



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 016 843 A1 2007.10.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 016 843.7

(22) Anmeldetag: 07.04.2006

(43) Offenlegungstag: 18.10.2007

(51) Int Cl.⁸: F16D 3/224 (2006.01)

(71) Anmelder:

GKN Driveline International GmbH, 53797 Lohmar, DE

(72) Erfinder:

Maucher, Stephan, Dipl.-Ing. (FH), 53721 Siegburg, DE; Hildebrandt, Wolfgang, Dr.-Ing., 53721 Siegburg, DE

(74) Vertreter:

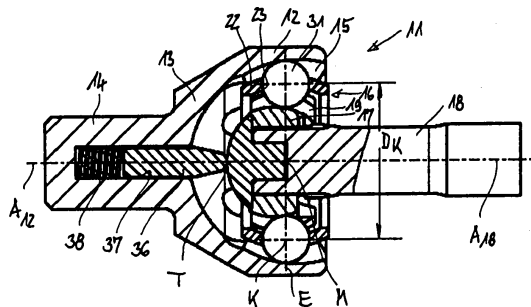
**Neumann Müller Oberwalleney & Partner
Patentanwälte, 53721 Siegburg**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Spielfreies Gleichlaufdrehgelenk**

(57) Zusammenfassung: Gleichlaufgelenk 11, umfassend ein Gelenkaußenteil 12 mit umfangsverteilten äußeren Kugelbahnen 15, ein Gelenkinnenteil 17 mit umfangsverteilten inneren Kugelbahnen 19, drehmomentübertragende Kugeln 31, die in Bahnpaaren aus einander zugeordneten äußeren und inneren Kugelbahnen 15, 19 einsitzen, sowie einen ringförmigen Kugelkäfig 22, der zwischen Gelenkaußenteil 12 und Gelenkinnenteil 17 einsitzt und umfangsverteilte Käfigfenster 23 aufweist, in denen die drehmomentübertragenden Kugeln 31 in einer gemeinsamen Ebene E gehalten werden, wobei sich die Bahnpaare zumindest zu einem Teil bei gestrecktem Gelenk in einer übereinstimmenden axialen Richtung erweitern, der Kugelkäfig 22 sich axial im Gelenkaußenteil 12 abstützt und das Gelenkinnenteil 17 axiales Spiel gegenüber dem Kugelkäfig 22 hat und wobei Mittel zur federnden Abstützung des Gelenkinnenteils 17 gegenüber dem Gelenkaußenteil 12 vorgesehen sind, die auf das Gelenkinnenteil 17 im Verhältnis zum Gelenkaußenteil 12 in derselben Richtung einwirken, in der sich die Bahnpaare erweitern, wobei der Abstand eines Kontaktbereiches T der gegenseitigen Abstützung von Gelenkinnenteil 17 und Gelenkaußenteil 12 vom Gelenkmittelpunkt M kleiner/gleich dem halben Außendurchmesser des Kugelkäfigs 22 ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Gleichlaufgelenk umfassend ein Gelenkaußenteil mit umfangsverteilten längsverlaufenden äußeren Kugelbahnen, ein Gelenkinnenteil mit umfangsverteilten längsverlaufenden inneren Kugelbahnen, drehmomentübertragende Kugeln, die in Bahnpaaren aus einander zugeordneten äußeren und inneren Kugelbahnen einsitzen, sowie ein einen ringförmigen Kugelkäfig der zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil einsitzt und umfangsverteilte Käfigfenster aufweist, in denen die drehmomentübertragenden Kugeln in einer gemeinsamen Ebene gehalten werden, wobei sich die Bahnpaare zumindest zu einem Teil bei gestrecktem Gelenk in einer übereinstimmenden axialen Richtung erweitern, der Kugelkäfig sich axial im Gelenkaußenteil abstützt, und das Gelenkinnenteil axiales Spiel gegenüber dem Kugelkäfig hat und wobei Mittel zur federnden Abstützung des Gelenkinnenteils gegenüber dem Gelenkaußenteil vorgesehen sind, die auf das Gelenkinnenteil im Verhältnis zum Gelenkaußenteil in derselben Richtung einwirken, in der sich die Bahnpaare erweitern.

[0002] Gleichlaufgelenke der obengenannten Art werden als Rzeppa-Festgelenke bezeichnet. Je nach Ausführung der äußeren und inneren Kugelbahnen schließen diese Gelenke UF-Gelenke (undercut free) mit axial betrachtet hinterschnittfreien Kugelbahnen und AC-Gelenke (angular contact) mit kreisbogenförmigen axial gegeneinander versetzten Kugelbahnen ein. Daneben sind auch andere Bahnverläufe bekannt. Den genannten Rzeppa-Gelenken gemeinsam ist das Merkmal, daß sich die Bahnpaare aus äußeren und inneren Kugelbahnen bei gestrecktem Gelenk zumindest in der Gelenkmittlebene in einer übereinstimmenden axialen Richtung erweitern, wobei mitunter der Begriff ‚keilförmig erweiternd‘ verwendet wird.

[0003] Hiermit entsteht bei Drehmomentbelastung des Gleichlaufdrehgelenks eine relative Axialkraft zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil, die sich somit axial relativ zueinander abstützen müssen, damit das Gelenk nicht demontiert. Es werden hierzu in der Regel sphärische Flächenpaarungen zwischen dem Gelenkaußenteil und dem Kugelkäfig auf dessen Außenseite und zwischen dem Gelenkinnenteil und dem Kugelkäfig auf dessen Innenseite verwendet.

[0004] Aus der DE 31 14 290 C2 ist es bekannt, auf die relative Abstützung zwischen Kugelkäfig und Gelenkinnenteil und damit auf eine Feinbearbeitung der entsprechenden Flächen zu verzichten und stattdessen eine axiale Abstützung zwischen dem Gelenkinnenteil und einer innenkugeligen Abstützfläche im Gelenkaußenteil vorzusehen. Eine mit dem Gelenkinnenteil verbundene Stützfläche wird hierbei an ei-

nem Zapfenteil ausgebildet, das axial auf das Gelenkinnenteil aufgesetzt ist. Hierbei ist unter anderem auch eine federnde Abstützung des Zapfenteils gegenüber dem Gelenkinnenteil vorgesehen.

[0005] Bei einem gebeugt umlaufenden Gleichlaufdrehgelenk der genannten Art treten innere Reibungskräfte auf, die zum einen durch die mit Umlauffrequenz in den Bahnpaaren hin- und herlaufenden Kugeln erzeugt werden, zum anderen durch Reibungskräfte zwischen dem Gelenkaußenteil bzw. dem Gelenkinnenteil und dem jeweils relativ zu diesen betrachtet sich mit Umlauffrequenz taumelnd bewegenden Kugelkäfig.

[0006] Bei dem vorstehend genannten Gleichlaufdrehgelenk wird zwar Reibung zwischen dem Kugelkäfig und dem Gelenkinnenteil vermieden, dafür entsteht jedoch ein Reibungsmoment durch die gleitende Bewegung zwischen dem genannten Zapfen und in der innenkugeligen Abstützfläche im Gelenkaußenteil, die sich bezüglich letzterem als Kreisbewegung darstellt, die von einer Drehbewegung überlagert ist. Die Summe der von diesen Reibungskräften erzeugten Momente wird als Schleppmoment des Gelenks bezeichnet, das also aufzubringen ist, um das gebeugt eingestellte Gelenk ohne Gegenmoment auf der Abtriebsseite anzutreiben bzw. durchzudrehen.

