

(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
03. April 2025 (03.04.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/067775 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B62D 5/065 (2006.01) *F15B 15/00* (2006.01)
B62D 5/24 (2006.01) *B62D 5/06* (2006.01)
B62D 15/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/073510

(22) Internationales Anmeldedatum:

21. August 2024 (21.08.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2023 126 102.9

26. September 2023 (26.09.2023) DE

(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR NUTZ-
FAHRZEUGE GMBH** [DE/DE]; Moosacher Str. 80,
80809 München (DE).

(72) Erfinder: **EPSTEIN, Dimitri**; Andreas-Hofer-Str. 4,
42275 Wuppertal (DE). **KIRSCHBAUM, Sven**; Schlesien-
str. 22, 40822 Mettmann (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, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: FLUID-OPERATED ACTUATION DEVICE FOR A COMMERCIAL VEHICLE

(54) Bezeichnung: FLUIDBETRIEBENE BETÄTIGUNGSEINRICHTUNG FÜR EIN NUTZFAHRZEUG

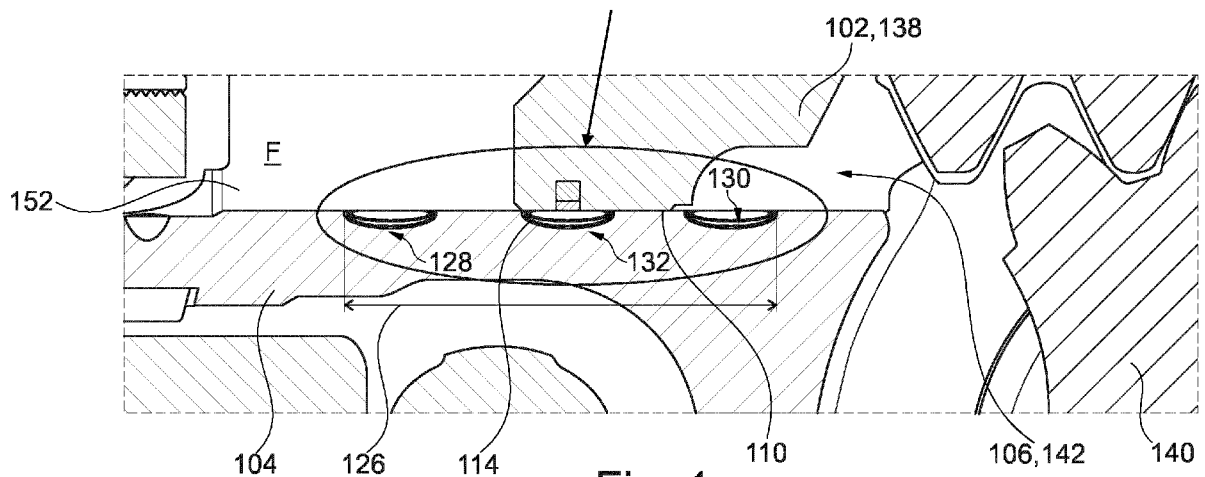


Fig. 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to a fluid-operated actuation device (100) for converting at least one fluid pressure force into at least one mechanical actuation force and/or into at least one mechanical actuation torque, in particular for a commercial vehicle, said actuation device comprising: - at least one actuation element (102) for converting at least one fluid pressure force into at least one mechanical actuation force and/or into at least one mechanical actuation torque, and - at least one housing (104) which has at least one receiving opening (106) in which the actuation element (102) is received in a movable manner, wherein the housing (104) has at least one fluid connection (108) by means of which the receiving opening (106) can be charged with pressurised fluid (F) and/or relieved of pressurised fluid (F); wherein the receiving opening (106) has at least one shape deviation region (112) the shape of which deviates from a receiving cross-section shape of the receiving opening (106).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft eine fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) zur Umwandlung wenigstens einer Fluid-Druckkraft in wenigstens eine mechanische Betätigungskraft und/oder in wenigstens ein mechanisches Betätigungs-drehmoment, insbesondere für ein Nutzfahrzeug, umfassend: - wenigstens ein Betätigungselement (102) zur Umwandlung we-



WO 2025/067775 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

nigstens einer Fluid-Druckkraft in wenigstens eine mechanische Betätigungskraft und/oder in wenigstens ein mechanisches Betätigungsdrehmoment, und - wenigstens ein Gehäuse (104), das wenigstens eine Aufnahme-Öffnung (106) aufweist, in der das Betätigungselement (102) bewegbar aufgenommen ist, wobei das Gehäuse (104) wenigstens einen Fluid-Anschluss (108) aufweist, mittels dessen die Aufnahme-Öffnung (106) mit unter Druck stehendem Fluid (F) beaufschlagbar und/oder von unter Druck stehendem Fluid (F) entlastbar ist; wobei die Aufnahme-Öffnung (106) wenigstens einen Formabweichungsbereich (112) aufweist, dessen Form von einer Aufnahmequerschnitts-Form der Aufnahme-Öffnung (106) abweicht.

