

(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
29. August 2013 (29.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/124308 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B62B 3/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/053365

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Februar 2013 (20.02.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12156225.0 20. Februar 2012 (20.02.2012) EP

(71) Anmelder: **SCHMITTERGROUP AG** [DE/DE]; Am
Bahnhof 3, 97289 Thüngen (DE).

(72) Erfinder: **GÜNTHER, Friedhelm**; Ellinghauser Straße
156, 44359 Dortmund (DE). **SCHMIDT, Marco**; c/o
SCHMITTERGROUP AG, Am Bahnhof 3, Thüngen
97289 (DE). **DIRSCHERL, Ralf**; c/o
SCHMITTERGROUP AG, Am Bahnhof 3, 97289
Thüngen (DE).

(74) Anwalt: **GÖTZ, LL.M., Georg**; Intellectual Property IP-
GÖTZ, Patent- und Rechtsanwälte, Königstraße 70/Am
Literaturhaus, 90402 Nürnberg (DE).

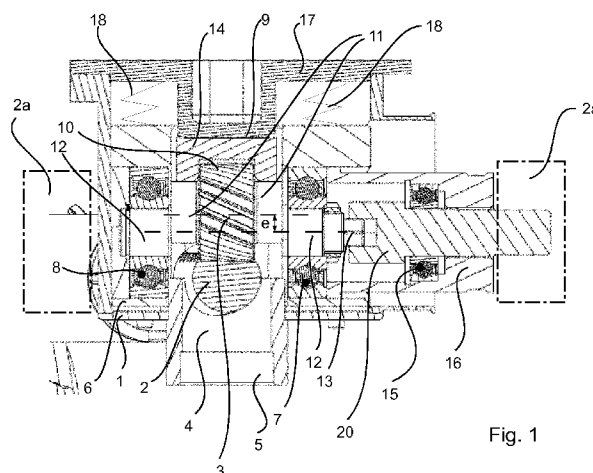
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GEAR RACK STEERING GEAR HAVING A PROGRESSIVE REDUCTION

(54) Bezeichnung : ZAHNSTANGEN-LENKGETRIEBE MIT PROGRESSIVER LENKWINKELVERKÜRZUNG



(57) Abstract: The invention relates to a motor vehicle steering gear, comprising a gear rack and a driving pinion that meshes with the gear rack, which driving pinion has a driving projection in a rotational bearing for coupling a motor vehicle steering shaft, the driving projection being rigidly attached at an end face and eccentrically to the pinion teeth, the rotational bearing being guided in a direction perpendicular to the gear rack and parallel to an end plane formed by the pinion teeth, such that compensation strokes in a direction perpendicular to the gear rack are specified for the rotational bearing when the pinion rotates, said compensation strokes being caused by the eccentric attachment of the driving projection. The motor vehicle steering gear further comprises a retaining projection rigidly attached at an end face concentrically to the pinion teeth, the retaining projection being rotatably in engagement with a retaining piece that is guided within a gear housing parallel to the gear rack teeth, compensation strokes parallel with and at a constant distance from the gear rack teeth being specified for the retaining projection when the pinion rotates, which compensation strokes are caused by the eccentric attachment of the driving projection.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/124308 A2



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

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Kraftfahrzeug-Lenkgetriebe mit Zahnstange und damit in Eingriff stehendem Antriebsritzel, das zur Ankopplung einer Kraftfahrzeug-Lenkspindel einen stirnseitig und exzentrisch zur Ritzelverzahnung fest angebrachten Antriebsvorsprung in einer Drehlagerung aufweist, die in einer Richtung quer zur Zahnstange und parallel zu einer von der Ritzelverzahnung gebildeten Stirnebene geführt ist, so dass bei Ritzeldrehung für die Drehlagerung Ausgleichshübe in Richtung quer zur Zahnstange vorgegeben sind, die durch die exzentrische Anbringung des Antriebsvorsprungs bedingt sind, einen konzentrisch zur Ritzelverzahnung stirnseitig fest angebrachten Haltevorsprung, der drehbar in Eingriff steht mit einem Haltestück, das innerhalb eines Getriebegehäuses parallel zur Zahnstangen-Verzahnung geführt ist, und bei Ritzeldrehung für den Haltevorsprung Ausgleichshübe parallel und mit konstantem Abstand zur Zahnstangen-Verzahnung vorgegeben sind, welche Ausgleichshübe durch die exzentrische Anbringung des Antriebsvorsprungs bedingt sind.

Zahnstangen-Lenkgetriebe mit progressiver Lenkwinkelverkürzung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug-Lenkgetriebe gemäß jeweiligem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 11. Dabei umfasst die darin genannte Führung, die parallel zu einer von der Ritzelverzahnung gebildeten
5 Stirnfläche verläuft, auch die Führung in einer radialen Richtung der Ritzelverzahnung, wenn diese sich in einer Ausgangs-Drehstellung entsprechend der Drehstellung des Lenkrads für Geradeausfahrt befindet.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein für das Lenkgetriebe geeignetes Antriebsritzel gemäß Oberbegriff des Anspruchs 7 bzw. des
10 Anspruchs 9 sowie ein Hubgehäuse oder einen Führungskolben zur Aufnahme und Linearführung wenigstens eines Drehlagers eines exzentrisch angeordneten Antriebsvorsprungs eines Zahnstangen-Antriebsritzels gemäß Oberbegriff des Anspruchs 17.

[0003] Lenkgetriebe der anfangs genannten Art sind aus der
15 Patentschrift DE 707 505 „Zahnstangenlenkung für Kraftfahrzeuge“ bekannt. Das mit der Zahnstange kämmende Antriebsritzel wird über einen stirnseitig exzentrisch angedrehten Antriebszapfen in Drehung versetzt. Der exzentrische Antriebszapfen ist in einer Lagerbüchse drehend gelagert, die in einem Kulissenstein aufgenommen ist. Dieser ist zum Vollzug von durch die
20 exzentrische Anbringung des Antriebszapfens bedingte Ausgleichsbewegungen linear bzw. translatorisch geführt. Allerdings ist bei dieser vorbekannten Konstruktion nicht ausreichend dafür Sorge getragen, dass ein stabiler Eingriff zwischen dem Antriebsritzel und der Zahnstange insbesondere auch bei externen Stößen, z. B. beim Einparken des zu lenkenden Fahrzeugs, bestehen bleibt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem
25 Lenkgetriebe mit exzentrisch angetriebenem Antriebsritzel die Zuverlässigkeit des Eingriffs zwischen der Zahnstange und der Ritzelverzahnung zu erhöhen. Zur Lösung wird auf das im Anspruch 1 angegebene Kraftfahrzeug-Lenkgetriebe verwiesen. Vorteilhafte, optionale Ausbildungen dieser Erfindung ergeben sich
30 aus den abhängigen Ansprüchen.

[0005] Demnach liegt es im Rahmen der Erfindung, zusätzliche Haltemittel für den Zahnstangen-/Ritzeleingriff vorzusehen. Diese können einerseits beim Antriebsritzel mit einem oder mehreren Haltevorsprüngen, insbesondere Gleitzapfen, und andererseits mit einem separaten Gleit- oder Haltestück realisiert sein. So können beispielsweise Haltevorsprünge bzw. Gleitzapfen beidseitig an je einer Stirnseite des Antriebsritzels angebracht sein (vgl. Patentanspruch 4). Das Haltestück, beispielsweise ein entlang oder an einer Gehäuseinnenseite hin- und herverfahrbares Gleitstück, ist zweckmäßig als loses, separat hergestelltes Teil realisiert. In weiterer Ausgestaltung weist es eine U-artige Grundform auf, wobei die U-Schenkel das Antriebsritzel an seinen beiden Stirnseiten zumindest teilweise überdecken. Die Stirnkanten der U-Schenkel sind zweckmäßig konkav ausgewölbt, so dass ein formschlüssiges „Reiten“ der U-Schenkel auf den stirnseitigen Haltevorsprüngen des Antriebsritzels möglich ist. In diesem Sinne besteht eine optionale Erfindungsausgestaltung darin, dass das Haltestück als loses separat hergestelltes Gleitstück vorzugsweise mit U-artiger Grundform zum stirnseitigen Umgeben des Antriebsritzels mit U-artigen Schenkeln ausgeführt ist, wobei ein oder zwei Schenkel des U-artigen Gleitstücks zum vorzugsweise formschlüssigen Gleiten auf je einem Haltevorsprung vorzugsweise mit je einer konkav gewölbten Schenkel-Stirnkante ausgebildet sind, wobei die Konkavität komplementär zum Haltevorsprung gestaltet ist (vergleiche Patentanspruch 5). In dieser Hinsicht ist es vorteilhaft, jede Stirnseite des Antriebsritzels mit einem Haltevorsprung zu versehen, so dass Haltekräfte gleichmäßig verteilt auf das Antriebsritzel drücken, was sich vorteilhaft auf die Stabilität des Ritzel-/Zahnstangeneingriffs auswirkt (vgl. Patentanspruch 4).

[0006] Auf seiner Außenseite ist das Haltestück zweckmäßig mit einer Gleitfläche versehen, so dass es an einer Gehäuseinnenseite gleitend Ausgleichshübe ausführen kann. Entsprechend besteht eine optionale Erfindungsausgestaltung darin, dass das Getriebegehäuse auf seiner dem Haltestück gegenüberliegenden Innenseite einen Gegenhalteabschnitt, der insbesondere als Gleitfläche ausgebildet ist, zur Parallelführung des Haltestücks aufweist (siehe Patentanspruch 2). In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil,

das Getriebegehäuse mit einem lose, separat hergestellten Gehäusedeckel zu realisieren, an dessen Innenseite die Gleitfläche für die Ausgleichshübe des Haltestücks ausgebildet sind. Vorzugsweise liegt der innenseitige Gegenhalteabschnitt, insbesondere die Gleitfläche, gegenüber der Deckelgrundfläche nach innen versetzt (siehe Patentanspruch 3). Mit der Ausbildung eines abnehmbaren Gehäusedeckels wird gleichzeitig die Wartbarkeit des Lenkgetriebes verbessert, weil der Gehäusedeckel für Wartungszwecke am Zahnstangen-/Ritzeleingriff abnehmbar ist.

[0007] Ein mit der Erfindung erzielbarer Vorteil besteht darin, dass zahlreiche, sich bei Lenkgetrieben eingebürgerte Standardteile bzw. -elemente wie z. B. Schrägverzahnung usw. weiter verwendbar sind. Insbesondere kann gemäß einer optionalen Erfindungsbildung mit der an sich bekannten Schiebemuffe, in der die Lenkspindel teleskopartig aufgenommen ist, gegebenenfalls über ein Kreuzgelenk der durch den exzentrischen Antrieb bedingte Ausgleichshub aufgefangen bzw. kompensiert werden, so dass für die Lenkrad-Bedienperson die mit dem exzentrischen Ritzelantrieb einhergehenden Ausgleichshübe praktisch nicht spürbar werden.

[0008] Im Rahmen der Erfindung liegt auch ein Antriebsritzel, für sich genommen, das sich durch einen oder mehrere, stirnseitig fest angebrachte Haltevorsprünge auszeichnet, die jeweils konzentrisch zur (konzentrischen) Ritzelverzahnung stirnseitig fest angebracht sind (vgl. Anspruch 7). Eine konstruktiv zweckmäßige Realisierungsvariante, welche auch die Herstellung von Antriebsritzel kleinen Durchmessers begünstigt, besteht darin, den Antriebsvorsprung exzentrisch an die Stirnseite des konzentrischen Haltevorsprungs anzuformen (siehe Anspruch 8).

[0009] Die eingangs erörterte DE 707 505 lehrt, das Antriebsritzel nur auf einer Stirnseite mit einem exzentrischen Antriebszapfen zu versehen. Dem gegenüber wird mit einer Erfindungsalternative (siehe Anspruch 9) die Zuverlässigkeit und Stabilität des Zahnstangen-/Ritzeleingriffs dadurch verbessert, dass auf der dem Antriebszapfen gegenüber liegenden Stirnseite des

Antriebsritzels ein zusätzlicher Lagervorsprung angebracht wird, der exzentrisch gegenüber der Ritzelverzahnung liegt. Mit dem Lagervorsprung wird auf der anderen Ritzel-Stirnseite ein weiteres Halteelement geschaffen, welches bei Aufnahme in einem Drehlager das Ritzel vor Verkippen in der Zahnstange schützen kann (siehe Anspruch 9). Zweckmäßig liegen der Antriebs- und der Lagervorsprung in einer gemeinsamen Flucht bzw. auf einer gemeinsamen Gerade parallel zur Mitte- oder Symmetrie- oder Drehachse der Ritzelverzahnung (siehe Anspruch 10).

[0010] Zur Rückstellung der Lenkung in die Nullstellung/Geradeausfahrt ist es bekannt, einen Drehstab einzusetzen, welcher allerdings ein teures Bauteil ist. Beim eingangs genannten Stand der Technik nach DE 707 505 ist für eine selbsttätige Lenkrückstellung nichts offenbart.

[0011] Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, bei einem gattungsgemäßen Lenkgetriebe den Bedienungskomfort verbunden mit der Fahrsicherheit zu erhöhen. Dem dient eine im Anspruch 11 angegebene, nebengeordnete Erfindungsalternative, nachdem das gattungsgemäße Lenkgetriebe mit einer Druck- oder Rückstellfederung versehen ist, welche an einem Getriebegehäuse abgestützt mit der Drehlagerung des Antriebsvorsprungs derart gekoppelt ist, dass die Druck- oder Rückstellfederung das Antriebsritzel mit seiner Ritzelverzahnung in den Verzahnungsbereich der Zahnstange drückt und/oder den Ausgleichshüben der Drehlagerung entgegen wirkt zwecks Rückstellung des Antriebsritzels in eine Ausgangs-Drehstellung (siehe Anspruch 11). Insbesondere lässt sich so das Antriebsritzel in eine Drehstellung entsprechend der Geradeausfahrt (Ausgangs- bzw. Nullstellung) drücken. Vorzugsweise ist die Ausgangs- oder Nullstellung dahingehend definiert, dass dabei der exzentrische Antriebsvorsprung zur Zahnstange den geringsten Abstand aufweist, mit anderen Worten, wenn sich der Antriebszapfen auf der Stirnseite des Antriebsritzels auf seiner untersten Stellung befindet.

[0012] Um die Rückstellfederung besser zur Entfaltung zu bringen, ist es vorteilhaft, die Drehlagerung(en) in einem Hubgehäuse oder Hubkolben

aufzunehmen, der entsprechend den oben genannten Ausgleichshüben des Antriebsvorsprungs geführt ist. Zweckmäßig ist dann die Druck- oder Rückstellfederung am Hubgehäuse oder Hubkolben in Angriff gebracht (siehe Anspruch 12).

5 **[0013]** Die Stabilität des Lenkgetriebes fördert es, wenn nach einer optionalen Erfindungsbildung an der dem Antriebsvorsprung gegenüberliegenden Stirnseite des Antriebsritzels ein (weiterer) Drehtagervorsprung exzentrisch zur Ritzelverzahnung fest angebracht ist. Dieser Drehtagervorsprung kann dann in den genannten Führungskolben oder in einem
10 separaten, zweiten Hubkolben aufgenommen sein, der ebenfalls entsprechend den Ausgleichshüben geführt ist (siehe Anspruch 13). Damit lässt sich einem Verkippen des Antriebsritzels in der Verzahnung mit der Zahnstange vorbeugen und die Zuverlässigkeit des Verzahnungseingriffs erhöhen. Dieser Effekt lässt sich noch weiter fördern mit einer optionalen Erfindungsbildung, wonach die
15 Rückstell- oder Druckfederung mehrere separate und/oder voneinander beabstandete Druckfederelemente umfasst, die gleichmäßig verteilt oder symmetrisch an einem Hubkolben oder je einem der separaten Hubkolben angreifen (siehe Anspruch 14).

[0014] Um beim Verzahnungseingriff zwischen Antriebsritzel und
20 Zahnstange ein bestimmtes, der Funktionsfähigkeit dienliches Spiel zu gewährleisten, ist die Option zweckmäßig, eine einstellbare Gegenhalterung vorzusehen, welche gegen eine dem Antriebsritzel abgewandte Seite der Zahnstange drückt oder angreift (siehe Anspruch 15). Um ein entsprechendes Funktionszahnstangenspiel genauer dimensionieren zu können, ist in
25 Weiterführung der genannten Ausbildung ein Gewindeeingriff vorgesehen. Dabei durchsetzt die Gegenhalterung eine Wandung eines Getriebegehäuses von außen (Zugänglichkeit von außen), wobei die Gegenhalterung zu ihrer Einstellbarkeit (beispielsweise mit einem eigenen Außengewinde) mit einem Wandungs-Innengewinde in Eingriff steht (siehe Anspruch 16). Durch die
30 Einstellung eines bestimmten Spiels lässt sich so einem Festklemmen der Lenkung vorbeugen.

[0015] Der Stand der Technik nach oben bereits angesprochener DE 707 505 zeigt, dass der exzentrisch vom Antriebsritzel vorstehende Dreh- bzw. Antriebszapfen von einer Lagerbüchse umfasst ist, die in einem Kulissenstein aufgenommen ist. Letzterer ist in einer Kulisse für vertikale Ausgleichs-
5 Hubbewegungen entsprechend der Exzentrizität des Dreh- bzw. Antriebszapfens geführt. Allerdings betrifft die Führung nicht das gesamte Antriebsritzel, so dass letzteres nicht ausreichend zuverlässig im Verzahnungseingriff mit der Zahnstange gehalten ist. Vom auf- und abgehenden Kulissenstein ist ja nur die Zahnrad-Lagerbüchse umfasst.

10 **[0016]** Damit wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe aufgeworfen, die Stabilität des Verzahnungseingriffs zwischen Zahnstange und Antriebsritzel sowie die Führung für die Ausgleichshübe zu erhöhen. Zur Lösung wird das Hubgehäuse oder der Hubkolben vorgeschlagen, wie er im Anspruch 17 angegeben ist. Demnach ist der Aufnahmeraum im Hubgehäuse oder im
15 Hubkolben mindestens zur Aufnahme eines linear hin- und hergehenden Antriebsritzels mit Ritzelverzahnung und exzentrischer Drehlagerung ausgebildet. Zweckmäßig ist der Aufnahmeraum so dimensioniert, dass das Antriebsritzel mit dem zweifachen der Exzentrizität hin- und hergehen kann, mit welcher der Antriebsvorsprung gegenüber der Mittelachse der Ritzelverzahnung versetzt liegt
20 (siehe Anspruch 18). Entsprechendes gilt für das formschlüssig mit dem Antriebsritzel in Eingriff gehende Haltestück, indem der Aufnahmeraum zu dessen Aufnahme mit seinem parallel zur Zahnstange verlaufenden Hubbewegungen bemessen ist (siehe Anspruch 19).

[0017] Zur stabilen Fixierung von Drehlager-Komponenten ist es
25 zweckmäßig, in der Wandung des Hubgehäuses oder des Hubkolbens eine oder mehrere Aussparungen vorzusehen, die zum Aufnahmeraum führen und je für die Aufnahme eines Drehlagers ausgebildet, insbesondere dimensioniert oder bemessen sind (siehe Anspruch 20). Damit lässt sich der Vorteil erzielen, dass insbesondere eine doppelte Drehlagerung realisiert werden kann, beispielsweise
30 durch zwei einander bezüglich der Hubgehäuse- oder Hubkolben-Mittelachse diametral gegenüberliegende Drehlager, welche für eine gleichmäßige Halterung

des Antriebsritzels mit stabilisiertem Verzahnungseingriff mit der Zahnstange sorgen.

[0018] Den stabilen Verzahnungseingriff fördert es weiter, wenn nach einer Erfindungsoption in der Außenwandung des Hubgehäuses oder Hubkolbens eine oder mehrere Eingriffsmittel, beispielsweise Aufnahmevertiefungen oder –
5 löcher zum Angriff durch eine Druckfederung ausgebildet sind (siehe Anspruch 21). Der vorgenannten Stabilisierung der Verzahnung zwischen Antriebsritzel und Zahnstange dient eine achsensymmetrische Anordnung und/oder Verteilung der Eingriffsmittel auf der Wandungsaußenseite (siehe Anspruch 22).