[0007] Bei dem obengenannten Gleichlaufdrehgelenk ist das von der Reibung des genannten Abstützzapfens genannte Reibungsmoment erheblich und erhöht somit das Schleppmoment in nachteiliger Weise. Es wird nachfolgend auch als Abstützschleppmoment bezeichnet.

[0008] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein spielfreies Gleichlaufdrehgelenk der genannten Art so weiterzubilden, daß es ein reduziertes Schleppmoment aufweist. Die Lösung hierfür ist dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand x eines Kontaktbereiches T der gegenseitigen Abstützung von Gelenkinnenteil und Gelenkaußenteil vom Gelenkmittelpunkt M kleiner gleich dem halben Außendurchmesser $D/2$ des Kugelkäfigs ist. Mit den hiermit angegebenen Mitteln wird das Reibungsmoment der axialen Abstützung reduziert, indem der Hebelarm R , mit dem die Reibungskraft F bei Drehung des Gelenks angreift, wesentlich reduziert wird. Ein Gleichlaufdrehgelenk der hiermit genannten Art ist insbesondere als Lenkungsgelenk, d.h. also im Einsatz in der Lenksäule eines Kraftfahrzeuges besonders geeignet, bei dem Spielfreiheit und geringes Schleppmoment gleichermaßen bedeutsam sind.

[0009] Besonders vorteilhaft ist an der gewählten Ausführung, daß die Grundkonstruktion des Gelenks im wesentlichen unverändert bleibt, und die zur federnden axialen Abstützung eingesetzten Elemente

nach Ausführen entsprechender Bohrungen im Gelenkaußenteil und/oder im Gelenkinnenteil bzw. in einer in dieses eingesteckten Antriebswelle ergänzt werden können, ohne daß die Gelenkfunktionen beeinträchtigt werden.

[0010] In bevorzugter Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Abstand x kleiner gleich dem halben Innendurchmesser $d/2$ des Kugelkäfigs in der Gelenkmittlebene E ist, insbesondere daß der Abstand x kleiner gleich dem halben Außendurchmesser $D_i/2$ des Gelenkinnenteils ist. Hiermit wird das genannte Abstützscheppmoment in zunehmendem Ausmaß reduziert. Das genannte Abstützscheppmoment kann praktisch vernachlässigt werden, wenn in einer besonderen Ausführungsform der Abstand x zu Null gesetzt wird.

[0011] Während es grundsätzlich verstanden werden soll, daß der Abstand x von der Gelenkmitte zum Boden bzw. Deckel des Gelenkaußenteils hin angetragen wird, jedoch in jedem Fall kleiner als bei bekannten Gelenken gewählt wird, ist es in einer abgewandelten Ausführungsform auch möglich, daß der Abstand vom Gelenkmittelpunkt in Richtung zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils angetragen wird.

[0012] Nach einer ersten Ausführungsform können die im Kontaktbereich T gegenseitig in Anlage befindlichen Flächen der Abstützelemente wie bei dem obengenannten Gelenk einerseits als ballige Fläche, insbesondere als Außensphäre, andererseits als Hohlfläche, insbesondere als Innensphäre ausgebildet sein. Nach einer zweiten Ausführungsform ist es auch möglich, daß beide genannten Flächen als ballige, insbesondere als außensphärische Flächen ausgeführt werden. Hiermit ist anstelle eines Flächenkontakts quasi ein Punktkontakt möglich, mit dem der Reibungsanteil der Relativdrehung reduziert werden kann. Nach einer dritten Ausführungsform ist es schließlich möglich, eine der genannten Flächen ballig, insbesondere außensphärisch, und die andere radial eben auszubilden. Auch hierbei ergibt sich quasi ein Punktkontakt.

[0013] Nach einer ersten konstruktiven Ausgestaltungsform ist vorgesehen, daß das Gelenkaußenteil einen Boden oder Deckel umfaßt, in dem ein federnd abgestützter Zapfen coaxial geführt ist, und daß am Gelenkinnenteil eine stirnseitige ballige Stützfläche ausgebildet ist, an der der Zapfen mit Vorspannung anliegt.

[0014] Hierbei wird vorgeschlagen, daß die Stützfläche an einem Stützkörper ausgebildet ist, der mit dem Gelenkinnenteil fest verbunden ist.

[0015] Dabei ist insbesondere vorgesehen, daß die Stützfläche an einem Stützkörper ausgebildet ist, der in eine in das Gelenkinnenteil eingesteckte Antriebs-

welle eingesetzt ist.

[0016] Eine alternative konstruktive Ausführungsform geht dahin, daß das Gelenkaußenteil einen Boden oder Deckel umfaßt, in dem ein coaxial geführter Zapfen federnd abgestützt ist, und daß am Gelenkinnenteil eine axial innerhalb der inneren Kugelbahnen liegende Stützfläche ausgebildet ist, an der der Zapfen mit Vorspannung anliegt. Die Stützfläche kann in großer Nähe zum Gelenkmittelpunkt angeordnet werden. Hierbei kann die Stützfläche in einer ersten Ausführung ballig sein, wobei ihr Scheitelpunkt im Gelenkmittelpunkt liegt, während die Stützfläche nach einer zweiten Ausführung kalottenförmig sein kann, wobei ihr Krümmungsmittelpunkt im Gelenkmittelpunkt liegt.

[0017] Zur konstruktiven Vereinfachung kann hierbei vorgesehen werden, daß die vorgenannte Stützfläche unmittelbar an einer in das Gelenkinnenteil eingesteckten Antriebswelle ausgebildet ist.

[0018] Um große Winkelbewegungen zuzulassen, ist vorgesehen, daß sich die Antriebswelle und gegebenenfalls das Gelenkinnenteil von der Stützfläche zum Zapfen hin axial innenkegelig erweitern.

[0019] Eine weitere konstruktive Ausgestaltungsform geht dahin, daß das Gelenkaußenteil einen Boden oder Deckel umfaßt, in dem ein coaxialer Zapfen fest eingesetzt ist, und daß am Gelenkinnenteil ein federnd abgestützter Stützkörper coaxial geführt ist, der mit einer Stützfläche mit Vorspannung am Zapfen anliegt.

[0020] Hierzu wird vorgeschlagen, daß das Stützteil unmittelbar in einer in das Gelenkinnenteil eingesetzten Antriebswelle geführt ist und sich federnd, insbesondere über eine Schraubendruckfeder in der Antriebswelle abstützt.

[0021] Auch hierzu wird vorgeschlagen, daß sich die Antriebswelle und gegebenenfalls das Gelenkinnenteil vom Stützkörper zum Zapfen hin innenkonisch erweitern. Konstruktiv günstig ist es hierbei wiederum, daß der Zapfen und der Stützkörper jeweils ballige, insbesondere außensphärische Kontakt- bzw. Stützflächen aufweisen. Ebenso ist es möglich, daß der Zapfen eine ballige, insbesondere außensphärische Kontaktfläche und der Stützkörper eine ebene radiale Stützfläche hat.