BESCHREIBUNG

Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung für ein Nutzfahrzeug

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine fluidbetriebene Betätigungseinrichtung zur Umwandlung wenigstens einer Fluid-Druckkraft in wenigstens eine mechanische Betätigungskraft und/oder in wenigstens ein mechanisches Betätigungs-drehmoment, insbesondere für ein Nutzfahrzeug.
- 10 Aus dem Stand der Technik sind bereits fluidbetriebene Betätigungseinrichtungen, insbesondere für Nutzfahrzeuge, bekannt. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtungen, die beispielsweise in Form von hydraulischen Lenkgetrieben für Nutzfahrzeuge ausgestaltet sind, sind ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt.
- 15 So zeigt die DE 10 21 0372 A1 ein Kraftfahrzeug-Lenkhilfesystem unter Verwendung eines Drehwinkelsensors mit hoher Winkelauflösung, welcher eine Magnetspur auf einem Polrad aufweist, in der magnetische Nord- und Südpole abwechselnd angeordnet sind und deren Lage relativ zu einem drehfesten Bauteil mit einem Magnetfeldsensor erfasst wird.
- 20 Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine fluidbetriebene Betätigungseinrichtungen der eingangs genannten Art in vorteilhafter Weise weiterzubilden, insbesondere dahingehend, dass diese Einrichtung kostengünstiger ist bzw. um eine Ersatz- und/oder Redundanz-Funktion, insbesondere zur Erfassung einer
- 25 Position eines Betätigungselements, erweiterbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine fluidbetriebene Betätigungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Danach ist vorgesehen, dass ein fluidbetriebene Betätigungseinrichtung bereitgestellt ist zur Umwandlung

30 wenigstens einer Fluid-Druckkraft in wenigstens eine mechanische Betätigungskraft und/oder in wenigstens ein mechanisches Betätigungs-drehmoment, insbesondere für ein Nutzfahrzeug, umfassend:

- wenigstens ein Betätigungselement zur Umwandlung wenigstens einer Fluid-Druckkraft in wenigstens eine mechanische Betätigungskraft und/oder in wenigstens ein mechanisches Betätigungsdrehmoment, und
 - wenigstens ein Gehäuse, das wenigstens eine Aufnahme-Öffnung aufweist, in der
5 das Betätigungselement bewegbar aufgenommen ist, wobei das Gehäuse wenigstens einen Fluid-Anschluss aufweist, mittels dessen die Aufnahme-Öffnung mit unter Druck stehendem Fluid beaufschlagbar und/oder von unter Druck stehendem Fluid entlastbar ist; wobei
- 10 die Aufnahme-Öffnung wenigstens bereichsweise eine Aufnahmequerschnitts-Form aufweist, die an wenigstens eine Elementquerschnitts-Form des Betätigungselements angepasst ist, so dass das Betätigungselement in der Aufnahme-Öffnung aufgrund des unter Druck stehenden Fluids bewegbar ist; wobei
- zwischen Betätigungselement und Aufnahme-Öffnung im montierten Zustand
- 15 wenigstens ein erster Zwischen-Spalt ausgebildet ist, der von dem unter Druck stehenden Fluid mit einem ersten Leakage-Massenstrom durchströmbar ist; wobei die Aufnahme-Öffnung wenigstens einen Formabweichungsbereich aufweist, dessen Form von der Aufnahmequerschnitts-Form der Aufnahme-Öffnung abweicht; und wobei
- zwischen Betätigungselement und Formabweichungsbereich im montierten Zustand
- 20 zumindest bereichsweise wenigstens ein zweiter Zwischen-Spalt ausgebildet ist, der von dem unter Druck stehenden Fluid mit einem zweiten Leakage-Massenstrom durchströmbar ist.

Die Erfindung basiert auf dem Grundgedanken, dass in der Aufnahme-Öffnung ein oder

25 mehrere Formabweichungsbereiche an einer oder mehreren definierten Positionen angeordnet ist/sind. Sofern dann das Betätigungselement infolge seiner Bewegung innerhalb der Aufnahme-Öffnung den oder die Formabweichungsbereiche zumindest teilweise überfährt, stellt sich in diesem oder diesen Bereichen in dem oder den zweiten Zwischen-Spalten jeweils der zweite Leakage-Massenstrom ein. Zur Abdichtung

30 zwischen dem Betätigungselement und der Aufnahme-Öffnung kann das Betätigungselement eine Dichtungseinrichtung aufweisen. Der erste Zwischen-Spalt kann somit zusätzlich oder alternativ zwischen der Dichtungseinrichtung und der Aufnahme-Öffnung im montierten Zustand ausgebildet sein, der von dem unter Druck

stehenden Fluid mit einem ersten Leakage-Massenstrom durchströmbar ist.

