

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
31. März 2005 (31.03.2005)

PCT

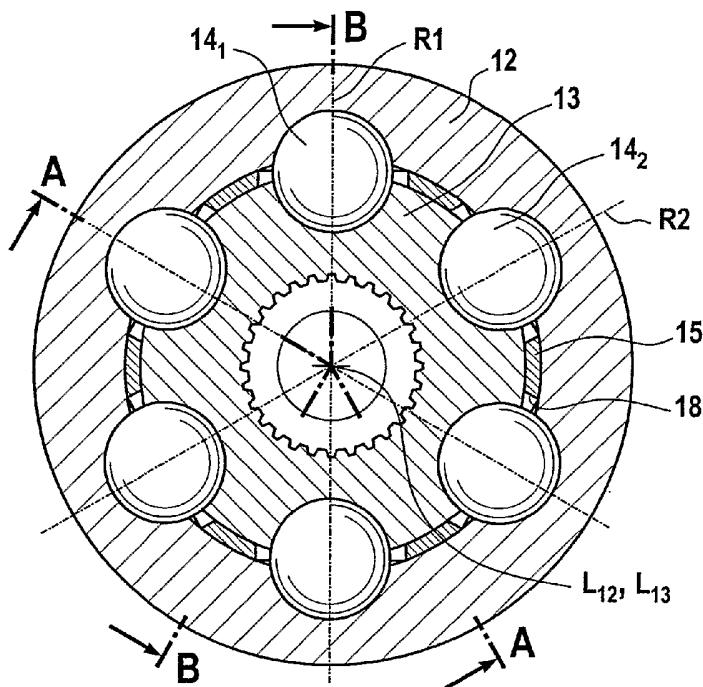
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/028895 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F16D 3/224**, 3/223
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/006088
- (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Juni 2004 (05.06.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 103 38 719.6 22. August 2003 (22.08.2003) DE  
10 2004 018 777.0 19. April 2004 (19.04.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GKN DRIVELINE DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE]; Carl-Legien-Strasse 10, 63073 Offenbach (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHWÄRZLER, Peter** [DE/DE]; Enzlinger Berg 39, 63864 Glatzbach (DE). **HARNISCHFEGER, Heiko** [DE/DE]; Am Sportplatz 3, 36399 Freiensteinau-Weidenau (DE).
- (74) Anwälte: **NEUMANN, Ernst, D.** usw.; Harwardt Neumann, Brandstrasse 10, 53721 Siegburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COUNTER TRACK JOINT FOR LARGE DEFLECTION ANGLES

(54) Bezeichnung: GEGENBAHNGELENK FÜR GROSSE BEUGEWINDEL



radial midpoint thereof at the intersection of a perpendicular to the tangents on the midline of the ball track in the joint mid-plane and the longitudinal axis, in the joint outer section (12), the midline of the ball track shifts radially outwards over said reference radius in the region from the joint mid-plane to the opening side and, in the joint inner section (13), the midline of the ball track shifts radially outwards over said reference radius in the region from the joint mid-plane to the connection side.

(57) **Abstract:** The invention relates to a homocinetic joint in the form of a counter track joint comprising the following features: a joint outer section (12), with a longitudinal axis and a connection side and an opening side axially opposed to each other and the outer ball track, whereby, for a first part of the track pair, the opening angle opens out between tangents on the track baseline from the connection side to the opening side and, on a second part of the track pair, the opening angle opens out between tangents on the track baseline from the opening side to the connection side. The midline of the second track pair has the following features: in the joint outer section (12), the midline of the ball track leaves a reference radius radially inwards, in the region from the joint mid-plane to the connection side, said reference radius having the radial midpoint thereof at the intersection of a perpendicular to the tangents on the midline of the ball track in the joint mid-plane and the longitudinal axis, in the joint inner section (13), the mid-line of the ball track leaves a reference radius radially inwards, in the region from the joint mid-plane to the connection side, said reference radius having the radial midpoint thereof at the intersection of a perpendicular to the tangents on the midline of the ball track in the joint mid-plane and the longitudinal axis, in the joint outer section (12), the midline of the ball track shifts radially outwards over said reference radius in the region from the joint mid-plane to the opening side and, in the joint inner section (13), the midline of the ball track shifts radially outwards over said reference radius in the region from the joint mid-plane to the connection side.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/028895 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

- (57) Zusammenfassung:** Gleichlaufgelenk in Form eines Gegenbahngelenkes mit den Merkmalen: ein Gelenkaussenteil 12, das eine Längsachse und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen aufweist, für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel zwischen Tangenten an Bahngrundlinien von der Anschlußseite zur Öffnungsseite, für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel zwischen Tangenten an Bahngrundlinien von der Öffnungsseite zur Anschlusseite, hierbei gilt für die Mittellinien der zweiten Bahnpaare: im Gelenkaussenteil 12 verläßt die Mittellinie der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene bis zur Anschlusseite hin jeweils einen Bezugsradius, dessen Radiusmittelpunkt im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten an die Mittellinie der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene und der Längsachse liegt, radial nach innen, im Gelenkinnenteil 13 verläßt die Mittellinie der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene bis zur Öffnungsseite hin jeweils einen Bezugsradius, dessen Radiusmittelpunkt im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten an die Mittellinie der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene und der Längsachse liegt, radial nach innen, im Gelenkaussenteil 12 wandert die Mittellinie der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene bis zur Öffnungsseite hin über den genannten Bezugsradius radial nach aussen hinaus und im Gelenkinnenteil 13 wandert die Mittellinie der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene bis zur Anschlusseite hin über den genannten Bezugsradius radial nach aussen hinaus.

## Gegenbahngelenk für große Beugewinkel

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Gleichlaufgelenk in Form eines Gegengelenkes mit den Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil, das eine Längsachse L12 und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen aufweist,

ein Gelenkinnenteil, das eine Längsachse L13 und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen aufweist,

die äußeren Kugelbahnen und die inneren Kugelbahnen bilden Bahnpaare miteinander,

die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel auf,

ein ringförmiger Kugelkäfig sitzt zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils zumindest eine der drehmomentübertragenden Kugeln aufnehmen,

die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig in einer Gelenkmittelebene EM gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen L12, L13 geführt,

für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zwischen Tangenten  $T22_1'$ ,  $T23_1'$  an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten  $T22_1$ ,  $T23_1$  an die Mittellinien  $M22_1$ ,  $M23_1$  der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen L12, L13 verlaufen, von der Anschlußseite zur Öffnungsseite, für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  zwischen Tangenten  $T22_2'$ ,  $T23_2'$  an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten  $T22_2$ ,  $T23_2$  an die Mittellinien der Kugelbahnen in der Ge-

lenkmittelebene bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen L12, L13 verlaufen, von der Öffnungsseite zur Anschlußseite. Die Mittellinien von Bahnpaaren sind bezüglich der Gelenkmittelebene EM im wesentlichen spiegelbildlich zueinander.

Gegenbahngelenke bekannter Ausführung haben eine gerade Anzahl von Bahnpaaren. Die erste Hälfte dieser Bahnpaare öffnet sich zu Öffnungsseite des Gelenkaußenteils hin. Die andere Hälfte dieser Bahnpaare öffnet sich zur Anschlußseite des Gelenkaußenteils hin. Die Bahnpaare der ersten und zweiten Art sind in Umfangsrichtung betrachtet abwechselnd angeordnet. Dabei sind die Bahnen auf Meridianebenen R angeordnet, die in Umfangsrichtung gleichmäßige Teilungswinkel  $360^\circ/n$  aufweisen, wobei n die Zahl der Bahnpaare darstellt, z. B. 6, 8, 10.

Die alternierenden Bahnpaare sind dabei so gekrümmmt, daß sie in der Gelenkmittelebene EM Tangentenwinkel  $\alpha_1, \alpha_2$  an die Bahngrundlinien haben, die dem Betrag nach gleich groß sind, jedoch unterschiedliche Orientierung haben, und die Bahnverläufe der alternierenden Bahnpaare sind bezüglich der Gelenkmittelebene gespiegelt.

Bekannte Gegenbahngelenke erlauben nur relativ kleine Beugewinkel bis  $35^\circ$ . Dies ist bedingt durch die sich zur Anschlußseite des Gelenkaußenteils öffnenden, d. h. zur Öffnungsseite hin schließenden Bahnpaare, die für die notwendige Montierbarkeit des Käfigs in das Gelenkaußenteil in Richtung zur Öffnungsseite hin nur relativ kurz ausgeführt sein können.

Aus der DE 100 60 220 A1 sind Gegenbahngelenke bekannt, bei denen für die zweiten Bahnpaare verschiedene Bahnformen angegeben sind, die auch Bahnmittellinien mit einem etwa S-förmigen Verlauf mit einem Wendepunkt im Gelenkaußenteil und im Gelenkinnenteil einschließen. Als Bahnmittellinien ist der Weg der Mittelpunkte der Kugeln in den Kugelbahnen definiert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Festgelenke der zuvor genannten Art mit erhöhten Beugewinkeln bereitzustellen.

Eine erste Lösung liegt in einem Gleichlaufgelenk in Form eines Gegenbahngelenkes mit den Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil, das eine Längsachse L12 und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen aufweist,

ein Gelenkinnenteil, das eine Längsachse L13 und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen aufweist,

die äußeren Kugelbahnen und die inneren Kugelbahnen bilden Bahnpaare miteinander,

die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel auf,

ein ringförmiger Kugelkäfig sitzt zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils zumindest eine der drehmomentübertragenden Kugeln aufnehmen,

die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig in einer Gelenkmittelebene gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen geführt,

die Mittellinien M22, M23 der Kugelbahnen von Bahnpaaren liegen in Radialebenen R durch das Gelenk,

für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zwischen Tangenten  $T_{22_1}', T_{23_1}'$  an Bahngrundlinien, die parallel zu den Tangenten  $T_{22_1}, T_{23_1}$  an die Mittellinien M22<sub>1</sub>, M23<sub>1</sub> der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen L12, L13 verlaufen, von der Anschlußseite zur Öffnungsseite,

für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  zwischen Tangenten  $T_{22_2}', T_{23_2}'$  an Bahngrundlinien, die parallel zu den Tangenten  $T_{22_2}, T_{23_2}$  an die Mittellinien M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub> der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen L12, L13 verlaufen, von der Öffnungsseite zur Anschlußseite, hierbei gilt für die Mittellinien der zweiten Bahnpaare:

im Gelenkaußenteil verläßt die Mittellinie M22<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Anschlußseite hin jeweils einen Bezugsradius RB,

dessen Radiusmittelpunkt MB im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten T22<sub>2</sub> an die Mittellinie M22<sub>2</sub> der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene EM und der Längsachse L12 liegt, radial nach innen,

im Gelenkinnenteil verläßt die Mittellinie M23<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Öffnungsseite hin jeweils einen Bezugsradius RB', dessen Radiusmittelpunkt MB' im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten T23<sub>2</sub> an die Mittellinie M23<sub>2</sub> der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene EM und der Längsachse L13 liegt, radial nach innen,

im Gelenkaußenteil wandert die Mittellinie M22<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Öffnungsseite hin über den genannten Bezugsradius RB radial nach außen hinaus und

im Gelenkinnenteil wandert die Mittellinie M23<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Anschlußseite hin über den genannten Bezugsradius RB' radial nach außen hinaus.

Mit der hiermit angegebenen Bahnform ist eine Vergrößerung des maximalen Beugewinkels im Vergleich mit bekannten Bahnformen möglich. Das erstgenannte Merkmal, nach dem die Mittellinien die Bezugsradien nach innen verlassen, kann unmittelbar an der Gelenkmittelebene beginnen oder auch später einsetzen, wobei es sich dabei insbesondere progressiv zunehmend verhalten kann. Das als zweites genannte Merkmal, nach dem die Mittellinien über den Bezugsradius nach außen wandern, schließt ein unmittelbares Abwandern vom Bezugsradius nach außen ebenso ein wie ein erst späteres Kreuzen des Bezugsradius und nachfolgendes Abwandern nach außen.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung ist das Gleichlaufgelenk mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare versehen:

im Gelenkaußenteil ist der örtliche Radius R1 der Mittellinie M22<sub>2</sub> in der Gelenkmittelebene EM kleiner als der Bezugsradius RB,

im Gelenkinnenteil ist der örtliche Radius R1' der Mittellinie M23<sub>2</sub> in der Gelenkmittelebene EM kleiner als der Bezugsradius RB'.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung ist das Gleichlaufgelenk mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare versehen:

- im Gelenkaußenteil verläuft die Mittellinie  $M22_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius  $RZ$ , dessen Radiusmittelpunkt im Gelenkmittelpunkt M liegt, und
- im Gelenkinnenteil verläuft die Mittellinie  $M23_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius  $RZ'$ , dessen Radiusmittelpunkt im Gelenkmittelpunkt M liegt.

Eine weitere vorteilhafte Ausführung liegt in den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:

- im Gelenkaußenteil verläuft die Mittellinie  $M22_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius  $RB$  und
- im Gelenkinnenteil verläuft die Mittellinie  $M23_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius  $RB'$ .

In weiterer Ausgestaltung werden die folgenden weiteren Merkmale vorgeschlagen:

- im Gelenkaußenteil verläuft die Mittellinie  $M22_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Öffnungsseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius  $RZ$  um den Gelenkmittelpunkt M und
- im Gelenkinnenteil verläuft die Mittellinie  $M23_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Anschlußseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius  $RZ'$  um den Gelenkmittelpunkt M.

Nach einer weiteren Ausgestaltung werden die weiteren Merkmale der zweiten Bahnpaare vorgeschlagen:

- die Mittellinien  $M22_2$ ,  $M23_2$  der äußeren Kugelbahnen und inneren Kugelbahnen umfassen jeweils zumindest zwei entgegengesetzt gekrümmte Bogenabschnitte, die in einem Wendepunkt aneinander anschließen,
- die Wendepunkte  $W22_2$  der äußeren Kugelbahnen liegen mit Abstand von der Mittellebene EM zur Öffnungsseite,

die Wendepunkte  $W_{23_2}$  der inneren Kugelbahnen liegen mit Abstand von der Mittellebene EM zur Anschlußseite,

die Wendepunkte  $W_{22_2}$ ,  $W_{23_2}$  liegen jeweils unterhalb eines Maximums des Abstands der Mittellinien  $M_{22_2}$ ,  $M_{23_2}$  von den Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$ .

Ein konkretes Ausgestaltungsbeispiel weist die Merkmale der zweiten Bahnpaare auf:

die Bahnmittellinien  $M_{22_2}$  der äußeren Kugelbahnen haben einen ersten Bogen mit dem Radius  $R_1$ , dessen Mittelpunkt  $M_1$  um einen ersten axialen Offset  $O_{1a}$  von der Mittelebene EM des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset  $O_{1r}$  von der Längsachse  $L_{12}$  nach außen zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Anschlußseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius  $R_2$ , dessen Mittelpunkt  $M_2$  um einen zweiten axialen Offset  $O_{2a}$  von der Mittelebene EM des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset  $O_{2r}$ , der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius  $R_1$  und dem ersten radialen Offset  $O_{1r}$ , von der Längsachse  $L_{12}$  nach außen hin versetzt liegt,

die Bahnmittellinien  $M_{23_2}$  der inneren Kugelbahnen haben einen ersten Bogen mit dem Radius  $R_1'$ , dessen Mittelpunkt  $M_1'$  um einen ersten axialen Offset  $O_{1a}'$  von der Mittelebene EM des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset  $O_{1r}'$  von der Längsachse  $L_{13}$  nach außen zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Öffnungsseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius  $R_2'$ , dessen Mittelpunkt um einen zweiten axialen Offset  $O_{2a}'$  von der Mittelebene EM des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset  $O_{2r}'$ , der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius  $R_1'$  und dem ersten radialen Offset  $O_{1r}'$ , von der Längsachse  $L_{13}$  nach außen hin versetzt liegt.

Hierbei werden insbesondere die weiteren Merkmale der zweiten Bahnpaare vorgesehen:

der Krümmungsradius der Mittellinien  $M_{22}$  der äußeren Kugelbahnen nimmt im Verlauf von der Mittelebene EM zur Anschlußseite ab und der Krümmungsradius der

Mittelebene M23 der inneren Kugelbahnen nimmt im Verlauf von der Mittelebene EM zur Öffnungsseite ab.

Hierbei werden insbesondere die weiteren Merkmale der zweiten Bahnpaare vorgesehen:

die Bahnmittellinien M22<sub>2</sub> der äußeren Kugelbahnen haben einen dritten Bogen mit dem Radius R3, der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius R1 anschließt und dessen Radius R3 kleiner ist, als der Radius R1 und

die Bahnmittellinien M23<sub>2</sub> der inneren Kugelbahnen haben einen dritten Bogen mit dem Radius R3', der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius R1' anschließt und dessen Radius R3' kleiner ist, als der Radius R1'.

In weiterer Ausgestaltung wird vorgeschlagen daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie M22<sub>2</sub> der äußeren Kugelbahnen zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine achsparallele Gerade G3 anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie der inneren Kugelbahnen M23<sub>2</sub> im Anschluß an den zweiten Bogen zur Anschlußseite hin eine achsparallele Gerade G3' anschließt.

Gemäß einer dazu alternativen Ausgestaltung ist vorgesehen, daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie M22<sub>2</sub> der äußeren Kugelbahnen zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine sich der Längsachse L12 annähernde Gerade anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie M23<sub>2</sub> der inneren Kugelbahnen im Anschluß an den zweiten Bogen zur Anschlußseite hin eine sich der Längsachse L13 annähernde Gerade anschließt.