[0019] Um für das Getriebegehäuse eine kompakte Bauform erzielen zu können, ist nach einer optionalen Erfindungsausbildung vorgesehen, mehrere, in einer der Zahnstange zugeordneten Seite des Hubgehäuses oder Hubkolbens nutartige Ausnehmungen einzulassen, die achsensymmetrisch angeordnet und zur Bildung von Zahnstangen-Durchgängen miteinander fluchten (siehe Anspruch
15 23). Bei der konkreten Realisierung bilden die Nut-Ausnehmungen ein gleichsam hufeisenartiges Durchgangs-Profil aus, welches die Zahnstange bei bestimmter Drehstellung des Antriebsritzels umgibt. Es handelt sich um diejenige Drehstellung(en), bei welcher bzw. welchen der Antriebsvorsprung zur Zahnstange den geringsten oder einen relativ geringen Abstand aufweist.

[0020] Im Rahmen der Erfindung liegt schließlich die Verwendung des in der oben angesprochenen DE 707 505 offenbarten Antriebsritzels mit exzentrisch angebrachten Antriebszapfen zur Verkürzung des Lenkwinkels (sogenannte progressive Zahnstangenlenkung). So fällt in den Rahmen der Erfindung eine Verwendung eines für den Eingriff in eine Zahnstange eines
25 Kraftfahrzeug-Lenkgetriebes vorgesehenen Antriebsritzels mit einem exzentrisch zur Ritzelverzahnung stirnseitig fest angebrachten, drehbar gelagerten Antriebsvorsprung, der zur Ankopplung einer Kraftfahrzeug-Lenkspindel bzw. – Lenkrads eingesetzt wird, zu einer progressiven oder degressiven Zahnstangenlenkung, bei der ein zunehmender Lenkrad-Drehwinkel in eine
30 Ritzeldrehung mit sich verändernder Getriebe-Übersetzung und einen nicht

linearen Anstieg oder Abfall eines resultierenden Zahnstangen-Schubwegs umgesetzt wird (siehe Anspruch 24). Nach einer optionalen Weiterbildung dieser Verwendung wird die Drehstellung des Antriebsritzels so eingestellt, dass in einer Ausgangsstellung entsprechend der Geradeausfahrt der Antriebsvorsprung zur
5 Zahnstange den kleinsten Abstand und damit die kleinste Getriebeübersetzung aufweist, die dann mit zunehmender Lenkradverdrehung überproportional bzw. progressiv im Sinne einer Lenkwinkelverkürzung zunimmt (siehe Anspruch 25).

[0021] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von beispielhaften
10 Ausführungsformen der Erfindung sowie aus den Zeichnungen. Diese zeigen in:

[0022] Figur 1: Ein Lenkgetriebe in einer Schnittdarstellung in Längsrichtung der Lenkspindel bzw. längs der Linie B-B in Fig. 1a

[0023] Figur 1a: Das Lenkgetriebe gemäß Figur 1 in der Draufsicht mit geschlossenem Gehäuse.

15 **[0024]** Figur 2: Das Lenkgetriebe in einer Schnittdarstellung in Längsrichtung der Zahnstange bzw. längs der Linie A-A in Fig. 1a

[0025] Figur 3a-3d: Ein erfindungsgemäßes Antriebsritzel in unterschiedlichen Ansichten.

[0026] Figur 4a-4c: Ein erfindungsgemäßes Halte- bzw. Gleitstück in
20 unterschiedlichen Ansichten.

[0027] Figur 5a-5c: Ein erfindungsgemäßer Gehäusedeckel in unterschiedlichen Ansichten.

[0028] Figur 6a-6d: Ein erfindungsgemäßer Hubkolben in unterschiedlichen Ansichten.

[0029] Figur 7: Eine perspektivische, teilweise aufgerissene Darstellung eines Lenkgetriebes ohne Antriebsritzel.

[0030] Figur 8: In perspektivischer Darstellung das Antriebsritzel, das Halte- bzw. Gleitstück und den Hubkolben im zusammengebauten Zustand.

5 **[0031]** Figur 9: Ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Lenkgetriebes in perspektivischer, teilweise transparenter Darstellung im zusammengebauten Zustand.

[0032] Figur 10: Das Lenkgetriebe gemäß Figur 9 in einer anderen Ansicht in entsprechender perspektivischer, transparenter Darstellung im
10 zusammengebauten Zustand.

[0033] Figur 11: Ein beispielhaftes erfindungsgemäßes Lenkgetriebe in perspektivischer Darstellung im zusammengebauten Zustand mit geschlossenem Gehäuse.

[0034] Figur 12a: In perspektivischer Darstellung die Ankopplung
15 einer Lenkspindel mittels Kreuzgelenk an ein beispielhaftes, erfindungsgemäßes Lenkgetriebe.

[0035] Figur 12b: Eine Figur 12a entsprechende, aber vergrößerte Ansicht mit Kreuzgelenk und Schiebemuffe zur Ankopplung der Lenkspindel an das Lenkgetriebe bzw. das Antriebsritzel.

20 **[0036]** Figur 13: Eine schematische Ansicht quer zur Zahnstange mit Darstellung unterschiedlicher Bewegungsstellungen.

[0037] Figur 14a-14f: Geschnittene oder aufgerissene Darstellungen in Längsansicht der Zahnstange und in Draufsicht für eine 0 Grad- und eine 180 Grad-Stellung eines Lenkgetriebes.

[0038] Figur 15.1 - 15.8: Perspektivische, aufgerissene Momentansichten unterschiedlicher Bewegungsstellungen eines Lenkgetriebes.

[0039] Figur 16: Eine Darstellung der Drehwinkelsituation bei erfindungsgemäßer Verwendung eines exzentrisch gelagerten Antriebsritzels in
5 einem Lenkgetriebe.

[0040] Figur 17: Ein Lenkdiagramm für das Lenkgetriebe.

[0041] Gemäß Figur 1 sind in einem Getriebegehäuse 1 eine Zahnstange 2 und ein damit kämmendes Antriebsritzel 3 untergebracht. Das Antriebsritzel 3 ist mit einem exzentrisch angebrachten Antriebsvorsprung
10 (Lagerzapfen) 12 an seiner Stirnseite versehen, welcher in einem Festlager 7, ebenfalls exzentrisch angeordnet, gelagert ist. Die Zahnstange 2 ist im Bereich einer hydraulischen oder elektrischen Lenkunterstützung 2a (schematisch angedeutet) sowie durch eine Gegenhalterung 4,5 gestützt und geführt. Die Gegenhalterung enthält ein Druckstück 4 zur Anlage an einer dem Antriebsritzel 3
15 abgewandten Unterseite der Zahnstange 2. Das Druckstück 4 ist innerhalb der Gehäusewandung angeordnet und lässt sich mit einem in Richtung zur Zahnstange 2 von außen anliegenden Feingewinde-Gegenhalter 5 in Richtung zur Zahnstange 2 verstellen und insbesondere gegen die Zahnstange 2 drücken, so dass ein bestimmtes Spiel für die Verzahnung und ein nachstehend noch
20 beschriebenes Gleitstück 14 eingestellt werden kann. Dazu ist ein gegenseitiger Schraubgewindeeingriff zwischen dem Außenmantel des Feingewinde-Gegenhalters 5 und dem Innenmantel des Wandungsdurchgangs ausgebildet (nicht gezeichnet).

[0042] Die Drehlagerung des Antriebsritzels 3 umfasst gemäß Figur 1
25 rechts ein Festlager 7 und links ein Loslager 8. Beim Festlager 7 sind der Innenring und der Außenring fest fixiert, so dass Axialkräfte aufgenommen werden können. Das gemäß Zeichnung links angeordnete Loslager 8 ist nicht auf Null-Spiel fixiert, so dass damit Wärmedehnungen auffangbar sind. Die exzentrische Drehlagerung 7,8 des Antriebsritzels 3 befindet sich in einem

Führungskolben 6, der im Getriebegehäuse 1 linear, insbesondere auf- und abgehend geführt ist. Das Antriebsritzel 3 weist einen Verzahnungsbereich 10, einen dazu konzentrisch angebrachten Gleitzapfen 11 für ein darauf formschlüssig geführtes Gleitstück 14, beidseitige, exzentrische Lagerzapfen beziehungsweise -vorsprünge 12 und einen zu den Lagerzapfen 12 coaxialen Lenkspindelzapfen 13 mit Kerbverzahnung auf. Der Lenkspindelzapfen 13 dient der Ankopplung einer Lenkspindel 20, die im weiteren Bereich standardmäßig als Kreuzgelenkwelle mit Schiebemuffe zum Längenausgleich ausgebildet sein kann (siehe schematische Darstellungen in Figur 12a und 12b). Im gezeichneten Ausführungsbeispiel dient der Lenkspindellagerung das Spindel-Kugellager 15 und das Flanschgehäuse 16. Letzteres wäre bei Hydrolenkung als Ventilgehäuse für Drehschieber zu erweitern. Nach einer anderen Variante wäre ein Drehschieberventil mit integrierter Gelenkkupplung anzuflanschen.

[0043] Schematisch angedeutete Druckfedern 18 drücken den Führungskolben 6 nach unten und damit auch das darin exzentrisch gelagerte Antriebsritzel 3 mit einer bestimmten Kraft, beispielsweise 250N, in die Verzahnung der Zahnstange 2. Der Verzahnungseingriff wird mittels eines als separates Teil hergestellten Gleitstücks 14 gesichert, indem das Gleitstück 14 an die Unterseite eines Gegenhalterdeckels 17 gleitend hin- und her verschiebbar anliegt. Mithin ist das Gleitstück 14 innerhalb des Führungskolbens 6 ausschließlich parallel mit konstantem Abstand zur Zahnstange entlang der Unterseite des Gegenhalterdeckels 17 entsprechend der Exzentrizität e hin- und her verschiebbar (vgl. auch weiter unten Figur 13). Dies erfolgt innerhalb des bei Lenkbewegungen gegen die Druckfedern 18 auf- und abgehenden Führungskolbens 6. Bei normalen Fahrbetrieb arbeitet der Verzahnungseingriff mit Null-Spiel aufgrund der ständig anstehenden Last der Druckfedern 18.

[0044] Je nach Lenkwinkel macht der Lager- bzw. Führungskolben 6 eine der Exzentrizität e des Antriebszapfens 12 entsprechende Auf- und Abbewegung. Das Gleitstück 14 „reitet“ über komplementäre Konkavitäten (siehe Fig. 4a, 4b) mit zum Beispiel 0,1mm Spiel auf den konzentrisch auf je einer Stirnseite des Antriebsritzels 3 angebrachten Gleitzapfen 11 und gleitet an einer

Gleitfläche 9, welche aus der Außenseite des Gleitstücks 14 und der gegenüberliegenden Unterseite des Gegenhalter-Deckels 17 gebildet ist. Die linearen Bewegungskomponenten des Antriebsritzels 3 mit damit formschlüssig in Eingriff stehendem Gleitstück 14 entlang der beziehungsweise relativ zur Zahnstange 2 sind in Figur 13 angedeutet. Tritt aber eine größere Störkraft auf, wie sie z.B. beim Parken am Bordstein auf das Lenksystem entsteht, dann wirkt diese Störkraft gegen die Federn 18, und das Gleitstückspiel wird zu null. Das Gleitstück 14 nimmt dann die Kraft auf. Je nach Störkraftrichtung kann auch das Druckstück 4, das vom Feingewinde-Gegenhalter 5 verstellbar ist, eine erhöhte Kraft aufnehmen. In diesem Fall bleibt das Gleitstückspiel bei z.B. 0,1mm.

[0045] Aus vorstehenden Ausführungen ergibt sich, dass der Lenkspindelzapfen 13 mit der Kreuzgelenkanbindung einen Auf- und Abweg entsprechend der Exzentrizität e und eine Drehung von z.B. $\pm 225^\circ$ Grad machen kann. Zur Abdichtung des Lenksystems ist ein Faltenbalg 19 zweckmäßig, der wie in Figur 1a angedeutet angeordnet ist.

[0046] Gemäß Figur 2 sind die Druckfedern 18 einerseits gegen eine Unterseite des Gegenhalter-Deckels 17 und andererseits in Aufnahmelöchern 61 des Führungskolbens 6 abgestützt. Anhand der Schraffur ist erkennbar, dass der Gegenhalter-Deckel als loses Teil ausgebildet ist.

[0047] Gemäß Figur 3a-3d ist das Antriebsritzel an je einer Stirnseite mit einem konzentrisch angebrachten, zylindrischen Gleitzapfen versehen, an dessen jeweiliger Stirnseite ein exzentrischer Lagerzapfen 12 angeformt ist. Derjenige Lagerzapfen 12, welcher in einem Mehrkant-Vorsprung endet, dient als Antriebsvorsprung für den Angriff der Lenkspindel. In Figuren 3c und 3d ist jeweils die Exzentrizität e eingezeichnet, mit welcher die mittlere Symmetrieachse der Lagerzapfen 12 gegenüber der mittleren Symmetrieachse des Antriebsritzels 3 bzw. dessen Ritzelverzahnung 10 versetzt ist. Außerdem ist beim Verzahnungsbereich 10 die Schrägverzahnung erkennbar.

[0048] Gemäß Figur 4a-4c besitzt das Halte- bzw. Gleitstück 14 eine insbesondere aus Figur 4b erkennbare, U-artige Grundform mit den zwei U-Schenkeln 141. Diese sind auf ihrer Schmalseite jeweils mit einer konkaven Wölbung 142 versehen, deren Krümmung bzw. Radius komplementär zum jeweiligen Außenmantel der Gleitzapfen 11 des Antriebsritzels 3 gestaltet ist. Dadurch ist dem Gleitstück 14 ein formschlüssiges „Reiten“ auf den Gleitzapfen 11 des Antriebsritzels 3 möglich. Zur Erleichterung bzw. Förderung der Gleitbewegungen sind beim Gleitstück 14 Schmiernuten 143 sowohl auf dessen Oberseite, welche der Unterseite des Gegenhalter-Deckels 17 zugeordnet ist, als auch in der die konkave Wölbung 142 begrenzenden Schmalseite ausgebildet, welche dem Außenmantel der Gleitzapfen 11 des Antriebsritzels 3 zugeordnet ist. Für den Lenkbetrieb können die Schmiernuten mit Schmiermittel ausgefüllt werden.

[0049] Gemäß Figuren 5a-5c weist der Gegenhalter-Deckel 17 Schraublöcher 171 in peripherer Lage zur Befestigung am Getriebegehäuse auf. Ferner erhebt sich auf seiner dem Gehäuseinneren zugewandten Innenseite 172 ein Innenvorsprung 173 mit einer dem Gleitstück 14 zugeordneten Gleitfläche 9, welche gegenüber der Deckelgrundfläche nach innen versetzt liegt. Ferner ist der Gegenhalter-Deckel 17 mit einer kreisscheibenartigen Grundform mit der mittleren Symmetrieachse 174 gestaltet, gegenüber welcher der Innenvorsprung 173 mit seiner mittleren Längsachse 175 radial versetzt liegt.

[0050] Gemäß Figur 6a-6d ist der Führungskolben 6 mit einer zylindrischen Grundform gestaltet. In die bereits angesprochenen, achsparallel verlaufenden Aufnahmelöcher 61, die die gegenüber einer mittleren Längs-Symmetrieebene 62 diametral gegenüberliegen, lassen sich die oben angesprochenen Druckfedern 18 gleichmäßig beziehungsweise symmetrisch ausbalanciert in Angriff bringen. Zu einem Hohlraum 63 des zylindrischen Führungskolbens 6 führt eine rechteckartige Eintrittsaussparung 64, deren Ecken abgerundet sind. Sie weist einen Grundriss komplementär zum Außenprofil des Innenvorsprungs 173 des Gegenhalter-Deckels 17 auf, so dass letzterer über die Eintrittsaussparung 64 in Richtung zum Aufnahmeraum 63 und in Gleitkontakt mit

dem Gleitstück 14 zur Bildung der Gleitfläche 9 treten kann. So kann im Lenkbetrieb der Innenvorsprung 173 des Gegenhalter-Deckels 17 mit der Oberseite des Gleitstücks 14 die Gleitfläche 9 gemeinsam bilden. Gegenüber der mittleren Längs-Symmetrieebene 62 des zylindrischen Führungskolbens 6 ist die
5 Eintrittsaussparung 64 mit ihrer mittleren Längsachse bzw. Symmetrielinie 65 um einen Versatz v versetzt angeordnet.

[0051] Der Hohlraum 63 des Führungskolbens 6 ist zur Aufnahme des Antriebsritzels 3 mit Außenverzahnung 10 bemessen, wobei zur Aufnahme seiner beidseitigen Drehlagerung 7, 8 (siehe oben) Wandungs-Aussparungen 66
10 einander diametral gegenüberliegend bzw. miteinander diametral fluchtend, gebildet sind. Sie besitzen eine an dem Außenring von Kugellagern angepasste, kreiszyindrische Grundform und führen jeweils zum Aufnahmeraum 63 des Führungskolbens 6.

[0052] An seiner den Aufnahmelöchern 61 bzw. der
15 Eintrittsaussparung 64 abgewandten Stirnseite ist der Führungskolben 6 mit nutartigen Durchgangs-Ausnehmungen bzw. Durchgangsnuten 67 gestaltet, die zur Bildung einer gemeinsamen Durchgangsflucht für die Zahnstange 2 angeordnet sind. Diese Durchgangsflucht ist dann relevant, wenn sich der Führungskolben im Rahmen seiner Auf- und Abbewegungen in der untersten bzw.
20 der Zahnstange 2 am nächsten liegenden Stellung befindet.

[0053] In Figur 7 ist das noch unvollständige Lenkgetriebe mit frei zugänglicher Zahnstange 2 gezeigt. Damit lässt sich das Antriebsritzel 3 in Eingriff bringen, wobei es gemäß Figur 8 vom Halte- bzw. Gleitstück 14 sowie vom Führungskolben 6 erfindungsgemäß umgeben ist. Ferner lässt sich aus Figur
25 9 entnehmen, dass über Verbindungsschrauben 23 noch der lose Gegenhalter-Deckel 17 zur Bildung der Gleitfläche 9 aufzuschrauben ist. Im Übrigen verweisen die in den Figuren 7-11 verwendeten Bezugszeichen auf Teile entsprechend den vorausgegangenen Erläuterungen, so dass sich weitere Ausführung erübrigen.

[0054] Gemäß Figur 12a und 12b ist über ein Kreuzgelenk 21 eine Schiebemuffe 22 zwecks Kombination mit dem exzentrisch angetriebenen Antriebsritzel 3 im Einsatz. Über die Schiebemuffe 22 ist eine Aufnahme beziehungsweise Kompensation der Auf- und Abbewegungen des Lagerzapfens beziehungsweise Antriebsvorsprungs 12 gegenüber der Lenkrad-Bedienperson denkbar. Bei Kreuzgelenk 21 und Schiebemuffe 22 handelt es sich um in der Lenkgetriebe-Technik allgemein bekannte Bauteile bzw. Komponenten, so dass sich weitere Erläuterungen erübrigen.

[0055] In Figur 13 ist mittels einer schematischen Grobdarstellung das Bewegungsprinzip gezeigt. Der Lagerzapfen bzw. Antriebsvorsprungs 12 mit seiner Drehachse 121 kann aufgrund seiner Zwangsführung nur auf und ab gehen, und zwar jeweils um die Exzentrizität e . Die oberste Stellung des exzentrischen Antriebsvorsprungs 12 könnte einem Lenkwinkelschlag von 180° Grad und die unterste Stellung mit minimalem Abstand zur Zahnstange 2 könnte einem Lenkwinkelschlag von 0° Grad für die Geradeausfahrt entsprechen. Im Zuge der Lenkbewegungen des Fahrers wandert das Antriebsritzel 3 in der Zeichnungen nach Figur 13 relativ zur Zahnstange 2 einerseits nach rechts und andererseits nach links aus (letzteres gestrichelt angedeutet), wobei es in dem Verzahnungsbereich 10 der Zahnstange abrollt. Die maximale Auswanderung des Antriebsritzels 3 bezüglich der Zahnstange 2 nach rechts könnte etwa einem Lenkwinkelausschlag von 90° Grad entsprechen, und die maximale Auswanderung des Antriebsritzels 3 nach links einem Lenkwinkelausschlag von etwa -90° Grad in die andere Drehrichtung. Der entsprechende Auswanderungshub $H_{\text{horizontal}}$, der das zweifache der Exzentrizität e beträgt, bildet eine lineare Bewegungskomponente des Antriebsritzels 3 im Lenkbetrieb relativ zur Zahnstange 2 und verläuft etwa quer zum Vertikalhub H_{vertikal} der Drehachse 121 des Antriebsvorsprungs 12.