Entsprechend kann zusätzlich oder alternativ zwischen Dichtungseinrichtung und dem Formabweichungsbereich im montierten Zustand zumindest bereichsweise ein zweiter Zwischen-Spalt ausgebildet sein, der von dem unter Druck stehenden Fluid mit einem

- 5 zweiten Leakage-Massenstrom durchströmbar ist. Sofern zusätzlich oder alternativ die Dichtungseinrichtung infolge ihrer Bewegung (gemeinsam mit dem Betätigungselement) innerhalb der Aufnahme-Öffnung den Formabweichungsbereich zumindest teilweise überfährt, stellt sich in diesem Bereich in dem zweiten Zwischen-Spalt ein zweiter Leakage-Massenstrom ein. Der erste Leakage-Massenstrom zwischen
- 10 Betätigungselement und Aufnahme-Öffnung kann unterschiedlich (insbesondere größer als) zu dem ersten Leakage-Massenstrom zwischen der Dichtungseinrichtung und der Aufnahme-Öffnung sein. Entsprechend kann der zweite Leakage-Massenstrom zwischen Betätigungselement und Formabweichungsbereich unterschiedlich (insbesondere größer als) zu dem zweiten Leakage-Massenstrom zwischen der
- 15 Dichtungseinrichtung und dem Formabweichungsbereich sein. Dieser zweite Leakage-Massenstrom unterscheidet sich ausreichend von dem ersten Leakage-Massenstrom, so dass die von den beiden Massenströmen direkt oder indirekt abhängigen Zustandsgrößen erfassbar sind. Zur Fluidversorgung kann die fluidbetriebene Betätigungseinrichtung insbesondere mittels des Fluid-Anschlusses mit einer
- 20 Fluidpumpe verbunden oder verbindbar sein, so dass die von dem ersten und zweiten Leakage-Massenstrom abhängige Pumpendrehzahl und/oder Pumpengeschwindigkeit der Fluidpumpe bestimmbar oder erfassbar ist. Mit anderen Worten kann durch die Erfassung des zweiten Leakage-Massenstroms oder einer Leakage-
- Massenstromänderung auf mindestens eine oder mehrere definierte Positionen des
- 25 Formabweichungsbereichs in der Aufnahme-Öffnung und dadurch auf eine entsprechend definierte Position des Betätigungselements innerhalb der Aufnahme-Öffnung rückgeschlossen werden. Diese Art der Positionsbestimmung des Betätigungselements über die Erfassung des zweiten Leakage-Massenstroms bzw. einer Leakage-Massenstromänderung (vom zweiten zum ersten Massenstrom oder
- 30 umgekehrt), dessen Entstehungen an konkreten Positionen in der Aufnahme-Öffnung zugeordnet sind (über den oder die Formabweichungsbereiche) stellt eine sehr einfache ersetzende, ergänzende und/oder redundante Möglichkeit dar zur Positionsbestimmung des Betätigungselements innerhalb der Aufnahme-Öffnung. Falls die fluidbetriebene

Betätigungseinrichtung als Lenkgetriebe für Nutzfahrzeuge ausgebildet ist und das Betätigungselement entsprechend als Lenkgetriebe-Kolben ausgebildet sein kann, kann dadurch zusätzlich eine Positionsbestimmung weiterer mit dem Lenkgetriebe-Kolben verbundener Bauteile (wie z.B. eine Segmentwelle und/oder Lenkwelle) ermöglicht werden. Somit kann auf teure Positions-Erfassungsinstrumente wie Drehwinkel-Sensoren (bzw. Drehmoment-Drehwinkel-Sensoren und Drehmoment-Sensoren) oder Axialweg-Sensoren verzichtet bzw. diese Instrumente redundant ergänzt werden.

Im Übrigen kann vorgesehen sein, dass der erste Leckage-Massenstrom und der zweite Leckage-Massenstrom unterschiedlich sind, wobei insbesondere der zweite Leckage-Massenstrom größer als der erste Leckage-Massenstrom ist. Somit ist eine leichtere Unterscheidbarkeit zwischen erstem Leckage-Massenstrom und zweitem Leckage-Massenstrom möglich. Folglich ist die Erfassung der beiden Massenströme aber auch eine Änderung von dem erstem Leckage-Massenstrom zu dem zweitem Leckage-Massenstrom oder umgekehrt einfacher und präziser.