Nach einem weiteren Merkmal wird vorgeschlagen, daß sich an den zweiten Bahnpaaren die Mittellinien M22, M23 der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM unter einem Winkel von 4 bis 32° schneiden, wobei die Tangenten T22, T23 an die Mittellinien M22, M23 der Kugelbahnen aller Bahnpaare bei gestrecktem Gelenk einen gleich großen Öffnungswinkel  $\alpha$  bilden.

Hierbei sind vorzugsweise erste Bahnpaare und zweite Bahnpaare über dem Umfang abwechselnd angeordnet. Die Radialebenen R1 der ersten Bahnpaare und die Radialebenen R2 der zweiten Bahnpaare können hierbei in Umfangsrichtung insbesondere gleiche Teilungswinkel aufweisen. In besonderer Ausführung kann vorgesehen sein, daß die Verläufe der ersten Bahnpaare und der zweiten Bahnpaare nicht symmetrisch in Bezug auf die Gelenkmittelebene EM sind. Insbesondere können die ersten Bahnpaare analog zu den Bahnpaaren von UF-Gelenken von der Gelenkköppnungsseite betrachtet hinterschnittfrei ausgebildet sein.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Rollkreisradius PCR<sub>1</sub> der Kugeln der ersten Bahnpaare kleiner ist als der Rollkreisradius PCR<sub>2</sub> der Kugeln der zweiten Bahnpaare.

Eine zweite Lösung besteht in einem Gleichlaufgelenk in Form eines Festgelenkes mit den Merkmalen:

ein Gelenkaußenteil, das eine Längsachse L12 und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen aufweist,

ein Gelenkinnenteil, das eine Längsachse L13 und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen aufweist,

die äußeren Kugelbahnen und die inneren Kugelbahnen bilden Bahnpaare miteinander,

die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel auf,

ein ringförmiger Kugelkäfig sitzt zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils zumindest eine der drehmomentübertragenden Kugeln aufnehmen,

die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig in einer Gelenkmittelebene EM gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen L12, L13 geführt,

die Mittellinien M22, M23 der Kugelbahnen von Bahnpaaren liegen in Paaren von Bahnebenen BE, BE\*, die parallel zueinander und symmetrisch zu Radialebenen R1, R2 durch die Längsachsen L12, L13 verlaufen,

für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zwischen Tangenten  $T_{22_1}'$ ,  $T_{23_1}'$  an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten  $T_{22_1}$ ,  $T_{23_2}$  an die Mittellinien  $M_{22_1}$ ,  $M_{23_1}$  der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  verlaufen von der Anschlußseite zur Öffnungsseite,

für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  zwischen Tangenten  $T_{22_2}'$ ,  $T_{23_2}'$  an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten  $T_{22_2}$ ,  $T_{23_2}$  an die Mittellinien  $M_{22_2}$ ,  $M_{23_2}$  der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen  $L_{12}$ ,  $L_{13}$  verlaufen, von der Öffnungsseite zur Anschlußseite, hierbei gilt für die Mittellinien der zweiten Bahnpaare

im Gelenkaußenteil verläßt die Mittellinie  $M_{22_2}$  der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Anschlußseite hin jeweils einen Bezugsradius  $RB$ , dessen Radiusmittelpunkt  $MBE$  im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten  $T_{22_2}$  an die Mittellinie  $M_{22_2}$  der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene EM und einer Parallelachse  $PE$ ,  $PE^*$  zur Längsachse  $L_{12}$  durch eine Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$  liegt, radial nach innen,

im Gelenkinnenteil verläßt die Mittellinie  $M_{23_2}$  der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Öffnungsseite hin jeweils einen Bezugsradius  $RB'$ , dessen Radiusmittelpunkt  $MBE'$  im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten  $T_{23_2}$  an die Mittellinie  $M_{23_2}$  der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene EM und einer Parallelachse  $PE$ ,  $PE^*$  zur Längsachse  $L_{13}$  durch eine Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$  liegt, radial nach innen,

im Gelenkaußenteil wandert die Mittellinie  $M_{22_2}$  der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Öffnungsseite hin über den genannten Bezugsradius  $RB$  radial nach außen hinaus und

im Gelenkinnenteil wandert die Mittellinie  $M_{23_2}$  der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Anschlußseite hin über den genannten Bezugsradius  $RB'$  radial nach außen hinaus.

Die hiermit vorgeschlagene Lösung unterscheidet sich von der erstgenannten, bei der die Mittellinien von Bahnpaaren in Radialebenen durch die Mittelachsen des Gelenkes liegen, dadurch, daß im vorliegenden Fall die Mittellinien von Bahnpaaren

jeweils zweier benachbarter Kugeln in zwei zueinander parallelen und symmetrisch und parallel zu einer Radialebene R angeordneten Bahnebenen BE, BE\*, verlaufen. Die Radialebene R ist dabei wie bei der ersten Lösung durch die Längsachsen L12, L13 bei gestrecktem Gelenk definiert. Bei grundsätzlich gleicher Bahnform wie bei der ersten Lösung beziehen sich die Bahnformen bei der zweiten Lösung jedoch auf Parallelachsen PE, PE\*, die in einer auf der Radialebene R senkrecht liegenden Bezugsebene EX durch die Längsachsen L12, L13 liegen, sowie auf Bezugsmittelpunkte ME, die auf den genannten Parallelachsen PE, PE\* und im Schnittpunkt der Parallelachsen mit der Gelenkmittelebene EM liegen.

Eine dritte Lösung besteht in einem Gleichlaufdrehgelenk in Form eines Festgelenks mit den Merkmalen:

- ein Gelenkaußenteil, das eine Längsachse L12 und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen aufweist,
- ein Gelenkinnenteil, das eine Längsachse L13 und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen aufweist,
- die äußeren Kugelbahnen und die inneren Kugelbahnen bilden Bahnpaare miteinander,
- die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel auf,
- ein ringförmiger Kugelkäfig sitzt zwischen Gelenkaußenteil und Gelenkinnenteil und weist umfangsverteilte Käfigfenster auf, die jeweils zumindest eine der drehmomentübertragenden Kugeln aufnehmen,
- die Mittelpunkte der Kugeln werden vom Käfig in einer Gelenkmittelebene EM gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen L12, L13 geführt,
- die Mittellinien M22<sub>1</sub>, M22<sub>2</sub> benachbarter Kugelbahnen im Gelenkaußenteil liegen in Paaren von ersten Bahnebenen BE, BE\*, die parallel zueinander und symmetrisch zu Radialstrahlen RS1, RS2 durch den Gelenkmittelpunkt M verlaufen,
- die Mittellinien M23<sub>1</sub>, M23<sub>2</sub> benachbarter Kugelbahnen im Gelenkinnenteil liegen in Paaren von zweiten Bahnebenen BE', BE'', die parallel zueinander und symmetrisch zu Radialstrahlen RS1, RS2 durch den Gelenkmittelpunkt M verlaufen,

die ersten Bahnebenen BE, BE\* und die zweiten Bahnebenen BE', BE'' bilden mit Radialebenen R1, R2 durch die Längsachsen L12, L13 gleich große, entgegengesetzt angetragene Winkel  $\gamma$ ,  $\gamma'$ ,

für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zwischen Tangenten T22<sub>1</sub>', T23<sub>1</sub>' an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten T22<sub>1</sub>, T23<sub>1</sub> an die Mittellinien M22<sub>1</sub>, M23<sub>1</sub> der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen L12, L13 verlaufen von der Anschlußseite zur Öffnungsseite,

für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  zwischen Tangenten T22<sub>2</sub>', T23<sub>2</sub>' an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten T22<sub>2</sub>, T23<sub>2</sub> an die Mittellinien M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub> der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen L12, L13 verlaufen, von der Öffnungsseite zur Anschlußseite, hierbei gilt für die Mittellinien der zweiten Bahnpaare

im Gelenkaußenteil verläßt die Mittellinie M22<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Anschlußseite hin jeweils einen Bezugsradius RB, dessen Radiusmittelpunkt MBE im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten T22<sub>2</sub> an die Mittellinie M22<sub>2</sub> der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene EM und einer Bezugssachse PE, PE\* durch eine Bahnebene BE, BE\* liegt, radial nach innen, im Gelenkinnenteil verläßt die Mittellinie M23<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Öffnungsseite hin jeweils einen Bezugsradius RB', dessen Radiusmittelpunkt MBE' im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten T23<sub>2</sub> an die Mittellinie M23<sub>2</sub> der Kugelbahn in der Gelenkmittelebene EM und einer Bezugssachse PE', PE'' durch eine Bahnebene BE', BE'' liegt, radial nach innen, im Gelenkaußenteil wandert die Mittellinie M22<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Öffnungsseite hin über den genannten Bezugsradius RB radial nach außen hinaus und

im Gelenkinnenteil wandert die Mittellinie M23<sub>2</sub> der Kugelbahnen im Bereich von der Gelenkmittelebene EM bis zur Anschlußseite hin über den genannten Bezugsradius RB' radial nach außen hinaus.

Nach der hiermit vorgeschlagenen dritten Lösung verlaufen die Mittellinien von Bahnpaaren jeweils zweier benachbarter Kugeln im Außenteil in zwei zueinander

parallelen Ebenen BE, BE\*, die symmetrisch und parallel zu einer Bezugsebene EB durch den Gelenkmittelpunkt verlaufen, die mit einer Radialebene einen in einer auf der Radialebene senkrecht liegenden zweiten Bezugsebene EX liegenden Winkel  $\gamma$  bildet, und im Innenteil in zwei zueinander parallelen Ebenen BE', BE'', die symmetrisch und parallel zu einer Bezugsebene EB' durch den Gelenkmittelpunkt verlaufen, die mit einer Radialebene einen in einer auf der Radialebene senkrecht liegenden zweiten Bezugsebene EX liegenden Winkel  $\gamma'$  bildet. Die genannte Radialebene R ist dabei wie bei der zweiten Lösung durch die Längsachsen L12, L13 bei gestrecktem Gelenk definiert. Bei grundsätzlich gleicher Bahnform wie bei der zweiten Alternative beziehen sich die Bahnformen bei der dritten Lösung jedoch auf paarweise zueinander parallele Achsen im Gelenkinnenteil und im Gelenkaußenteil, die sich paarweise kreuzen und die in einer auf der Radialebene R senkrecht liegenden zweiten Bezugsebene EX durch die Längsachsen L12, L13 liegen sowie auf Bezugsmittelpunkte, die auf den genannten parallelen Achsen und im Schnittpunkt der parallelen Achsen mit der Gelenkmittelebene EM liegen.

Gelenke nach den hiermit beschriebenen zweiten und dritten Lösungen haben eine durch zwei teilbare Anzahl von Bahnpaaren, wenn jeweils nur eine Bahn in jeder Bahnebene BE, BE\*, BE', BE'' liegt. Sie haben eine durch vier teilbare Zahl von Bahnpaaren, wenn in jeder der Bahnebenen BE, BE\*, BE', BE'' zwei sich im wesentlichen gegenüberliegende Bahnpaare von zueinander symmetrischer Form liegen.

Wie vorstehend erläutert, entsprechen die weiteren Ausgestaltungsformen von Gelenken nach der zweiten und dritten Lösung unter Änderung der entsprechenden Bezugsorte im wesentlichen den Ausgestaltungen des Gelenkes nach der ersten Lösung. Hieraus ergibt sich folgendes.

Eine erste vorteilhafte Ausgestaltung umfaßt die weiteren Merkmale der zweiten Bahnpaare:

im Gelenkaußenteil ist der örtliche Radius R1 der Mittellinie M22<sub>2</sub> in der Gelenkmittelebene EM kleiner als der Bezugsradius RB,

im Gelenkinnenteil ist der örtliche Radius R1' der Mittellinie M23<sub>2</sub> in der Gelenkmittelebene EM kleiner als der Bezugsradius RB'.

Eine erste vorteilhafte Ausgestaltung umfaßt die weiteren Merkmale der zweiten Bahnpaare:

im Gelenkaußenteil verläuft die Mittellinie  $M22_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius  $RZ$ , dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene EM auf einer der Parallelachsen  $PE, PE^*$  liegt, und

im Gelenkinnenteil verläuft die Mittellinie  $M23_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius  $RZ'$ , dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene EM auf einer der Parallelachsen  $PE, PE^*, PE', PE''$  liegt.

Eine weitere günstige Ausgestaltung zeichnet sich durch die weiteren Merkmale aus:

im Gelenkaußenteil verläuft die Mittellinie  $M22_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius  $RB$  und

im Gelenkinnenteil verläuft die Mittellinie  $M23_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius  $RB'$ .

Weiterhin werden die weiteren Merkmale für die zweiten Bahnpaare vorgeschlagen:

im Gelenkaußenteil verläuft die Mittellinie  $M22_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Öffnungsseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius  $RZ$ , dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene EM auf einer der Parallelachsen  $PE, PE^*$  liegt,

im Gelenkinnenteil verläuft die Mittellinie  $M23_2$  der Kugelbahnen von der Gelenkmittelebene EM zur Anschlußseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius  $RZ'$ , dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene EM auf einer der Parallelachsen  $PE, PE^*, PE', PE''$  liegt.

Ein weiterer Vorschlag betrifft die Merkmale der zweiten Bahnpaare:

die Mittellinien  $M22_2, M23_2$  der äußeren Kugelbahnen und inneren Kugelbahnen umfassen jeweils zumindest zwei entgegengesetzt gekrümmte Bogenabschnitte, die in einem Wendepunkt aneinander anschließen,

die Wendepunkte  $W_{22_2}$  der äußeren Kugelbahnen liegen in einer Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$  mit Abstand von der Mittelebene  $EM$  zur Öffnungsseite,  
die Wendepunkte  $W_{23_2}$  der inneren Kugelbahnen liegen in einer Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$ ,  $BE'$ ,  $BE''$  mit Abstand von der Mittelebene  $EM$  zur Anschlußseite,  
die Wendepunkte  $W_{22_2}$ ,  $W_{23_2}$  liegen jeweils unterhalb eines Maximums des Abstands der Mittellinien  $M_{22_2}$ ,  $M_{23_2}$  von den Parallelachsen  $PE$ ,  $PE^*$ ,  $PE'$ ,  $PE''$ .

Eine konkrete Ausgestaltungsform weist die Merkmale der zweiten Bahnpaare auf  
die Bahnmittellinien  $M_{22_2}$  der äußeren Kugelbahnen haben einen ersten Bogen mit dem Radius  $R1$ , dessen Mittelpunkt  $M1$  in einer Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$  um einen ersten axialen Offset  $O1a$  von der Mittelebene  $EM$  des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset  $O1r$  von einer Parallelachse  $PE$ ,  $PE^*$  nach außen hin versetzt liegt, und anschließend an diesen Bogen zur Anschlußseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius  $R2$ , dessen Mittelpunkt  $M2$  in der Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$  um einen zweiten axialen Offset  $O2a$  von der Mittelebene  $EM$  des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset  $O2r$ , der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius  $R1$  und dem ersten radialen Offset  $O1r$ , von der Parallelachse  $PE$ ,  $PE^*$  nach außen hin versetzt liegt,  
die Bahnmittellinien  $M_{23_2}$  der inneren Kugelbahnen haben einen ersten Bogen mit dem Radius  $R1'$ , dessen Mittelpunkt  $M1'$  in einer Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$ ,  $BE'$ ,  $BE''$  um einen ersten axialen Offset  $O1a'$  von der Mittelebene  $EM$  des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset von einer Parallelachse  $PE$ ,  $PE^*$ ,  $PE'$ ,  $PE''$  nach außen hin versetzt liegt, und anschließend an diesen Bogen zur Öffnungsseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius  $R2'$ , dessen Mittelpunkt  $M2'$  in der Bahnebene  $BE$ ,  $BE^*$ ,  $BE'$ ,  $BE''$  um einen zweiten axialen Offset  $O2a'$  von der Mittelebene  $EM$  des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset  $O2r'$ , der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius  $R1'$  und dem ersten radialen Offset  $O1r'$ , von der Parallelachse  $PE$ ,  $PE^*$ ,  $PE'$ ,  $PE''$  nach außen hin versetzt liegt.

Ein weiterer Vorschlag umfaßt die Merkmale der zweiten Bahnpaare:  
der Krümmungsradius der Mittellinien  $M_{22}$  der äußeren Kugelbahnen nimmt im Verlauf von der Mittelebene  $EM$  zur Anschlußseite ab und der Krümmungsradius der

Mittelebene M23 der inneren Kugelbahnen nimmt im Verlauf von der Mittelebene EM zur Öffnungsseite ab.

Ein weiterer Vorschlag umfaßt die Merkmale der zweiten Bahnpaare:  
die Bahnmittellinien der äußeren Kugelbahnen 22<sub>2</sub> haben einen dritten Bogen mit dem Radius R3, der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius R1 anschließt und dessen Radius R3 kleiner ist, als der Radius R1 und  
die Bahnmittellinien M23<sub>2</sub> der inneren Kugelbahnen haben einen dritten Bogen mit dem Radius R3', der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius R1' anschließt und dessen Radius R3' kleiner ist, als der Radius R1'.

Weiterhin wird vorgeschlagen, daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie M22 der äußeren Kugelbahnen zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine achsparallele Gerade G3 anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie M23 der inneren Kugelbahnen im Anschluß an den zweiten Bogen zur Anschlußseite hin eine achsparallele Gerade G3' anschließt.