[0056] In Figuren 14a-14c ist das Lenkgetriebe in der 0° Grad-Ausgangsstellung für Geradeausfahrt dargestellt. Dabei weist, wie aus Figur 14c erkennbar, der Lagerzapfen bzw. Antriebsvorsprung 12 einen minimalen Abstand zur Zahnstange 2 beziehungsweise zu deren horizontaler Grundebene auf. Die

Druckfedern 18 sind gemäß Figur 14a maximal ausgelenkt. In der in Figur 14d-14e dargestellten Stellung mit einem Lenkwinkel-Ausschlag von 180 Grad ist der Führungskolben 6 im Vergleich zur 0 Grad-Stellung gemäß Figur 14a nach oben versetzt, und der Lagerzapfen bzw. Antriebsvorsprung 12 besitzt einen maximalen Abstand zur Zahnstange 2 beziehungsweise zu deren horizontaler Grundebene. Das Antriebsritzel 3 ist gemäß Figur 14e relativ zur Zahnstange 2 nach rechts ausgewandert, wobei sich damit korrespondierend ein Zahnstangenversatz Z nach links ergibt.

[0057] In der Momentaufnahme nach Figur 15.1 ist das Lenkgetriebe in einer Stellung für Geradeausfahrt. Am Lenkspindelzapfen 13 ist zur Illustrierung eine pfeilförmige Markierung M angebracht, die entsprechend der Geradeausfahrt vertikal nach oben zeigt. Der Führungskolben 6 befindet sich in seiner untersten Stellung mit minimalem Abstand zur Zahnstange 2 bzw. deren horizontaler Grundebene. Dabei erfolgt durch die Last der Druckfederung 18 eine Stabilisierung dieser Stellung gemäß Fig.15.1, und das Halte- bzw. Gleitstück 14 hat bezüglich der Druckfedern eine Mittelstellung eingenommen. Gemäß Figur 15.2 ist das Lenkrad um ca. 90 Grad nach rechts bzw. im Uhrzeigersinn verdreht, wobei sich das Gleitstück 14 innerhalb des Führungskolbens 6 linear gemäß Zeichnung nach rechts bewegt. Damit korrespondierend und aufgrund der Zwangsführung des exzentrisch angebrachten Lagerzapfens bzw. Antriebsvorsprungs 12 ist das Antriebsritzel 3 ebenfalls nach rechts ausgewandert. Der Führungskolben ist von der von ihm aufgenommenen Fest-Loslagerung 7, 8, welche die exzentrischen Lagerzapfen 12 umgibt, vertikal nach oben versetzt, wobei die Druckfedern 18 zusammengedrückt werden. Gemäß Figur 15.3 ist das Lenkrad und der angekoppelte Lenkspindelzapfen 13 weiter nach rechts um nun etwa 180 Grad verdreht. Dabei hat der Führungskolben 6 seine oberste Stellung unter weiteren Zusammendrücken der Druckfedern 18 erreicht. Das Gleitstück 14 ist auf dem konzentrischen Gleitzapfen 11 reitend zusammen mit dem Antriebsritzel 3 wieder in die Mittelstellung gewandert. Die Zahnstange 2 ist nun entsprechend dem 180 Grad Lenkwinkel-Einschlag um den Zahnstangenversatz Z ausgefahren. Dieses Zahnstangen-Ausfahren hat gemäß Figur 15.4 noch weiter zugenommen, indem das Lenkrad bzw. der

Lenkspindelzapfen 13 noch weiter, über die 180 Grad-Stellung hinaus, im Uhrzeigersinn verdreht worden sind. Dabei hat sich das Gleitstück 14 aus seiner Mittelstellung nach links bewegt, während der Führungskolben durch die von ihm gehaltene, exzentrische Drehlagerung 7,8 und durch den Druck der Federn 18 wieder nach unten versetzt ist. Gemäß Figur 15.5 ist der Lenkwinkel fast wieder in die 0 Grad-Stellung für Geradeausfahrt zurückversetzt worden. Das Gleitstück 14 befindet sich nahezu in der Mittelstellung, und der Führungskolben 6 ist unter inzwischen weiterer Auslenkung der Druckfederung 18 nach unten versetzt. Hierbei wird die vorteilhafte Funktion der Druckfedern 18 deutlich, nämlich möglichst selbsttätig die Rückführung in die Ausgangsstellung mit Lenkwinkel gleich 0 Grad herbeizuführen oder zumindest diese Rückführung zu unterstützen. Gemäß Figur 15.6 ist nun ein Lenkwinkel-Ausschlag nach links entgegen dem Uhrzeigersinn um ca. 90 Grad vorgenommen. Entsprechend ist das Gleitstück 14 auf dem konzentrischen Gleitzapfen 11 reitend innerhalb des Führungskolbens 6 nach links ausgewandert. Letzterer wird über die in seiner Wandung aufgenommene Drehlagerung 7, 8 der Lagerzapfen 12 wieder von der tiefsten Stellung nach oben versetzt, wobei die Druckfedern 18 zusammengedrückt werden. Die Zahnstange 2 wird aufgrund der Linksdrehung nun nach rechts versetzt (siehe Pfeil). Gemäß Figur 15.7 ist ein Lenkwinkel-Ausschlag von etwa 180 Grad nach links nahezu erreicht, und das Gleitstück 14 hat wieder eine etwa mittige Stellung eingenommen. Der Führungskolben 6 ist von den exzentrischen Lagerzapfen 12 in die oberste Stellung unter maximaler Vorspannung der Druckfederung 18 bewegt. Gemäß Figur 15.8 ist der vorherige Lenkwinkel-Ausschlag nach links wieder nahezu rückgängig gemacht worden, wobei das Gleitstück 14 auf dem Gleitzapfen 11 wieder die Mittelstellung eingenommen hat, entsprechend Fig. 15.1. Die Druckfedern 18 drücken mit maximaler Außenlenkung den Führungskolben 6 in die unterste Stellung, dabei den 0 Grad-Lenkwinkel für Geradeausfahrt stabilisierend. Im Übrigen gelten die Ausführungen Drehung im Uhrzeigersinn entsprechend.

[0058] Aus Vorstehendem ist auch ableitbar, dass im Lenkbereich von 0 bis +/- 180 Grad durch die Druckfedern 18 eine automatische Lenkrückstellung

auf 0 Grad erfolgt, d.h. der bei konventionellen Lenkgetrieben übliche Drehstab ist hierbei nicht mehr erforderlich.

[0059] Figur 16 zeigt die Drehwinkelsituation, woraus die Bogenlängen hervorgehen, die im Verzahnungseingriff zu progressiv
5 zunehmenden Schubwegen der Zahnstange 2 umgewandelt werden.

[0060] Beim Lenkdiagramm gemäß Figur 17 sind auf der Abszisse Lenkrad-Drehwinkel nach links und rechts, und auf der Ordinate der relative Schubweg aufgetragen. Der maximale Zahnstangen-Schubweg endet gemäß der Ordinate beim Wert 1. Bei konventionellen Lenkungen sind bei 1,25
10 Lenkradumdrehungen nach links und rechts +/- 450 Grad maximaler Lenkwinkel-Anschlag bekannt. Dabei zeigt das Diagramm, dass zwischen dem Lenkrad-Einschlag bzw. -Drehwinkel und dem erzielten Schubweg ein linearer Zusammenhang besteht. Dem gegenüber wird mit der Erfindung der Vorteil erzielt, dass mit zunehmendem Lenkrad-Einschlag bzw. Drehwinkel der
15 Schubweg überproportional, „progressiv“ zunimmt, wie aus dem parabelartigen Verlauf im Lenkdiagramm gemäß Figur 17 erkennbar. So kann beispielsweise mit 0,625 Lenkradumdrehungen (jeweils nach rechts und links) bereits ein maximaler Lenkwinkel bis Anschlag von +/- 225 Grad erzielt werden. Mit der Erfindung lässt sich also eine Lenkung schaffen, die die notwendigen Lenkradumdrehungen von
20 Anschlag links bis Anschlag rechts halbiert, wobei bei Geradeausfahrt und bei leichten Kurven die Lenkungsstabilität fast wie bekannt erhalten bleibt. Bei größeren Lenkwinkeln am Lenkrad werden progressiv größere Schubwege der Zahnstange erzeugt, so dass beim Rangieren oder Einparken die dazu notwendigen Lenkradumdrehungen praktisch halbiert werden. Der Fahrkomfort
25 lässt sich so beträchtlich erhöhen. Zur Erreichung kleiner Lenkkräfte am Lenkrad ist eine elektrische oder hydraulische Lenkunterstützung wie an sich bekannt zweckmäßig.

Bezugszeichenliste

	2	Zahnstange
	2a	Lenkunterstützung
	e	Exzentrizität
	3	Antriebsritzel
5	4	Druckstück
	5	Feingewinde-Gegenhalter
	6	Führungskolben
	61	Aufnahmelöcher
	62	Mittlere Längs-Symmetrieebene
10	63	Aufnahmeraum
	64	Eintrittsaussparung
	65	Mittlere Längsachse
	v	Versatz
	66	Wandungs-Aussparungen
15	67	Durchgangsausnehmungen
	7	Festlager
	8	Loslager
	9	Gleitfläche
	10	Verzahnungsbereich
20	11	Gleitzapfen
	12	Lagerzapfen
	121	Drehachse
	H _{horizontal}	Auswanderungshub
	H _{vertikal}	Vertikalhub
25	Z	Zahnstangenversatz
	13	Lenkspindelzapfen
	14	Gleitstück
	141	U-Schenkel
	142	konkave Wölbung
30	143	Schmiernuten
	15	Spindel-Kugellager
	16	Flanschgehäuse
	17	Gegenhalterdeckel

	171	Schraublöcher
	172	Innenseite
	173	Innenvorsprung
	174	Symmetrieachse
5	175	Mittlere Längsachse
	18	Druckfeder
	19	Faltenbalg
	20	Lenkspindel
	21	Kreuzgelenk
10	22	Schiebemuffe
	23	Verbindungsschrauben
	M	Markierung

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug-Lenkgetriebe mit Zahnstange (2) und damit in Eingriff stehendem Antriebsritzel (3), das zur Ankopplung einer Kraftfahrzeug-Lenkspindel (20) einen stirnseitig und exzentrisch zur Ritzelverzahnung (10) fest angebrachten Antriebsvorsprung (12) in einer Drehlagerung (7) aufweist, die in einer Richtung quer zur Zahnstange (2) und parallel zu einer von der Ritzelverzahnung (10) gebildeten Stirnebene geführt ist, so dass bei Ritzeldrehung für die Drehlagerung (7,8) Ausgleichshübe (H_{vertikal}) in Richtung quer zur Zahnstange (2) vorgegeben sind, die durch die exzentrische Anbringung des Antriebsvorsprungs (12) bedingt sind, **gekennzeichnet durch** einen konzentrisch zur Ritzelverzahnung (10) stirnseitig fest angebrachten Haltevorsprung (11), der drehbar in Eingriff steht mit einem Haltestück (14), das innerhalb eines Getriebegehäuses (1) parallel zur Zahnstangen-Verzahnung (10) geführt ist, und bei Ritzeldrehung für den Haltevorsprung (11) Ausgleichshübe ($H_{\text{horizontal}}$) parallel und mit konstantem Abstand zur Zahnstangen-Verzahnung (10) vorgegeben sind, welche Ausgleichshübe ($H_{\text{horizontal}}$) durch die exzentrische Anbringung des Antriebsvorsprungs (12) bedingt sind.
2. Lenkgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebegehäuse (1) auf seiner dem Haltestück (14) gegenüberliegenden Innenseite einen Gegenhalteabschnitt, der insbesondere als Gleitfläche (9) ausgebildet ist, zur Parallelführung des Haltestücks (14) aufweist.
3. Lenkgetriebe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Haltestück (14) gegenüberliegende Innenseite des Getriebegehäuses (1) als loser oder separater Gehäuse- oder Gegenhalterdeckel (17) mit dem innenseitigen Gegenhalteabschnitt ausgebildet ist, der vorzugsweise gegenüber der Deckelgrundfläche nach innen versetzt liegt
4. Lenkgetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, gekennzeichnet durch eine beidseitige Anbringung von Haltevorsprüngen (11) an je einer Stirnseite des Antriebsritzels (3).

5. Lenkgetriebe nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Haltestück (14) als loses, separat hergestelltes Gleitstück vorzugsweise mit U-artiger Grundform zum stirnseitigen Umgeben des Antriebsritzels (3) mit U-Schenkeln (141) ausgeführt ist, wobei ein oder zwei Schenkel des U-artigen Gleitstücks zum vorzugsweise formschlüssigen Gleiten auf je einem Haltevorsprung (11) vorzugsweise mit je einer konkav gewölbten Schenkel-Stirnkante (142) ausgebildet sind, wobei die Konkavität komplementär zum Haltevorsprung gestaltet ist.
6. Lenkgetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichshübe ($H_{\text{horizontal}}$) des Antriebsvorsprungs (12) und der daran angekoppelten Lenkspindel (20), gegebenenfalls über ein Kreuzgelenk (21), mittels einer Schiebemuffe (22) aufnehmbar sind, worin die Lenkspindel (20) teleskopartig führbar ist.
7. Antriebsritzel (3) für ein Lenkgetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche, ummantelt mit einer äußeren, konzentrischen Ritzelverzahnung (10), und mit einem zur Ankopplung einer Kraftfahrzeug-Lenkspindel (20) angeordneten oder ausgebildeten Antriebsvorsprung (12), der stirnseitig exzentrisch zur Ritzelverzahnung fest angebracht ist, **gekennzeichnet durch** einen oder mehrere, jeweils konzentrisch zur Ritzelverzahnung (10) stirnseitig fest angebrachte Haltevorsprünge (11).
8. Antriebsritzel (3) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der oder der jeweilige Antriebsvorsprung (12) exzentrisch auf der Stirnseite des Haltevorsprungs (11) befestigt ist.
9. Antriebsritzel (3) insbesondere nach Ansprüche 7 oder 8, für ein Lenkgetriebe nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 6, ummantelt mit einer äußeren, konzentrischen Ritzelverzahnung (10), mit einem zur Ankopplung einer Kraftfahrzeug-Lenkspindel (20) angeordneten und/oder ausgebildeten, exzentrisch zur Ritzelverzahnung an einer Stirnseite fest angebrachten Antriebsvorsprung (12), **gekennzeichnet durch** einen an der anderen Stirnseite

exzentrisch zur Ritzelverzahnung fest angebrachten Drehlagervorsprung (12), insbesondere ausgebildet zur Aufnahme durch ein Drehlager (8).

10. Antriebsritzel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der
5 Antriebs- und der Lagervorsprung (12) in einer gemeinsamen Flucht parallel zur Mittel- oder Symmetrieachse der Ritzelverzahnung (10) liegen.

11. Kraftfahrzeug-Lenkgetriebe mit Zahnstange (2) und damit in Eingriff
stehendem Antriebsritzel (3), das zur Ankopplung einer Kraftfahrzeug-Lenkspindel
10 (20) einen stirnseitig und exzentrisch zur Ritzelverzahnung (10) fest angebrachten Antriebsvorsprung (12) in einer Drehlagerung (7) aufweist, die in einer Richtung quer zur Zahnstange (2) und parallel zu einer von der Ritzelverzahnung gebildeten Stirnebene geführt ist, so dass bei Ritzeldrehung für die Drehlagerung (7) Ausgleichshübe (H_{vertikal}) in Richtung quer zur Zahnstange (2) vorgegeben sind,
15 die durch die exzentrische Anbringung des Antriebsvorsprungs (12) bedingt sind, **gekennzeichnet durch** eine Druckfederung (18), welche an einem Getriebegehäuses (1) abgestützt mit der der Drehlagerung (7) des Antriebsvorsprungs derart gekoppelt ist, dass die Druckfederung (18) das Antriebsritzel (3) mit seiner Ritzelverzahnung in den Verzahnungsbereich der
20 Zahnstange (2) drückt und/oder den Ausgleichshüben (H_{vertikal}) der Drehlagerung (7) entgegen wirkt zwecks Rückstellung des Antriebsritzels (3) in eine Ausgangs-Drehstellung.

12. Lenkgetriebe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die eine
25 oder mehreren Drehlagerungen (7,8) in einem entsprechend den Ausgleichshüben (H_{vertikal}) geführten Hubgehäuse oder Führungskolben (6) aufgenommen ist, und die Druckfederung (18) am Hubgehäuse oder Führungskolben (6) in Angriff gebracht ist.

30 13. Lenkgetriebe nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass an der dem Antriebsvorsprung (12) gegenüberliegenden Stirnseite des Antriebsritzels (3) ein Drehlagervorsprung (12) exzentrisch zur Ritzelverzahnung (10) fest angebracht und gegebenenfalls in den Führungskolben (6) oder in einen

separaten, entsprechend den Ausgleichshüben (H_{vertikal}) geführten, zweiten Führungskolben aufgenommen ist.

14. Lenkgetriebe nach Anspruch 12 oder 12 und 13, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Druckfederung (18) mehrere separate Druckfederelemente umfasst, die symmetrisch an einem Führungskolben (6) oder je einem der separaten Führungskolben angreifen.

15. Lenkgetriebe nach einem der Ansprüche 11 bis 14, gekennzeichnet durch
10 eine vorzugsweise einstellbare Gegenhalterung (4,5), welche gegen eine dem Antriebsritzel (3) abgewandten Seite der Zahnstange (2) angreift.

16. Lenkgetriebe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die
15 Gegenhalterung (4,5) eine Wandung eines Getriebegehäuses (1) von außen zugänglich durchsetzt und dabei zu ihrer Einstellbarkeit mit einem Wandungs-Innengewinde in Eingriff steht.

17. Hubgehäuse oder Führungskolben (6) für die Aufnahme und Linearführung
20 wenigstens eines Drehlagers (7,8) eines exzentrisch angeordneten Antriebsvorsprungs (12) eines Zahnstangen-Antriebsritzels (3) nach Ansprüche 7, 8, 9 oder 10 im Getriebegehäuse (1) eines Lenkgetriebes nach einem der Ansprüche 1 – 6 oder 11 – 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hubgehäuse oder der Führungskolben (6) einen Aufnahmeraum (63) aufweist, der mindestens zur Aufnahme eines beispielsweise linear hin- und hergehenden Antriebsritzels (3)
25 mit Ritzelverzahnung (10) und exzentrischer Drehlagerung (7,8) ausgebildet ist.

18. Hubgehäuse oder Führungskolben (6) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmeraum (63) mindestens zur Aufnahme eines
30 beispielsweise linear hin- und hergehenden Antriebsritzels (3) ausgebildet ist, das mit dem Zweifachen der Exzentrizität (e) hin- und hergeht, mit welcher der Antriebsvorsprung (12) gegenüber der mittleren Drehachse (121) der Ritzelverzahnung (10) versetzt liegt.

19. Hubgehäuse oder Führungskolben (6) nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmeraum (63) zur Aufnahme eines parallel zur Zahnstange (2) mit dem Antriebsritzel (3) hin- und hergehenden und/oder formschlüssig in Eingriff stehenden Haltestücks (14) ausgebildet ist.

5

20. Hubgehäuse oder Führungskolben (6) nach Anspruch 17, 18 oder 19, gekennzeichnet durch eine oder mehrere, zum Aufnahmeraum (63) führende Wandungs-Aussparungen (66), die je zur Aufnahme eines Drehlagers (7,8) für das Antriebsritzel (3) ausgebildet sind.

10

21. Hubgehäuse oder Führungskolben (6) nach Anspruch 17, 18, 19 oder 20, gekennzeichnet durch eine oder mehrere, außenseitig ausgebildete Eingriffsmittel, beispielsweise Aufnahmevertiefungen (61) in einer Außenwandung, zum Angriff durch eine Druckfederung (7,8).

15

22. Hubgehäuse oder Führungskolben (6) nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch eine achsensymmetrische Anordnung und/oder Verteilung der Eingriffsmittel auf der Außenseite.

20 23. Hubgehäuse oder Führungskolben (6) nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mehrere, in einer der Zahnstange zugeordneten Seite eingelassene, nutartige Durchgangs-Ausnehmungen, die zur Bildung von Zahnstangen-Durchgängen miteinander fluchten.