[0022] Auch hierzu wird vorgeschlagen, daß die Antriebswelle am das Stützteil aufnehmenden Stirnende innenkonisch erweitert ist.

[0023] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachstehend beschrieben.

[0024] **Fig. 1** zeigt ein erfindungsgemäßes Gleichlaufdrehgelenk in einer ersten Ausführung
 a) im Längsschnitt in gestreckter Stellung
 b) im Längsschnitt in abgewinkelter Stellung
 c) in der vergrößerten Einzelheit X nach Darstellung b);

[0025] **Fig. 2** zeigt ein erfindungsgemäßes Gleichlaufdrehgelenk in einer zweiten Ausführung
 a) im Längsschnitt in gestreckter Stellung
 b) im Längsschnitt in abgewinkelter Stellung
 c) in der vergrößerten Einzelheit X nach Darstellung b);
 d) in der vergrößerten Einzelheit Y nach Darstellung c);

[0026] **Fig. 3** zeigt ein erfindungsgemäßes Gleichlaufdrehgelenk in einer dritten Ausführung
 a) im Längsschnitt in gestreckter Stellung
 b) im Längsschnitt in abgewinkelter Stellung
 c) in der vergrößerten Einzelheit X nach Darstellung b);
 d) in der vergrößerten Einzelheit Y nach Darstellung c);

[0027] **Fig. 4** zeigt ein erfindungsgemäßes Gleichlaufdrehgelenk in einer vierten Ausführung
 a) im Längsschnitt in gestreckter Stellung
 b) in der vergrößerten Einzelheit X nach Darstellung a);
 c) in der vergrößerten Einzelheit Y nach Darstellung b);

[0028] Die einzelnen Darstellungen der **Fig. 1** werden nachstehend gemeinsam beschrieben, sofern nicht auf einzelne Darstellungen besonders verwiesen wird.

[0029] Die Figur zeigt ein Gleichlaufdrehgelenk **11** in sogenannter Monoblockbauweise, bei dem an einem Gelenkaußenteil **12** ein Boden **13** und ein Wellenzapfen **14** einstückig angeformt sind. Der Boden oder ein Deckel könnte auch als separates Teil angesetzt und mit dem Gelenkaußenteil verschweißt oder verschraubt sein. Im Gelenkaußenteil **12** sind längsverlaufende umfangsverteilte äußere Kugelbahnen **15** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt von einer Gelenkmittlebene **E** aus axial zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist. Das Gelenk umfaßt weiterhin ein Gelenkinnenteil **17**, in das eine Antriebswelle **18** eingesteckt ist, wobei die Teile (**17**, **18**) über Wellenverzahnungen drehfest miteinander verbunden sind und darüber hinaus axial gegeneinander gesichert sind. Am Gelenkinnenteil **17** sind längsverlaufende umfangsverteilte innere Kugelbahnen **19** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt gegenüber der Gelenkmittlebene **E** in Richtung zum Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist. Einander zugeordnete äußere Kugelbahnen **15** und innere Kugelbahnen **19** bilden Bahnpaare und erwei-

tern sich hiernach in Richtung vom Boden **13** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils. Jeweils Bahnpaare aus äußeren Kugelbahnen **15** und inneren Kugelbahnen **19** nehmen eine drehmomentübertragende Kugel **31** auf. Die Kugeln werden von einem ringförmigen Kugelkäfig **22**, der zwischen Gelenkaußenteil **12** und Gelenkinnenteil **17** einsitzt, mit ihren Kugelmittelpunkten **K** in der Gelenkmittlebene **E** gehalten und bei Beugung des Gelenks auf die winkelhalbierende Ebene geführt. Die Kugeln **31** sind hierbei in umfangsverteilten Käfigfenstern **23** im Kugelkäfig **22** aufgenommen. Der Kugelkäfig **22** hat eine kugelige Außenfläche **24**, die im wesentlichen spielfrei in einer innenkugeligen Führungsfläche **20** des Gelenkaußenteils **12** geführt wird. Die Innenfläche **25** des Kugelkäfigs **22** weist dagegen Spiel gegenüber einer Außenfläche **21** des Gelenkinnenteils **17** auf. Die äußeren und inneren Kugelbahnen werden jeweils durch eine Kreisbogenform beschrieben, so daß das Gelenk ein Rzeppa-Gelenk der Bauart AC (angular contact) ist.

[0030] In den Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** ist ein koaxial zur Längsachse **A12** geführter Zapfen **36** eingesetzt, der in einer Bohrung **37** geführt ist, die bis in den Wellenzapfen **14** reicht. Der Zapfen **36** stützt sich über eine Schraubendruckfeder **38** im Wellenzapfen **14** und damit gegenüber dem Gelenkaußenteil **12** ab. Der Zapfen **36** hat eine halbkugelige Kontaktfläche **39**. Dem Zapfen **36** gegenüberliegend befindet sich am Gelenkinnenteil **17** ein Stützkörper **41**, der sich mit einer Anlagefläche **42** an einer Stirnfläche **26** des Gelenkinnenteils **17** abstützt. Der Stützkörper **41** ist mit einem Ansatz **44** in eine innenzyklindrische Bohrung **27** der Antriebswelle **18** eingesetzt. Der Stützkörper **41** bildet eine außenkugelige Abstützfläche **43**, auf die der Zapfen **36** mittels der Kontaktfläche **39** mit der Kraft **F** unter Vorspannung einwirkt. Wie in Darstellung b zu erkennen ist, liegt ein Kontaktbereich **T** zwischen dem Zapfen **36** und dem Stützkörper **41** aufgrund der koaxialen Anordnung des Zapfens im Gelenkaußenteil immer nahe der Längsachse **A12** des Gelenkaußenteils, wandert jedoch bei Abwinklung der Längsachse **A18** des Gelenkinnenteils um einen Gelenkbeugewinkel β um den gleichen Winkel β von der Längsachse **L18** auf der Kugeloberfläche der Abstützfläche **43** des Stützkörpers **41**. Der erfindungsgemäße Abstand **x** des Kontaktbereiches **T** vom Gelenkmittelpunkt **M** ist bei kugeligter Form der Abstützfläche **43** gleichbleibend und in jedem Fall kleiner als der Radius $D/2$ der kugeligen Außenfläche **24** des Kugelkäfigs, vorzugsweise kleiner als der Rollkreisradius $D_k/2$ der Kugeln und insbesondere kleiner als der Radius $d/2$ der Innenfläche **25** des Kugelkäfigs. Der Hebelarm **R**, der mit der Kraft **F** in die Berechnung eines Abstützschleppmomentes gegen die freie Drehung des Gelenkes in gebeugter Stellung eingeht, nimmt mit dem Gelenkbeugewinkel β zu. Wenn die Abstützfläche **43** abweichend gestaltet ist, beispielsweise als Ellipsoid,

ändert sich bei Abwinkelung aufgrund der veränderlichen Einfederung der Schraubendruckfeder **38** die Kraft F ebenso wie die Abhängigkeit des Hebelarms R vom Winkel β , da der Hebelarm R dann keine reine Sinusfunktion mehr von β ist.

