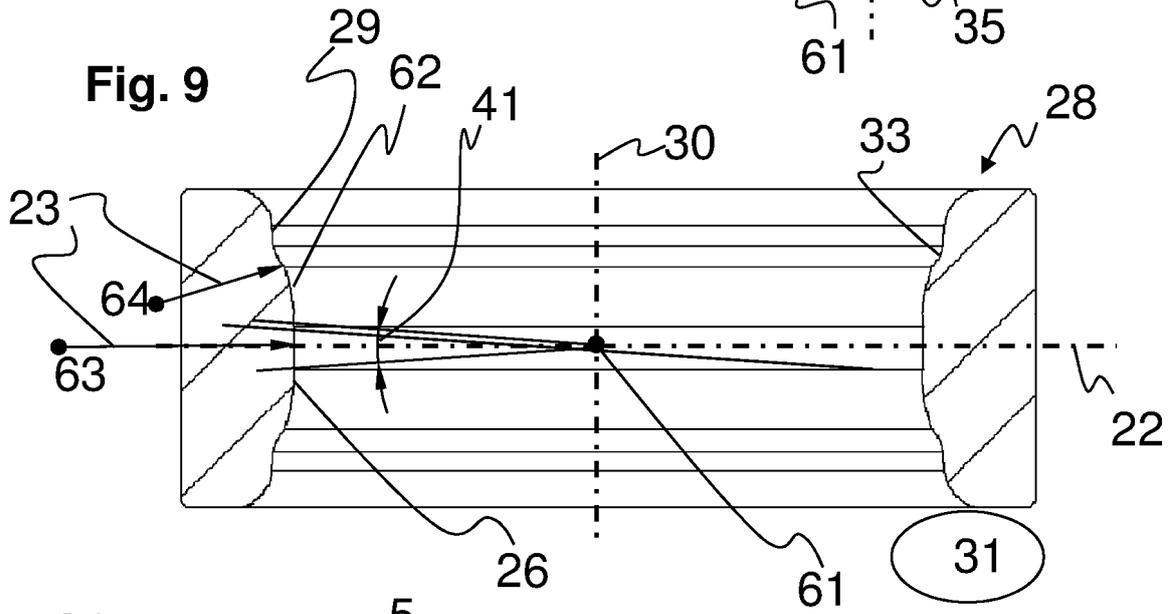


Fig. 10

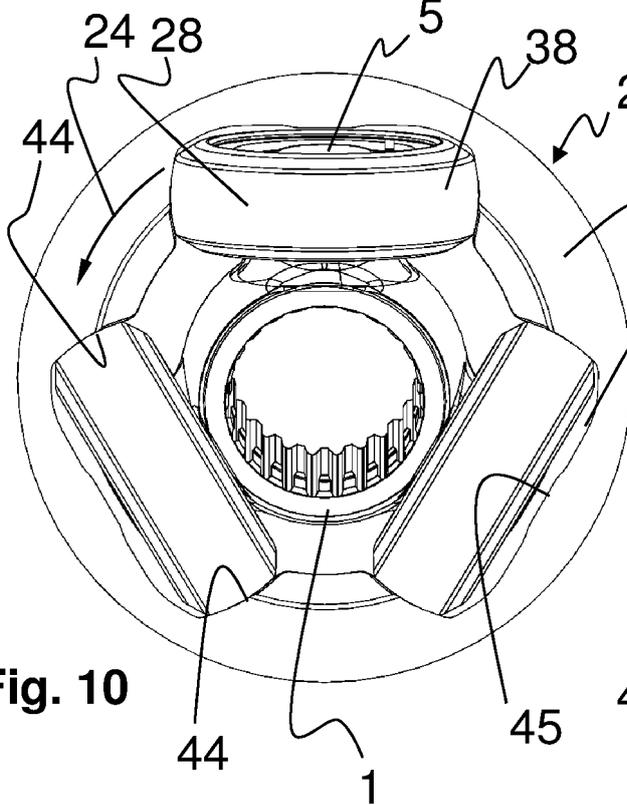


Fig. 11