25 24. Verwendung eines für den Eingriff in eine Zahnstange (2) eines Kraftfahrzeug-Lenkgetriebes vorgesehenen Antriebsritzels (3) mit einem exzentrisch zur Ritzelverzahnung (10) stirnseitig fest angebrachten, drehbar gelagerten Antriebsvorsprung (12), der zur Ankopplung einer Kraftfahrzeug-Lenkspindel (20) beziehungsweise –Lenkrads eingesetzt wird, zu einer
30 progressiven oder degressiven Zahnstangenlenkung, bei der ein zunehmender Lenkrad-Drehwinkel in eine Ritzeldrehung mit sich verändernder Getriebe-Übersetzung und einen nichtlinearen Anstieg oder Abfall eines resultierenden Zahnstangen-Schubwegs umgesetzt wird.

25. Verwendung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehstellung des Antriebsritzels (3) derart eingestellt wird, dass in einer Ausgangsstellung entsprechend Geradeausfahrt der Antriebsvorsprung (12) zur Zahnstange (2) den kleinsten Abstand und damit die kleinste
- 5 Getriebeübersetzung aufweist, die dann mit zunehmender Lenkradverdrehung überproportional beziehungsweise progressiv im Sinne einer Lenkwinkelverkürzung zunimmt.

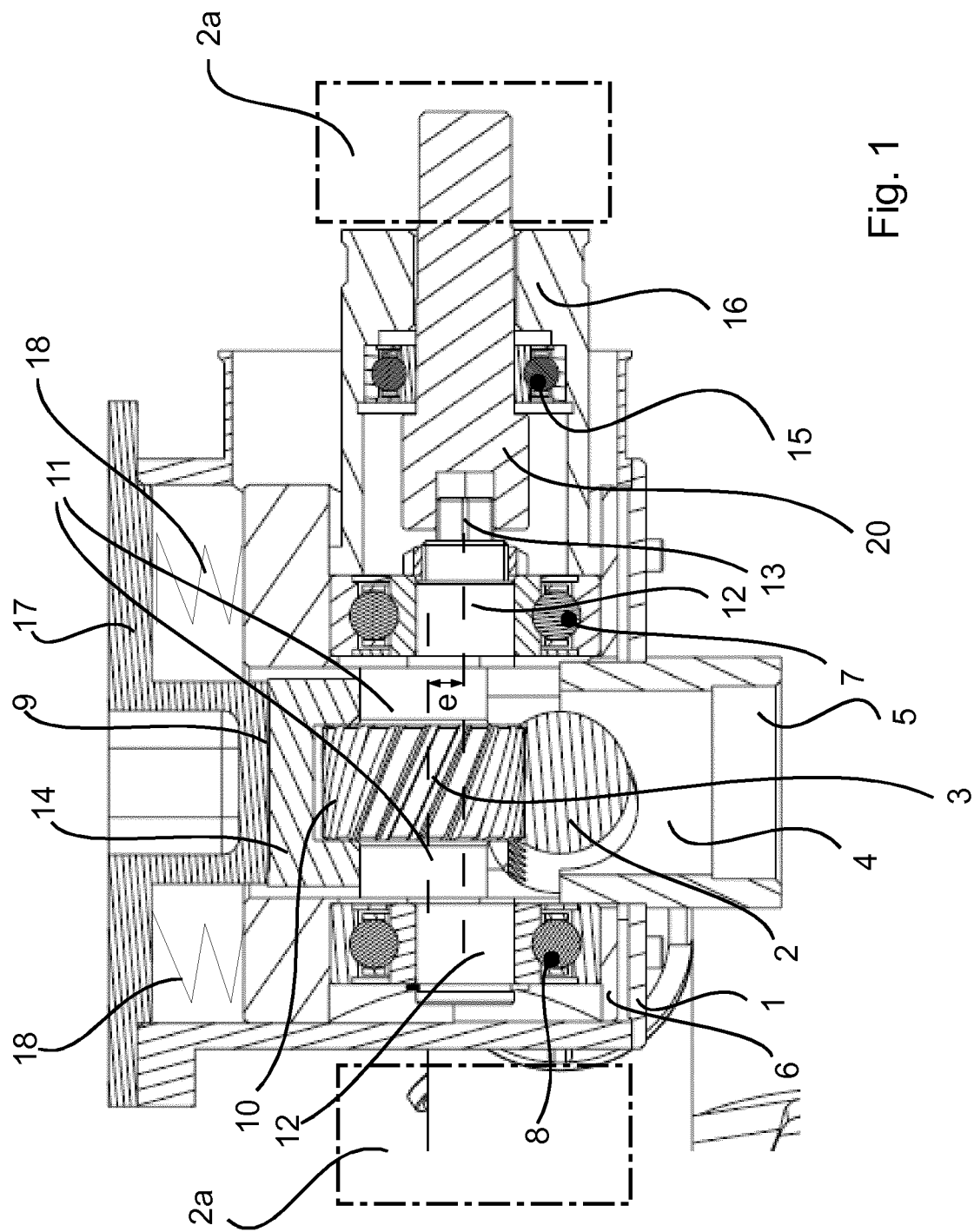
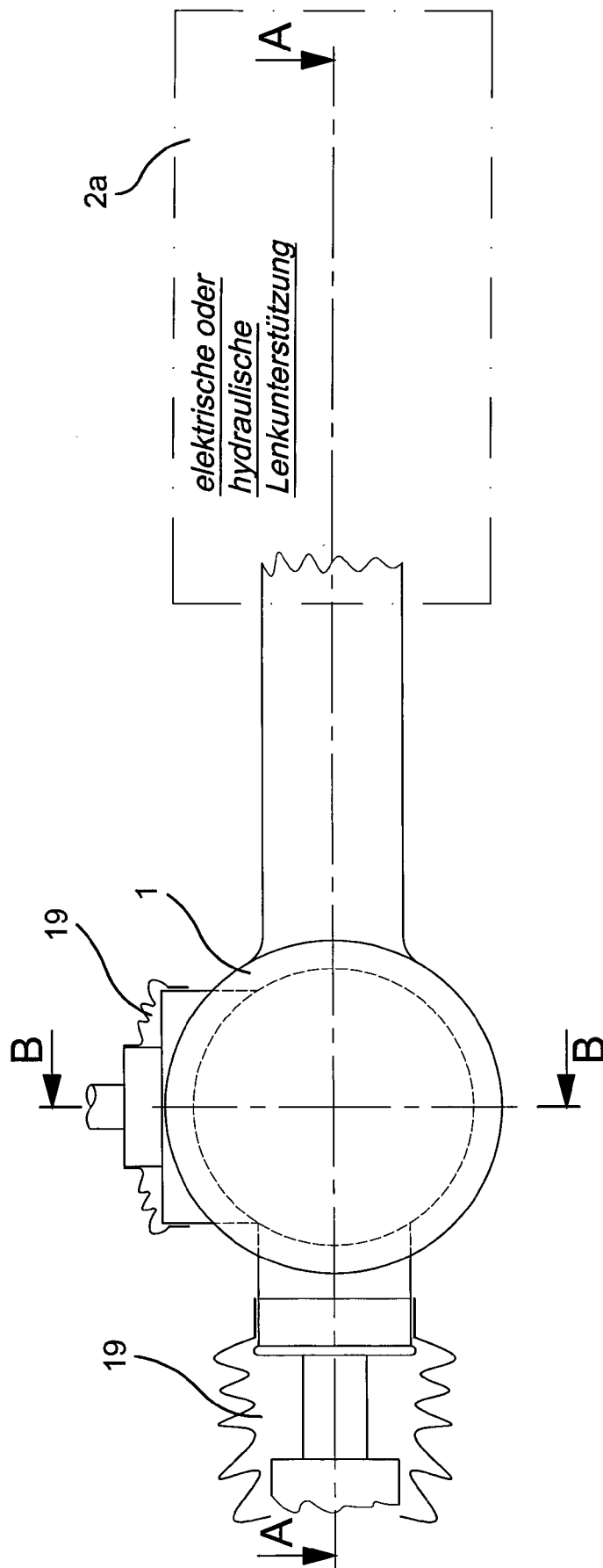


Fig. 1



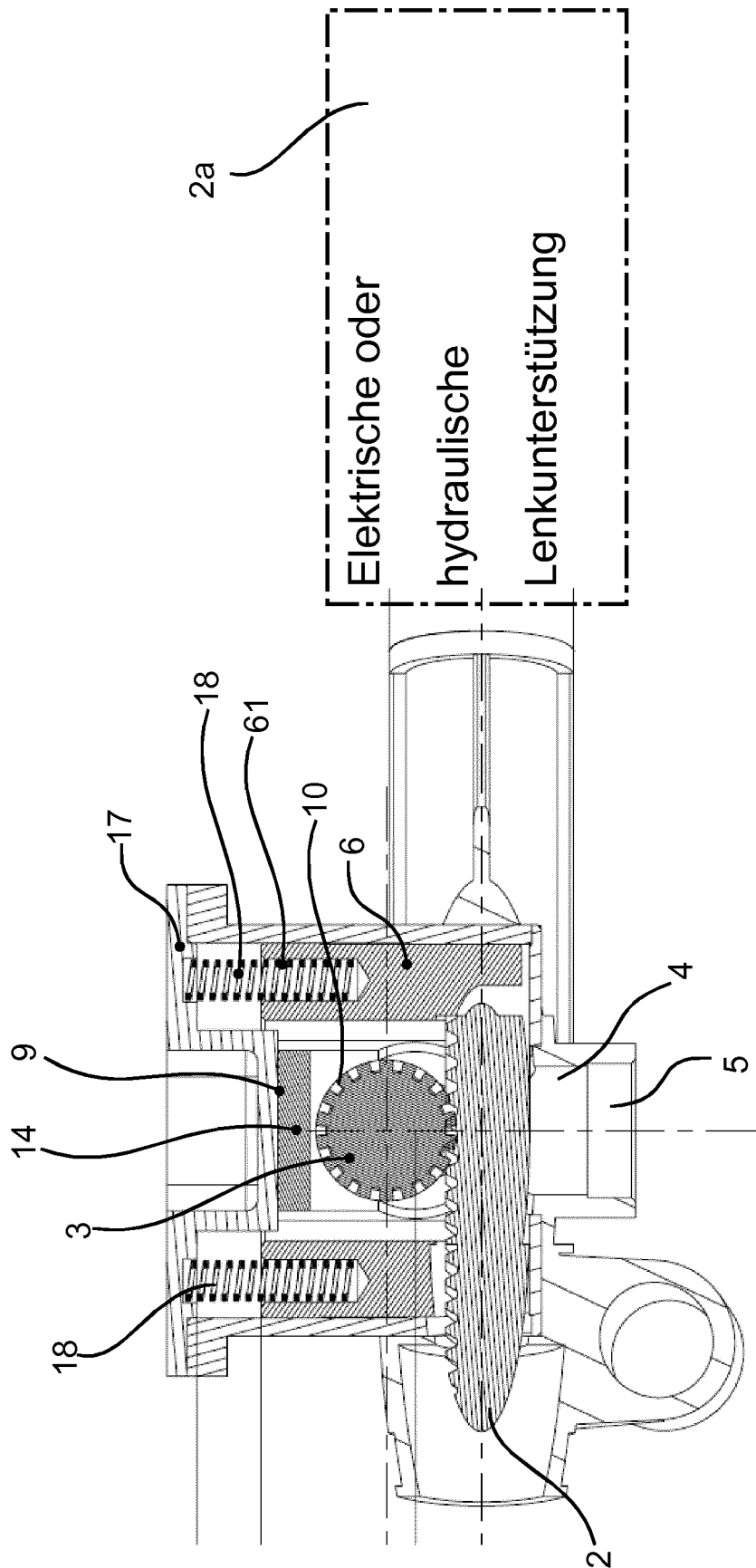


Fig. 2

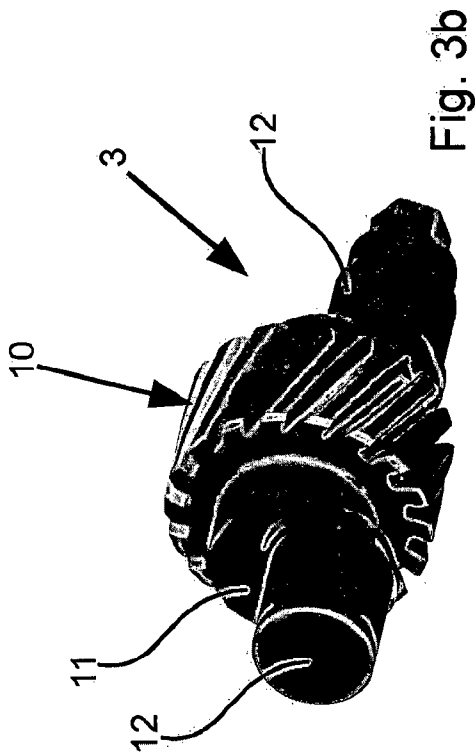


Fig. 3b

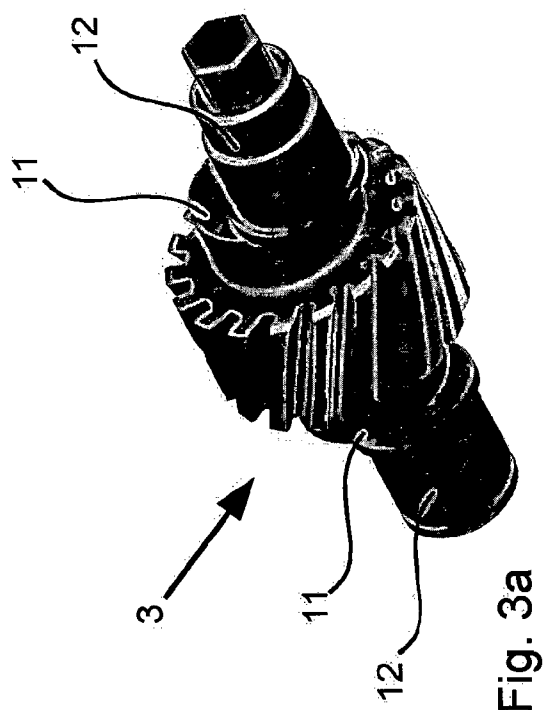


Fig. 3a

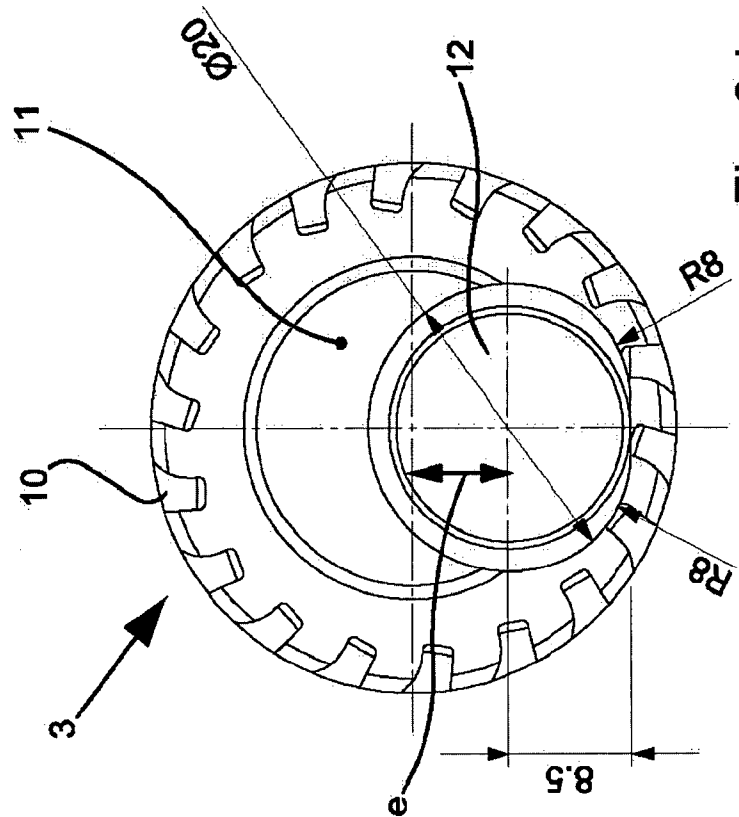


Fig. 3d

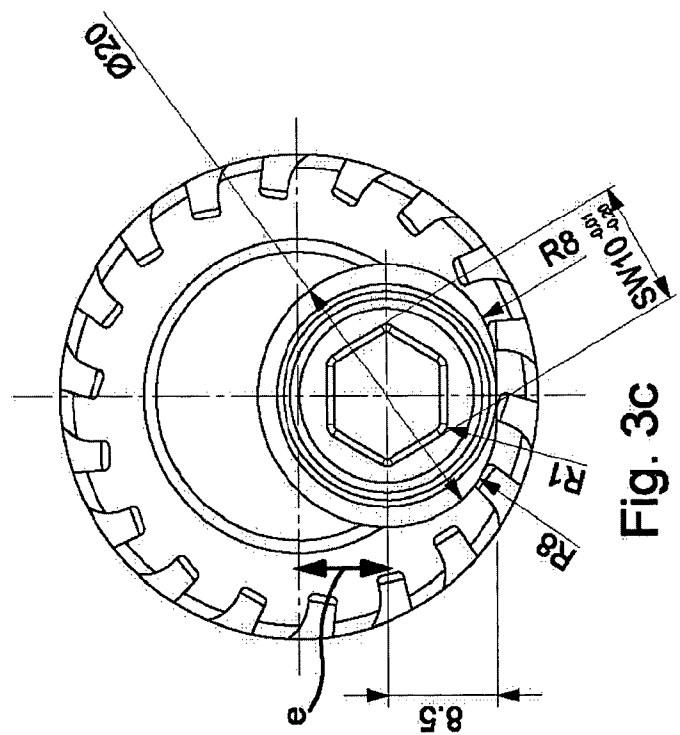


Fig. 3c

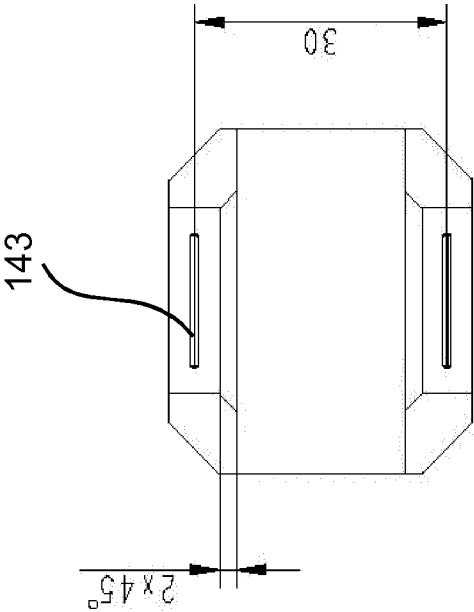
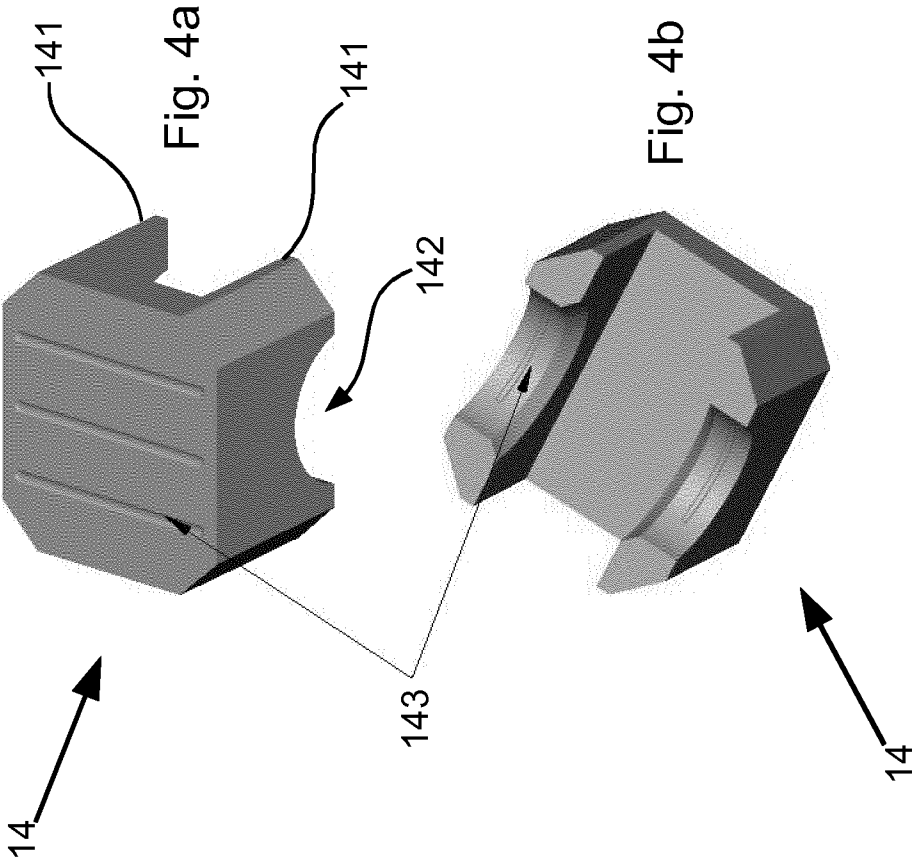