Weiter ist vorstellbar, dass die Betätigungseinrichtung eine Erfassungseinrichtung umfasst und/oder mit einer Erfassungseinrichtung verbindbar oder verbunden ist zur Erfassung:

- des ersten Leckage-Massenstroms und/oder des zweiten Leckage-Massenstroms; und/oder
- wenigstens einer Änderung des ersten Leckage-Massenstroms zu dem zweiten Leckage-Massenstrom; und/oder
- wenigstens einer Änderung des zweiten Leckage-Massenstroms zu dem Leckage-Massenstrom.

Mittels der Erfassungseinrichtung erfasste Leckage-Massenströme oder deren Änderungen und die so zugeordneten Positionsdaten des Betätigungselements oder der mit dem Betätigungselement verbundenen Bauteile (wie vorstehend beschrieben) können effizient und schnell an eine elektronische Steuerung- und/oder Regelungseinrichtung übertragen werden, was eine einfache und zielgerichtete Verarbeitung der erfassten Leckage-Massenströme und der zugeordneten Positionsdaten des Betätigungselements erlaubt. Alternativ können die Leckage-

Massenströme oder deren Änderung indirekt erfolgen über eine Zustandsgröße, die von dem ersten und/oder zweiten Leakage-Massenstrom oder deren Änderung abhängt.

Zudem ist denkbar, dass die Erfassungseinrichtung mit der Aufnahme-Öffnung
5 verbunden oder verbindbar ist zur Erfassung wenigstens einer Zustandsgröße, insbesondere Fluid-Zustandsgröße, die von dem ersten Leakage-Massenstrom und dem zweiten Leakage-Massenstrom abhängig ist. Diese Verbindung oder Verbindbarkeit bietet zusätzliche oder alternative Erfassungsmöglichkeiten, Erfassungsprinzipien oder Erfassungs-Stellen, was die Erfassungsgenauigkeit bzw. die
10 Erfassungssicherheit bzw. Erfassungsredundanz erhöht. Beispielsweise kann ein Drucksensor vorgesehen sein, der in die Aufnahme-Öffnung mündet, wobei der Druck in der Aufnahme-Öffnung von den unterschiedlichen Leakage-Massenströmen oder deren Änderung abhängt und so in einfacher Weise Rückschlüsse auf die Position des Betätigungselements oder der mit dem Betätigungselement verbundenen Bauteile (wie
15 vorstehend beschrieben) gezogen werden können. Der erste Leakage-Massenstrom und der zweite Leakage-Massenstroms oder deren Änderungen können primär über die von den beiden Massenströmen abhängige Pumpendrehzahl und/oder Pumpengeschwindigkeit der Fluidpumpe bestimmbar oder erfassbar sein. Die Erfassung wenigstens einer von dem ersten Leakage-Massenstrom und dem zweiten
20 Leakage-Massenstrom abhängigen Zustandsgröße kann folglich optional mittels der Erfassungseinrichtung erfolgen.

Außerdem ist es möglich, dass das Gehäuse mittels des Fluid-Anschlusses mit wenigstens einer Fluidpumpe verbindbar oder verbunden ist zur Beaufschlagung der
25 Aufnahme-Öffnung mit dem unter Druck stehendem Fluid; wobei die Zustandsgröße in Form von wenigstens einer ersten Pumpendrehzahl dem ersten Leakage-Massenstrom zugeordnet ist und in Form einer zweiten Pumpendrehzahl dem zweiten Leakage-Massenstrom zugeordnet ist. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Fluidpumpe direkt an das Gehäuse angeflanscht ist, so dass es mittels des Fluid-
30 Anschlusses mit der Fluidpumpe verbindbar oder verbunden ist zur Beaufschlagung der Aufnahme-Öffnung mit dem unter Druck stehendem Fluid. Aufgrund des Wirkungsprinzips als fluidbetriebene Betätigungseinrichtung ist diese ohnehin auf eine Fluidpumpe zur Erzeugung des unter Druck stehenden Fluids angewiesen. Da die

Fördermenge an Fluid in die Aufnahme-Öffnung unter anderem von dem ersten und zweiten Leakage-Massenstrom abhängt und die Fördermenge wiederum von der Pumpen-Drehzahl abhängt, ist die Pumpen-Drehzahl eine besonders einfache Zustandsgröße bzw. Betriebsgröße dar, um auf den ersten und zweiten Leakage-

5 Massenstrom oder eine Massenstromänderung zu schließen. Die zweite Pumpendrehzahl kann insbesondere größer sein als die erste Pumpendrehzahl.

Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Fluidpumpe mit wenigstens einem Elektro-Antriebsmotor zu deren Antrieb drehfest gekoppelt ist, so dass die erste

10 Pumpendrehzahl und die zweite Pumpendrehzahl mittels wenigstens einer Drehzahlerfassungs-Einrichtung des Elektro-Antriebsmotors erfassbar sind. Die Drehzahl des Elektro-Antriebsmotors ist eine wichtige Steuerungs- und Regelungsgröße, die ohnehin zu dessen Steuerung bzw. Regelung erfasst werden muss. Da die Pumpen-Drehzahl von dem ersten und zweiten Leakage-Massenstrom

15 oder einer Leakage-Massenstromänderung abhängt, kann mittels der Pumpendrehzahl auf den ersten und zweiten Leakage-Massenstrom oder zumindest eine Leakage-Massenstromänderung geschlossen werden. Durch die Erfassung der Pumpen-Drehzahl über Drehzahlerfassungs-Einrichtung des Elektro-Antriebsmotors wird somit keinerlei zusätzliche Erfassungseinrichtung benötigt, was die Erfassung sehr einfach

20 und kostengünstig macht.

Ebenfalls ist vorstellbar, dass die Aufnahme-Öffnung entlang ihrer Haupterstreckungsachse eine axiale Erstreckungslänge aufweist, die von einem ersten axialen End-Punkt und einem zweiten axialen End-Punkt begrenzt ist, wobei das

25 Betätigungselement entlang der axialen Erstreckungslänge innerhalb des ersten axialen End-Punktes und des zweiten axialen End-Punktes axial verschiebbar ist; und/oder wobei

die Aufnahme-Öffnung mittels ihres Öffnungs-Radius und ihres Öffnungs-Winkels eine Bogenmaßlänge ausbildet, die von einem ersten radialen End-Punkt und einem zweiten

30 radialen End-Punkt begrenzt ist, wobei das Betätigungselement entlang der Bogenmaßlänge zumindest innerhalb des ersten radialen End-Punktes und des zweiten radialen End-Punktes rotierbar ist. Durch die axiale Erstreckungslänge oder die Bogenmaß-Länge kann ein Erfassungsbereich mit definierter geometrischer Dimension

bzw. Länge ausgebildet werden, was insbesondere die Erfassungsgenauigkeit erhöht. Zudem können dadurch sehr leicht die entsprechenden axialen bzw. radialen Endpunkte definiert werden. Im Falle einer Rotation kann das rotierende Betätigungselement zumindest innerhalb beider Endpunkte rotieren bzw. diese
5 überfahren. Im Falle des axial verschiebbaren Betätigungselements ist dieses vorzugsweise tatsächlich nur innerhalb beider Endpunkte hin und her als geometrische Grenze periodisch verschiebbar.

Darüber hinaus ist denkbar, dass ein Formabweichungsbereich entlang der axialen
10 Erstreckungslänge jeweils an dem ersten axialen End-Punkt und/oder an dem zweiten axialen End-Punkt und/oder an einem axialen Zwischen-Punkt zwischen dem ersten axialen End-Punkt und dem zweiten axialen End-Punkt positioniert ist; und/oder wobei ein Formabweichungsbereich entlang der Bogenmaßlänge jeweils an dem ersten
15 radialen End-Punkt und/oder an dem zweiten radialen End-Punkt und/oder an einem radialen Zwischen-Punkt zwischen dem ersten radialen End-Punkt und dem zweiten radialen End-Punkt positioniert ist. Damit ist eine eindeutige Zuordnung der Position des Betätigungselements zwischen an und zwischen den ersten End-Punkten und den zweiten Endpunkten gegeben, was die Erfassungsgenauigkeit weiter erhöht.

Weiter ist möglich, dass die axiale Erstreckungslänge einen Längenwert aufweist, so dass zwischen dem ersten axialen End-Punkt und dem zweitem axialen End-Punkt eine Längen-Skala ausgebildet ist, wobei die Erfassungseinrichtung konfiguriert ist, durch die Erfassung der Änderung des ersten Leakage-Massenstroms zu dem zweiten Leakage-Massenstrom und/oder umgekehrt, an einem Formabweichungsbereich eine axiale
25 Positionierung des Betätigungselements dem ersten axialen End-Punkt oder dem zweiten axialen End-Punkt oder dem axialen Zwischen-Punkt zuzuordnen; und/oder wobei

die Bogenmaßlänge einem Bogenmaß-Längenwert aufweist, so dass zwischen dem ersten radialen End-Punkt und dem zweitem radialen End-Punkt eine