[0031] In dem hier dargestellten Normalfall ist jedoch die Abstützfläche **43** kugelig, so daß x ebenso konstant bleibt wie F . Die vorgespannte Schraubendruckfeder **38** und damit der Zapfen **36** verschiebt das Gelenkinnenteil **17** mittelbar über den Stützkörper **41** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin, wodurch die inneren Kugelbahnen **19** ebenfalls zur Öffnung hin auf die Kugeln **31** einwirken. Die Kugeln **31** stützen sich hierbei in den Käfigfenstern **23** ebenfalls zur Öffnung hin ab, wodurch sich der Kugelkäfig **22** seinerseits mit seiner sphärischen Außenfläche **24** in der innenkugeligen Innenfläche **20** des Gelenkaußenteils axial abstützt. Auf diese Weise ist das Gelenk spielfrei. Gegenüber bekannten Gelenken ist der axiale Abstand x des Kontaktpunktes T vom Gelenkmittelpunkt M deutlich verkürzt, so daß bei gebeugtem Gelenk der Hebelarm R , der in das Abstützschleppmoment gegen freie Drehung eingeht, ebenfalls klein ist.

[0032] Die einzelnen Darstellungen der [Fig. 2](#) werden nachstehend gemeinsam beschrieben, sofern nicht auf einzelne Darstellungen besonders verwiesen wird.

[0033] Die Figur zeigt ein Gleichlaufdrehgelenk **11** in sogenannter Monoblockbauweise, bei dem an einem Gelenkaußenteil **12** ein Boden **13** und ein Wellenzapfen **14** einstückig angeformt sind. Der Boden oder ein Deckel könnte auch als separates Teil angebracht und mit dem Gelenkaußenteil verschweißt oder verschraubt sein. Im Gelenkaußenteil **12** sind längsverlaufende umfangsverteilte äußere Kugelbahnen **15** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt von einer Gelenkmittlebene E aus axial zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist. Das Gelenk umfaßt weiterhin ein Gelenkinnenteil **17**, in das eine Antriebswelle **18** eingesteckt ist, wobei die Teile (**17**, **18**) über Wellenverzahnungen drehfest miteinander verbunden sind und darüberhinaus axial gegeneinander gesichert sind. Am Gelenkinnenteil **17** sind längsverlaufende umfangsverteilte innere Kugelbahnen **19** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt gegenüber der Gelenkmittlebene E in Richtung zum Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist.

[0034] Einander zugeordnete äußere Kugelbahnen **15** und innere Kugelbahnen **19** bilden Bahnpaare und erweitern sich hiernach in Richtung vom Boden **13** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils. Jeweils Bahnpaare aus äußeren Kugelbahnen **15** und inneren Kugelbahnen **19** nehmen eine drehmomentübertragende Kugel **31** auf. Die Kugeln werden von einem ringförmigen Kugelkäfig **22**, der zwischen Gelenkaußen-

teil **12** und Gelenkinnenteil **17** einsitzt, mit ihren Kugelmittelpunkten K in der Gelenkmittlebene E gehalten und bei Beugung des Gelenks auf die winkelhalbierende Ebene geführt. Die Kugeln **31** sind hierbei in umfangsverteilten Käfigfenstern **23** im Kugelkäfig **22** aufgenommen. Der Kugelkäfig **22** hat eine kugelige Außenfläche **24**, die im wesentlichen spielfrei in einer innenkugeligen Führungsfläche **20** des Gelenkaußenteils **12** geführt wird. Die Innenfläche **25** des Kugelkäfigs **22** weist dagegen Spiel gegenüber einer Außenfläche **21** des Gelenkinnenteils **17** auf. Die äußeren und inneren Kugelbahnen werden jeweils durch eine Kreisbogenform beschrieben, so daß das Gelenk ein Rzeppa-Gelenk der Bauart AC (angular contact) ist.

[0035] In den Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** ist ein coaxial zur Längsachse A_{12} geführter Zapfen **36₂** eingesetzt, der in einer Bohrung **37** geführt ist, die bis in den Wellenzapfen **14** reicht. Der Zapfen **36** stützt sich über eine Schraubendruckfeder **38** im Wellenzapfen **14** und damit gegenüber dem Gelenkaußenteil **12** ab. Der Zapfen **36** hat eine halbkugelige Kontaktfläche **39₂**. Dem Zapfen **36₂** gegenüberliegend befindet sich am Gelenkinnenteil **17** und der in dieses eingesteckten Antriebswelle **18** eine innenkonische Erweiterung **28**. Am Grund der Erweiterung **28** ist eine außenkugelige Abstützfläche **43₂** mit geringem Radius ausgebildet, auf die der Zapfen **36₂** mittels der Kontaktfläche **39₂** mit der Kraft F unter Vorspannung einwirkt. Wie in Darstellung d zu erkennen ist, liegt ein Kontaktbereich T zwischen dem Zapfen **36₂** und der Abstützfläche **43₂** aufgrund der coaxialen Anordnung des Zapfens im Gelenkaußenteil immer nahe der Längsachse A_{12} des Gelenkaußenteils, wandert jedoch bei Abwinkelung der Längsachse A_{18} des Gelenkinnenteils um einen Gelenkbeugewinkel β um den gleichen Winkel β von der Längsachse A_{18} auf der kugeligen Abstützfläche **43₂**. Der erfindungsgemäße Abstand x des Kontaktbereich T vom Gelenkmittelpunkt M ist in diesem Fall gleich null. Der Hebelarm R , der mit der Kraft F in die Berechnung eines Abstützschleppmomentes gegen die freie Drehung des Gelenkes in gebeugter Stellung eingeht, ist damit zu vernachlässigen.

[0036] Die vorgespannte Druckfeder **38** und damit der Zapfen **36₂** verschiebt das Gelenkinnenteil **17** mittelbar über die Antriebswelle **18** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin, wodurch die inneren Kugelbahnen **19** ebenfalls zur Öffnung hin auf die Kugeln **31** einwirken. Die Kugeln **31** stützen sich hierbei in den Käfigfenstern **23** ebenfalls zur Öffnung hin ab, wodurch sich der Kugelkäfig **22** seinerseits mit seiner sphärischen Außenfläche **24** in der innenkugeligen Innenfläche **20** des Gelenkaußenteils axial abstützt. Auf diese Weise ist das Gelenk spielfrei. Wie ausgeführt, ist der axiale Abstand x des Kontaktpunktes T vom Gelenkmittelpunkt M gleich null, so daß bei gebeugtem Gelenk der Hebelarm R , der in das Abstütz-

schleppmoment gegen freie Drehung eingeht, zu vernachlässigen ist.

[0037] Die einzelnen Darstellungen der [Fig. 3](#) werden nachstehend gemeinsam beschrieben, sofern nicht auf einzelne Darstellungen besonders verwiesen wird.

[0038] Die Figur zeigt ein Gleichlaufdrehgelenk **11** in sogenannter Monoblockbauweise, bei dem an einem Gelenkaußenteil **12** ein Boden **13** und ein Wellenzapfen **14** einstückig angeformt sind. Der Boden oder ein Deckel könnte auch als separates Teil angesetzt und mit dem Gelenkaußenteil verschweißt oder verschraubt sein. Im Gelenkaußenteil **12** sind längsverlaufende umfangsverteilte äußere Kugelbahnen **15** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt von einer Gelenkmittlebene **E** aus axial zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist. Das Gelenk umfaßt weiterhin ein Gelenkinnenteil **17**, in das eine Antriebswelle **18** eingesteckt ist, wobei die Teile (**17**, **18**) über Wellenverzahnungen drehfest miteinander verbunden sind und darüberhinaus axial gegeneinander gesichert sind. Am Gelenkinnenteil **17** sind längsverlaufende umfangsverteilte innere Kugelbahnen **19** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt gegenüber der Gelenkmittlebene **E** in Richtung zum Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist.