Fig. 4c

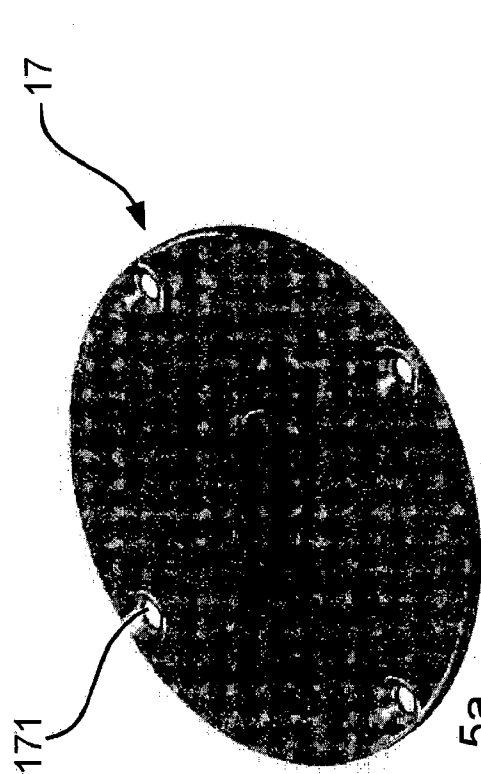


Fig. 5a

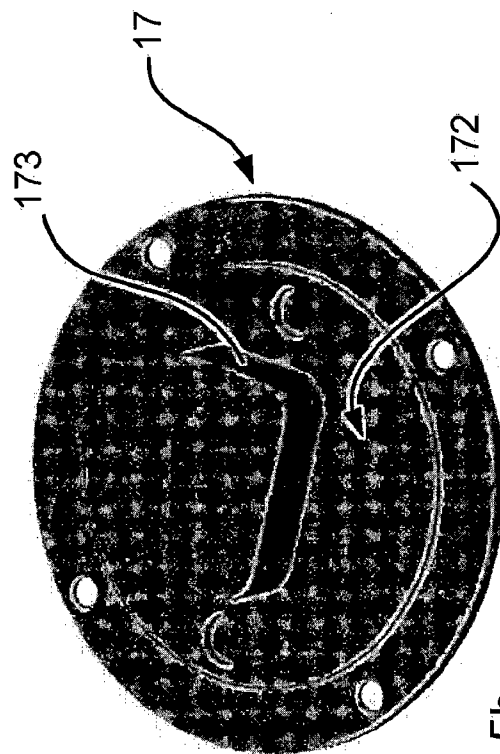


Fig. 5b

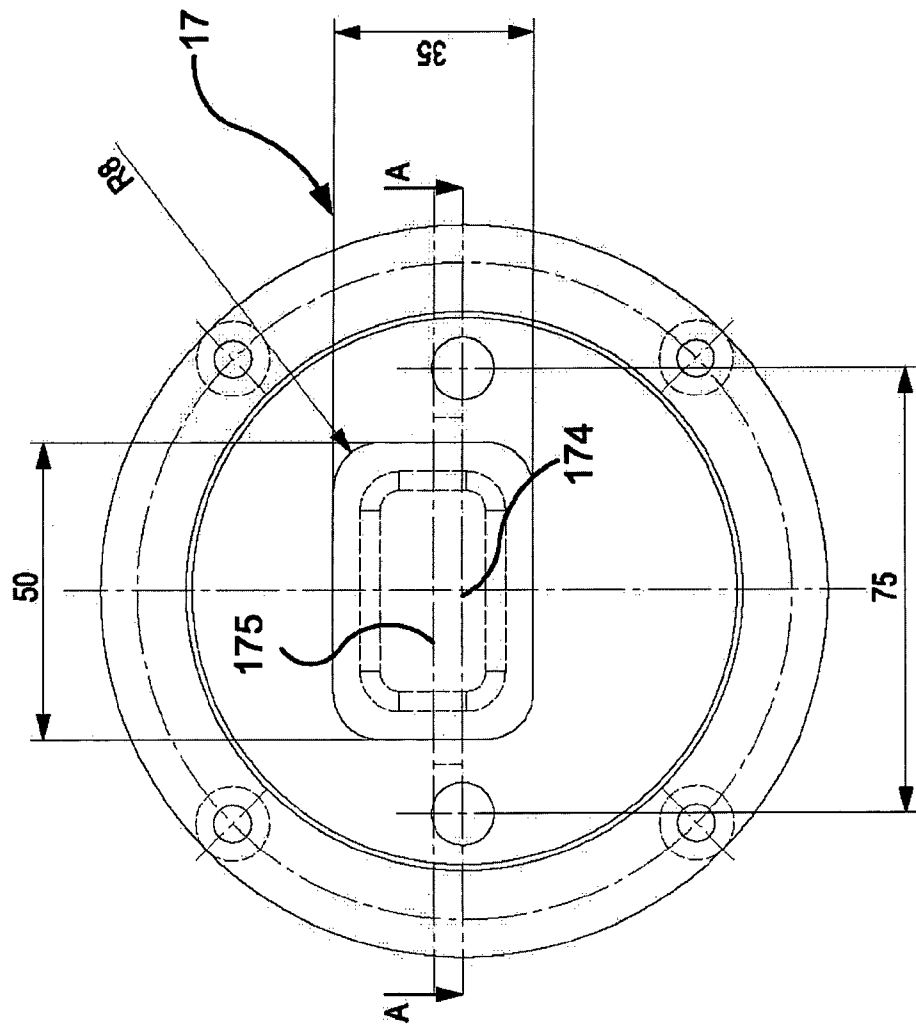


Fig. 5c

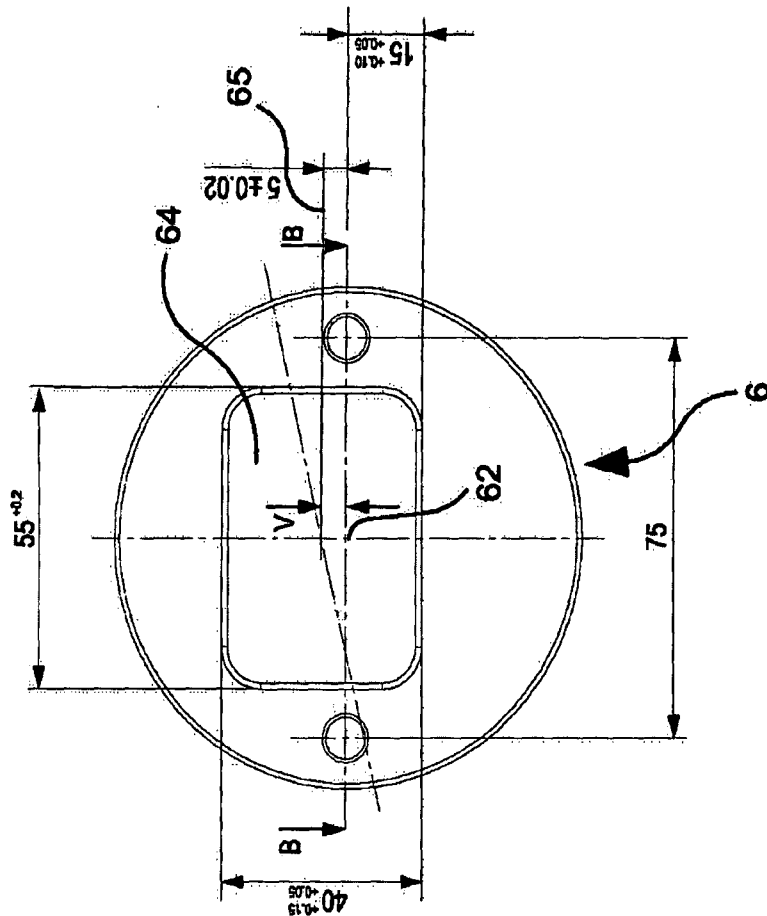
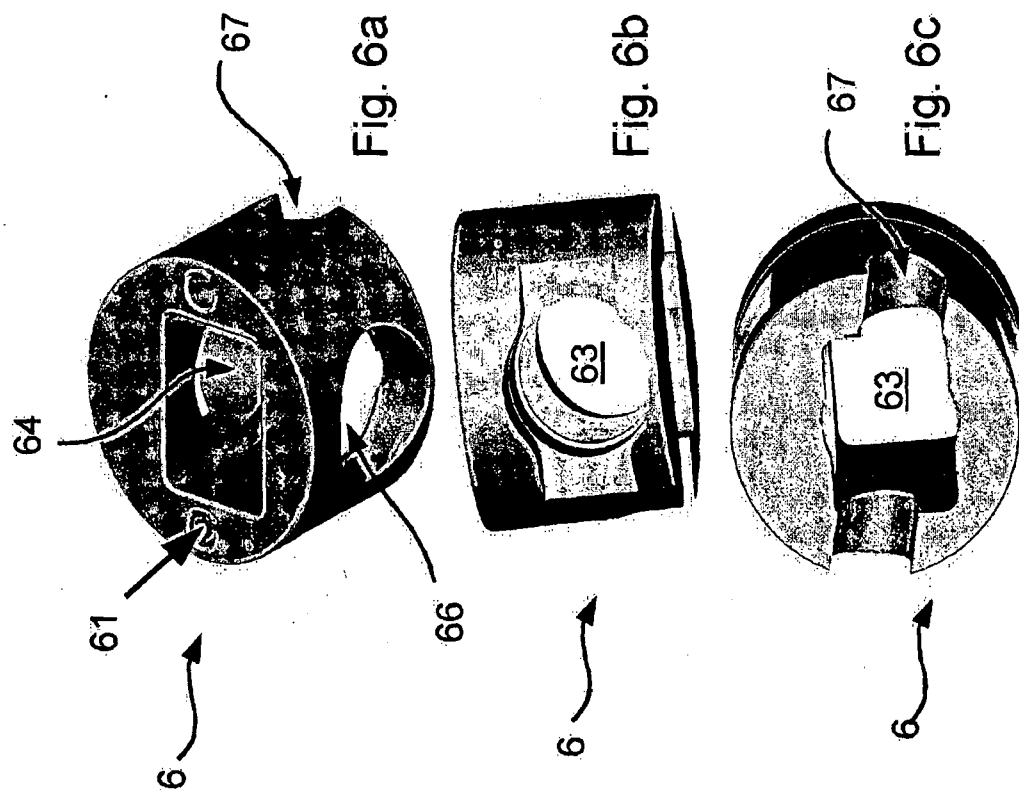