30 Bogenmaßlängen-Skala ausgebildet ist, wobei die Erfassungseinrichtung konfiguriert ist, durch die Erfassung der Änderung des ersten Leakage-Massenstroms zu dem zweiten Leakage-Massenstrom und/oder umgekehrt, an einem Formabweichungsbereich eine Bogenmaß-Positionierung des Betätigungselements

dem ersten radialen End-Punkt oder dem zweiten radialen End-Punkt oder dem radialen Zwischen-Punkt zuzuordnen. Zudem erlaubt die Positionierung des Formabweichungsbereichs entlang der axialen Erstreckungslänge jeweils an dem ersten axialen/radialen End-Punkt und an dem zweiten axialen/radialen End-Punkt eine
5 einfache Möglichkeit einer Definition eines Bezugspunkts. Zudem ist es möglich, dass zwischen dem ersten axialen/radialen End-Punkt und dem zweiten axialen/radialen End-Punkt mehrere axiale/radiale Zwischen-Punkt als Zwischen-Punktinkremente positionierbar. Mit steigender Anzahl an axialen/radialen Zwischen-Punkten (und jeweils daran angeordneten Formabweichungsbereichen) kann die Erfassungsgenauigkeit mit
10 einfachen Mitteln immer genauer werden. Durch die Möglichkeit die Anzahl der Zwischen-Punkte zu variieren bzw. zu erhöhen kann eine sehr einfache Möglichkeit geschaffen werden, die Erfassungsgenauigkeit zu erhöhen.

Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass der Formabweichungsbereich als wenigstens
15 eine Ausnehmung ausgestaltet ist. Diese Formgebung hat den Vorteil, dass sie einfach in die Aufnahme-Öffnung einbringbar ist und folglich einfach zu fertigen ist. Vorzugsweise ist der Formabweichungsbereich als wenigstens eine Ausnehmung ausgestaltet. Die Ausnehmung weist eine Breite, Tiefe und Länge jeweils in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich auf. Die Ausnehmung kann zudem einen
20 oder mehrere schräge Ausnehmungsabschnitte aufweisen.

Ferner ist vorstellbar, dass der Formabweichungsbereich jeweils an dem ersten axialen End-Punkt und an dem zweiten axialen End-Punkt und/oder an dem axialen Zwischen-Punkt positioniert ist, wobei
25 die Ausnehmung an dem ersten axialen End-Punkt wenigstens eine erste Breite und/oder Länge aufweist, und wobei die Ausnehmung an dem zweiten axialen End-Punkt und/oder an dem axialen Zwischen-Punkt wenigstens eine zweite Breite und/oder Länge aufweist; und/oder wobei
30 der Formabweichungsbereich jeweils an dem ersten radialen End-Punkt und an dem zweiten radialen End-Punkt und/oder an dem radialen Zwischen-Punkt positioniert ist, wobei

die Ausnehmung an dem ersten radialen End-Punkt wenigstens eine erste Breite und/oder Länge aufweist, und wobei

die Ausnehmung an dem zweiten radialen End-Punkt und/oder an dem radialen Zwischen-Punkt wenigstens eine zweite Breite und/oder Länge aufweist.

- 5 Durch die unterschiedlichen Längen und Breiten des Formabweichungsbereichs ist die Positionierung des Betätigungselements noch eindeutig dem ersten Endpunkt und dem zweiten Endpunkt und/oder dem Zwischen-Punkt zuordenbar ist. Dadurch wird die Erfassungsgenauigkeit nochmals verbessert.
- 10 Auch ist es denkbar, dass die erste Breite eine Breite in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich aufweist und/oder die erste Länge eine Länge in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich aufweist; und/oder wobei die zweite Breite eine Breite in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich aufweist und/oder die zweite Länge eine Länge in einem einstelligen oder zweistelligen
- 15 μm -Bereich aufweist. Die Dimensionen in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich erlauben eine minimal notwendige Formabweichung bei dennoch ausreichend unterscheidbarem bzw. erfassbarem erstem bzw. zweitem Leakage-Massenstrom bzw. der Leakage-Massenstrom-Änderung. Zudem verringern die Dimensionen in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich den Verschleiß zwischen
- 20 Betätigungselement und der Aufnahme-Öffnung. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die erste Länge und/oder die zweite Länge eine Länge in einem dreistelligen μm -Bereich aufweisen können/kann. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die erste Breite und/oder die zweite Breite eine Breite in einem einstelligen oder zweistelligen mm-Bereich aufweisen können/kann.
- 25 Ebenso ist möglich, dass das Fluid als Hydraulikflüssigkeit ausgebildet ist und die fluidbetriebene Betätigungseinrichtung als hydraulisches Lenkgetriebe für ein Kraftfahrzeug, insbesondere hydraulisches Kugelumlaufspindel-Lenkgetriebe für ein Nutzfahrzeug, ausgebildet ist; wobei
- 30 das Betätigungselement als Betätigungskolben ausgebildet ist zur hydraulischen Betätigung wenigstens einer Segmentwelle; und wobei die Aufnahme-Öffnung als eine zumindest abschnittsweise zylindrisch ausgebildete Kolben-Öffnung ausgestaltet ist, in welcher der Betätigungskolben entlang ihrer