Nach einer dazu alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie M22<sub>2</sub> der äußeren Kugelbahnen zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine sich der Parallelachse PE, PE' annähernde Gerade anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie M23<sub>2</sub> der inneren Kugelbahnen im Anschluß an den zweiten Bogen zur Anschlußseite hin eine sich der Parallelachse PE, PE\*, PE', PE\* annähernde Gerade anschließt.

Auch hier kann vorgesehen sein, daß sich an den zweiten Bahnpaaren die Mittellinien M22, M23 der Kugelbahnen in der Gelenkmittelebene EM unter einem Winkel von 4 bis 32° schneiden, wobei die Tangenten T22, T23 an die Mittellinien M22, M23 der Kugelbahnen aller Bahnpaare bei gestrecktem Gelenk einen gleich großen Öffnungswinkel  $\alpha$  bilden.

Ein Gelenk der hiermit beschriebenen Form umfaßt bevorzugt eine durch vier teilbare Anzahl von Bahnpaaren. Hierbei ist insbesondere vorgesehen, daß jeweils die Kugeln zweier benachbarter, in parallelen Bahnebenen BE, BE' liegender Bahnpaare in einem gemeinsamen Käfigfenster des Kugelkäfigs aufgenommen werden.

Wie bereits oben erläutert, können die Bahnebenen BE, BE\* nach der zweiten Lösung parallel zu den Längsachsen L12, L13 verlaufen und die Bahnebenen BE, BE\*, BE', BE'' nach der dritten Lösung unter einem Schrägungswinkel  $\gamma$ ,  $\gamma'$  zu den Längsachsen L12, L13 verlaufen.

In bevorzugter Ausführung ist vorgesehen, daß der Teilungswinkel  $2\varphi$  zwischen den Bahnpaaren, deren Kugeln in einem gemeinsamen Käfigfenster aufgenommen sind, geringer ist, als der Teilungswinkel zwischen benachbarten Bahnpaaren, deren Kugeln in verschiedenen Käfigfenstern aufgenommen sind.

Hierbei kann zwischen dem Schrägungswinkel  $\gamma$  und dem Teilungswinkel  $2\varphi$  die Beziehung  $\gamma = \alpha/2 \cdot \tan\varphi$  bestehen, wobei  $\alpha/2$  der Bahnneigungswinkel bzw. der halbe Öffnungswinkel ist.

Weiterhin wird vorgeschlagen, daß von zwei unmittelbar benachbart liegenden Bahnpaaren eines als erstes Bahnpaar und eines als zweites Bahnpaar ausgebildet ist. In Ergänzung hierzu kann vorgesehen werden, daß von zwei in einer Bahnebene liegenden Bahnpaaren eines als erstes Bahnpaar und eines als zweites Bahnpaar ausgebildet ist, d. h. zwei sich im wesentlichen radial gegenüberliegende Bahnen öffnen sich zum einen zur Öffnungsseite und zum anderen zur Anschlußseite hin.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert, die bevorzugte Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Gelenken im Vergleich mit einem Gelenk nach dem Stand der Technik darstellen.

Es zeigen

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Gelenk nach der ersten Lösung

- a) im Querschnitt
- b) im Längsschnitt gemäß der Schnittlinie A-A
- c) im Längsschnitt gemäß der Schnittlinie B-B;

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Gelenk nach der zweiten Lösung

- a) im Querschnitt
- b) im Längsschnitt gemäß der Schnittlinie A-C
- c) im Längsschnitt gemäß der Schnittlinie B-B;

Figur 3 ein erfindungsgemäßes Gelenk nach Figur 2 der dritten Lösung

- a) im Querschnitt
- b) im Längsschnitt gemäß der Schnittlinie A-A;

Figur 4 zeigt geometrische Beziehungen an einem Kugelpaar eines Gelenks nach Figur 3

- a) im Querschnitt
- b) im Längsschnitt durch eine Bahnebene
- c) im Längsschnitt durch ein Kugelpaar;

Figur 5 die Längsachsen und die Bahnmittellinien der zweiten Bahnen eines erfindungsgemäßen Gelenks in einer ersten Ausführung

- a) für das Gelenkaußenteil
- b) für das Gelenkinnenteil;

Figur 6 die Längsachsen und die Bahnmittellinien der zweiten Bahnen eines erfindungsgemäßen Gelenks in einer zweiten Ausführung

- a) für das Gelenkaußenteil
- b) für das Gelenkinnenteil.

Die Figuren 1a bis 1c werden nachstehend gemeinsam beschrieben. Ein Gelenk 11 umfaßt ein Gelenkaußenteil 12, ein Gelenkinnenteil 13, sechs drehmomentübertragende Kugeln 14, sowie einen Kugelkäfig 15. Der Käfig hat eine sphärische Außenfläche 16, die im Gelenkaußenteil geführt ist und eine sphärische Käfiginnenfläche 17, die auf dem Gelenkinnenteil geführt ist, wobei dieser zweite Kontakt nicht zwingend ist. Die Kugeln 14 sind in umfangsverteilten Käfigfenstern 18 im Kugelkäfig 15 in einer Gelenkmittelebene EM gehalten. Am Gelenkaußenteil 12 ist eine Längsachse L12 bezeichnet, am Gelenkinnenteil eine Längsachse L13. Der Schnittpunkt der Längsachsen L12, L13 mit der Gelenkmittelebene EM bildet den Gelenkmittelpunkt M. Das Gelenkaußenteil 12 weist einen Boden 19 auf, der beispielsweise in einen Anschlußzapfen übergehen kann, sowie eine Öffnung 20, in die ein mit dem Gelenkinnenteil verbindbarer Zapfen einsteckbar ist. Hierfür weist das Gelenkinnenteil 13 eine Einstektköpfung 21 auf. Die Lage des Bodens 19 bezeichnet im weiteren die axiale Richtung „zur Anschlußseite“, die Lage der Öffnung 20 bezeichnet im weiteren die axiale Richtung „zur Öffnungsseite“. Diese Begriffe werden auch in Bezug auf das Gelenkinnenteil verwendet, wobei der tatsächliche Anschluß einer Welle an das Gelenkinnenteil unberücksichtigt bleibt.

Ausgehend von der Mittelebene EM sind für den maximalen Beugewinkel  $\beta_{\max}$  des Gelenkinnenteils 13 gegenüber dem Gelenkaußenteil 12 die Kugelkontaktwinkel  $\beta_{\max}/2$  in beiden Richtungen eingezeichnet. Über dem Umfang sind abwechselnd erste Bahnpaare 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub> mit ersten Kugeln 14<sub>1</sub> und zweiten Bahnpaare 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> mit zweiten Kugeln 14<sub>2</sub> vorgesehen. Die Form der ersten Bahnpaare 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub> ist dem Schnitt A-A zu entnehmen, die Form der zweiten Bahnpaare 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> dem Schnitt B-B. Die ersten Kugeln 14<sub>1</sub> haben Kontakt mit ersten äußeren Kugelbahnen 22<sub>1</sub> im Gelenkaußenteil und ersten inneren Kugelbahnen 23<sub>1</sub> im Gelenkinnenteil. Die Mittellinien M22<sub>1</sub>, M23<sub>1</sub> dieser Bahnen sind nach Art von UF-Bahnen ausgeführt und setzen sich aus einem Kreisbogen und einer tangential anschließenden Geraden zusammen. In der dargestellten gestreckten Position bilden die Tangenten T22<sub>1</sub>', T23<sub>1</sub>' an die Kugeln 14<sub>1</sub> in den Kontaktstellen mit den Bahnen 22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub> einen Öffnungswinkel  $\alpha_1$ , der sich zur Öffnungsseite hin öffnet. Die zweiten Kugeln 14<sub>2</sub> sind in äußeren Kugelbahnen 22<sub>2</sub> im Gelenkaußenteil und inneren Kugelbahnen 23<sub>2</sub> im Gelenkinnenteil geführt. Die Kugeln 14<sub>2</sub> sind mit Kontakt im Bahngrund der Kugelbahnen dargestellt,

der nicht notwendig gegeben sein muß. In der dargestellten gestreckten Position bilden die Tangenten  $T_{22_2}'$ ,  $T_{23_2}'$  an die Kugeln  $14_2$  in den Kontaktpunkten mit den Bahnen  $22_2$ ,  $23_2$  einen Öffnungswinkel  $\alpha_2$ , der sich zur Anschlußseite hin öffnet. Zur Beschreibung der Kugelbahnen  $22$ ,  $23$  wird im weiteren auf die Mittellinien  $M_{22_2}$ ,  $M_{23_2}$  der Kugelbahnen Bezug genommen. In der Mittelebene EM sind Tangenten  $T_{22_2}$ ,  $T_{23_2}$  an die Mittellinien eingezeichnet, die zu den zuvor genannten Tangenten  $T_{22_2}'$ ,  $T_{23_2}'$  parallel liegen. Der Winkel  $\alpha_2$  zwischen den genannten Tangenten  $T_{22_2}$ ,  $T_{23_2}$  liegt zwischen 4 und 32°.

Es ist im einzelnen erkennbar, daß jedes Bahnpaar mit seinen Mittellinien  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  in einer Radialebene  $R_1$ ,  $R_2$  durch das Gelenk liegt, daß diese Radialebenen  $R$  den gleichen Winkelabstand voneinander haben und daß jeweils eine Kugel  $14$  von einem Käfigfenster  $18$  im Kugelkäfig  $15$  aufgenommen wird.

Die Figuren 2a bis 2c werden nachstehend gemeinsam beschrieben. Es ist ein Gelenk 11 in einer gegenüber der Ausführung nach Figur 1 abgewandelten Ausführung gezeigt. Gleiche Einzelheiten sind nichtsdestotrotz mit gleichen Bezugszeichen wie in den Figuren 1a bis 1c bezeichnet. Ein erfindungsgemäßes Gelenk 11 in dieser zweiten Ausführung umfaßt Kugelbahnen  $22$ ,  $23$ , die in Bahnebenen BE, BE\* liegen, die paarweise symmetrisch zu Radialebenen  $R$  durch das Gelenk angeordnet sind. In der Darstellung b ist ein abgewinkelter Schnitt nach der Schnittlinie A-A gezeigt, der zum einen durch die Bahnebene BE und ein erstes Bahnpaar  $22_1$ ,  $23_1$  mit einer ersten Kugel  $14_1$  und zum anderen durch eine Radialebene zwischen zwei Bahnpaaren verläuft. In der Darstellung c ist ein abgeknickter Schnitt nach der Schnittlinie B-B gezeigt, der zum einen durch eine Bahnebene BE\* und ein zweites Bahnpaar mit zweiten Kugelbahnen  $22_2$ ,  $23_2$  und zum anderen durch eine radiale Ebene zwischen zwei Bahnpaaren verläuft. Über dem Umfang sind Paare von Bahnpaaren erkennbar, die jeweils ein erstes Bahnpaar  $22_1$ ,  $23_1$  und ein zweites Bahnpaar  $22_2$ ,  $23_2$  umfassen und die in einem gemeinsamen Käfigfenster 18 gehalten sind. Der Teilungswinkel dieser Paare von Bahnpaaren ist geringer als zwischen zwei benachbarten Bahnpaaren, die nicht einem Paar von Bahnpaaren angehören. Erste Bahnpaare und zweite Bahnpaare wechseln sich in der hier gezeigten Ausführung über dem Umfang ab.

Wie in der Darstellung b erkennbar, sind die ersten Kugeln 14<sub>1</sub> in ersten Bahnpaaren aus äußeren Bahnen 22<sub>1</sub> und inneren Bahnen 23<sub>1</sub> geführt, die nach Art der Bahnen von UF-Gelenken ausgebildet sind. Das heißt, die Mittellinien M22, M23 dieser Bahnpaare setzen sich aus Radien und daran anschließenden tangentialen Geraden zusammen. Tangenten T22<sub>1</sub>', T23<sub>1</sub>' an die Kugeln in den Bahnen bilden einen ersten Öffnungswinkel  $\alpha_1$ , der sich zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils öffnet.

In der Darstellung c ist eine zweite Kugel 14<sub>2</sub> erkennbar, die in zweiten äußeren Kugelbahnen 22<sub>2</sub> und zweiten inneren Kugelbahnen 23<sub>2</sub> gehalten ist. Tangenten T22<sub>2</sub>', T23<sub>2</sub>' an die Kugeln 14<sub>2</sub> bilden einen Öffnungswinkel  $\alpha_2$  miteinander, der sich zur Anschlußseite des Gelenkaußenteils öffnet. In Bezug auf den Bahnverlauf wird im weiteren auf die Mittellinien M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub> Bezug genommen. In der Gelenkmittelebene EM schneiden sich Tangenten T22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub> an die Mittellinie M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub> unter dem bereits genannten Winkel  $\alpha_2$ .

Die Bahnebenen BE, BE\* enthalten Parallelachsen PE, PE\* zu den Längsachsen in geringstem Abstand, die damit Schnittlinien zwischen den Bahnebenen und einer senkrecht zur entsprechenden Radialebene R1, R2 liegenden Bezugsebene EX1, EX2 bilden. Auf den Parallelachsen PE, PE\* liegen Bahnmittelpunkte ME, ME\* in kürzestem Abstand zum Gelenkmittelpunkt M. Werden jeweils vier Bahnpaare symmetrisch zu drei oder vier Radialebenen R mit untereinander gleichem Teilungswinkel angeordnet, ergeben sich Gelenke mit zwölf oder sechzehn Bahnpaaren 22, 23 und entsprechend zwölf oder sechzehn Kugeln 14. Entsprechend der Darstellung a ist der in den Darstellungen b und c gezeigte Mittelpunkt ME1, ME1\* nicht der Gelenkmittelpunkt, sondern der Bahnkurvenmittelpunkt in einer der Bahnebenen BE1, BE1\*.

Die Figuren 3a und 3b werden nachstehend gemeinsam beschrieben. Die Darstellung a entspricht im Prinzip der Darstellung a aus Figur 2, wobei jedoch hier eine Schnittlinie A-A parallel zu einer Bezugsebene EX1 durch die Kugeln eines Paares von Bahnpaaren gelegt ist. In Darstellung b ist eine erste Bezugsebene EB für äußere Kugelbahnen gezeigt, die auf der genannten Bezugsebene EX1 senkrecht steht

und einen Radialstrahl RS durch den Gelenkmittelpunkt M enthält. Diese Bezugs-ebene EB bildet mit einer Radialebene R durch die Längsachsen L12, L13 einen Schrägungswinkel  $\gamma$ . Parallel zu der Bezugsebene EB liegen die Bahnebenen BE und BE\*, in denen die Mittellinien der äußeren Kugelbahnen eines Bahnpaars verlaufen. In der Darstellung b ist weiterhin eine erste Bezugsebene EB' für innere Kugelbahnen gezeigt, die ebenfalls auf der genannten Bezugsebene EX1 senkrecht steht und den Radialstrahl RS durch den Gelenkmittelpunkt M enthält. Diese Bezugsebene EB' bildet mit der Radialebene R durch die Längsachsen L12, L13 einen Schrägungswinkel  $\gamma'$ , der gleich groß und entgegengesetzt angetragen zu  $\gamma$  ist. Parallel zu der Bezugsebene EB' liegen Bahnebenen BE', BE'', in denen die Mittellinien der inneren Kugelbahnen eines Bahnpaars verlaufen. Die Mittellinien jedes Bahnpaars schneiden sich in der Gelenkmittelebene EM.

Die Figuren 4a bis 4c werden nachstehend gemeinsam beschrieben. In Darstellung a ist ein Querschnitt durch eine in der Gelenkmittelebene liegende Kugelanordnung aus vier Kugelpaaren 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> ähnlich Figur 3 gezeigt. Der Teilungswinkel zwischen den Kugeln 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> eines Kugelpaars und der dazwischenliegenden Radialebene R1 ist  $\varphi_0$  bzw.  $\varphi_0'$ . Die Kugelbahnen haben von einer Bezugsebene EX1 einen Abstand, der dem Rollkreisradius PCR multipliziert mit dem Cosinus von  $\varphi_0$  entspricht. Der senkrechte Abstand der Kugeln eines Kugelpaars von der genannten Radialebene R1 ist jeweils mit a bezeichnet. Die eingezeichneten Bahnebenen BE<sub>1</sub>, BE<sub>1</sub>\* stehen stellvertretend für den Durchgang der Bahnebenen BE, BE\* der äußeren Kugelbahnen und für den Durchgang der Bahnebenen BE', BE'' der inneren Kugelbahnen durch die Gelenkmittelebene.

In der Darstellung b ist im Schnitt durch eine der Bahnebenen BE<sub>1</sub>, BE<sub>1</sub>\* der Bahnöffnungswinkel zwischen den Tangenten T22, T23 an die Bahnmittellinien eines zweiten Bahnpaars mit  $\alpha_2$  bezeichnet, wobei die eingezeichneten Winkelschenkel die Tangenten T22', T23' an die Bahngrundlinien der Bahn darstellen.  $\alpha_2/2$  entspricht somit dem halben Öffnungswinkel bzw. dem Bahnneigungswinkel.

In der Darstellung c ist ein Kugelpaar 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> mit den äußeren Bahnebenen EB, EB\* und den inneren Bahnebenen EB', EB'' gezeigt. Die in Darstellung b gezeigten Durchdringungspunkte D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> der Bahntangenten sind ebenfalls eingezeichnet.

Die nachfolgende Ableitung gilt für den Idealfall, daß die genannten Bahntangenten T<sub>22</sub>, T<sub>23</sub> die Radialebenen R in den Achsen L<sub>12</sub>, L<sub>13</sub> durchdringen, d. h. die Durchdringungspunkte D<sub>1</sub> und D<sub>2</sub> liegen auf den Längsachsen L<sub>12</sub>, L<sub>13</sub>.