Fig. 6d

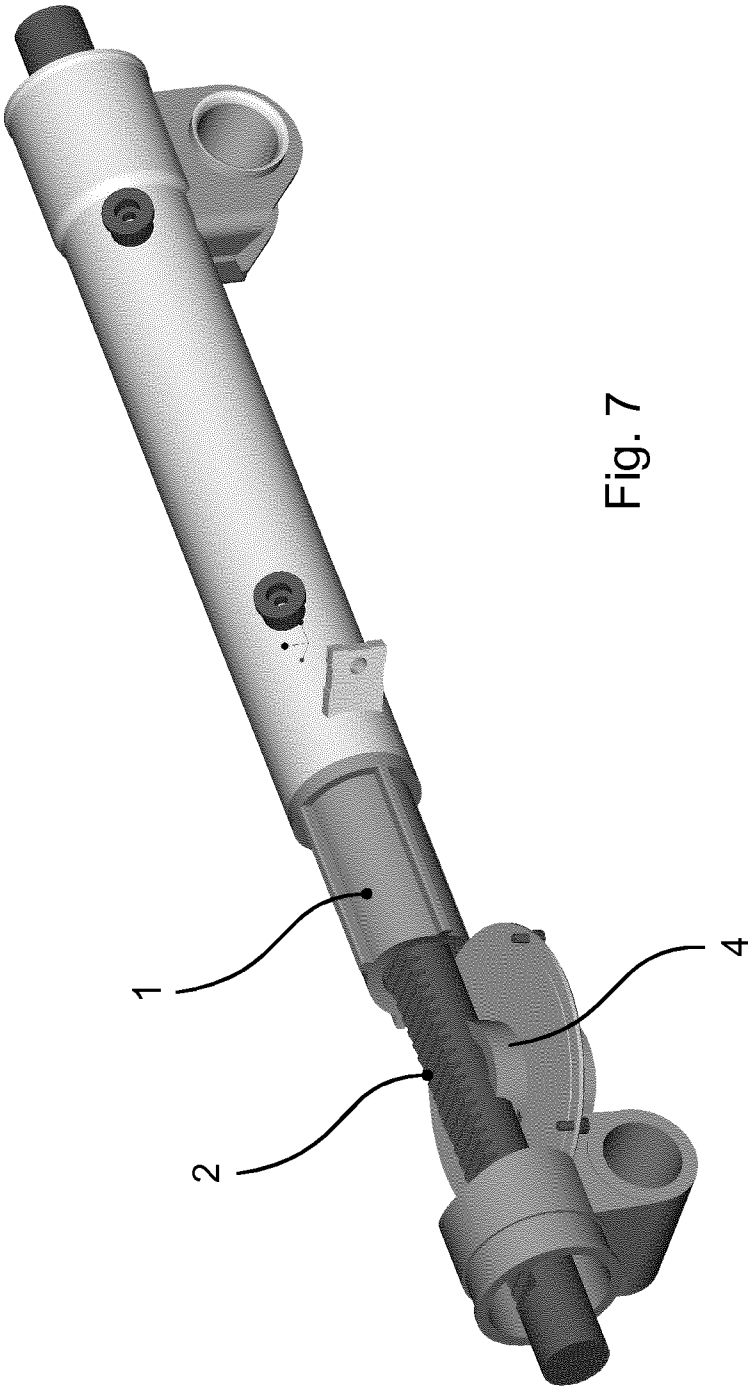


Fig. 7

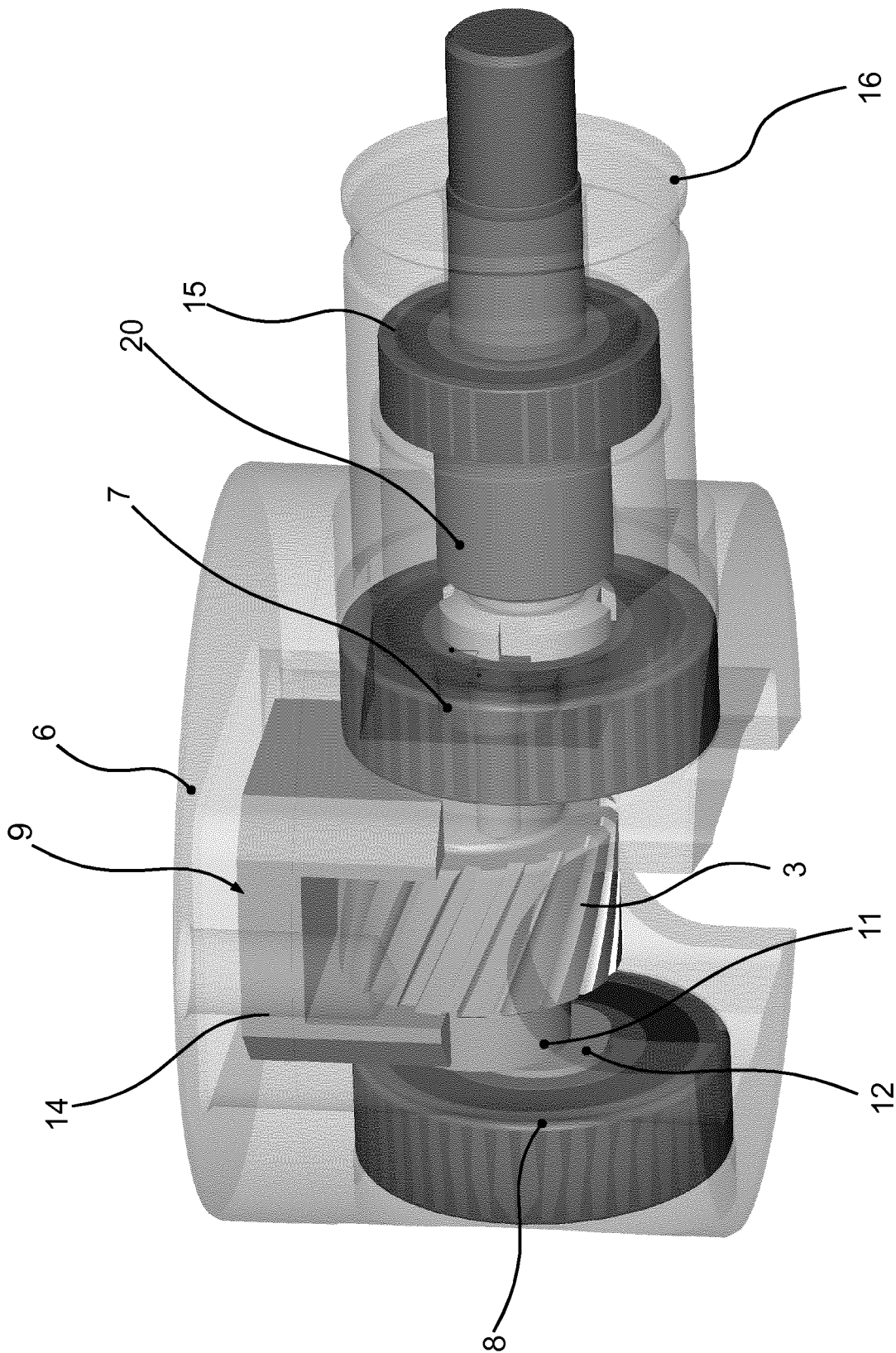


Fig. 8

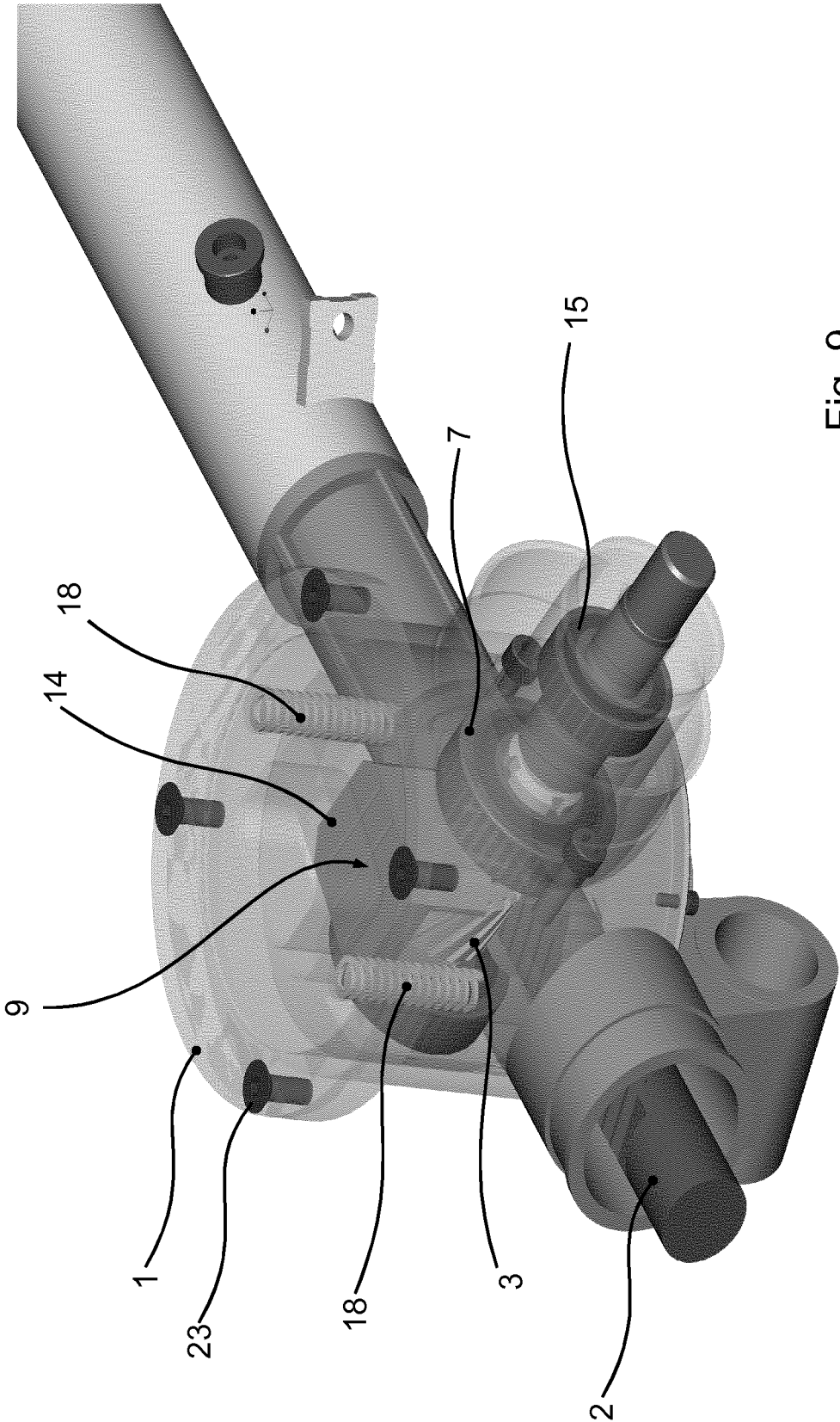


Fig. 9

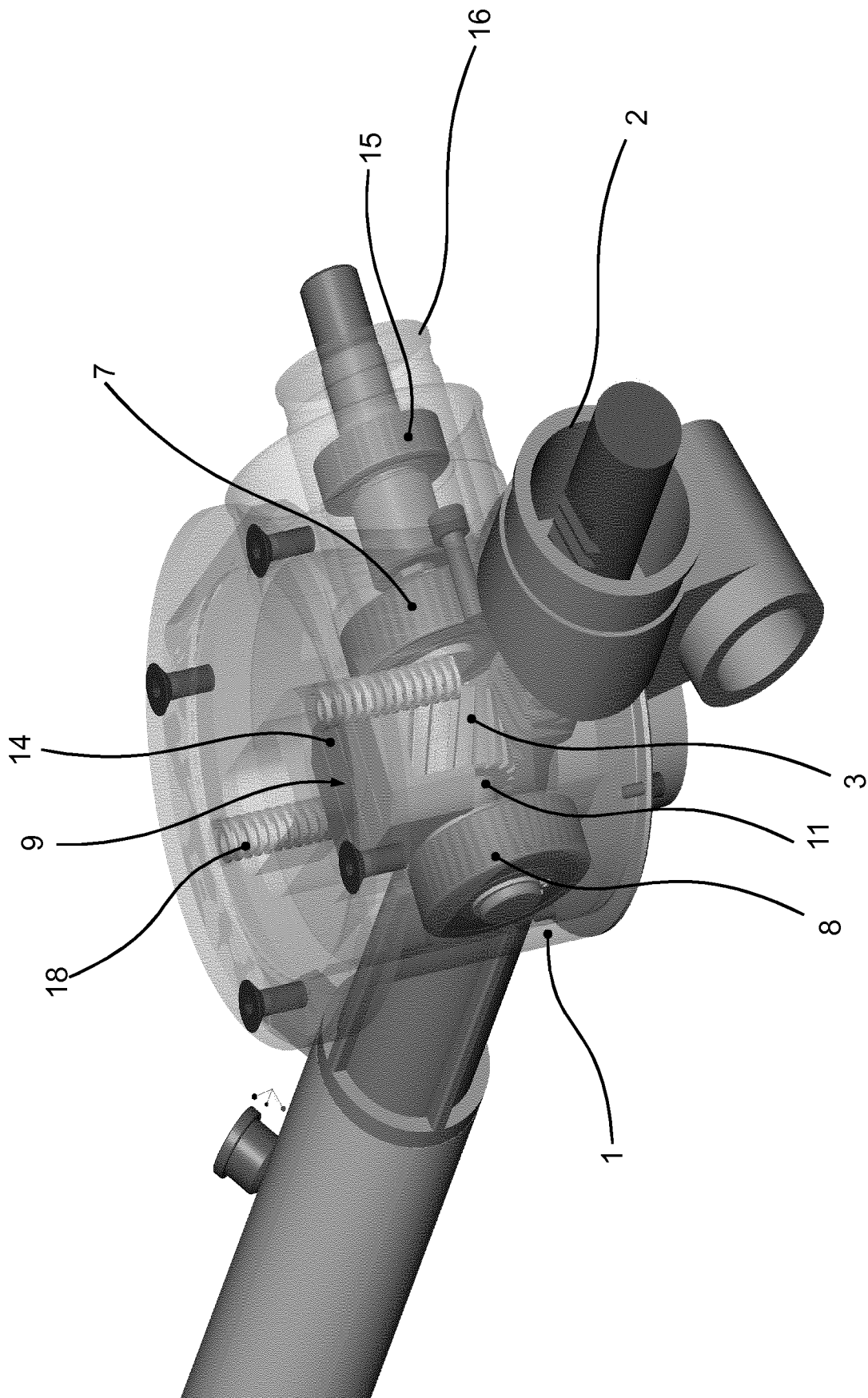


Fig. 10

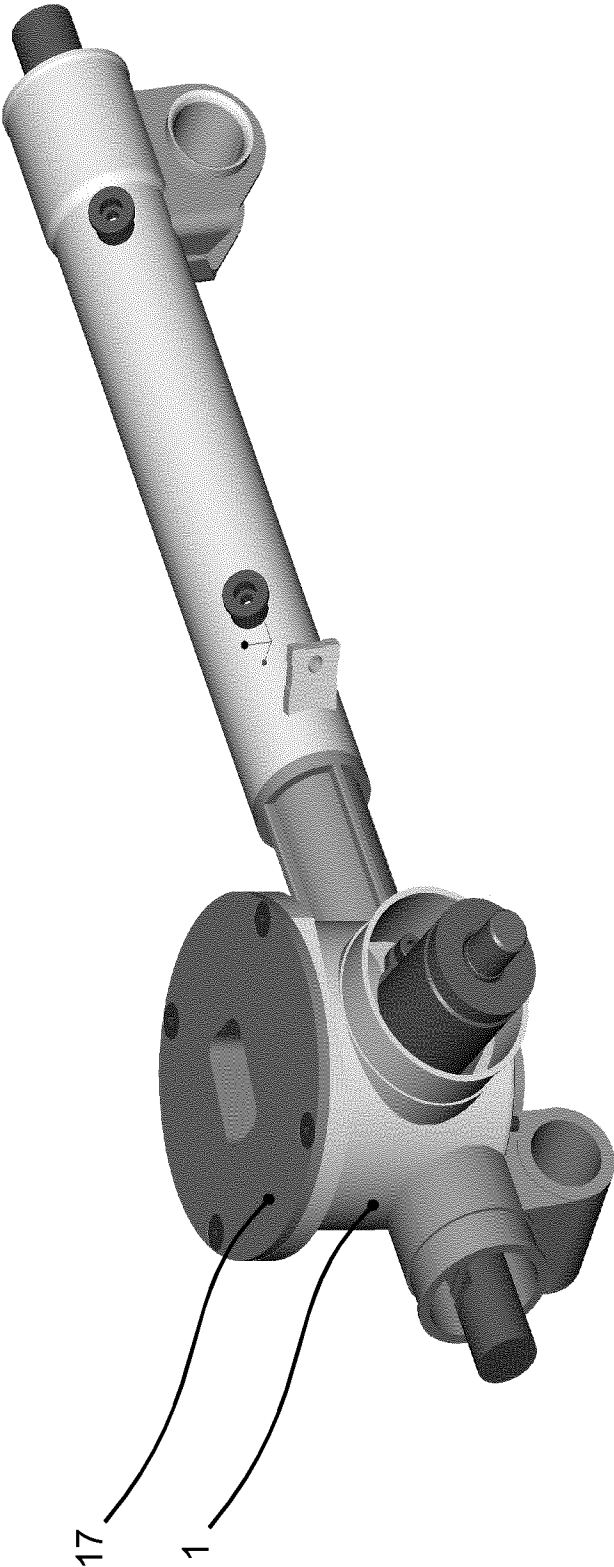


Fig. 11

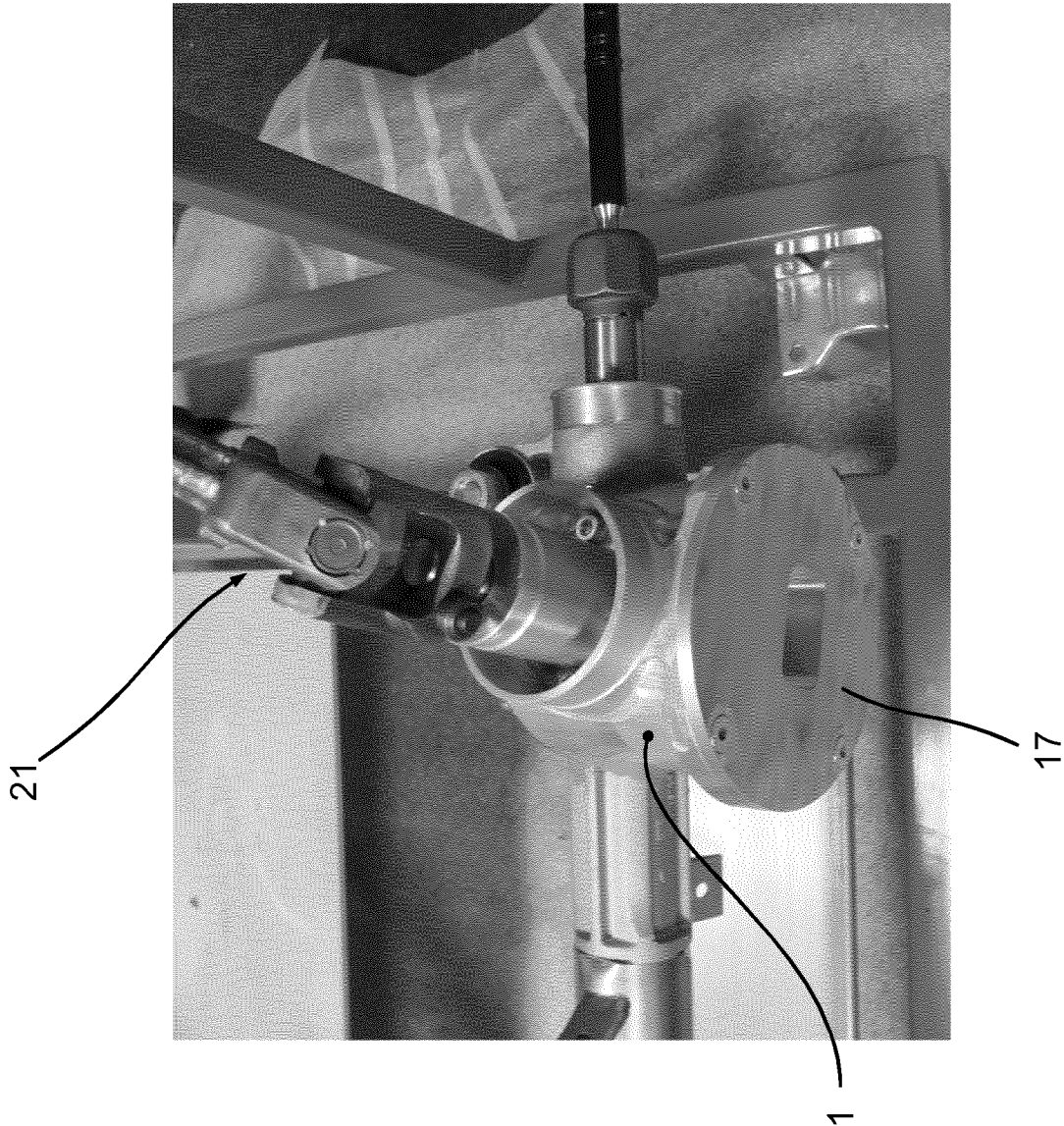


Fig. 12a



Fig. 12b

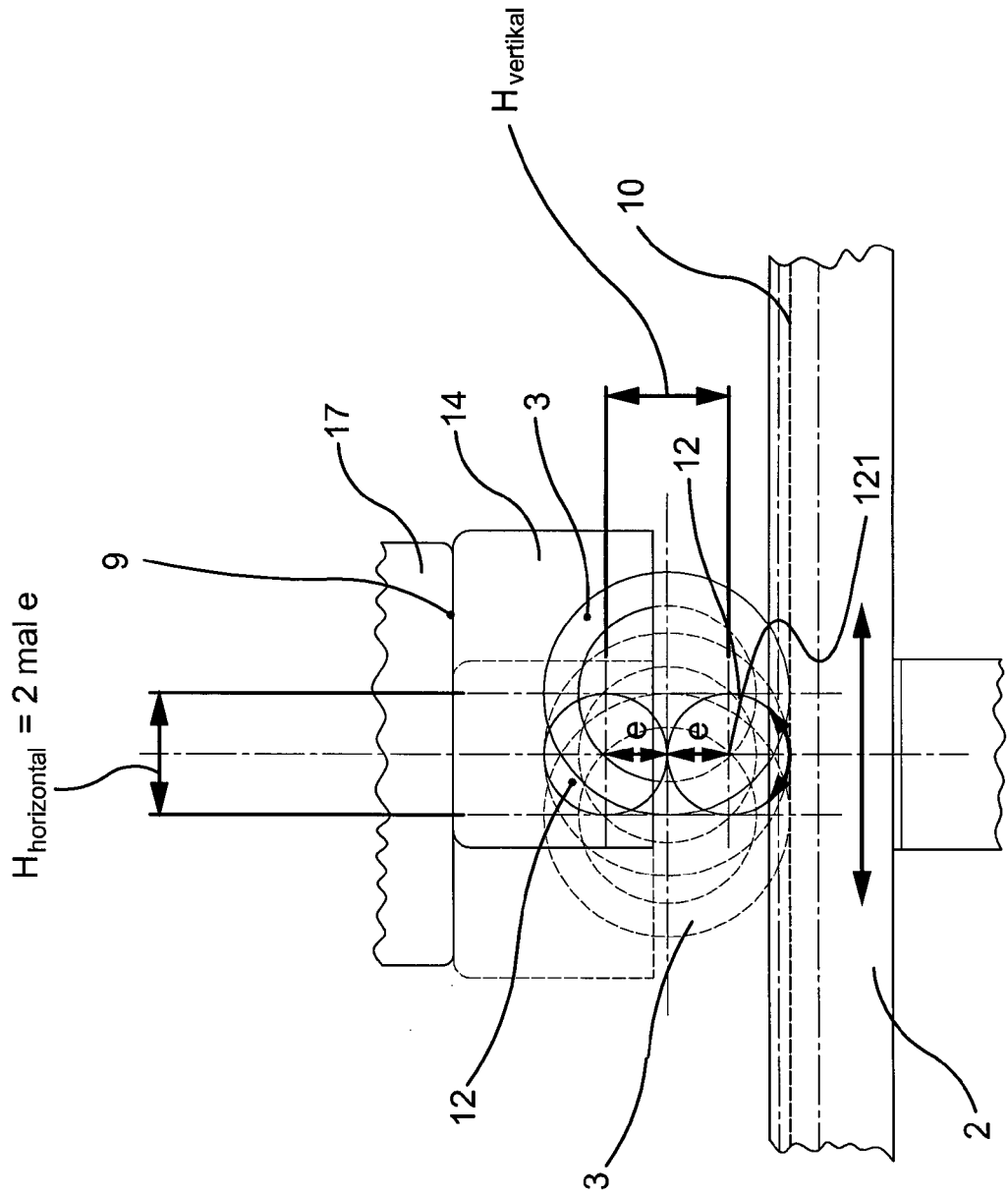


Fig. 13