[0039] Einander zugeordnete äußere Kugelbahnen **15** und innere Kugelbahnen **19** bilden Bahnpaare und erweitern sich hiernach in Richtung vom Boden **13** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils. Jeweils Bahnpaare aus äußeren Kugelbahnen **15** und inneren Kugelbahnen **19** nehmen eine drehmomentübertragende Kugel **31** auf. Die Kugeln werden von einem ringförmigen Kugelkäfig **22**, der zwischen Gelenkaußenteil **12** und Gelenkinnenteil **17** einsitzt, mit ihren Kugelmittelpunkten **K** in der Gelenkmittlebene **E** gehalten und bei Beugung des Gelenks auf die winkelhalbierende Ebene geführt. Die Kugeln **31** sind hierbei in umfangsverteilten Käfigfenstern **23** im Kugelkäfig **22** aufgenommen. Der Kugelkäfig hat eine kugelige Außenfläche **24**, die im wesentlichen spielfrei in einer innenkugeligen Führungsfläche **20** des Gelenkaußenteils **12** geführt wird. Die Innenfläche **25** des Kugelkäfigs **22** weist dagegen Spiel gegenüber einer Außenfläche **21** des Gelenkinnenteils **17** auf. Die äußeren und inneren Kugelbahnen werden jeweils durch eine Kreisbogenform beschrieben, so daß das Gelenk ein Rzeppa-Gelenk der Bauart AC (angular contact) ist.

[0040] In den Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** ist ein coaxial zur Längsachse **A12** geführter Zapfen **36₃** eingesetzt, der in einer Bohrung **37** geführt ist, die bis in den Wellenzapfen **14** reicht. Der Zapfen **36₃** stützt sich über eine Schraubendruckfeder **38** im Wellenzapfen **14** und damit gegenüber dem Gelenkaußenteil **12** ab. Der Zapfen **36** hat eine halbkugelige Kontaktfläche **39₃**. Dem Zapfen **36₃** gegenüberliegend

befindet sich am Gelenkinnenteil und der in dieses eingesteckten Antriebswelle **18** eine konische Erweiterung **28**. Am Grund der Erweiterung befindet sich eine innenkugelige kalottenförmige Abstützfläche **43₃**, auf die der Zapfen **36₃** mittels der Kontaktfläche **39₃** mit der Kraft **F** unter Vorspannung einwirkt. Wie in Darstellung **d** zu erkennen ist, liegt ein Kontaktbereich **T** zwischen dem Zapfen **36₃** und der Abstützfläche **43₃** aufgrund der coaxialen Anordnung des Zapfens im Gelenkaußenteil immer nahe der Längsachse **A12** des Gelenkaußenteils, wandert jedoch bei Abwinklung der Längsachse **A18** des Gelenkinnenteils um einen Gelenkbeugewinkel β , um den gleichen Winkel β von der Längsachse **A18** auf der Kugeloberfläche **43** des Stopfens **41**. Der erfindungsgemäße Abstand **x** des Kontaktbereiches **T** vom Gelenkmittelpunkt **M** ist in diesem Fall zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils hin angetragen. Der Hebelarm **R**, der mit der Kraft **F** in die Berechnung eines Abstützschleppmomentes gegen die freie Drehung des Gelenkes in gebeugter Stellung eingeht, ist hierbei sehr klein.

[0041] Die vorgespannte Druckfeder **38** und damit der Zapfen **36₃** verschiebt das Gelenkinnenteil **17** mittelbar über die Antriebswelle **18** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin, wodurch die inneren Kugelbahnen **19** ebenfalls zur Öffnung hin auf die Kugeln **31** einwirken. Die Kugeln stützen sich hierbei in den Käfigfenstern **23** ebenfalls zur Öffnung hin ab, wodurch sich der Kugelkäfig **22** seinerseits mit seiner sphärischen Außenfläche **24** in der innenkugeligen Innenfläche **20** des Gelenkaußenteils axial abstützt. Auf diese Weise ist das Gelenk spielfrei. Gegenüber bekannten Gelenken ist der axiale Abstand **x** des Kontaktpunktes **T** vom Gelenkmittelpunkt **M** deutlich verkürzt, so daß bei gebeugtem Gelenk der Hebelarm **R**, der in das Abstützschleppmoment gegen freie Drehung eingeht, ebenfalls klein ist.

[0042] Die einzelnen Darstellungen der [Fig. 4](#) werden nachstehend gemeinsam beschrieben, sofern nicht auf einzelne Darstellungen besonders verwiesen wird.

[0043] Die Figur zeigt ein Gleichlaufdrehgelenk **11** in sogenannter Monoblockbauweise, bei dem an einem Gelenkaußenteil **12** ein Boden **13** und ein Wellenzapfen **14** einstückig angeformt sind. Der Boden oder ein Deckel könnte auch als separates Teil angesetzt und mit dem Gelenkaußenteil verschweißt oder verschraubt sein. Im Gelenkaußenteil **12** sind längsverlaufende umfangsverteilte äußere Kugelbahnen **15** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt von einer Gelenkmittlebene **E** aus axial zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist. Das Gelenk umfaßt weiterhin ein Gelenkinnenteil **17**, in das eine Antriebswelle **18** eingesteckt ist, wobei die Teile (**17**, **18**) über Wellenverzahnungen drehfest miteinander verbunden sind und darüberhinaus axial gegenein-

ander gesichert sind. Am Gelenkinnenteil **17** sind längsverlaufende umfangsverteilte innere Kugelbahnen **19** ausgeformt, deren Krümmungsmittelpunkt gegenüber der Gelenkmittlebene E in Richtung zum Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** hin versetzt ist.

[0044] Einander zugeordnete äußere Kugelbahnen **15** und innere Kugelbahnen **19** bilden Bahnpaare und erweitern sich hiernach in Richtung vom Boden **13** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils. Jeweils Bahnpaare aus äußeren Kugelbahnen **15** und inneren Kugelbahnen **19** nehmen eine drehmomentübertragende Kugel **31** auf. Die Kugeln werden von einem ringförmigen Kugelkäfig **22**, der zwischen Gelenkaußenteil **12** und Gelenkinnenteil **17** einsitzt, mit ihren Kugelmittelpunkten K in der Gelenkmittlebene E gehalten und bei Beugung des Gelenks auf die winkelhalbierende Ebene geführt. Die Kugeln **31** sind hierbei in umfangsverteilten Käfigfenstern **23** im Kugelkäfig **22** aufgenommen. Der Kugelkäfig hat eine kugelige Außenfläche **24**, die im wesentlichen spielfrei in einer innenkugeligen Führungsfläche **20** des Gelenkaußenteils **12** geführt wird. Die Innenfläche **25** des Kugelkäfigs **22** weist dagegen Spiel gegenüber einer Außenfläche **21** des Gelenkinnenteils **17** auf. Die äußeren und inneren Kugelbahnen werden jeweils durch eine Kreisbogenform beschrieben, so daß das Gelenk ein Rzeppa-Gelenk der Bauart AC (angular contact) ist.