Es gelten folgende Beziehungen:

$$(1) \quad \alpha = PCR \cdot \sin \varphi_0'$$

$$(2) \quad \frac{PCR \cdot \cos \varphi_0'}{x} = \tan \frac{\alpha z}{2}$$

daraus  $x = \frac{PCR \cos \varphi_0'}{\tan \frac{\alpha z}{2}}$

$$(3) \quad \frac{a}{x} = \sin \gamma$$

d.f.:  $\sin \gamma = \frac{PCR \cdot \sin \varphi_0'}{PCR \cdot \cos \varphi_0'} \cdot \tan \frac{\alpha z}{2}$

für kleine Winkel  $\frac{\alpha z}{2}$  und  $\gamma$  gilt die Näherung

$$\sin z \approx z, \tan z \approx z$$

$$\arcsin z \approx \tan \varphi_0' \cdot \arcs \frac{\alpha z}{2} \text{ und somit } \gamma \approx \frac{\alpha z}{2} \cdot \tan \varphi_0'$$

In Figur 5a ist die zu einer Bahngrundlinie parallel verlaufende Bahnmittellinie M<sub>22</sub> einer äußeren Kugelbahn 22 nach einer der Figuren 1 bis 3 dargestellt. Die Mittellinie M<sub>22</sub> einer Bahn im Außenteil setzt sich aus einem ersten Radius R<sub>1</sub> um einen Mittelpunkt M<sub>1</sub> mit dem ersten axialen Offset O<sub>1a</sub> und einem radialen Offset O<sub>1r</sub> sowie einem zweiten Radius R<sub>2</sub> mit einem zweiten axialen Offset O<sub>2a</sub> und einem zweiten radialen Offset O<sub>2r</sub> zusammen. Der Übergang ist durch einen Wendepunkt W<sub>22</sub> bezeichnet. An den zweiten Radius R<sub>2</sub> schließt sich eine zur Achse L<sub>12</sub>, PE, PE\* parallele Gerade G<sub>3</sub> tangential an. In der Mittelebene EM ist die Tangente T<sub>22</sub> und die

Mittellinie M22 eingezeichnet, die eine Längsachse L12, PE, PE\* unter dem Winkel  $\alpha/2$  schneidet. Eine Senkrechte auf der Tangente T22 schneidet die Längsachse L12, PE; PE\* im Bezugsmittelpunkt MB, MBE eines Bezugsradius RB. Ein weiterer Bezugsradius RZ ist um den Bahnmittelpunkt M, ME angetragen. Links von der Mittelebene EM zur Anschlußseite 19 hin verläuft die Mittellinie M22 innerhalb des Radius RB und außerhalb des Radius RZ. Rechts der Mittelebene EM zur Öffnungsseite 20 hin verläuft die Mittellinie M22 im wesentlichen außerhalb des Radius RB. Die radiale Kugelbewegung einer Kugel auf ihrem Weg längs der Kugelbahn in Bezug zum Bahnmittelpunkt M, ME ist mit e bezeichnet. Dies entspricht der Mindestdicke des Kugelkäfigs im Bereich der Käfigfenster, wobei ein Sicherheitszuschlag zur Vermeidung von Kantenträgern erforderlich ist.

In Figur 5b sind die zu den Bahngrundlinien parallel verlaufenden Bahnmittellinien M23 der zugehörigen inneren Kugelbahnen 23 nach einer der Figuren 1 bis 3 dargestellt. Die Mittellinie M23 einer Bahn 23 im Innenteil 13 setzt sich aus einem ersten Radius R1' um einen Mittelpunkt M1' sowie einem zweiten Radius R2' um einen Mittelpunkt M2' zusammen. Der Übergang ist durch einen Wendepunkt W23 bezeichnet. An den zweiten Radius R2' schließt sich eine zur Achse L13, PE, PE\*, PE', PE'' parallele Gerade G3' an: Hierbei weist der Mittelpunkt M1' einen axialen Versatz O1a' und einen radialen Versatz O1r' auf und der Mittelpunkt M2' einen axialen Versatz O2a' und einen radialen Versatz O2r'. In der Mittelebene EM ist die Tangente T23 an die Mittellinie M23 eingezeichnet, die eine Längsachse L13, PE, PE\*, PE', PE'' unter dem Winkel  $\alpha/2$  schneidet. Eine Senkrechte auf der Tangente T23 schneidet die Längsachse L13, PE; PE\*, PE', PE'' im Bezugsmittelpunkt MB', MBE' eines Bezugsradius RB'. Ein weiterer Bezugsradius RZ' ist um den Bahnmittelpunkt M, ME angetragen. Rechts von der Mittelebene EM zur Öffnungsseite 20 verläuft die Mittellinie M23 innerhalb des Radius RB' und außerhalb des Radius RZ'. Links von der Mittelebene EM zur Anschlußseite 19 hin verläuft die Mittellinie M23 zumindest überwiegend außerhalb des Radius RB'. Die radiale Kugelbewegung einer Kugel auf ihrem Weg längs der Kugelbahn in Bezug zum Bahnmittelpunkt M, ME ist mit e bezeichnet. Die beiden Mittellinien M22, M23 der Figuren 5a, 5b schneiden sich in der Gelenkmittelebene EM unter dem Winkel  $\alpha$  und verlaufen spiegelsymmetrisch zu dieser Mittelebene.

In Figur 6a ist die zu einer Bahngrundlinie parallel verlaufende Bahnmittellinie M22 einer äußeren Kugelbahn 22 in einer abgewandelten Ausführung dargestellt. Die Mittellinie M22 einer Bahn im Außenteil setzt sich aus einem ersten Radius R1 um einen Mittelpunkt M1 mit dem ersten axialen Offset O1a und einem radialen Offset O1r sowie einem zweiten Radius R2 mit einem zweiten axialen Offset O2a und einem zweiten radialen Offset O2r sowie einem dritten Radius R3, der sich entgegengesetzt zum Radius R2 an den Radius R1 anschließt, kleiner als dieser Radius R1 ist und in gleichem Sinn gekrümmmt ist, wobei die Lage seines Mittelpunktes M3 nicht näher vermaßt ist, zusammen. Der Übergang zwischen erstem und zweitem Radius ist durch einen Wendepunkt W22 bezeichnet. An den zweiten Radius R2 schließt sich eine zur Achse L12, PE, PE\* parallele Gerade G3 tangential an. In der Mittelebene EM ist die Tangente T22 und die Mittellinie M22 eingezeichnet, die eine Längsachse L12, PE, PE\* unter dem Winkel  $\alpha/2$  schneidet. Eine Senkrechte auf der Tangente T22 schneidet die Längsachse L12, PE; PE\* im Bezugsmittelpunkt MB, MBE eines Bezugsradius RB. Ein weiterer Bezugsradius ist um den Bahnmittelpunkt M, ME angebracht. Links von der Mittelebene zur Anschlußseite 19 hin verläuft die Mittellinie M22 innerhalb des Radius RB und außerhalb des Radius RZ. Rechts von der Mittelebene EM zur Öffnungsseite 20 hin verläuft die Mittellinie M22 überwiegend außerhalb des Radius RB. Die radiale Kugelbewegung einer Kugel auf ihrem Weg längs der Kugelbahn in Bezug zum Bahnmittelpunkt M, ME ist mit e bezeichnet. Dies entspricht der Mindestdicke des Kugelkäfigs im Bereich der Käfigfenster, wobei ein Sicherheitszuschlag zur Vermeidung von Kantenträgern erforderlich ist.

In Figur 6b sind die zu den Bahngrundlinien parallel verlaufenden Bahnmittellinien M23 der zugehörigen inneren Kugelbahnen 23 in einer abgewandelten Ausführung dargestellt. Die Mittellinie M23 einer Bahn 23 im Innenteil 13 setzt sich aus einem ersten Radius R1' um einen Mittelpunkt M1', einem zweiten Radius R2' um einen Mittelpunkt M2' sowie einem dritten Radius R3', der sich entgegengesetzt zum Radius R2' an den Radius R1' anschließt, kleiner als dieser Radius R1 ist und in gleichem Sinn gekrümmmt ist, zusammen. An den zweiten Radius R2' schließt sich eine zur Achse L13, PE, PE\*, PE', PE'' parallele Gerade G3' an. Hierbei weist der Mittelpunkt M1' einen axialen Versatz O1a' und einen radialen Versatz O1r' auf und der Mittel-

punkt M2' einen axialen Versatz O2a' und einen radialen Versatz O2r'. Die Lage des Mittelpunktes M3' ist nicht näher vermaßt. In der Mittelebene EM ist die Tangente T23 an die Mittellinie M23 eingezeichnet, die eine Längsachse L13, PE, PE\*, PE', PE'' unter dem Winkel  $\alpha/2$  schneidet. Eine Senkrechte auf der Tangente T23 schneidet die Längsachse L12, PE; PE\*, PE'; PE'' im Bezugsmittelpunkt MB', MBE' eines Bezugsradius RB'. Ein weiterer Bezugsradius RZ' ist um den Bahnmittelpunkt M, ME angetragen. Rechts von der Mittelebene EM zur Öffnungsseite 20 hin verläuft die Mittellinie M23 innerhalb des Radius RB' und außerhalb des Radius RZ'. Links von der Mittelebene EM zur Anschlußseite 19 hin verläuft die Mittellinie M23 überwiegend außerhalb des Radius RB'. Die radiale Kugelbewegung einer Kugel auf ihrem Weg längs der Kugelbahn in Bezug zum Bahnmittelpunkt M, ME ist mit e bezeichnet. Die beiden Mittellinien M22, M23 der Figuren 6a, 6b schneiden sich in der Gelenkmittelebene EM unter dem Winkel  $\alpha$  und verlaufen spiegelsymmetrisch zu dieser Mittellebene.

## Gegenbahngelenk für große Beugewinkel

### Bezugszeichenliste

- |     |                              |
|-----|------------------------------|
| 11  | Gelenk                       |
| 12  | Gelenkaußenteil              |
| 13  | Gelenkinnenteil              |
| 14  | Kugel                        |
| 15  | Käfig                        |
| 16  | Käfigaußenfläche             |
| 17  | Käfiginnenfläche             |
| 18  | Käfigfenster                 |
| 19  | Boden                        |
| 20  | Öffnung                      |
| 21  | Einsteköffnung               |
| 22  | äußere Kugelbahn             |
| 23  | innere Kugelbahn             |
| 24  | Bahngrund (äußere Kugelbahn) |
| 25  | Bahngrund (innere Kugelbahn) |
| 26  | Bahnflanke                   |
| 27  | Bahnflanke                   |
| EM  | Gelenkmittelebene            |
| L12 | Längsachse Außenteil         |
| L13 | Längsachse Innenteil         |

M22 Mittellinie Bahn 22

M23 Mittellinie Bahn 23

## Gegenbahngelenk für große Beugewinkel

### Patentansprüche

1. Gleichlaufgelenk in Form eines Gegenbahngelenkes mit den Merkmalen:  
ein Gelenkaußenteil (12), das eine Längsachse (L12) und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen (22) aufweist,  
ein Gelenkinnenteil (13), das eine Längsachse (L13) und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils (12) weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen (23) aufweist,  
die äußeren Kugelbahnen (22) und die inneren Kugelbahnen (23) bilden Bahnpaare (22, 23) miteinander,  
die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (14) auf, ein ringförmiger Kugelkäfig (15) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (13) und weist umfangsverteilte Käfigfenster (18) auf, die jeweils zumindest eine der drehmomentübertragenden Kugeln aufnehmen,  
die Mittelpunkte der Kugeln (14) werden vom Käfig (15) in einer Gelenkmittel- ebene (EM) gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen (L12, L13) geführt,  
die Mittellinien (M22, M23) der Kugelbahnen (22, 23) von Bahnpaaren liegen in Radialebenen (R) durch das Gelenk,  
für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zwischen Tangenten ( $T_{22_1}', T_{23_1}'$ ) an Bahngrundlinien, die parallel zu den Tangenten ( $T_{22_1}, T_{23_1}$ ) an die Mittellinien ( $M_{22_1}, M_{23_1}$ ) der Kugelbahnen ( $22_1, 23_1$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen (L12, L13) verlaufen, von der Anschlußseite zur Öffnungsseite,

für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  zwischen Tangenten ( $T22_2'$ ,  $T23_2'$ ) an Bahngrundlinien, die parallel zu den Tangenten ( $T22_2$ ,  $T23_2$ ) an die Mittellinien ( $M22_2$ ,  $M23_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ,  $23_2$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen ( $L12$ ,  $L13$ ) verlaufen, von der Öffnungsseite zur Anschlußseite, hierbei gilt für die Mittellinien der zweiten Bahnpaare:

im Gelenkaußenteil (12) verläßt die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Anschlußseite hin jeweils einen Bezugsradius (RB), dessen Radiusmittelpunkt (MB) im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten ( $T22_2$ ) an die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahn ( $22_2$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) und der Längsachse ( $L12$ ) liegt, radial nach innen,

im Gelenkinnenteil (13) verläßt die Mittellinie ( $M23_2$ ) der Kugelbahnen ( $23_2$ ) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Öffnungsseite hin jeweils einen Bezugsradius (RB'), dessen Radiusmittelpunkt (MB') im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten ( $T23_2$ ) an die Mittellinie ( $M23_2$ ) der Kugelbahn ( $23_2$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) und der Längsachse ( $L13$ ) liegt, radial nach innen,

im Gelenkaußenteil (12) wandert die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Öffnungsseite hin über den genannten Bezugsradius (RB) radial nach außen hinaus und

im Gelenkinnenteil (13) wandert die Mittellinie ( $M23_2$ ) der Kugelbahnen ( $23_2$ ) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Anschlußseite hin über den genannten Bezugsradius (RB') radial nach außen hinaus.

2. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 1 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:

im Gelenkaußenteil (12) ist der örtliche Krümmungsradius (R1) der Mittellinie ( $M22_2$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) kleiner als der Bezugsradius (RB),

im Gelenkinnenteil (13) ist der örtliche Krümmungsradius (R1') der Mittellinie ( $M23_2$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) kleiner als der Bezugsradius (RB').

3. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 1 oder 2 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:
  - im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius (RZ), dessen Radiusmittelpunkt im Gelenkmittelpunkt (M) liegt, und
  - im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie ( $M23_2$ ) der Kugelbahnen ( $23_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius (RZ'), dessen Radiusmittelpunkt im Gelenkmittelpunkt (M) liegt.
4. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:
  - im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius (RB) und
  - im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie der Kugelbahnen ( $23_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius (RB').
5. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 4 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:
  - im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius (RZ) um den Gelenkmittelpunkt (M) und
  - im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie ( $M23_2$ ) der Kugelbahnen ( $23_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius (RZ') um den Gelenkmittelpunkt (M).
6. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit den Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
die Mittellinien ( $M22_2$ ,  $M23_2$ ) der äußeren Kugelbahnen und inneren Kugelbahnen umfassen jeweils zumindest zwei entgegengesetzt gekrümmte Bogenab-

schnitte, die in einem Wendepunkt aneinander anschließen,  
die Wendepunkte ( $W22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) liegen mit Abstand von der Mittelebene (EM) zur Öffnungsseite,  
die Wendepunkte ( $W23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) liegen mit Abstand von der Mittelebene (EM) zur Anschlußseite,  
die Wendepunkte ( $W22_2$ ,  $W23_2$ ) liegen jeweils unterhalb eines Maximums des Abstands der Mittellinien ( $M22_2$ ,  $M23_2$ ) von den Längsachsen (L12, L13).

7. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit den Merkmalen der zweiten Bahnpaare:

die Bahnmittellinien ( $M22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) haben einen ersten Bogen mit dem Radius (R1), dessen Mittelpunkt (M1) um einen ersten axialen Offset (O1a) von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset (O1r) von der Längsachse (L12) zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Anschlußseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius (R2), dessen Mittelpunkt (M2) um einen zweiten axialen Offset (O2a) von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset (O2r), der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius (R1) und dem ersten radialen Offset (O1r), von der Längsachse (La) nach außen versetzt liegt,  
die Bahnmittellinien ( $M23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) haben einen ersten Bogen mit dem Radius (R1'), dessen Mittelpunkt (M1') um einen ersten axialen Offset (O1a') von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset (O1r') von der Längsachse (L13) zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Öffnungsseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius (R2'), dessen Mittelpunkt (M2') um einen zweiten axialen Offset (O2a') von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset (O2r'), der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius (R1') und dem ersten radialen Offset (O1r'), von der Längsachse (L13) nach außen versetzt liegt.

8. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
der Krümmungsradius der Mittellinien (M22) der äußeren Kugelbahnen (22) nimmt im Verlauf von der Mittelebene (EM) zur Anschlußseite (19) ab und der Krümmungsradius der Mittelebene (M23) der inneren Kugelbahnen (23) nimmt im Verlauf von der Mittelebene (EM) zur Öffnungsseite (20) ab.
9. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 8, mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
die Bahnmittellinien ( $M22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) haben einen dritten Bogen mit dem Krümmungsradius ( $R3$ ), der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Krümmungsradius ( $R1$ ) anschließt und dessen Krümmungsradius ( $R3$ ) kleiner ist, als der Krümmungsradius ( $R1$ ) und  
die Bahnmittellinien ( $M23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) haben einen dritten Bogen mit dem Krümmungsradius ( $R3'$ ), der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Krümmungsradius ( $R1'$ ) anschließt und dessen Krümmungsradius ( $R3'$ ) kleiner ist, als der Krümmungsradius ( $R1'$ ).
10. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie ( $M22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine achsparallele Gerade ( $G3$ ) anschließt und sich im Verlauf der Mittellinie ( $R23$ ) der inneren Kugelbahnen (23) im Anschluß an den zweiten Bogen ( $R2'$ ) zur Anschlußseite hin eine achsparallele Gerade ( $G3'$ ) anschließt.
11. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie (M22) der äußeren Kugelbahnen (22) zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine sich der Längsachse (L12) annähernde Gerade anschließt und sich im Verlauf der Mittellinie (R23) der inneren Kugelbahnen (23) im Anschluß an den zweiten Bogen (R2') zur Anschlußseite hin eine sich der Längsachse (L13) annähernde Gerade anschließt.

12. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den zweiten Bahnpaaren die Mittellinien (M22, M23) der Kugelbahnen (22, 23) in der Gelenkmittelebene (EM) unter einem Winkel von 4 bis 32° schneiden, wobei die Tangenten (T22, T23) an die Mittellinien (M22, M23) der Kugelbahnen (22, 23) aller Bahnpaare bei gestrecktem Gelenk einen gleich großen Öffnungswinkel  $\alpha$  bilden.

13. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß erste Bahnpaare ( $22_1, 23_1$ ) und zweite Bahnpaare ( $22_2, 23_2$ ) über dem Umfang abwechselnd angeordnet sind.

14. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Radialebenen  $R_1$  der ersten Bahnpaare und die Radialebenen  $R_2$  der zweiten Bahnpaare in Umfangsrichtung gleiche Teilungswinkel aufweisen.

15. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verläufe der ersten Bahnpaare ( $22_1, 23_1$ ) und der zweiten Bahnpaare ( $22_2, 23_2$ ) nicht symmetrisch zueinander in Bezug auf die Gelenkmittelebene (EM) sind.

16. Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Rollkreisradius ( $PCR_1$ ) der Kugeln ( $14_1$ ) der ersten Bahnpaare und der Rollkreisradius ( $PCR_2$ ) der Kugeln ( $14_2$ ) der zweiten Bahnpaare unterschiedlich groß ist, wobei ihr Größenverhältnis im Bereich von 0,8 bis 1,0 liegt.

17. Gleichlaufgelenk in Form eines Festgelenkes mit den Merkmalen  
ein Gelenkaußenteil (12), das eine Längsachse (L12) und axial zueinander entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen ( $22_1, 22_2$ ) aufweist,  
ein Gelenkinnenteil (13), das eine Längsachse (L13) und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils (12) weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen ( $23_1, 23_2$ ) aufweist,  
die äußeren Kugelbahnen ( $22_1, 22_2$ ) und die inneren Kugelbahnen ( $23_1, 23_2$ ) bilden Bahnpaare ( $22_1, 23_1; 22_2, 23_2$ ) miteinander,  
die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (14) auf, ein ringförmiger Kugelkäfig (15) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (13) und weist umfangsverteilte Käfigfenster (18) auf, die jeweils zumindest eine der drehmomentübertragenden Kugeln aufnehmen,  
die Mittelpunkte der Kugeln (14) werden vom Käfig (15) in einer Gelenkmittelebene (EM) gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen (L12, L13) geführt,

die Mittellinien (M22, M23) der Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) von Bahnpaaren liegen in Paaren von Bahnebenen (BE, BE\*), die im wesentlichen parallel zueinander und symmetrisch zu Radialebenen (R1, R2) durch die Längsachsen (L12, L13) verlaufen,

für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zwischen Tangenten (T22<sub>1</sub>', T23<sub>1</sub>') an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten (T22<sub>1</sub>, T23<sub>2</sub>) an die Mittellinien (M22<sub>1</sub>, M23<sub>1</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen (L12, L13) verlaufen von der Anschlußseite zur Öffnungsseite, für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  zwischen Tangenten (T22<sub>2</sub>', T23<sub>2</sub>') an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten (T22<sub>2</sub>, T23<sub>2</sub>) an die Mittellinien (M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen (L12, L13) verlaufen, von der Öffnungsseite zur Anschlußseite, hierbei gilt für die Mittellinien der zweiten Bahnpaare (22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>)

im Gelenkaußenteil (12) verläßt die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Anschlußseite hin jeweils einen Bezugsradius (RB), dessen Radiusmittelpunkt (MBE) im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten (T22<sub>2</sub>) an die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahn (22<sub>2</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) und einer Parallelachse (PE, PE\*) zur Längsachse (L12) durch eine Bahnebene (BE, BE\*) liegt, radial nach innen,

im Gelenkinnenteil (13) verläßt die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Öffnungsseite hin jeweils einen Bezugsradius (RB'), dessen Radiusmittelpunkt (MBE') im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten (T23<sub>2</sub>) an die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahn (23) in der Gelenkmittelebene (EM) und einer Parallelachse (PE, PE\*) zur Längsachse (L13) durch eine Bahnebene (BE, BE\*) liegt, radial nach innen,

im Gelenkaußenteil (12) wandert die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Öffnungsseite hin über den genannten Bezugsradius (RB) radial nach außen hinaus und

im Gelenkinnenteil (13) wandert die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Anschlußseite hin über den genannten Bezugsradius (RB') radial nach außen hinaus.

18. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 17 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:
  - im Gelenkaußenteil (12) ist der örtliche Radius (R1) der Mittellinie ( $M22_2$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) kleiner als der Bezugsradius (RB),
  - im Gelenkinnenteil (13) ist der örtliche Radius (R1') der Mittellinie ( $M23_2$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) kleiner als der Bezugsradius (RB').
19. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 17 oder 18 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:
  - im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius' (RZ), dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene (EM) auf einer der Parallelachsen (PE, PE\*) liegt, und
  - im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie ( $M23_2$ ) der Kugelbahnen ( $23_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius' (RZ'), dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene (EM) auf einer der Parallelachsen (PE, PE\*) liegt.

:
20. Gelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 19 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:
  - im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius (RB) und
  - im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie der Kugelbahnen ( $23_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius (RB').
21. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 20 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:
  - im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie ( $M22_2$ ) der Kugelbahnen ( $22_2$ ) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius (RZ), dessen Radiusmittelpunkt (ME) in der Gelenkmitte-

ebene (EM) auf einer der Parallelachsen (PE, PE\*) liegt, im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius (RZ), dessen Radiusmittelpunkt (ME) in der Gelenkmittelebene (EM) auf einer der Parallelachsen (PE, PE\*) liegt.

22. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 21 mit den Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
die Mittellinien (M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub>) der äußeren Kugelbahnen und inneren Kugelbahnen umfassen jeweils zumindest zwei entgegengesetzt gekrümmte Bogenabschnitte, die in einem Wendepunkt aneinander anschließen,  
die Wendepunkte (W22<sub>2</sub>) der äußeren Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) liegen in einer Bahn-ebene (BE, BE\*) mit Abstand von der Mittelebene (EM) zur Öffnungsseite,  
die Wendepunkte (W23) der inneren Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) liegen in einer Bahn-ebene (BE, BE\*) mit Abstand von der Mittelebene (EM) zur Anschlußseite,  
die Wendepunkte (W22<sub>2</sub>, W23<sub>2</sub>) liegen jeweils unterhalb eines Maximums des Abstands der Mittellinien (M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub>) von den Parallelachsen (PE, PE\*).
23. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 22 mit den Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
die Bahnmittellinien (M22<sub>2</sub>) der äußeren Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) haben einen ersten Bogen mit dem Radius (R1), dessen Mittelpunkt (M1) in einer Bahnebene (BE, BE\*) um einen ersten axialen Offset (O1a) von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset (O1r) von einer Parallelachse (PE, PE\*) zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Anschlußseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius (R2), dessen Mittelpunkt (M2) in der Bahnebene (BE, BE\*) um einen zweiten axialen Offset (O2a) von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt, und um einen zweiten radialen Offset (O2r), der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius (R1) und dem ersten radialen Offset (O1r), von der Parallelachse (PE, PE\*) nach außen hin versetzt liegt,

die Bahnmittellinien ( $M23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) haben einen ersten Bogen mit dem Radius ( $R1'$ ), dessen Mittelpunkt ( $M1'$ ) in einer Bahnebene ( $BE, BE^*$ ) um einen ersten axialen Offset ( $O1a'$ ) von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset ( $O1r'$ ) von einer Parallelachse (PE,  $PE^*$ ) zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Öffnungsseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius ( $R2'$ ), dessen Mittelpunkt ( $M2'$ ) in der Bahnebene ( $BE, BE^*$ ) um einen zweiten axialen Offset ( $O2a'$ ) von der Mittelebene (EM) des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset ( $O2r'$ ), der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius ( $R1'$ ) und dem ersten radialen Offset ( $O1r'$ ), von der Parallelachse (PE,  $PE'$ ) nach außen hin versetzt liegt.

24. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 23 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
der Krümmungsradius der Mittellinien ( $M22$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22$ ) nimmt im Verlauf von der Mittelebene (EM) zur Anschlußseite (19) ab und der Krümmungsradius der Mittelebene ( $M23$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23$ ) nimmt im Verlauf von der Mittelebene (EM) zur Öffnungsseite (20) ab.
25. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 24, mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
die Bahnmittellinien ( $M22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) haben einen dritten Bogen mit dem Radius ( $R3$ ), der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius ( $R1$ ) anschließt und dessen Radius ( $R3$ ) kleiner ist, als der Radius ( $R1$ ) und  
die Bahnmittellinien ( $M23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) haben einen dritten Bogen mit dem Radius ( $R3'$ ), der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius ( $R1'$ ) anschließt und dessen Radius ( $R3'$ ) kleiner ist, als der Radius ( $R1'$ ).

26. Gelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 25,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie ( $M22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine achsparallele Gerade ( $G3$ ) anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie ( $R23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) im Anschluß an den zweiten Bogen ( $R2'$ ) zur Anschlußseite hin eine achsparallele Gerade ( $G3'$ ) anschließt.

27. Gelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 26,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie ( $M22$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22$ ) zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine sich der Parallelachse (PE, PE\*) annähernde Gerade anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie ( $R23$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23$ ) im Anschluß an den zweiten Bogen ( $R2'$ ) zur Anschlußseite hin eine sich der Parallelachse (PE, PE\*) annähernde Gerade anschließt.

28. Gelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 26,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den zweiten Bahnpaaren die Mittellinien ( $M22$ ,  $M23$ ) der Kugelbahnen ( $22$ ,  $23$ ) in der Gelenkmittelebene (EM) unter einem Winkel von 4 bis 32° schneiden, wobei die Tangenten ( $T22$ ,  $T23$ ) an die Mittellinien ( $M22$ ,  $M23$ ) der Kugelbahnen ( $22$ ,  $23$ ) aller Bahnpaare bei gestrecktem Gelenk einen gleich großen Öffnungswinkel  $\alpha$  bilden.

29. Gleichlaufgelenk in Form eines Festgelenkes mit den Merkmalen:  
ein Gelenkaußenteil (12), das eine Längsachse (L12) und axial zueinander

entgegengesetzt liegend eine Anschlußseite und eine Öffnungsseite hat und das äußere Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>) aufweist,  
ein Gelenkinnenteil (13), das eine Längsachse (L13) und Anschlußmittel für eine zur Öffnungsseite des Gelenkaußenteils (12) weisende Welle hat und das innere Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>) aufweist,  
die äußeren Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>) und die inneren Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>) bilden Bahnpaare (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>; 22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) miteinander,  
die Bahnpaare nehmen jeweils eine drehmomentübertragende Kugel (14) auf, ein ringförmiger Kugelkäfig (15) sitzt zwischen Gelenkaußenteil (12) und Gelenkinnenteil (13) und weist umfangsverteilte Käfigfenster (18) auf, die jeweils zumindest eine der drehmomentübertragenden Kugeln aufnehmen,  
die Mittelpunkte der Kugeln (14) werden vom Käfig (15) in einer Gelenkmittel-ebene (EM) gehalten und bei Gelenkbeugung auf die winkelhalbierende Ebene zwischen den Längsachsen (L12, L13) geführt,  
die Mittellinien (M22<sub>1</sub>, M22<sub>2</sub>) benachbarter Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 22<sub>2</sub>) im Gelenkaußenteil (12) liegen in Paaren von ersten Bahnebenen (BE, BE\*), die parallel zueinander und symmetrisch zu Radialstrahlen (RS1, RS2) durch den Gelenkmittelpunkt (M) verlaufen,  
die Mittellinien (M23<sub>1</sub>, M23<sub>2</sub>) benachbarter Kugelbahnen (23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>) im Gelenkinnenteil (13) liegen in Paaren von zweiten Bahnebenen (BE', BE''), die parallel zueinander und symmetrisch zu Radialstrahlen (RS1, RS2) durch den Gelenkmittelpunkt (M) verlaufen,  
die ersten Bahnebenen (BE, BE\*) und die zweiten Bahnebenen (BE', BE'') bilden mit Radialebenen (R1, R2) durch die Längsachsen (L12, L13) gleich große, entgegengesetzt angetragene Winkel ( $\gamma$ ,  $\gamma'$ ),  
für einen ersten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  zwischen Tangenten (T22<sub>1</sub>', T23<sub>1</sub>') an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten (T22<sub>1</sub>, T23<sub>1</sub>) an die Mittellinien (M22<sub>1</sub>, M23<sub>1</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>1</sub>, 23<sub>1</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen (L12, L13) verlaufen von der Anschlußseite zur Öffnungsseite,  
für einen zweiten Teil der Bahnpaare öffnet sich der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  zwischen Tangenten (T22<sub>2</sub>', T23<sub>2</sub>') an Bahngrundlinien, die parallel zu Tangenten (T22<sub>2</sub>, T23<sub>2</sub>) an die Mittellinien (M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>, 23<sub>2</sub>) in der

Gelenkmittelebene (EM) bei gestrecktem Gelenk mit zusammenfallenden Längsachsen (L12, L13) verlaufen, von der Öffnungsseite zur Anschlußseite, hierbei gilt für die Mittellinien der zweiten Bahnpaare

im Gelenkaußenteil (12) verläßt die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Anschlußseite hin jeweils einen Bezugsradius (RB), dessen Radiusmittelpunkt (MBE) im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten (T22<sub>2</sub>) an die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahn (22<sub>2</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) und einer Bezugsachse (PE, PE\*) durch eine Bahnebene (BE, BE\*) liegt, radial nach innen,

im Gelenkinnenteil (13) verläßt die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Öffnungsseite hin jeweils einen Bezugsradius (RB'), dessen Radiusmittelpunkt (MBE') im Schnittpunkt einer Senkrechten auf der Tangenten (T23<sub>2</sub>) an die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahn (23<sub>2</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) und einer Bezugsachse (PE', PE'') durch eine Bahnebene (BE', BE'') liegt, radial nach innen,

im Gelenkaußenteil (12) wandert die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Öffnungsseite hin über den genannten Bezugsradius (RB) radial nach außen hinaus und

im Gelenkinnenteil (13) wandert die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) im Bereich von der Gelenkmittelebene (EM) bis zur Anschlußseite hin über den genannten Bezugsradius (RB') radial nach außen hinaus.

30. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 29 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:

im Gelenkaußenteil (12) ist der örtliche Radius (R1) der Mittellinie (M22<sub>2</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) kleiner als der Bezugsradius (RB),

im Gelenkinnenteil (13) ist der örtliche Radius (R1') der Mittellinie (M23<sub>2</sub>) in der Gelenkmittelebene (EM) kleiner als der Bezugsradius (RB').

31. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 29 oder 30 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:

im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb

eines Bezugsradius' (RZ), dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene (EM) auf einer der Bezugsachsen (PE, PE\*) liegt, und im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb eines Bezugsradius' (RZ), dessen Radiusmittelpunkt in der Gelenkmittelebene (EM) auf einer der Bezugsachsen (PE', PE'') liegt.

32. Gelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 31 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius (RB) und  
im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial außerhalb des Bezugsradius (RB').
33. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 32 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
im Gelenkaußenteil (12) verläuft die Mittellinie (M22<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (22<sub>2</sub>) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Öffnungsseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius (RZ), dessen Radiusmittelpunkt (ME, ME\*) in der Gelenkmittelebene (EM) auf einer der Bezugsachsen (PE; PE\*) liegt,  
im Gelenkinnenteil (13) verläuft die Mittellinie (M23<sub>2</sub>) der Kugelbahnen (23<sub>2</sub>) von der Gelenkmittelebene (EM) zur Anschlußseite hin jeweils radial innerhalb eines Bezugsradius (RZ), dessen Radiusmittelpunkt (ME, ME\*) in der Gelenkmittelebene (EM) auf einer der Bezugsachsen (PE', PE'') liegt.
34. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 33 mit den Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
die Mittellinien (M22<sub>2</sub>, M23<sub>2</sub>) der äußeren Kugelbahnen und inneren Kugelbahnen umfassen jeweils zumindest zwei entgegengesetzt gekrümmte Bogenabschnitte, die in einem Wendepunkt aneinander anschließen,

die Wendepunkte ( $W_{22_2}$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) liegen in einer Bahn-ebene ( $BE$ ,  $BE^*$ ) mit Abstand von der Mittelebene ( $EM$ ) zur Öffnungsseite, die Wendepunkte ( $W_{23_2}$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) liegen in einer Bahn-ebene ( $BE'$ ,  $BE^{**}$ ) mit Abstand von der Mittelebene ( $EM$ ) zur Anschlußseite, die Wendepunkte ( $W_{22_2}$ ,  $W_{23_2}$ ) liegen jeweils unterhalb eines Maximums des Abstands der Mittellinien ( $M_{22_2}$ ,  $M_{23_2}$ ) von den Bezugsachsen ( $PE$ ,  $PE^*$ ,  $PE'$ ,  $PE^{**}$ ).

35. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 34 mit den Merkmalen der zweiten Bahnpaare:

die Bahnmittellinien ( $M_{22_2}$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) haben einen ersten Bogen mit dem Radius ( $R1$ ), dessen Mittelpunkt ( $M1$ ) in einer Bahnebene ( $BE'$ ) um einen ersten axialen Offset ( $O1a$ ) von der Mittelebene ( $EM$ ) des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen ersten radialen Offset ( $O1r$ ) von einer Parallelachse ( $PE$ ,  $PE^*$ ) zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Anschlußseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius ( $R2$ ), dessen Mittelpunkt ( $M2$ ) in der Bahnebene ( $BE$ ,  $BE^*$ ) um einen zweiten axialen Offset ( $O2a$ ) von der Mittelebene ( $EM$ ) des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen zweiten radialen Offset ( $O2r$ ), der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius ( $R1$ ) und dem ersten radialen Offset ( $O1r$ ), von der Bezugsachse ( $PE$ ,  $PE^*$ ) nach außen hin versetzt liegt, die Bahnmittellinien ( $M_{23_2}$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) haben einen ersten Bogen mit dem Radius ( $R1'$ ), dessen Mittelpunkt ( $M1'$ ) in einer Bahnebene ( $BE'$ ) um einen ersten axialen Offset ( $O1a'$ ) von der Mittelebene ( $EM$ ) des Gelenks zur Öffnungsseite hin versetzt liegt und um einen ersten Offset ( $O1r'$ ) von einer Bezugsachse ( $PE'$ ,  $PE^{**}$ ) zur Kugelbahn hin versetzt liegt und anschließend an diesen Bogen zur Öffnungsseite hin einen zweiten Bogen mit dem Radius ( $R2'$ ), dessen Mittelpunkt ( $M2'$ ) in der Bahnebene ( $BE'$ ,  $BE^{**}$ ) um einen zweiten axialen Offset ( $O2a'$ ) von der Mittelebene ( $EM$ ) des Gelenks zur Anschlußseite hin versetzt liegt und um einen zweiten Offset ( $O2r'$ ), der größer ist als die Summe aus dem ersten Radius ( $R1'$ ) und dem ersten radialen Offset ( $O1r'$ ), von der Bezugsachse ( $PE'$ ,  $PE^{**}$ ) nach außen hin versetzt liegt.

36. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 35 mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
der Krümmungsradius der Mittellinien (M22) der äußeren Kugelbahnen (22) nimmt im Verlauf von der Mittelebene (EM) zur Anschlußseite (19) ab und der Krümmungsradius der Mittelebene (M23) der inneren Kugelbahnen (23) nimmt im Verlauf von der Mittelebene (EM) zur Öffnungsseite (20) ab.
37. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 36, mit den weiteren Merkmalen der zweiten Bahnpaare:  
die Bahnmittellinien ( $M22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) haben einen dritten Bogen mit dem Radius ( $R3$ ), der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius ( $R1$ ) anschließt und dessen Radius ( $R3$ ) kleiner ist, als der Radius ( $R1$ ) und  
die Bahnmittellinien ( $M23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) haben einen dritten Bogen mit dem Radius ( $R3'$ ), der sich tangential mit gleichem Krümmungssinn an den ersten Bogen mit dem Radius ( $R1'$ ) anschließt und dessen Radius ( $R3'$ ) kleiner ist, als der Radius ( $R1'$ ).
38. Gelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 37,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie ( $M22_2$ ) der äußeren Kugelbahnen ( $22_2$ ) zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine parallel zur Bezugssachse (PE, PE\*) verlaufende Gerade (G3) anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie ( $R23_2$ ) der inneren Kugelbahnen ( $23_2$ ) im Anschluß an den zweiten Bogen ( $R2'$ ) zur Anschlußseite hin eine parallel zur Bezugssachse (PE', PE'') verlaufende Gerade (G3') anschließt.
39. Gelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 38,  
dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den zweiten Bahnpaaren im Verlauf der Mittellinie (M22) der äußeren Kugelbahnen (22) zur Öffnungsseite hin an den zweiten Bogen eine sich der Bezugsachse (PE, PE\*) annähernde Gerade anschließt und daß sich im Verlauf der Mittellinie (R23) der inneren Kugelbahnen (23) im Anschluß an den zweiten Bogen (R2') zur Anschlußseite hin eine sich der Bezugsachse (PE', PE'') annähernde Gerade anschließt.

40. Gelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 39,

dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den zweiten Bahnpaaren die Mittellinien (M22, M23) der Kugelbahnen (22, 23) in der Gelenkmittelebene (EM) unter einem Winkel von 4 bis 32° schneiden, wobei die Tangenten (T22, T23) an die Mittellinien (M22, M23) der Kugelbahnen (22, 23) aller Bahnpaare bei gestrecktem Gelenk einen gleich großen Öffnungswinkel  $\alpha$  bilden.

41. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 29 bis 40 mit den weiteren Merkmalen:

der radiale Abstand von Durchdringungspunkten ( $D_1, D_2$ ) der Tangenten ( $T_{22_1}, T_{23_1}; T_{22_2}, T_{23_2}$ ) an die Bahnmittellinien ( $M_{22_1}, M_{23_1}; M_{22_2}, M_{23_2}$ ) durch die durch die Längsachsen ( $L_{12}, L_{13}$ ) gelegten Radialebenen ( $R_1, R_2$ ) von den Längsachsen ( $L_{12}, L_{13}$ ) ist kleiner als der Rollkreisradius (PCR) der Kugeln im Gelenk.

42. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 41 mit den weiteren Merkmalen:

der radiale Abstand von Durchdringungspunkten ( $D_1, D_2$ ) der Tangenten ( $T_{22_1}, T_{23_1}; T_{22_2}, T_{23_2}$ ) an die Bahnmittellinien ( $M_{22_1}, M_{23_1}; M_{22_2}, M_{23_2}$ ) durch die durch die Längsachsen ( $L_{12}, L_{13}$ ) gelegten Radialebenen ( $R_1, R_2$ ) von den Längsachsen ( $L_{12}, L_{13}$ ) ist null.

43. Gelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 42,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Anzahl der Bahnpaare (22, 23) durch vier teilbar ist.
44. Gelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 43,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß jeweils die Kugeln (14) zweier benachbarter in parallelen Bahnebenen (BE, BE\*, BE', BE'') liegender Bahnpaare (22, 23) von einem einzigen Käfigfenster (18) des Kugelkäfigs (15) aufgenommen werden.
45. Gelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 44,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Teilungswinkel ( $2\phi$ ) zwischen den Bahnpaaren, deren Kugeln (14) in einem gemeinsamen Fenster (15) aufgenommen sind, geringer ist, als der Teilungswinkel zwischen benachbarten Bahnpaaren, der Kugeln (14) in verschiedenen Fenstern aufgenommen sind.
46. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 45,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß von zwei unmittelbar benachbart liegenden Bahnpaaren eines als erstes Bahnpaar ( $22_1, 23_1$ ) und eines als zweites Bahnpaar ( $22_2, 23_2$ ) ausgebildet ist.

47. Gleichlaufgelenk nach einem der Ansprüche 17 bis 46,

dadurch gekennzeichnet,

daß von zwei in einer Bahnebene (BE, BE\*, BE', BE'') liegenden Bahnpaaren eines als erstes Bahnpaar und eines als zweites Bahnpaar ausgebildet ist.

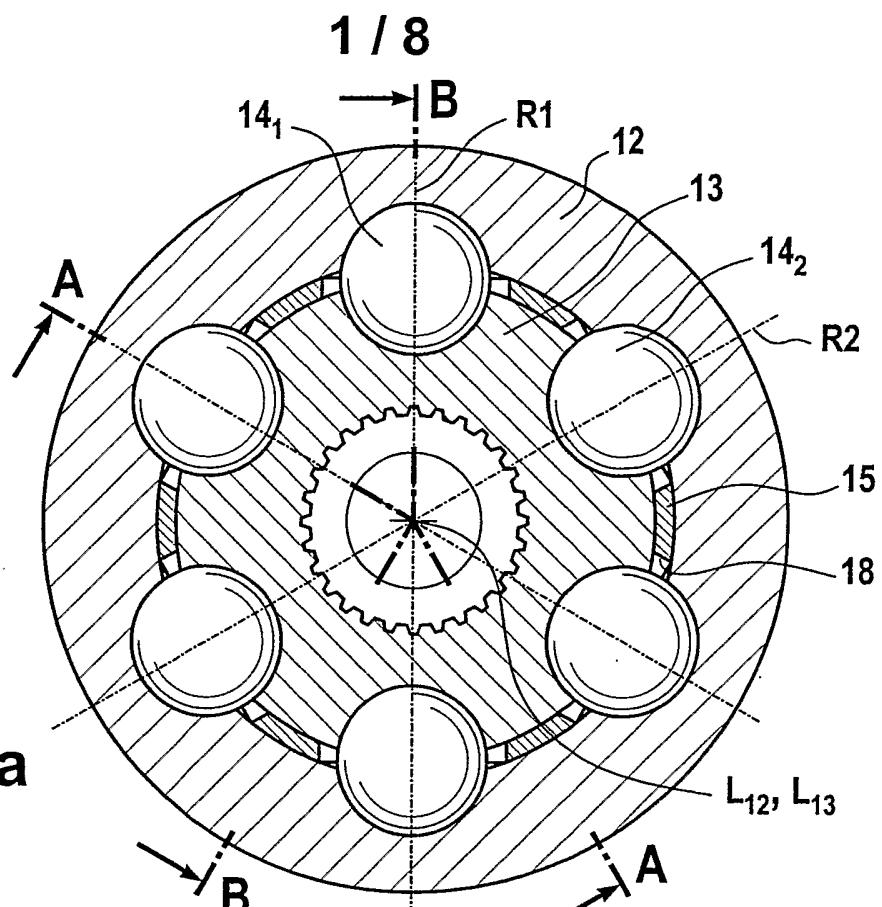
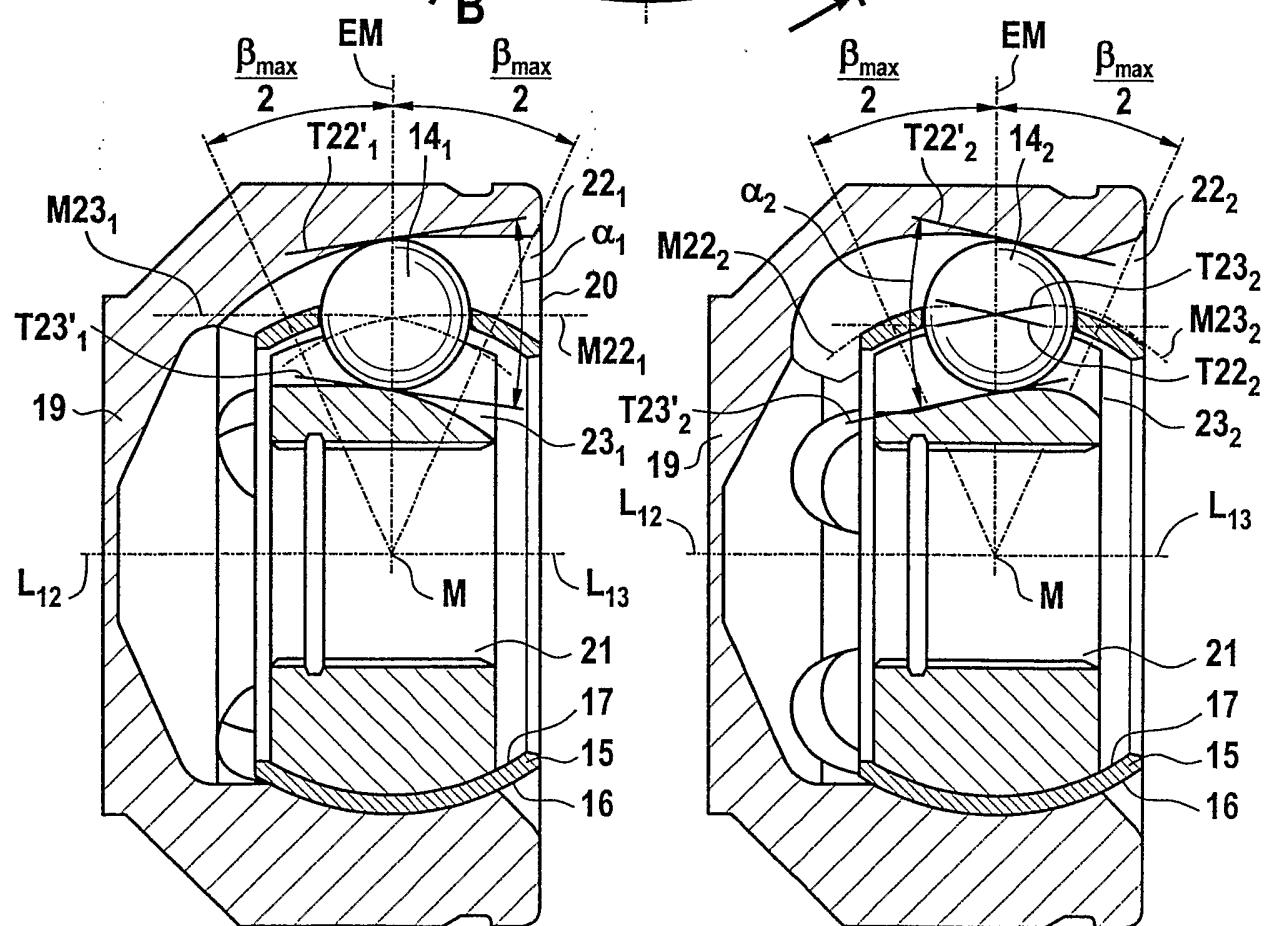
**Fig. 1****Fig. 1a****Fig. 1b****Fig. 1c**