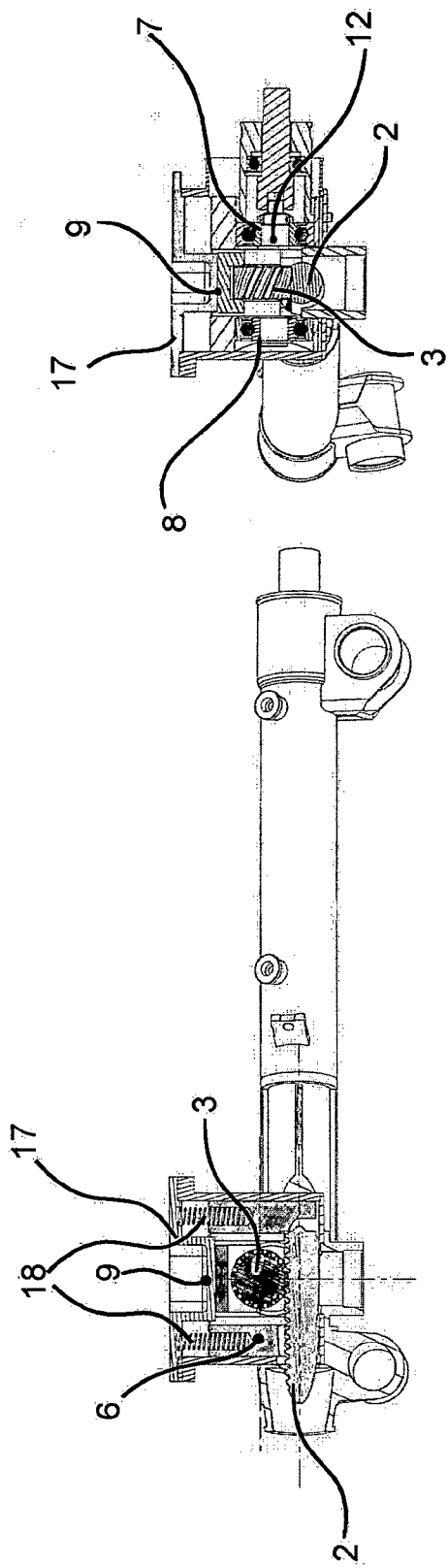


Fig. 14c

Fig. 14a

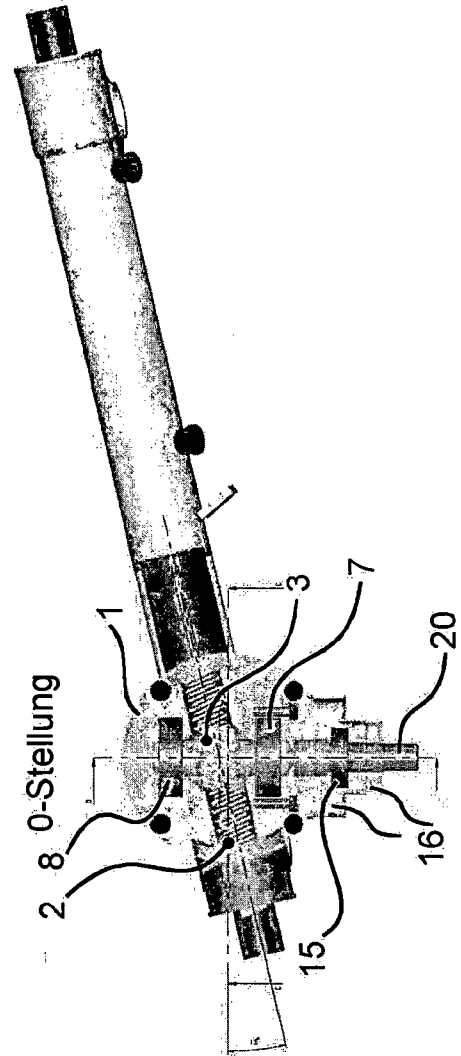


Fig. 14b

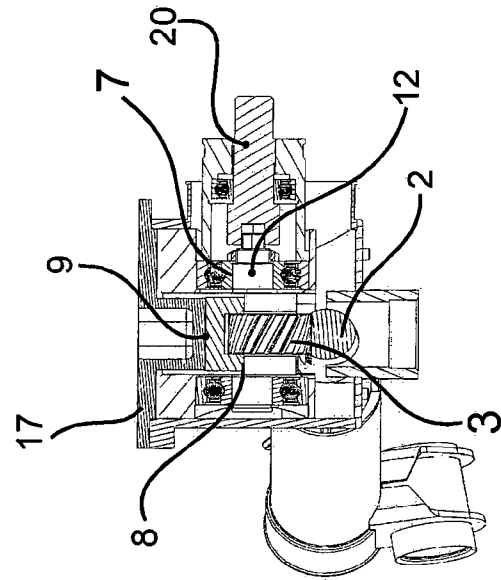


Fig. 14f

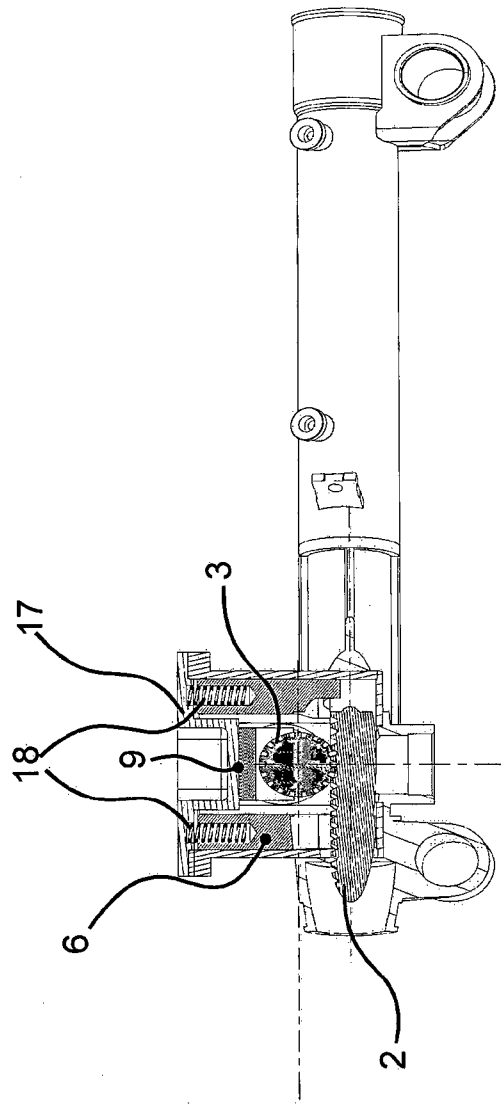


Fig. 14d

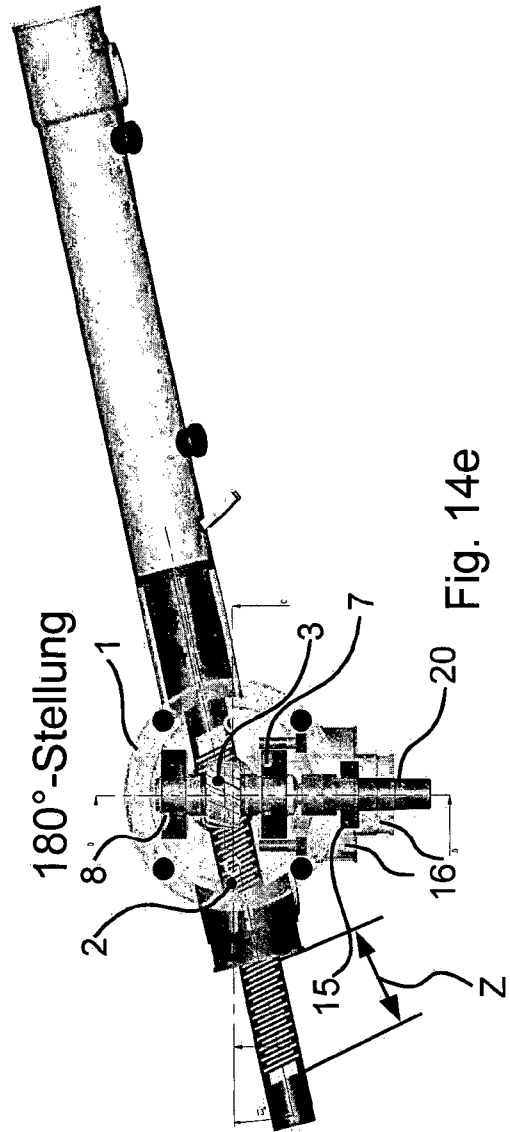
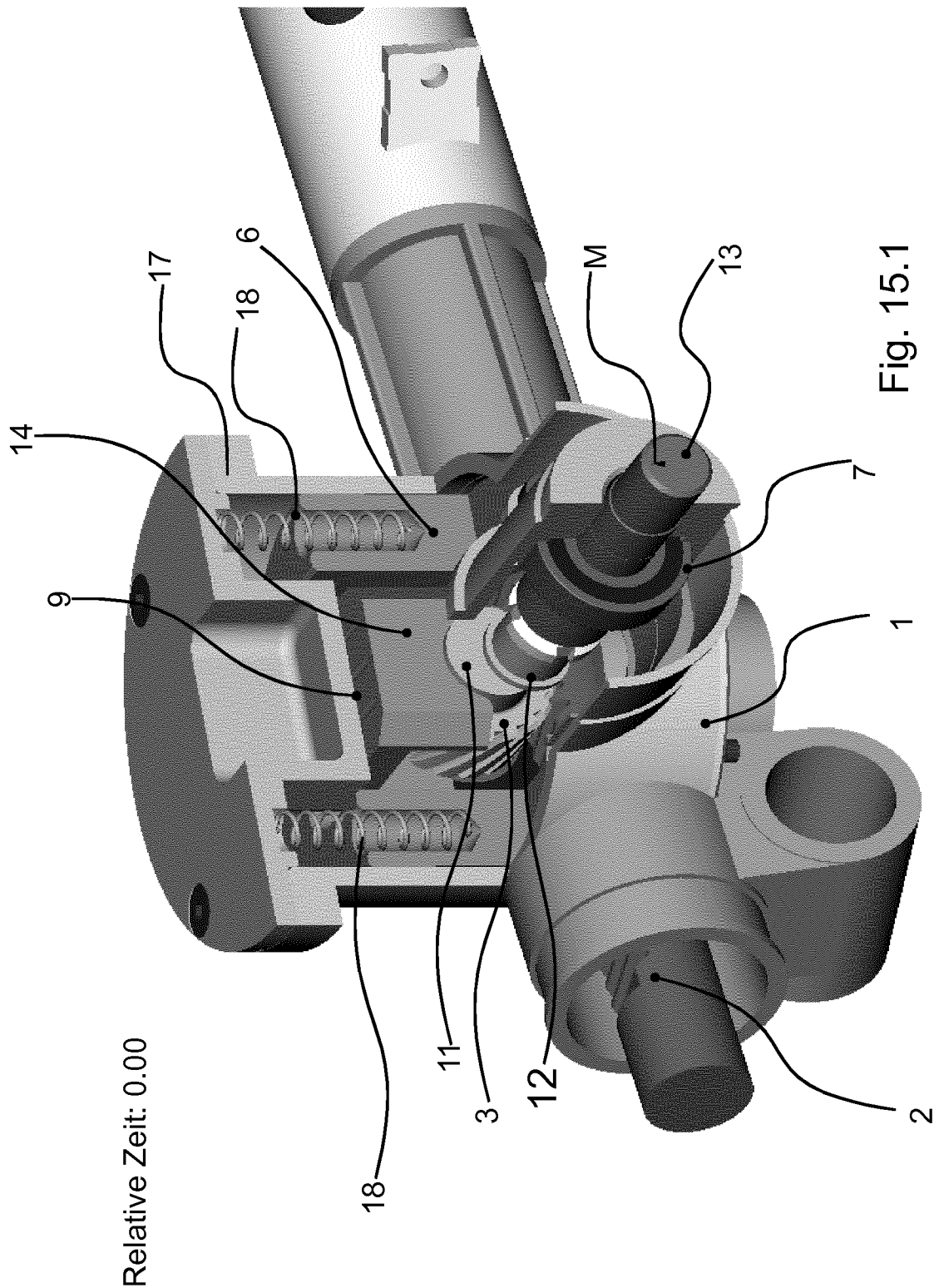


Fig. 14e



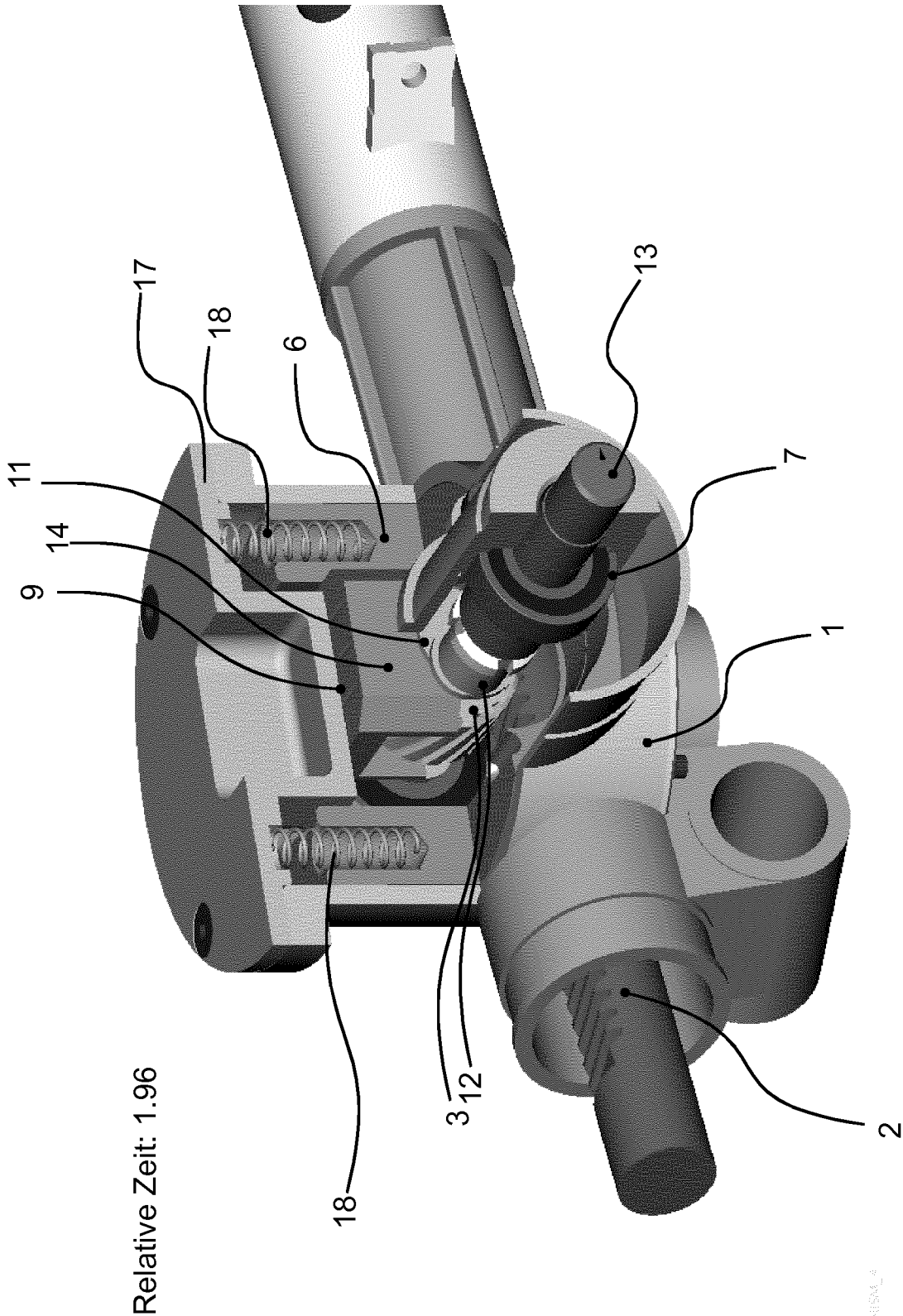
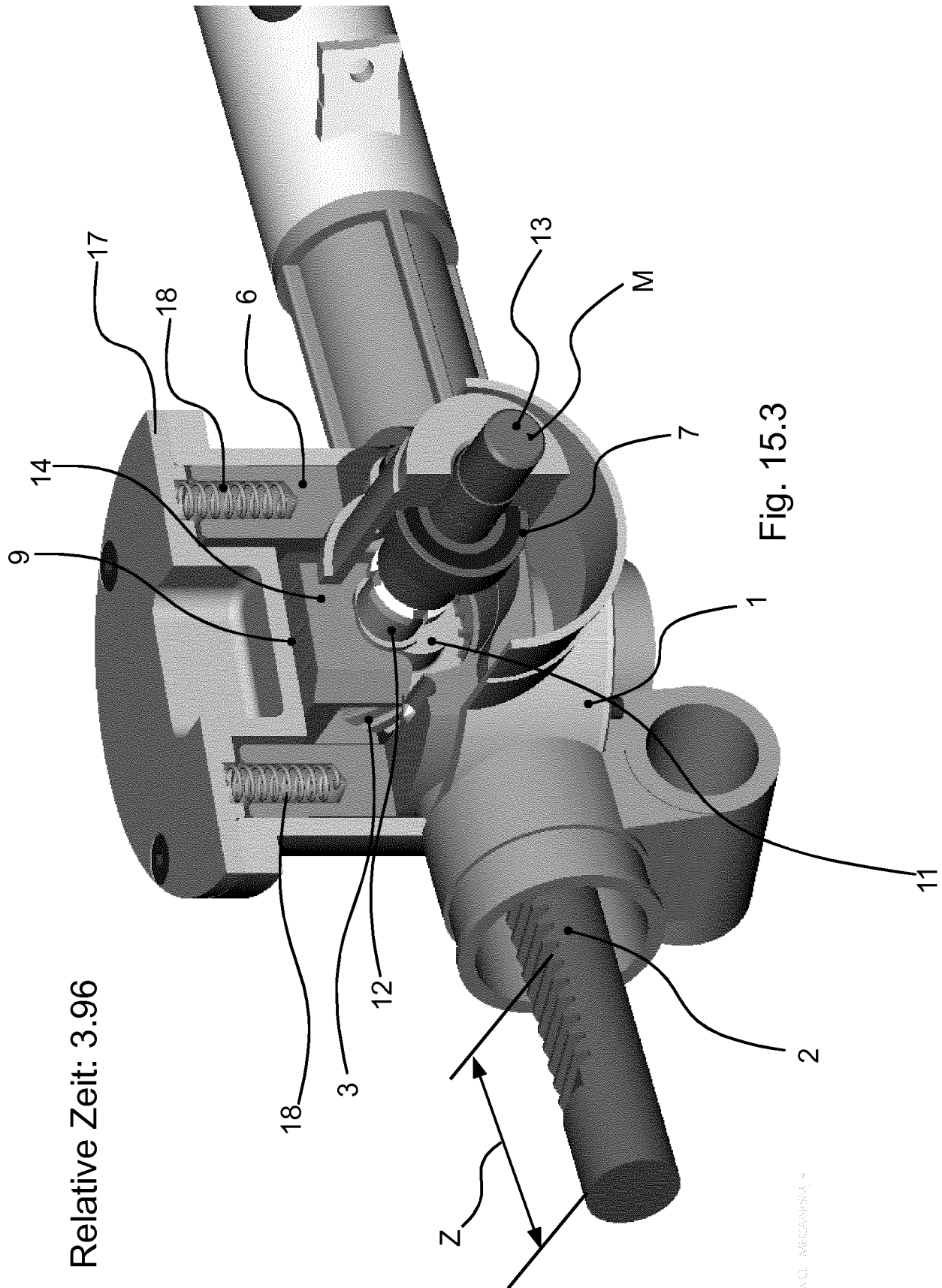