[0045] In den Boden **13** des Gelenkaußenteils **12** ist ein koaxial zur Längsachse A₁₂ angeordneter Zapfen **36₄** fest eingesetzt. Der Zapfen **36₄** hat eine halbkugelige Kontaktfläche **39₄**. Dem Zapfen **36₄** gegenüberliegend befindet sich am Gelenkinnenteil ein Stützkörper **41₄**, der in einer Bohrung **29** geführt ist und sich über eine Schraubendruckfeder **30** in der Antriebswelle **18** und damit gegenüber dem Gelenkinnenteil **17** abstützt. Der Stützkörper **41a** bildet eine außenkugelige Abstützfläche **43a**, die auf den Zapfen **36₄** über die Kontaktfläche **39₄** mit der Kraft F unter Vorspannung einwirkt. Wie in Darstellung b zu erkennen ist, liegt ein Kontaktbereich T zwischen dem Zapfen **36₄** und dem Stützkörper **41₄** in der Gelenkmittlebene E. Während in den Darstellungen a und b die Abstützfläche **43₄** ebenso wie die Kontaktfläche **39₄** ballig ist, ist in der Einzelheit Y nach Darstellung c eine radial ebene Abstützfläche **43₄'** gezeigt, die mit einer balligen Kontaktfläche **39₄** zusammenwirkt. Der erfindungsgemäße Abstand x des Kontaktbereiches T vom Gelenkmittelpunkt M ist somit wieder gleich null. Der Hebelarm R, der mit der Kraft F in die Berechnung eines Abstützschleppmomentes gegen die freie Drehung des Gelenkes in gebeugter Stellung eingeht, ist damit zu vernachlässigen.

[0046] Die vorgespannte Schraubendruckfeder **30** verschiebt das Gelenkinnenteil **17** mittelbar über die Antriebswelle **18** zur Öffnung **16** des Gelenkaußenteils **12** hin, wodurch die inneren Kugelbahnen **19** ebenfalls zur Öffnung hin auf die Kugeln **31** einwir-

ken. Die Kugeln stützen sich hierbei in den Käfigfenstern **23** ebenfalls zur Öffnung hin ab, wodurch sich der Kugelkäfig **22** seinerseits mit seiner sphärischen Außenfläche **24** in der innenkugeligen Innenfläche **20** des Gelenkaußenteils **12** axial abstützt. Auf diese Weise ist das Gelenk spielfrei. Wie ausgeführt, ist der axiale Abstand x des Kontaktpunktes T vom Gelenkmittelpunkt M gleich null, so daß bei gebeugtem Gelenk der Hebelarm R, der in das Abstützschleppmoment gegen freie Drehung eingeht, zu vernachlässigen ist.

[0047] In allen Ausführungsbeispielen sollen die Kugeln vorzugsweise pressungsfrei in den Käfigfenstern verbaut sein.

Bezugszeichenliste

11	Gleichlaufdrehgelenk
12	Gelenkaußenteil
13	Boden
14	Wellenzapfen
15	äußere Kugelbahn
16	Öffnung (12)
17	Gelenkinnenteil
18	Antriebswelle
19	innere Kugelbahn
20	kugelige Innenfläche (12)
21	Außenfläche (17)
22	Kugelkäfig
23	Käfigfenster
24	kugelige Außenfläche (22)
25	Innenfläche (22)
26	Stirnfläche
27	Bohrung
28	Erweiterung
29	Bohrung
30	Schraubendruckfeder
31	Kugel
36	Zapfen
37	Bohrung
38	Schraubendruckfeder
39	Kontaktfläche
41	Stützkörper
42	Anlagefläche
43	Abstützfläche
44	Ansatz
x	Abstand
R	Hebelarm
F	Kraft
T	Kontaktbereich
A₁₂	Längsachse (12)
A₁₈	Längsachse (18)
A₂₂	Längsachse (22)
M	Gelenkmittelpunkt
K	Kugelmittelpunkt
E	Gelenkmittlebene

Patentansprüche

1. Gleichlaufdrehgelenk (11) umfassend ein Gelenkaußenteil (12) mit umfangsverteilten äußeren Kugelbahnen (15), ein Gelenkinnenteil (17) mit umfangsverteilten inneren Kugelbahnen (19), drehmomentübertragende Kugeln (31), die in Bahnpaaren aus einander zugeordneten äußeren und inneren Kugelbahnen (15, 19) einsitzen, sowie einen ringförmigen Kugelkäfig (22) der zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (17) einsitzt und umfangsverteilte Käfigfenster (23) aufweist, in denen die drehmomentübertragenden Kugeln (31) in einer gemeinsamen Ebene (E) gehalten werden, wobei sich die Bahnpaare zumindest zu einem Teil bei gestrecktem Gelenk in einer übereinstimmenden axialen Richtung erweitern, der Kugelkäfig (22) sich axial im Gelenkaußenteil (12) abstützt, und das Gelenkinnenteil (17) axiales Spiel gegenüber dem Kugelkäfig (22) hat und wobei Mittel zur federnden Abstützung des Gelenkinnenteils (17) gegenüber dem Gelenkaußenteil (12) vorgesehen sind, die auf das Gelenkinnenteil (17) im Verhältnis zum Gelenkaußenteil (12) in derselben Richtung einwirken, in der sich die Bahnpaare erweitern,

dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand x eines Kontaktbereiches T der gegenseitigen Abstützung von Gelenkinnenteil (17) und Gelenkaußenteil (12) vom Gelenkmittelpunkt M kleiner gleich dem halben Außendurchmesser $D/2$ des Kugelkäfigs (22) ist.

2. Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand x kleiner gleich dem halben Innendurchmesser $d/2$ des Kugelkäfigs (22) in der Gelenkmittellebene E ist.

3. Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand x kleiner gleich dem halben Außendurchmesser $D_i/2$ des Gelenkinnenteils (17) ist.

4. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand x gleich Null ist.

5. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand x vom Gelenkmittelpunkt M aus in der Richtung angetragen ist, in der sich die Bahnpaare öffnen.

6. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontaktbereich T konzentrisch zur Längsachse L12 des Gelenkaußenteils (12) angeordnet ist.

7. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, da-

durch gekennzeichnet, daß die sich im Kontaktbereich T in gegenseitigem Kontakt befindlichen Flächen (39, 43) beide ballig, insbesondere außensphärisch sind.

8. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die sich im Kontaktbereich T in gegenseitigem Kontakt befindlichen Flächen (39, 43) zum einen ballig, zum anderen hohl sind, insbesondere eine Außensphäre und eine Innensphäre bilden.

9. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß von den sich im Kontaktbereich T in gegenseitigem Kontakt befindlichen Flächen (39, 43) die eine ballig, insbesondere außensphärisch, und die andere eben ist.

10. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gelenkaußenteil (12) einen Boden (13) oder Deckel umfaßt, in dem ein federnd abgestützter Zapfen (36) koaxial geführt ist, und daß am Gelenkinnenteil (17) eine stirnseitige ballige Stützfläche (43) ausgebildet ist, an der der Zapfen (36) mit Vorspannung anliegt. ([Fig. 1](#))

11. Gelenk nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (43) an einem Stützkörper (41) ausgebildet ist, der mit dem Gelenkinnenteil (17) fest verbunden ist.