Fig. 2

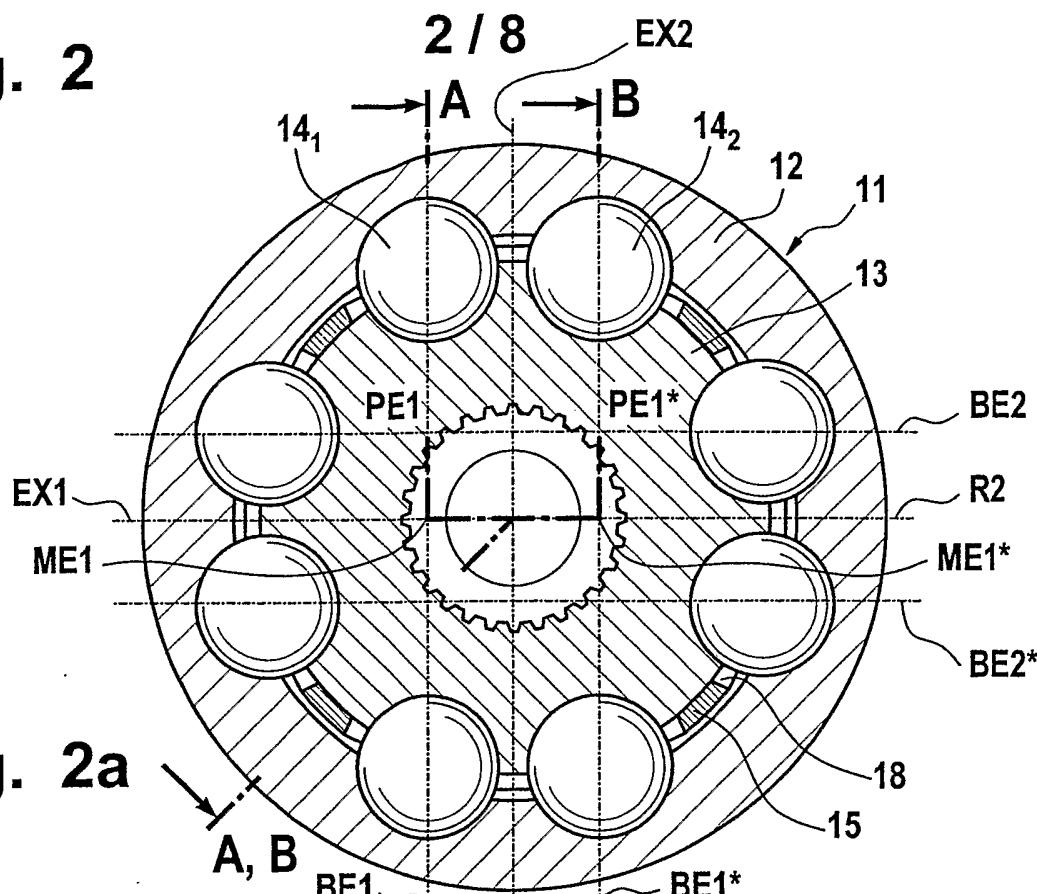


Fig. 2a

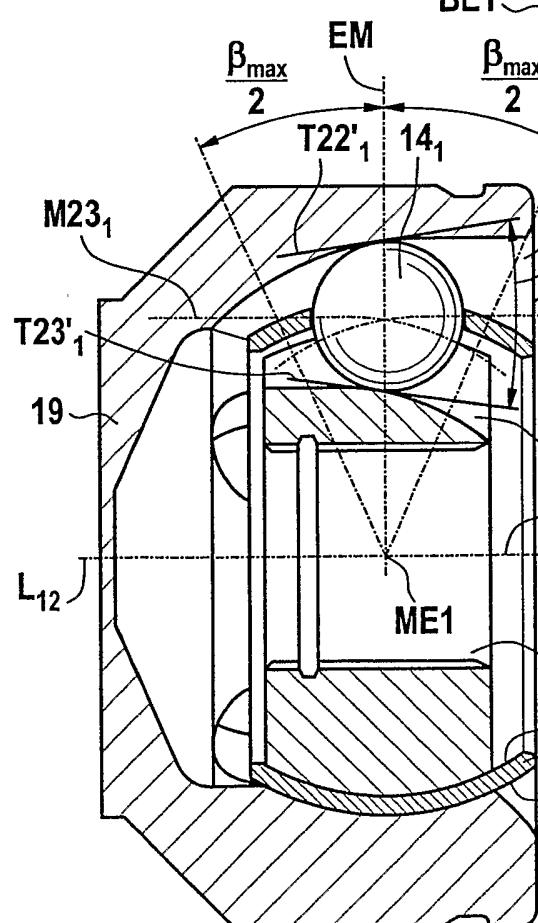


Fig. 2b

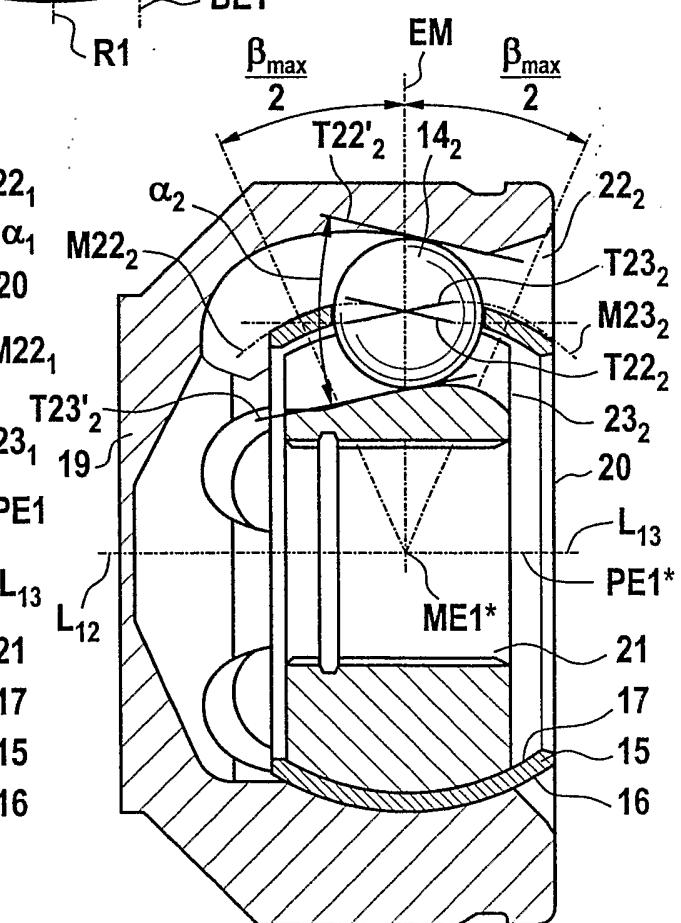
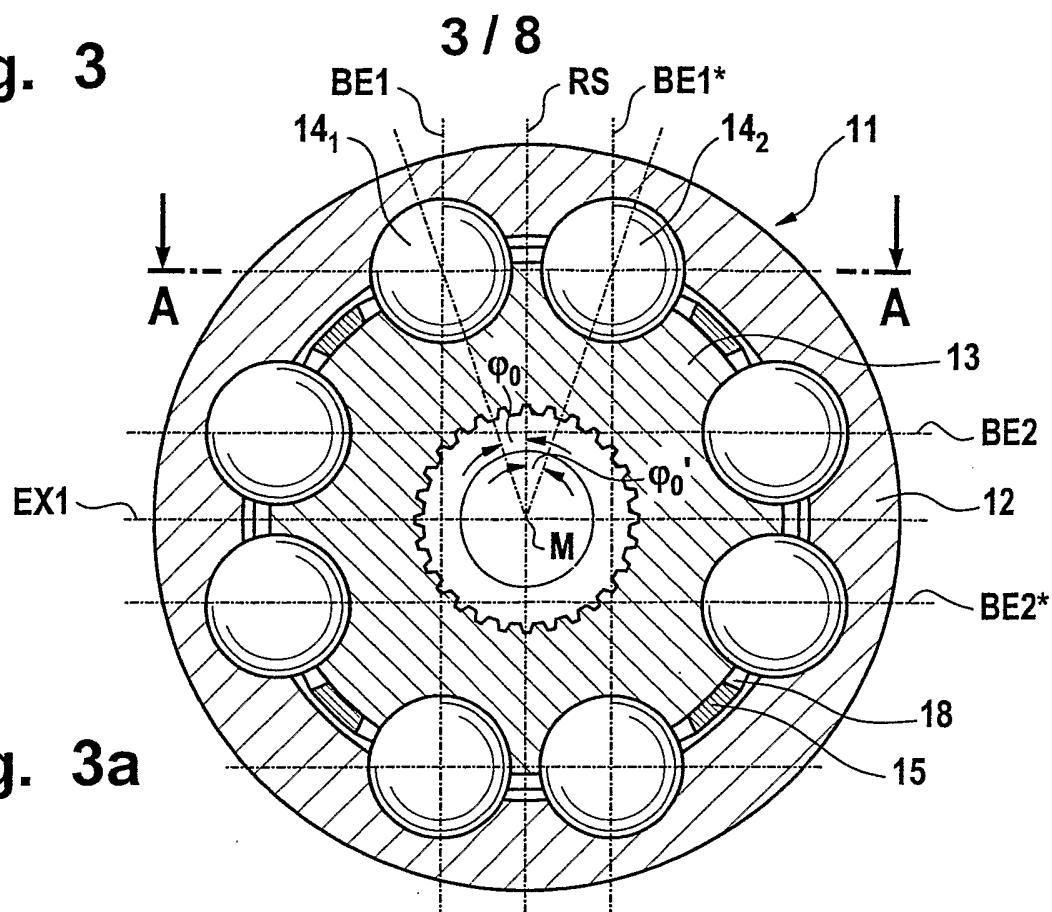
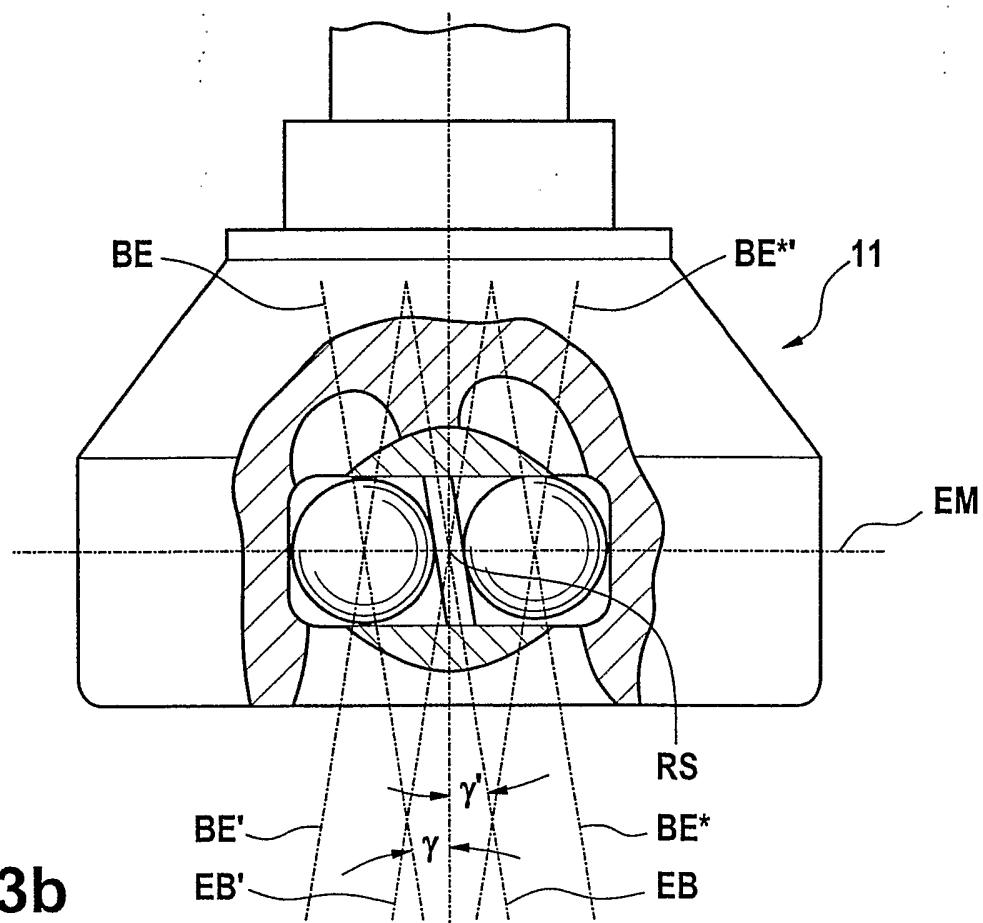
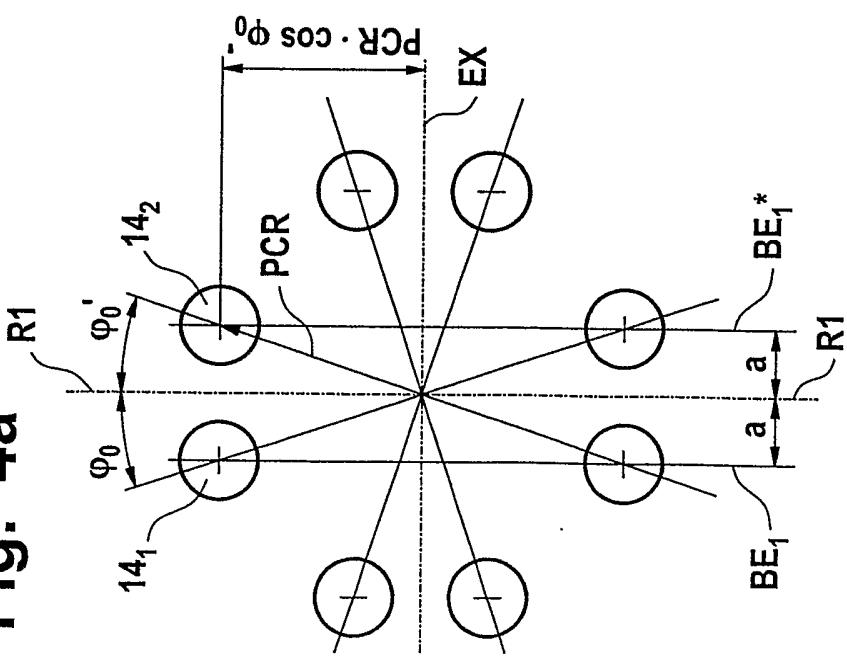


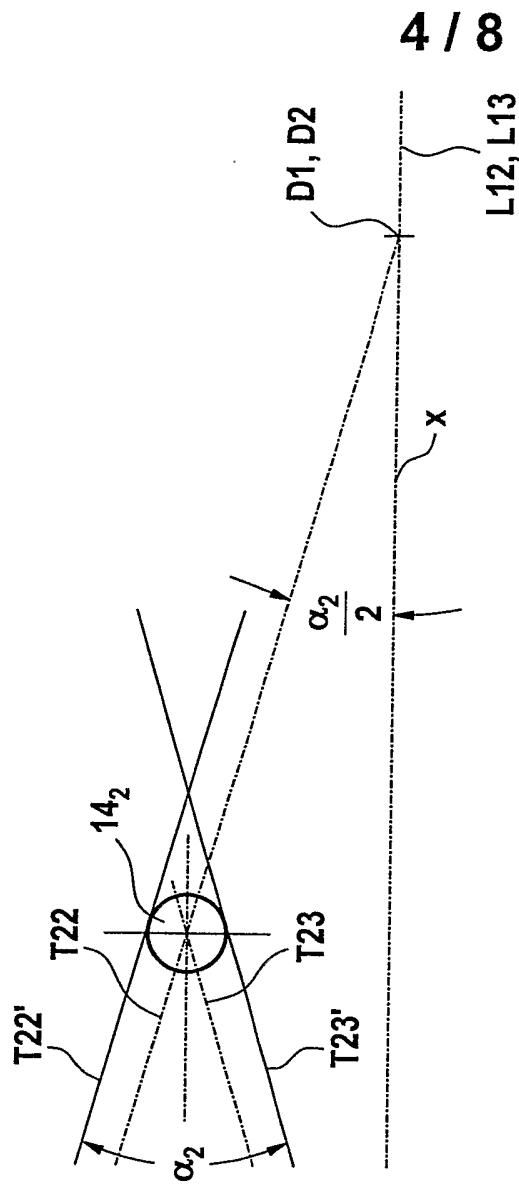
Fig. 2c

**Fig. 3****Fig. 3a****Fig. 3b**

**Fig. 4a**



**Fig. 4b**



**Fig. 4c**

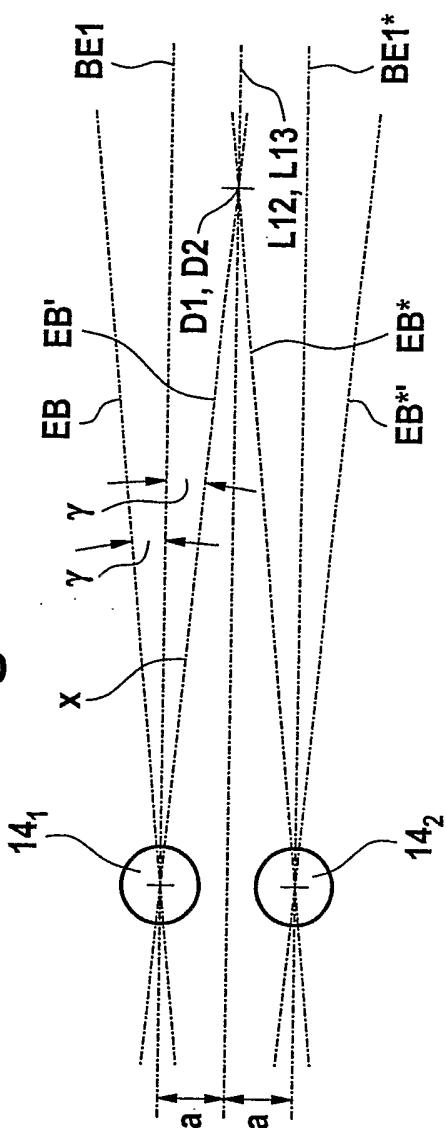
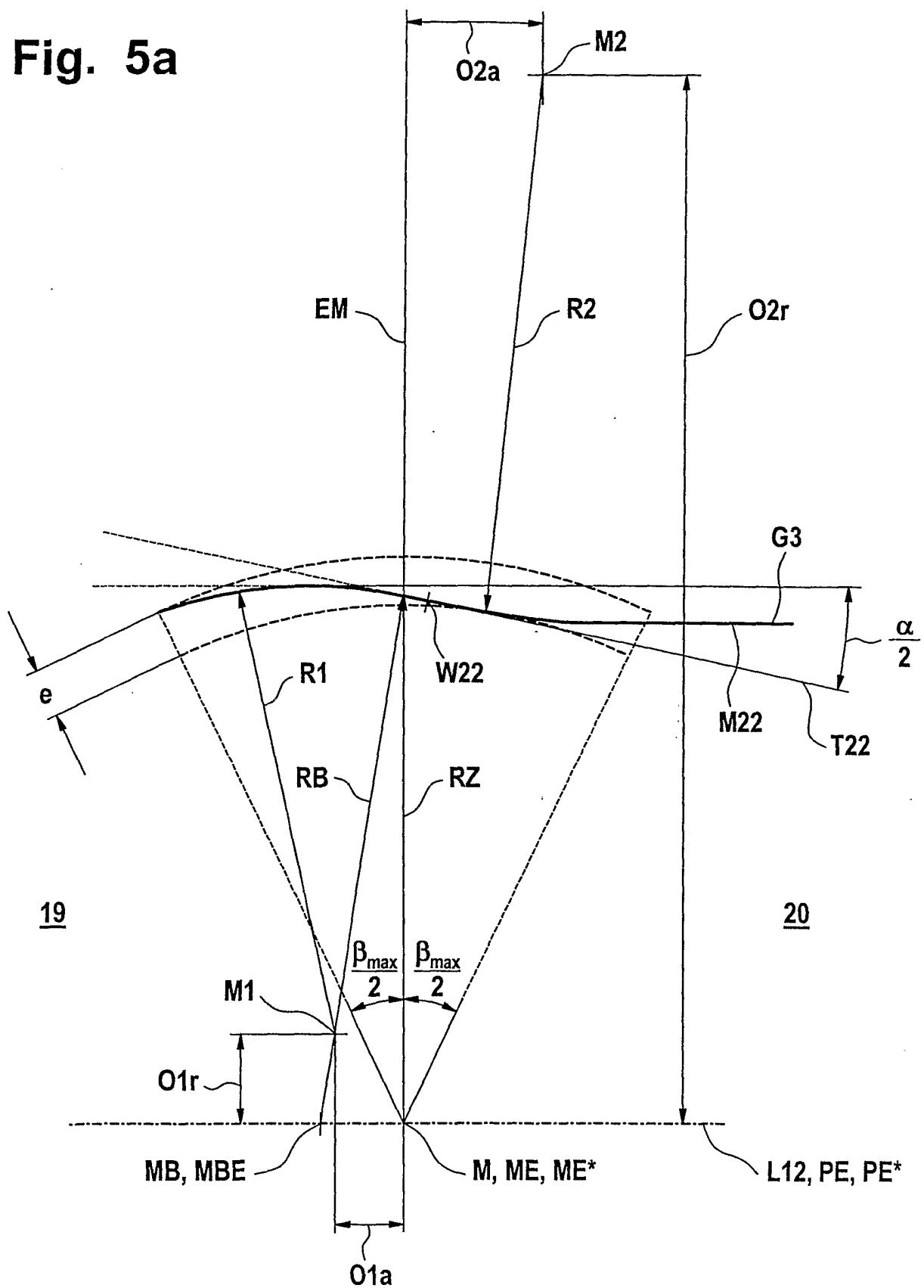
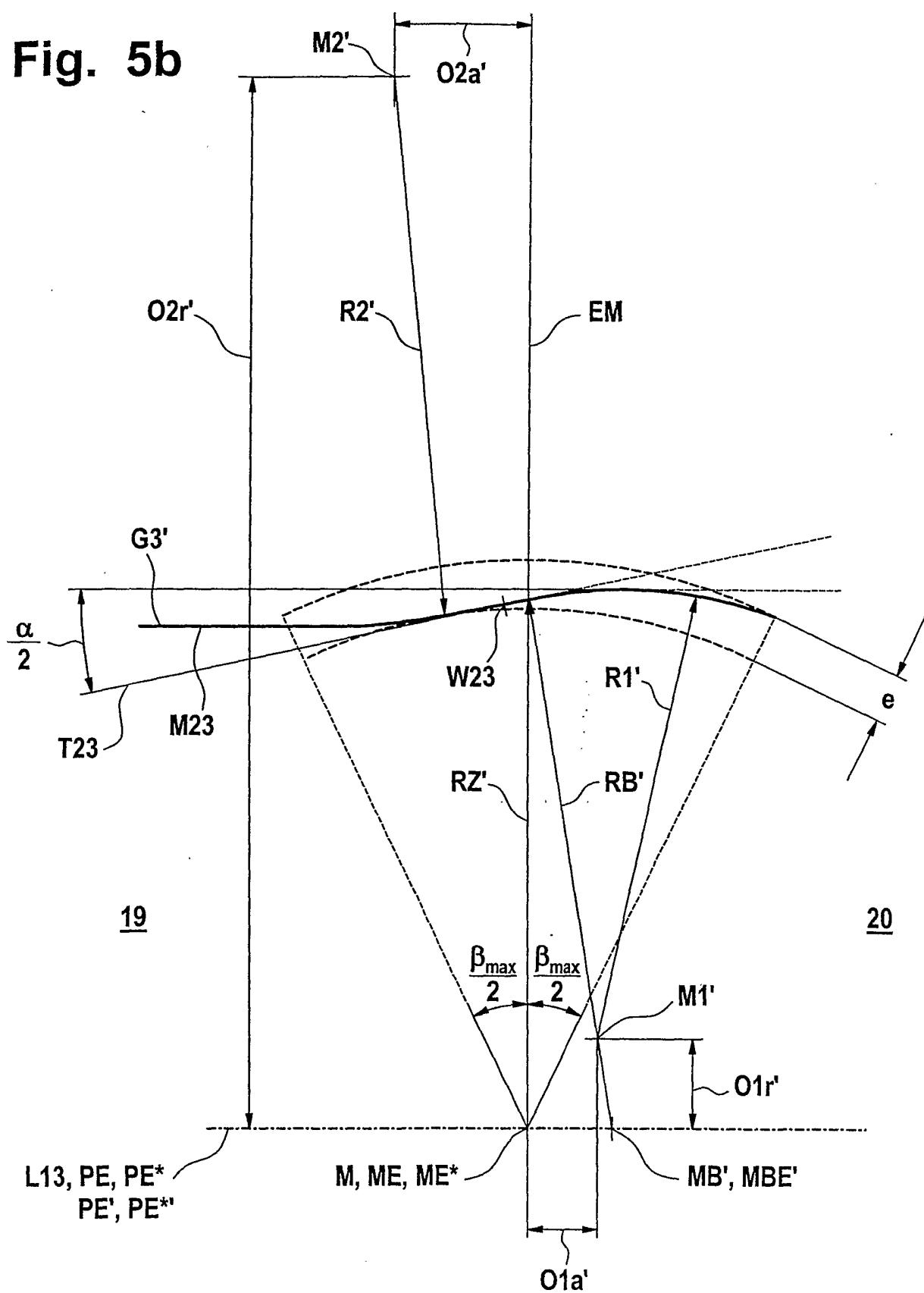