Fig. 15.2



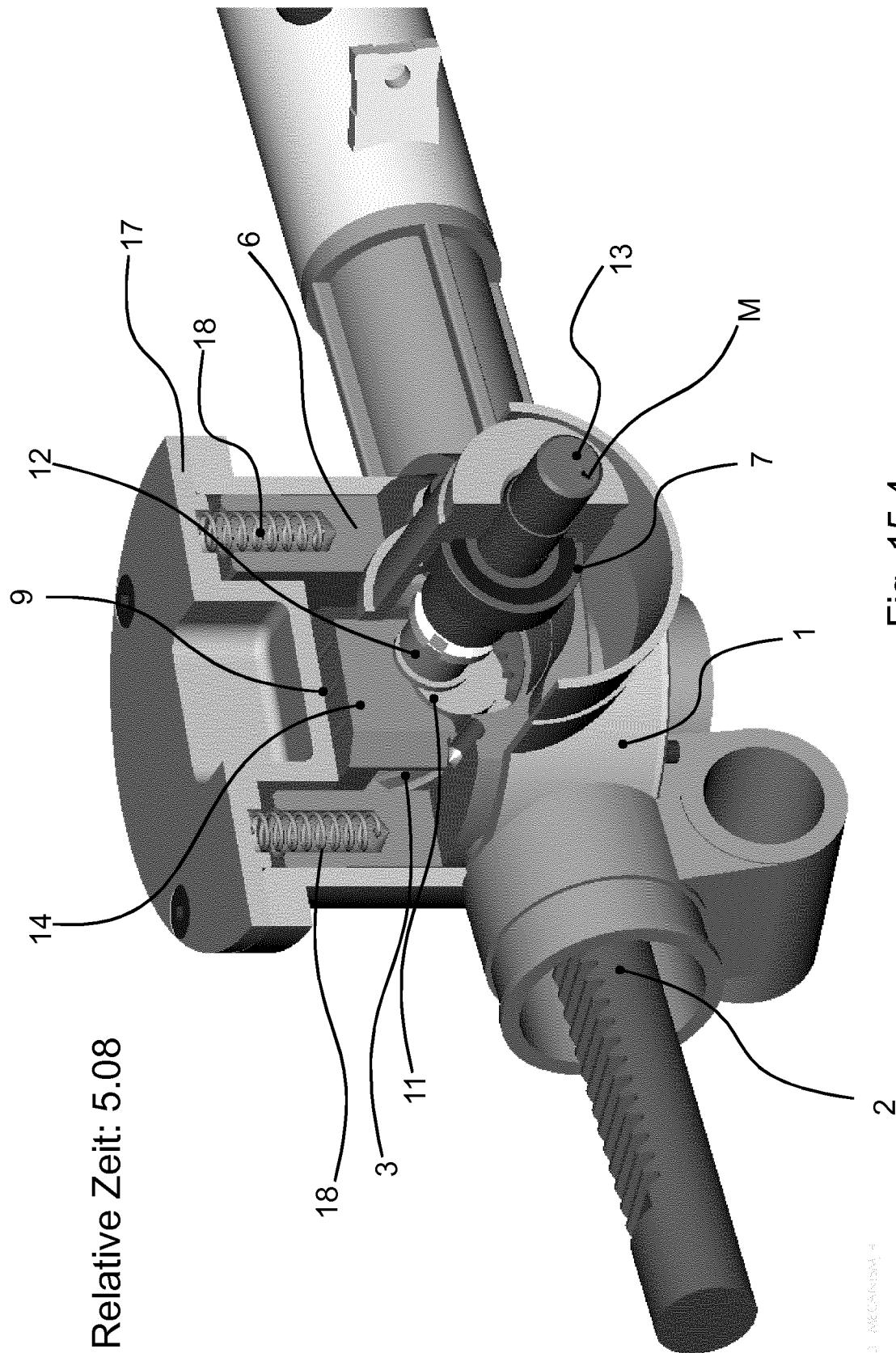


Fig. 15.4

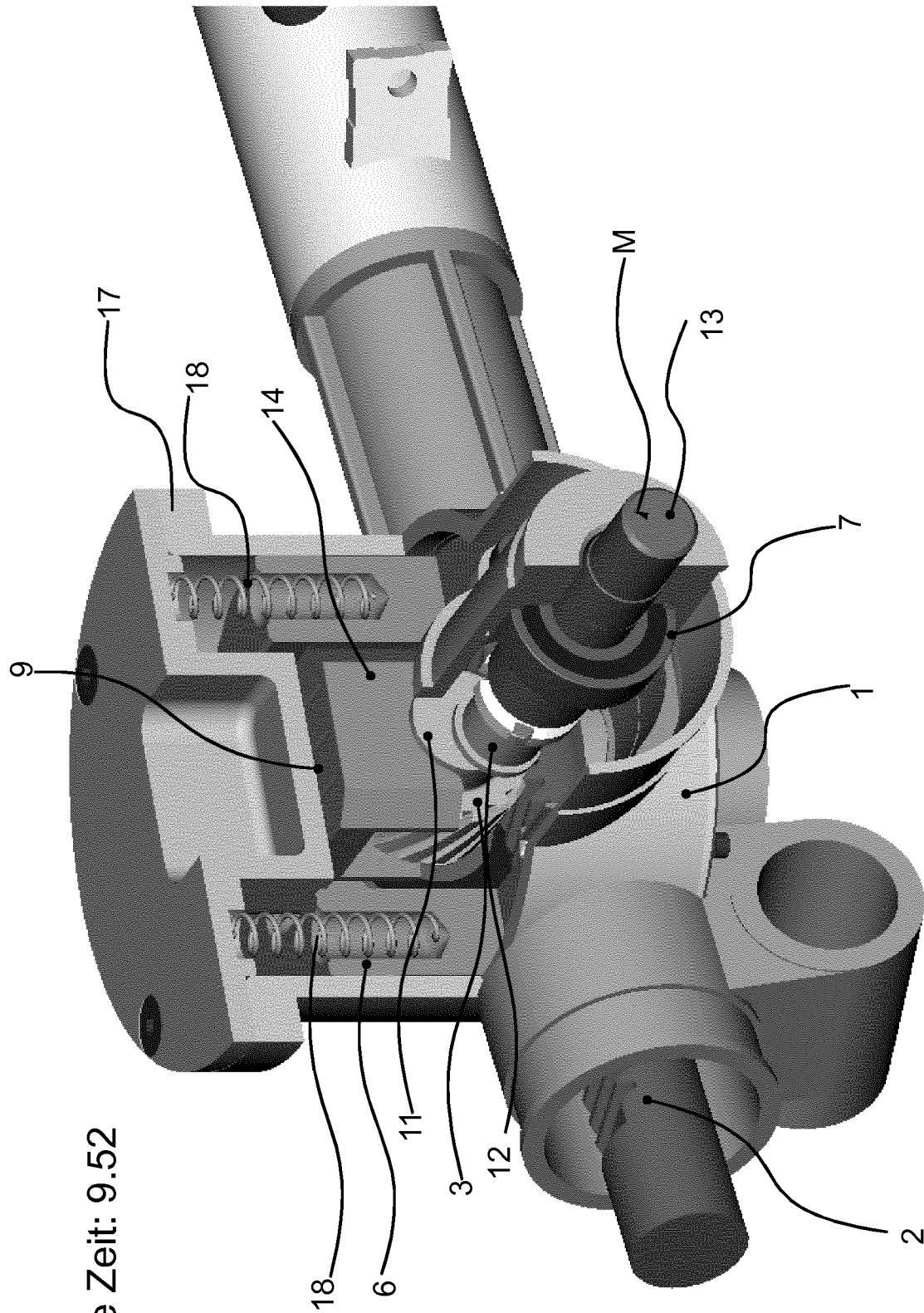
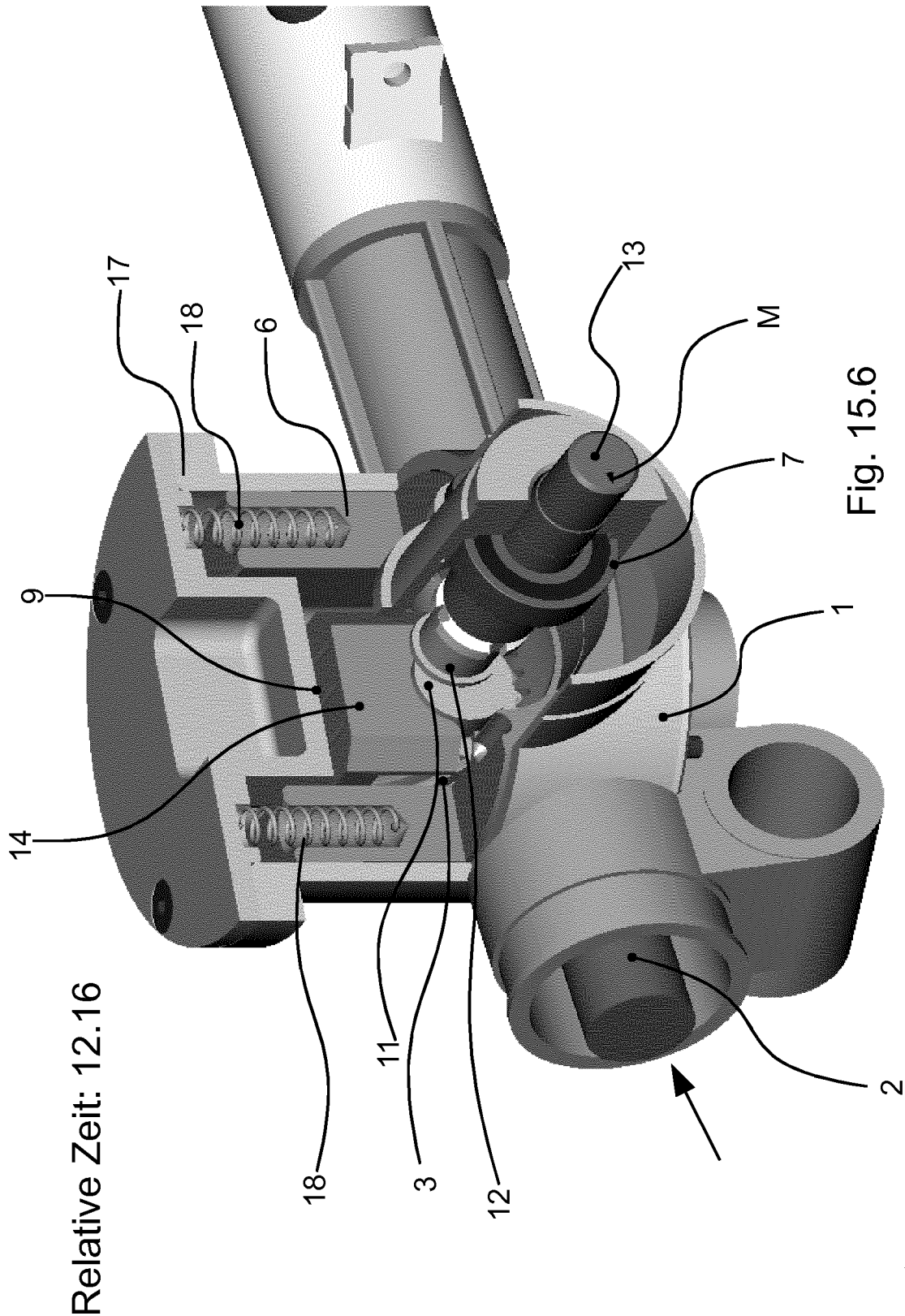


Fig. 15.5

Relative Zeit: 9.52



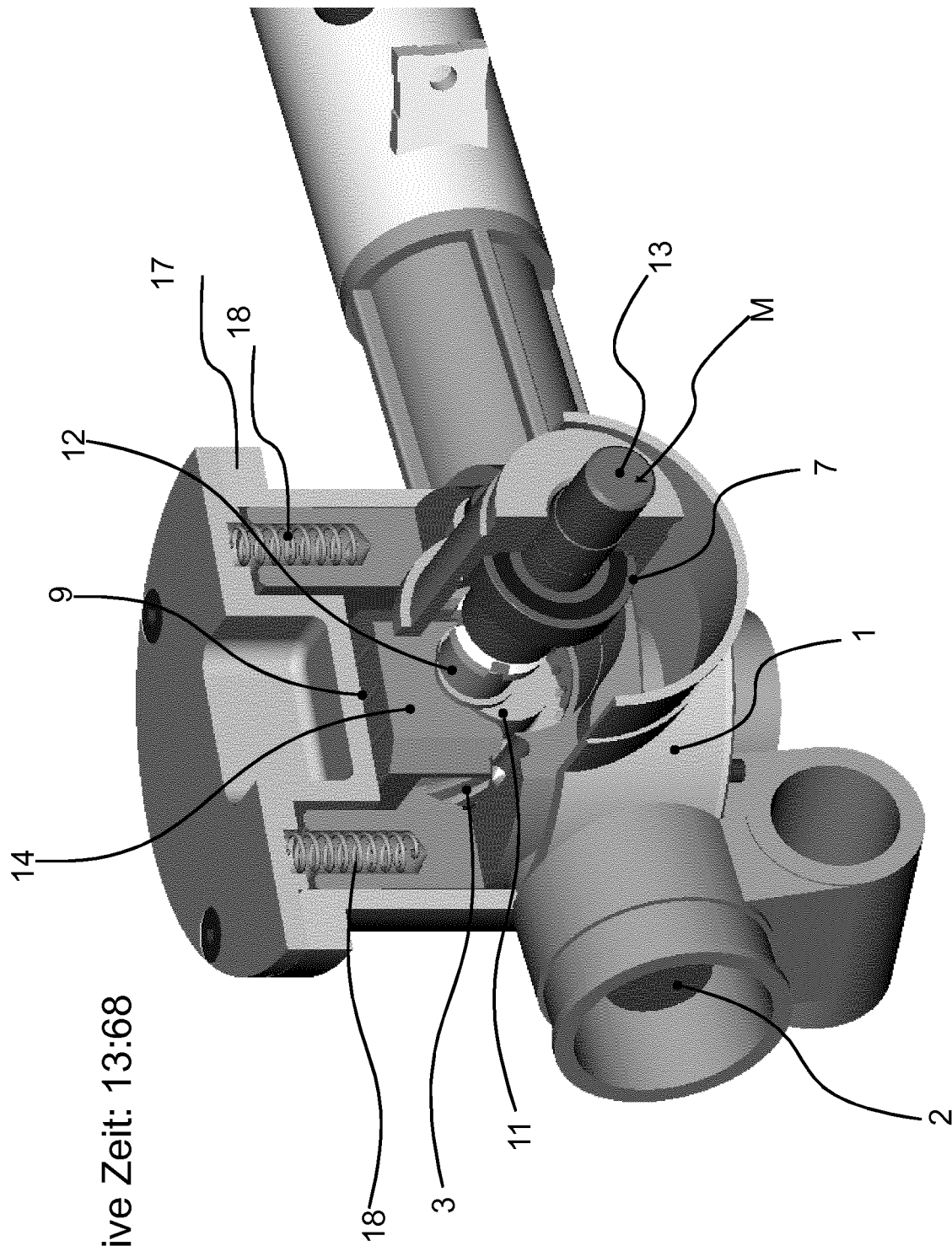


Fig. 15.7

Relative Zeit: 13:68

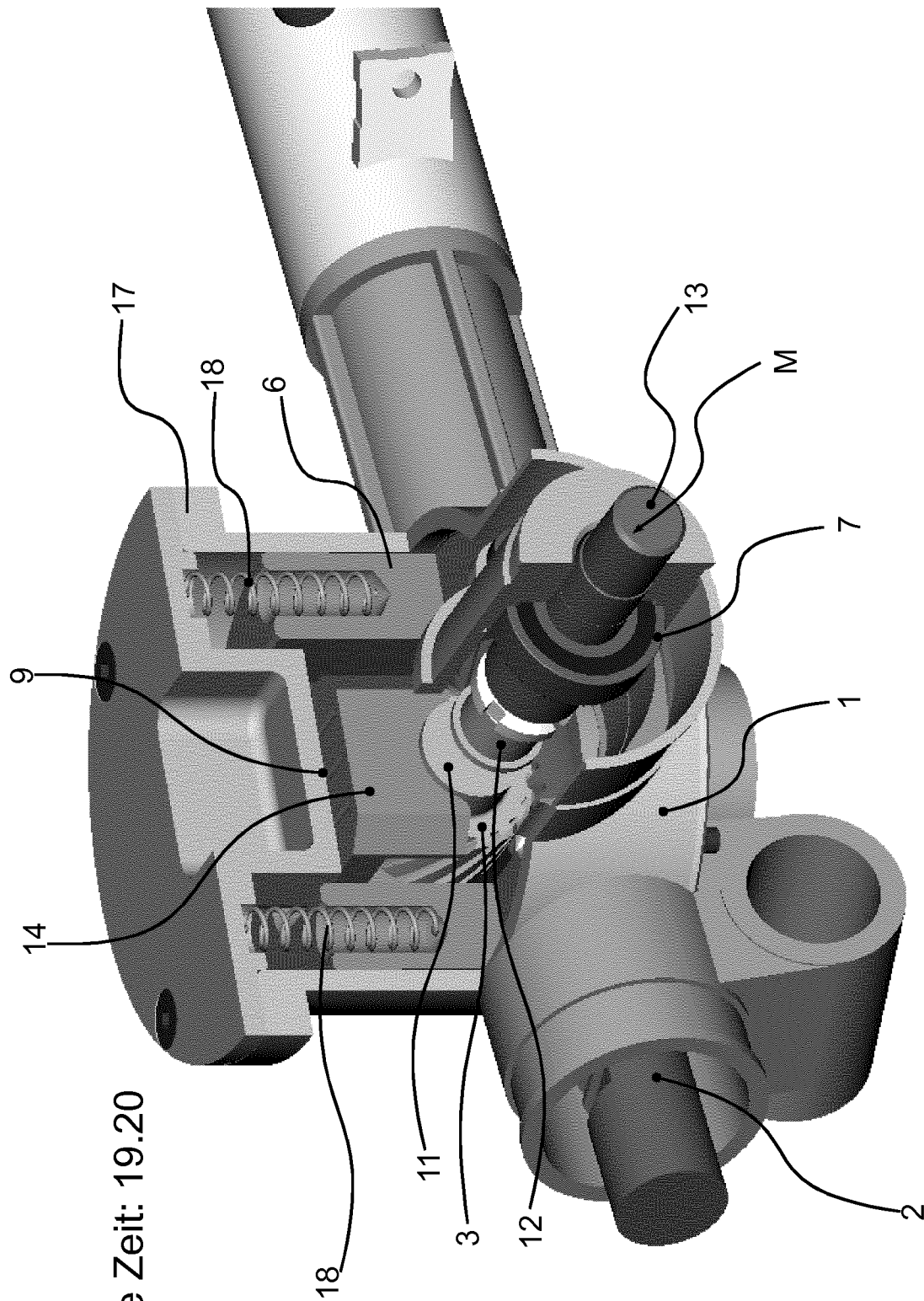


Fig. 15.8

Relative Zeit: 19.20

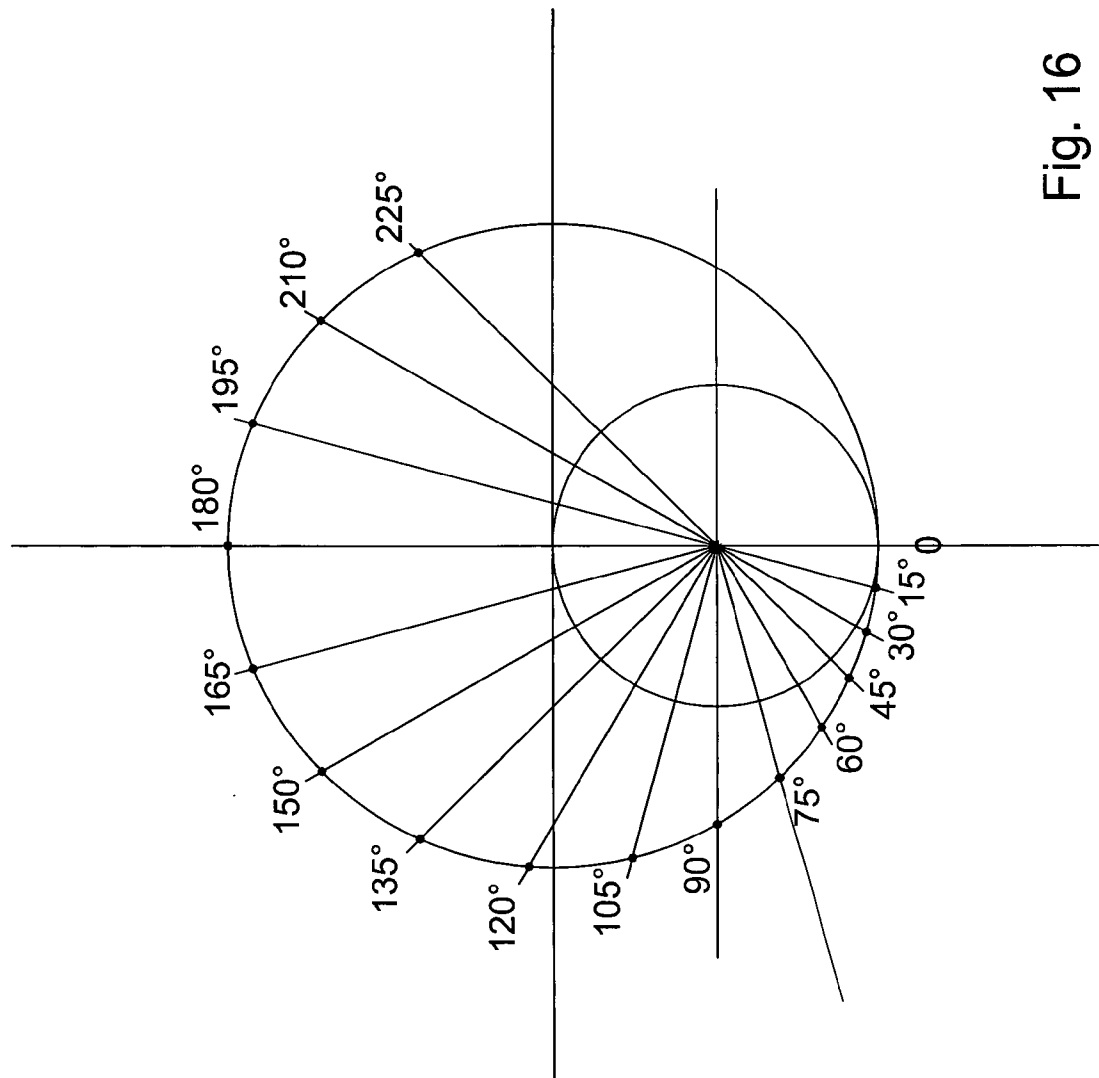


Fig. 16

Lenkdiagramm

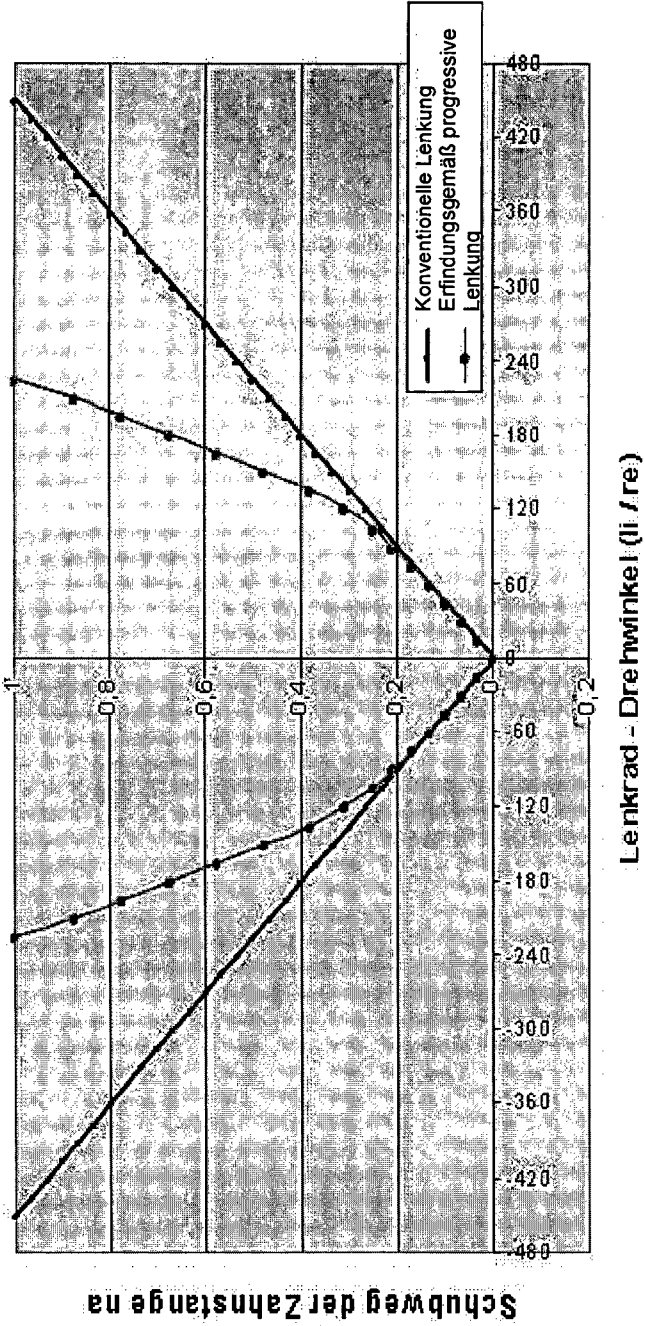


Fig. 17