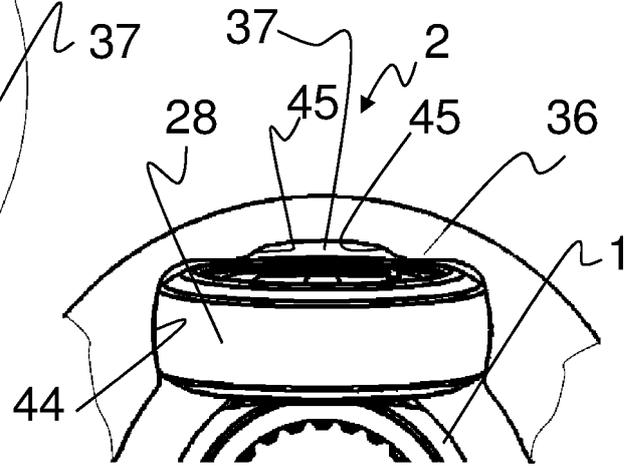


Fig. 12

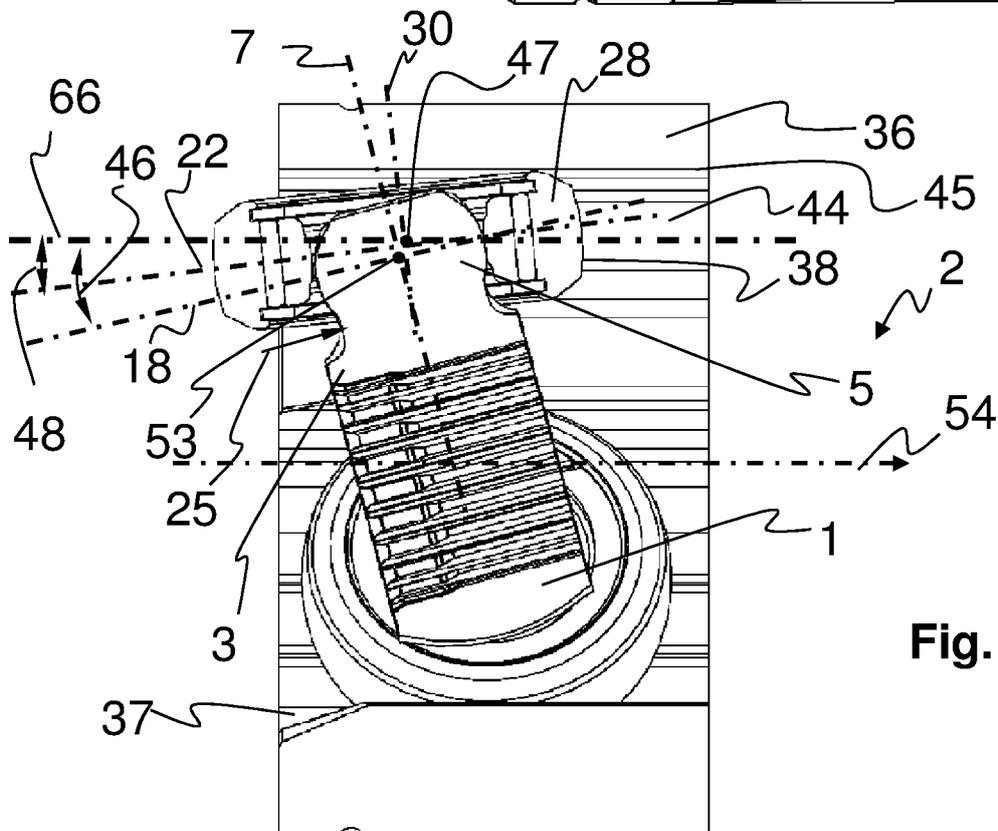
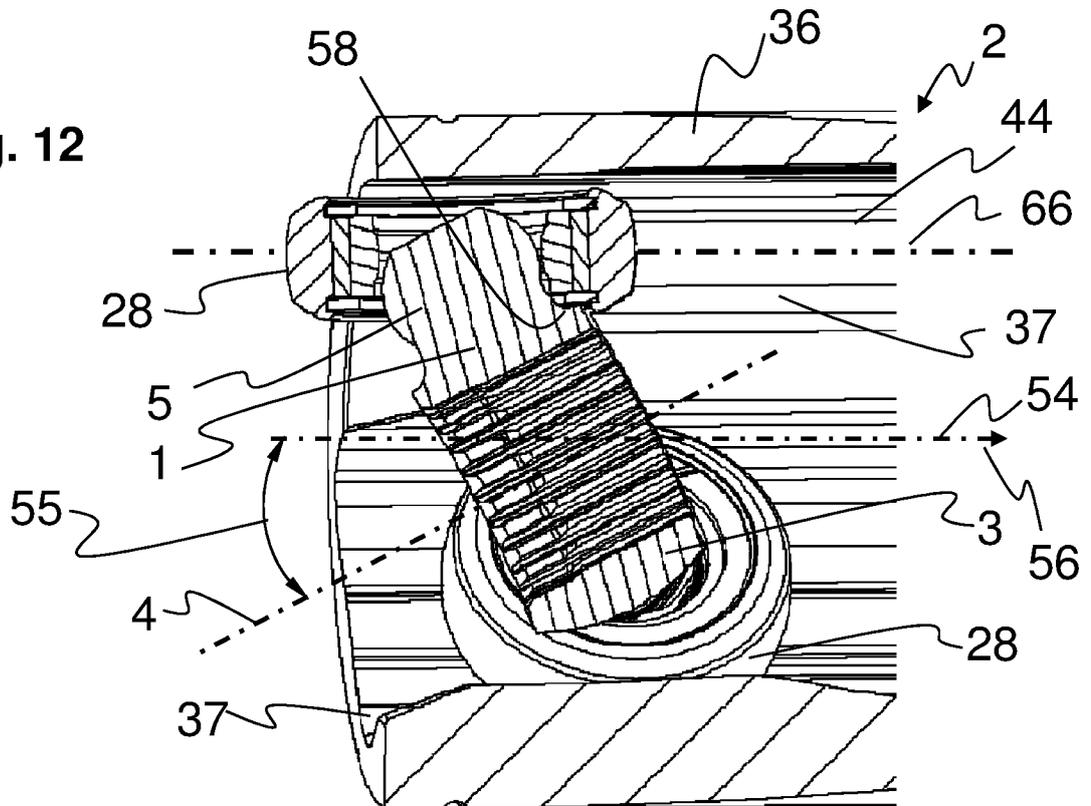


Fig. 13