12. Gelenk nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (43) an einem Stützkörper (41) ausgebildet ist, der in eine in das Gelenkinnenteil (17) eingesteckte Antriebswelle (18) eingesetzt ist.

13. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gelenkaußenteil (12) einen Boden (13) oder Deckel umfaßt, in dem ein koaxial geführter Zapfen (36₂, 36₃) federnd abgestützt ist, und daß am Gelenkinnenteil (17) eine axial innerhalb der Kugelbahnen (19) liegende Stützfläche (43₂, 43₃) ausgebildet ist, an der der Zapfen (36₂, 36₃) mit Vorspannung anliegt. ([Fig. 2](#), [Fig. 3](#))

14. Gelenk nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (43₂) ballig ist und ihr Scheitel insbesondere etwa im Gelenkmittelpunkt M liegt. ([Fig. 2](#))

15. Gelenk nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (43₃) kalottenförmig ist und ihr Krümmungsmittelpunkt insbesondere etwa im Gelenkmittelpunkt M liegt. ([Fig. 3](#))

16. Gelenk nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützfläche (43₂, 43₃) unmittelbar an einer in das Gelenkinnenteil (17) eingesteckten Antriebswelle (18) ausgebildet ist.

17. Gelenk nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Antriebswelle (18) und gegebenenfalls das Gelenkinnenteil (17) von der Stützfläche (43₂, 43₃) zum Zapfen (36₂, 36₃) hin axial innenkegelig erweitern.

18. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gelenkaußenteil (12) einen Boden (13) oder Deckel umfaßt, in dem ein koaxialer Zapfen (36₄) fest eingesetzt ist, und daß im Gelenkinnenteil (17) ein federnd abgestützter Stützkörper (41₄) koaxial geführt ist, der mit einer Stützfläche (43₄) mit Vorspannung am Zapfen (36₄) anliegt. (Fig. 4)

19. Gelenk nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Zapfen (36₄) und der Stützkörper (41₄) jeweils ballige, insbesondere sphärische Stützflächen (39₄, 43₄) aufweisen.

20. Gelenk nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Zapfen (36₄) eine ballige, insbesondere außersphärische Kontaktfläche (39₄) und der Stützkörper (41₄) eine ebene Stützfläche (43₄) aufweist.

21. Gelenk nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (41₄) unmittelbar in einer in das Gelenkinnenteil (17) eingesetzten Antriebswelle (18) koaxial geführt ist und sich federnd in der Antriebswelle (18) abstützt.

22. Gelenk nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Antriebswelle (18) und gegebenenfalls das Gelenkinnenteil (17) vom Stützkörper (41₄) zum Zapfen (36₄) hin innenkonisch erweitern.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