- Haupterstreckungsachse axial verschiebbar aufgenommen ist. Die Ausgestaltung der fluidbetriebenen Betätigungseinrichtung als hydraulisches Lenkgetriebe hat insbesondere den Vorteil, dass die Kolbenposition über die unterschiedlich angeordneten Formabweichungsbereiche in der Kolben-Öffnung sehr einfach über die
- 5 in diesem Anwendungsfall als Hydraulikpumpe ausgestaltete Fluidpumpe erfassbar ist. Folglich kann das Lenkgetriebe kostengünstiger ausgestaltet sein, da beispielsweise durch die Leckage-Massenstromerfassung bzw. deren Änderung und der erfindungsgemäßen Zuordnung auf die Kolbenposition auf teure
- 10 Erfassungseinrichtungen verzichtet werden kann oder diese Einrichtungen redundant ergänzt werden können. Das hydraulische Lenkgetriebe kann insbesondere auch als ein hydraulisches oder elektrohydraulisches Kugelumlaufspindel-Lenkgetriebe für ein Nutzfahrzeug ausgestaltet sein. Der Fluid-Anschluss kann zusätzlich oder alternativ auch von einem Lenk-Ventil umfasst sein.
- 15 Weiterhin kann vorgesehen sein, dass in dem Betätigungskolben eine zentrale Kugelgewinde-Bohrung angeordnet ist, in der im montierten Zustand wenigstens eine Lenkspindel und wenigstens ein Kugelumlauf mit mehreren Kugeln aufgenommen sind, wobei die Lenkspindel ein Übersetzungsverhältnis aufweist, wodurch eine Rotation der
- 20 Lenkspindel um den Lenkwinkel φ aufgrund ihres Übersetzungsverhältnisses einer axialen Verschiebung x des Betätigungskolbens entspricht, so dass eine zugeordnete axiale Positionierung des Betätigungskolbens an dem ersten End-Punkt x_1 oder dem zweiten End-Punkt x_2 oder dem Zwischen-Punkt x_w einem ersten End-Lenkwinkel φ_1 , einem zweiten End-Lenkwinkel φ_2 oder einem Zwischenlenkwinkel φ_w entspricht. Die
- 25 Erfassung der unterschiedlichen axialen Kolbenpositionen x_1 , x_2 und x_w lässt durch die kinematische Umwandlung über den Kugelumlauf und die Lenkspindel in entsprechende Lenkwinkel φ_1 , φ_2 und φ_w erlaubt sehr einfache Möglichkeit der Erfassung eines Lenkwinkels (der ausgehend von einem Lenkrad über das
- 30 Lenkgestänge an die Lenkspindel übertragen wird). Somit kann auf teure Drehwinkel-Erfassungseinrichtungen verzichtet werden oder diese können durch die vorstehend beschriebene Erfassung des Lenkwinkels redundant ergänzt werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen nun anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnitt-Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer
5 erfindungsgemäßen fluidbetriebenen Betätigungseinrichtung für ein
Nutzfahrzeug; und

Fig. 2 perspektivische Darstellung sowie Schnittdarstellung eines weiteren
Ausführungsbeispiels einer fluidbetriebenen Betätigungseinrichtung für ein
Nutzfahrzeug.

10 **Fig. 1** zeigt eine schematische Schnitt-Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer
erfindungsgemäßen fluidbetriebenen Betätigungseinrichtung 100 für ein Nutzfahrzeug.

Die fluidbetriebene Betätigungseinrichtung 100 zur Umwandlung wenigstens einer
15 Fluid-Druckkraft in eine mechanische Betätigungskraft und/oder in ein mechanisches
Betätigungs-drehmoment für ein Nutzfahrzeug umfasst ein Betätigungselement 102 zur
Umwandlung einer Fluid-Druckkraft in eine mechanische Betätigungskraft und/oder in
wenigstens ein mechanisches Betätigungs-drehmoment.