Fig. 5a



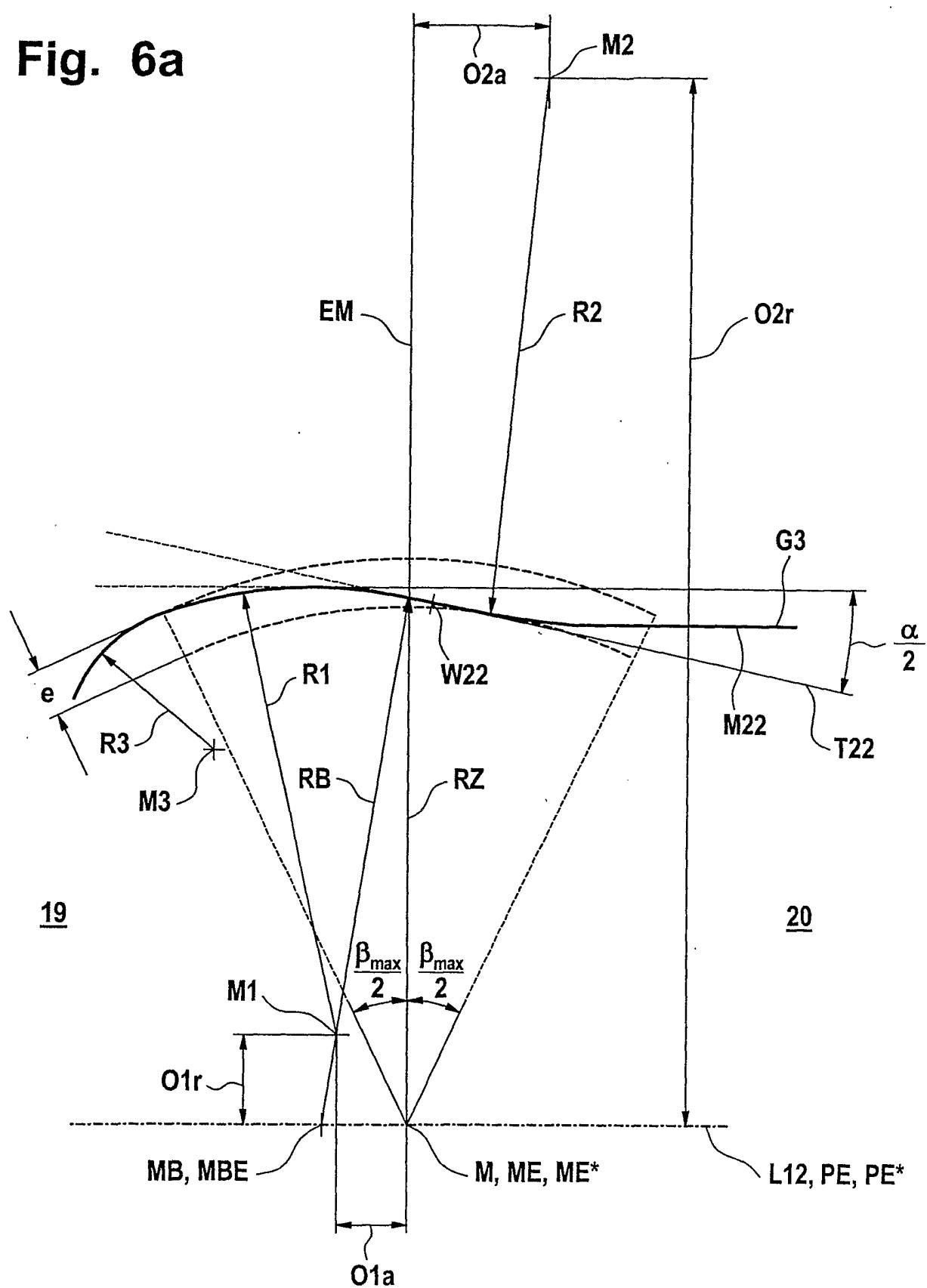
6 / 8

Fig. 5b



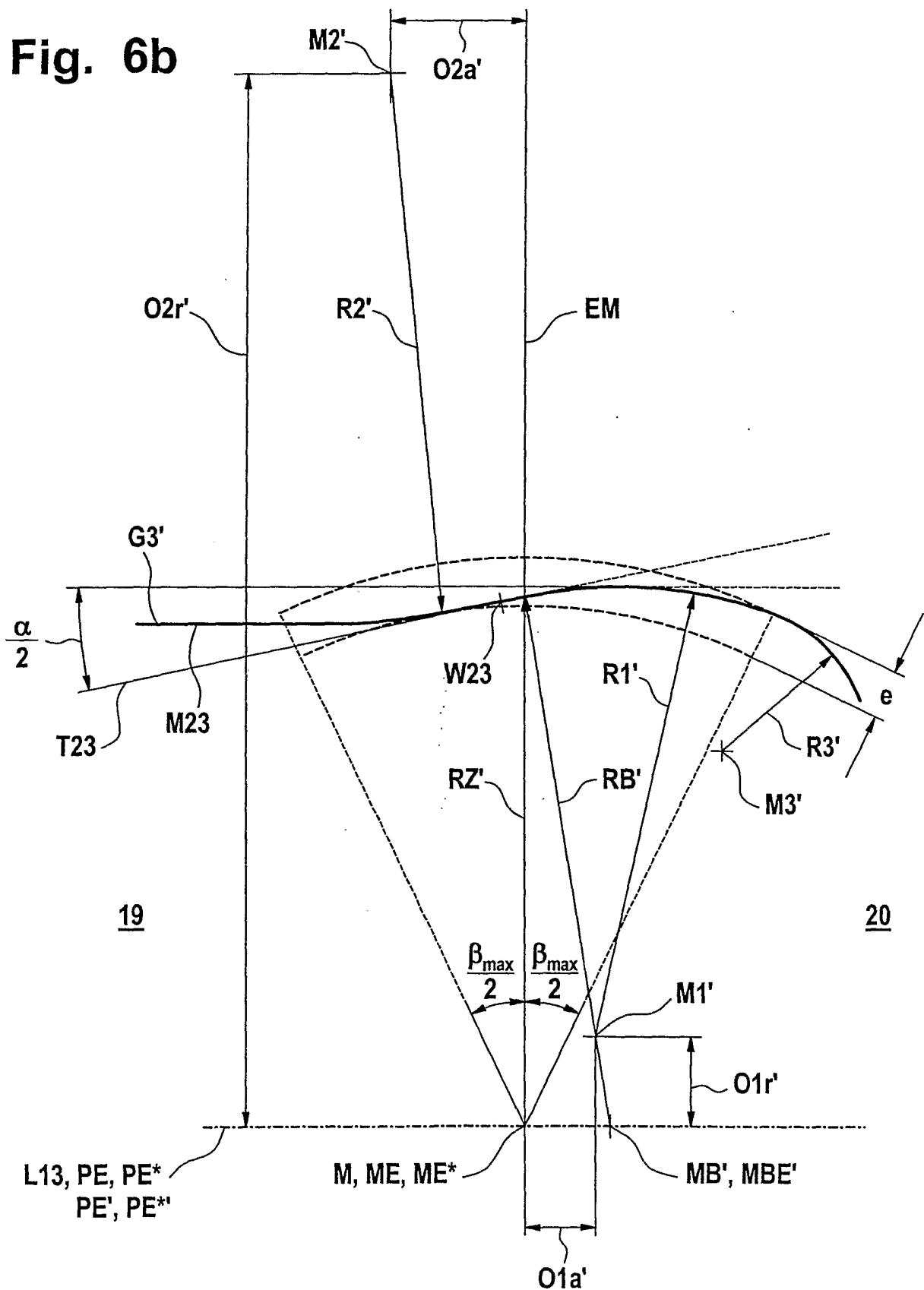
7 / 8

Fig. 6a



8 / 8

Fig. 6b



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/006088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F16D3/224 F16D3/223

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F16D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 60 220 A (GKN AUTOMOTIVE GMBH) 13 June 2002 (2002-06-13) cited in the application abstract figures	1,6,13, 14,17,29
Y		7,8,15, 23,24,29
A		12,16, 28,40
X	----- US 5 122 096 A (AUCKTOR ERICH ET AL) 16 June 1992 (1992-06-16) abstract column 5, line 8 - line 38 figures	1,6,13, 14,17,29
Y	----- -----	7,8,15, 23,24
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

20 September 2004

05/10/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vermander, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/006088

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 319 133 B1 (JOHN FRIEDHELM ET AL) 20 November 2001 (2001-11-20) abstract column 4, line 46 - column 5, line 7 figures -----	7,8,23, 24,29
A		42-47
Y	WO 01/61203 A (DELPHI TECH INC) 23 August 2001 (2001-08-23) abstract figures -----	15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 04, 30 April 1996 (1996-04-30) & JP 7 317791 A (TOYODA MACH WORKS LTD), 8 December 1995 (1995-12-08) abstract -----	9
A	FR 2 799 519 A (GUIMBRETIERE PIERRE) 13 April 2001 (2001-04-13) abstract page 10, line 13 - line 24 claim 13 figures -----	1,17,29

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

 International Application No  
 PCT/EP2004/006088

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10060220	A	13-06-2002	DE	10060220 A1		13-06-2002
			AU	2486602 A		18-06-2002
			WO	0246631 A1		13-06-2002
			JP	2004518083 T		17-06-2004
			US	2004116192 A1		17-06-2004
US 5122096	A	16-06-1992	DE	3939531 C1		06-06-1991
			BR	9006063 A		24-09-1991
			DD	298540 A5		27-02-1992
			ES	2030344 A6		16-10-1992
			FR	2655103 A1		31-05-1991
			GB	2239074 A ,B		19-06-1991
			IT	1255262 B		25-10-1995
			JP	3189417 A		19-08-1991
US 6319133	B1	20-11-2001	DE	19706864 C1		25-06-1998
			BR	9807711 A		15-02-2000
			CN	1120308 B		03-09-2003
			WO	9837336 A1		27-08-1998
			ES	2142746 A1		16-04-2000
			FR	2760056 A1		28-08-1998
			GB	2337316 A ,B		17-11-1999
			JP	3489840 B2		26-01-2004
			JP	2000509799 T		02-08-2000
WO 0161203	A	23-08-2001	EP	1264114 A2		11-12-2002
			WO	0161203 A2		23-08-2001
			US	2001046900 A1		29-11-2001
JP 7317791	A	08-12-1995		NONE		
FR 2799519	A	13-04-2001	FR	2799519 A1		13-04-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/006088

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F16D3/224 F16D3/223

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 F16D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 60 220 A (GKN AUTOMOTIVE GMBH) 13. Juni 2002 (2002-06-13) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen	1, 6, 13, 14, 17, 29
Y		7, 8, 15, 23, 24, 29
A		12, 16, 28, 40
X	US 5 122 096 A (AUCKTOR ERICH ET AL) 16. Juni 1992 (1992-06-16) Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 8 - Zeile 38 Abbildungen	1, 6, 13, 14, 17, 29
Y		7, 8, 15, 23, 24
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

<sup>A</sup> Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

<sup>E</sup> älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

<sup>L</sup> Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

<sup>O</sup> Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

<sup>P</sup> Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

<sup>T</sup> Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

<sup>X</sup> Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

<sup>Y</sup> Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

<sup>&</sup> Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20. September 2004

05/10/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vermander, W

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/006088

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 319 133 B1 (JOHN FRIEDEM ET AL) 20. November 2001 (2001-11-20) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 46 – Spalte 5, Zeile 7 Abbildungen	7,8,23, 24,29
A	-----	42-47
Y	WO 01/61203 A (DELPHI TECH INC) 23. August 2001 (2001-08-23) Zusammenfassung Abbildungen	15
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 7 317791 A (TOYODA MACH WORKS LTD), 8. Dezember 1995 (1995-12-08) Zusammenfassung	9
A	----- FR 2 799 519 A (GUIMBRETIERE PIERRE) 13. April 2001 (2001-04-13) Zusammenfassung Seite 10, Zeile 13 – Zeile 24 Anspruch 13 Abbildungen	1,17,29

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006088

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10060220	A	13-06-2002	DE	10060220 A1	13-06-2002
			AU	2486602 A	18-06-2002
			WO	0246631 A1	13-06-2002
			JP	2004518083 T	17-06-2004
			US	2004116192 A1	17-06-2004
US 5122096	A	16-06-1992	DE	3939531 C1	06-06-1991
			BR	9006063 A	24-09-1991
			DD	298540 A5	27-02-1992
			ES	2030344 A6	16-10-1992
			FR	2655103 A1	31-05-1991
			GB	2239074 A ,B	19-06-1991
			IT	1255262 B	25-10-1995
			JP	3189417 A	19-08-1991
US 6319133	B1	20-11-2001	DE	19706864 C1	25-06-1998
			BR	9807711 A	15-02-2000
			CN	1120308 B	03-09-2003
			WO	9837336 A1	27-08-1998
			ES	2142746 A1	16-04-2000
			FR	2760056 A1	28-08-1998
			GB	2337316 A ,B	17-11-1999
			JP	3489840 B2	26-01-2004
			JP	2000509799 T	02-08-2000
WO 0161203	A	23-08-2001	EP	1264114 A2	11-12-2002
			WO	0161203 A2	23-08-2001
			US	2001046900 A1	29-11-2001
JP 7317791	A	08-12-1995	KEINE		
FR 2799519	A	13-04-2001	FR	2799519 A1	13-04-2001