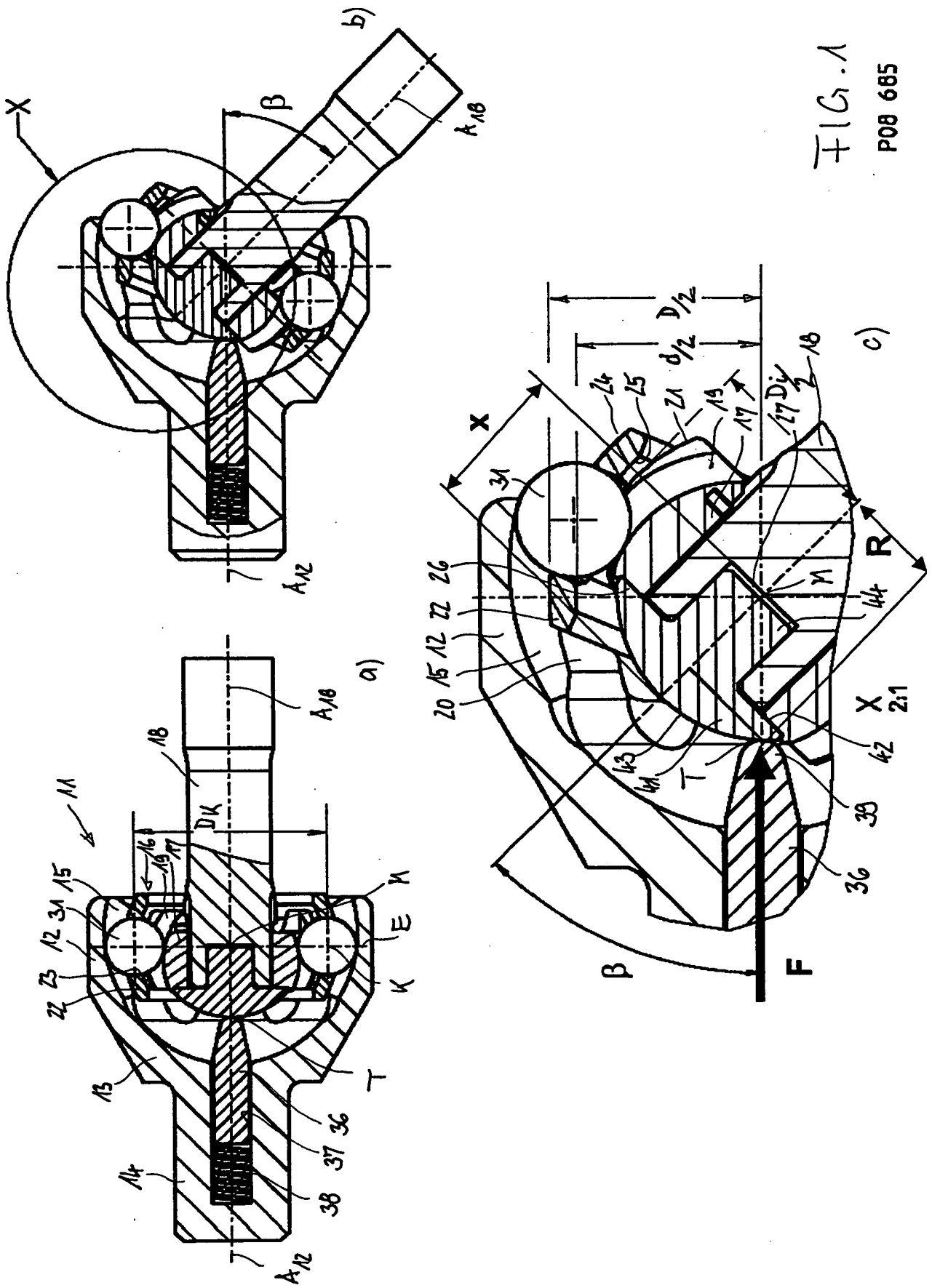
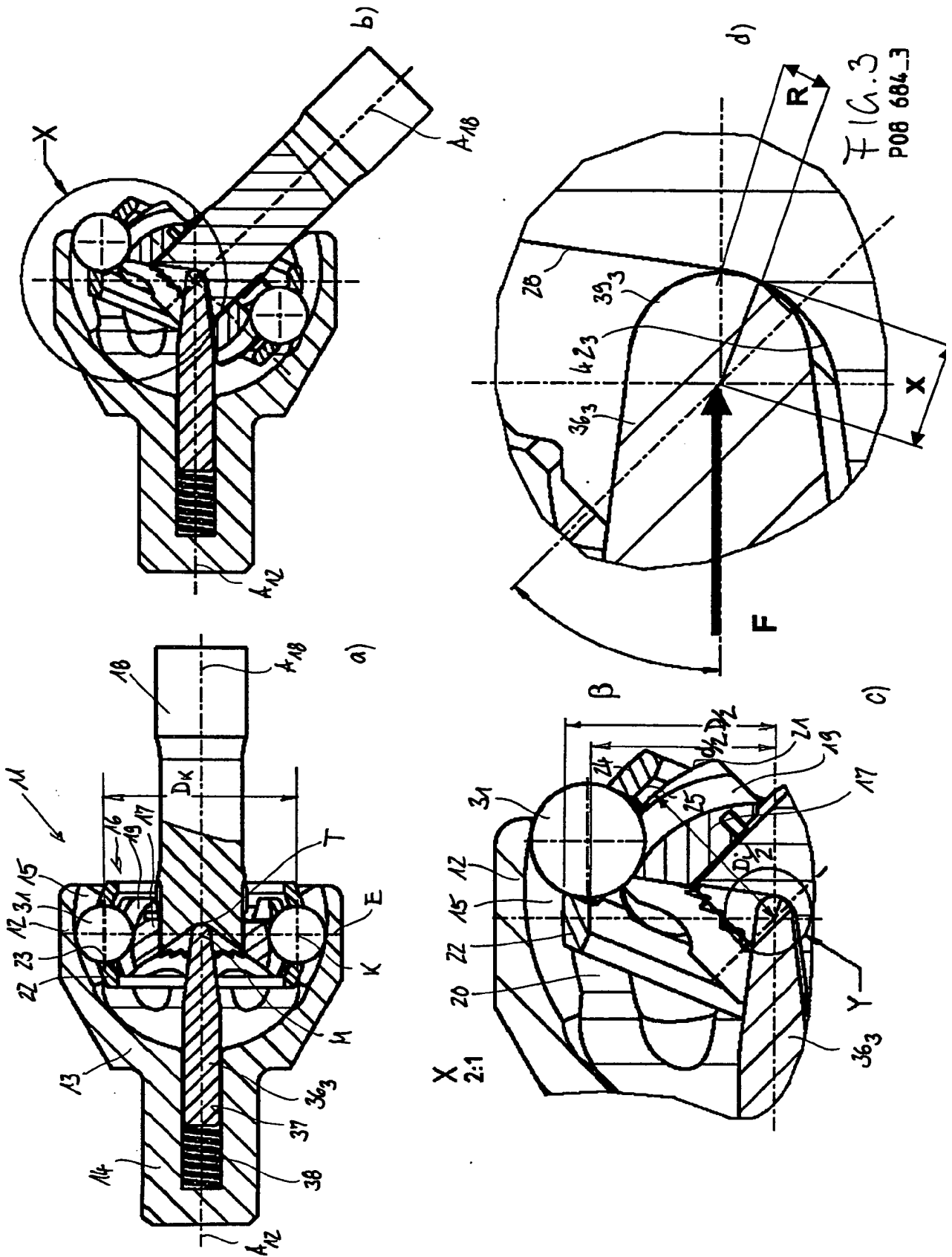
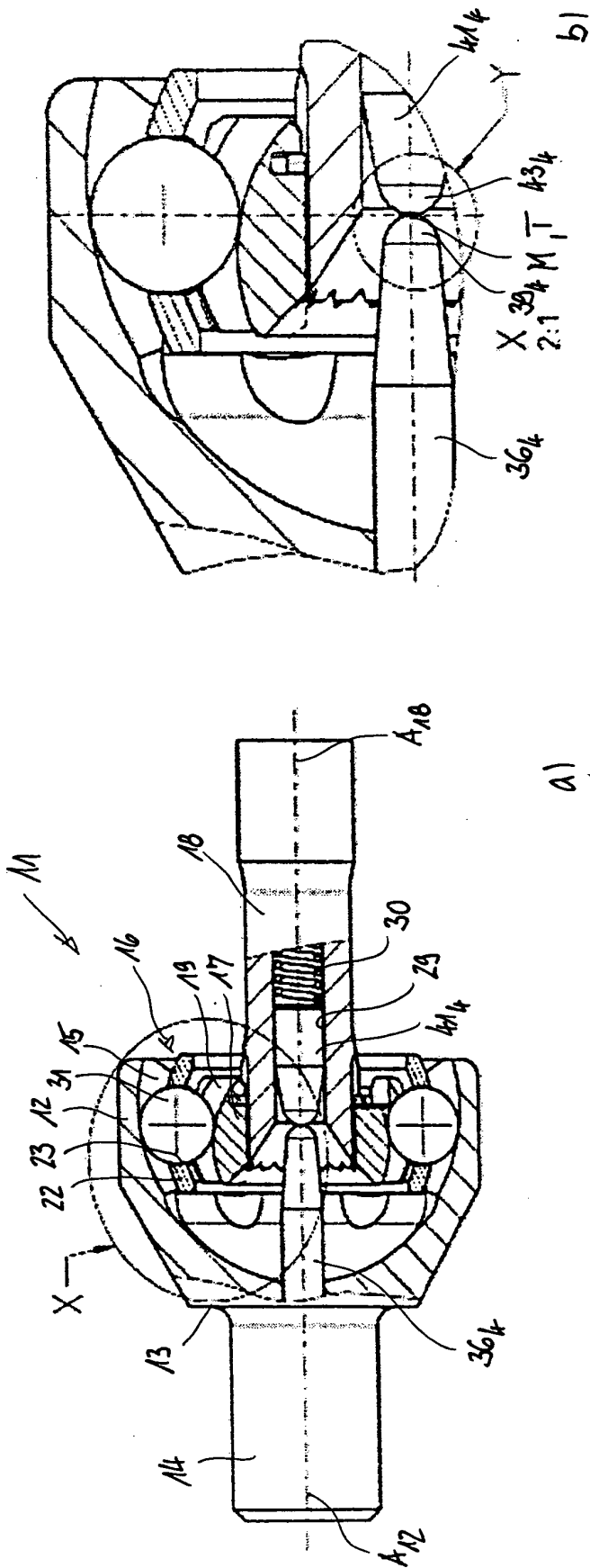


FIG. 1

P08 685





A=A

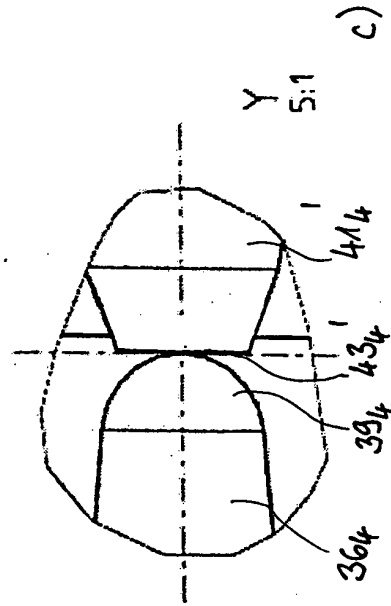


FIG. 4