20 Gemäß Fig. 1 ist ersichtlich, dass die fluidbetriebene Betätigungseinrichtung 100 als
hydraulisches Lenkgetriebe 136 in Form eines hydraulischen Kugelumlaufspindel-
Lenkgetriebes für ein Nutzfahrzeug ausgebildet ist. Entsprechend ist das Fluid F als
Hydraulikflüssigkeit bzw. als Lenkgetriebeöl ausgebildet.

25 Das Betätigungselement 102 ist gemäß Fig. 1 als Betätigungskolben 138 ausgebildet
zur hydraulischen Betätigung einer Segmentwelle 140.

In dem Betätigungskolben 138 ist weiter eine zentrale Kugelgewinde-Bohrung 144
angeordnet, in der im montierten Zustand eine Lenkspindel 146 und ein Kugelumlauf
30 148 mit mehreren Kugeln 150 aufgenommen sind, wobei die Lenkspindel 146 ferner ein
Übersetzungsverhältnis aufweist.

Ferner umfasst die Betätigungseinrichtung 100 ein Gehäuse 104, das eine Aufnahme-Öffnung 106 aufweist, in der das Betätigungselement 102 bewegbar aufgenommen ist, wobei das Gehäuse 104 einen Fluid-Anschluss 108 aufweist, mittels dessen die Aufnahme-Öffnung 106 mit unter Druck stehendem Fluid F beaufschlagbar und/oder von unter Druck stehendem Fluid F entlastbar ist.

Zusätzlich oder alternativ kann der Fluid-Anschluss 108 auch Bestandteil eines Lenk-Ventils (nicht in Fig. 1 gezeigt) sein.

Die Aufnahme-Öffnung 106 ist gemäß Fig. 1 als eine abschnittsweise zylindrisch ausgebildete Kolben-Öffnung 142 ausgestaltet, in welcher der Betätigungskolben 138 entlang ihrer Hauptstreckungsachse 124 axial verschiebbar aufgenommen ist.

Die Aufnahme-Öffnung 106 weist bereichsweise eine Aufnahmequerschnitts-Form auf, die an eine Elementquerschnitts-Form des Betätigungselements 102 angepasst ist, so dass das Betätigungselement 102 in der Aufnahme-Öffnung 106 aufgrund des unter Druck stehenden Fluids F bewegbar ist.

Das unter Druck stehende Fluid ist in einem Druckarbeitsraum 152 aufgenommen, der von der Aufnahmeöffnung 106 und einer hydraulischen Wirkfläche 154 des Betätigungskolbens 138 begrenzt ist.

Zwischen Betätigungselement 102 und Aufnahme-Öffnung 106 ist im montierten Zustand ein erster Zwischen-Spalt 110 ausgebildet, der von dem unter Druck stehenden Fluid F mit einem ersten Leckage-Massenstrom durchströmbar ist.

Ferner weist die Aufnahme-Öffnung 106 einen Formabweichungsbereich 112 auf, dessen Form von der Aufnahmequerschnitts-Form der Aufnahme-Öffnung 106 abweicht.

Der Formabweichungsbereich 112 ist jeweils als eine Ausnehmung 134 ausgestaltet.

Die Ausnehmung 134 weist eine Breite, Tiefe und Länge jeweils in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich auf.

5 Zwischen Betätigungselement 102 und Formabweichungsbereich 112 ist im montierten Zustand bereichsweise ein zweiter Zwischen-Spalt 114 ausgebildet, der von dem unter Druck stehenden Fluid F mit einem zweiten Leakage-Massenstrom durchströmbar ist.

Der erste Leakage-Massenstrom und der zweite Leakage-Massenstrom sind unterschiedlich, wobei der zweite Leakage-Massenstrom größer als der erste Leakage-
10 Massenstrom ist.

Die Betätigungseinrichtung 100 umfasst ferner eine Erfassungseinrichtung 116.

Zusätzlich oder alternativ kann die Betätigungseinrichtung 100 mit der
15 Erfassungseinrichtung 116 verbindbar oder verbunden sein.

Erfassungseinrichtung 116 ist eingerichtet zur Erfassung des ersten Leakage-Massenstroms und des zweiten Leakage-Massenstroms.

20 Zusätzlich oder alternativ kann die Erfassungseinrichtung 116 zur Erfassung einer Änderung des ersten Leakage-Massenstroms zu dem zweiten Leakage-Massenstrom und einer Änderung des zweiten Leakage-Massenstroms zu dem Leakage-Massenstrom eingerichtet sein.

25 Die Erfassungseinrichtung 116 ist mit der Aufnahme-Öffnung 106 verbunden oder verbindbar zur Erfassung einer Zustandsgröße in Form einer Fluid-Zustandsgröße, die von dem ersten Leakage-Massenstrom und dem zweiten Leakage-Massenstrom abhängig ist. Ein Beispiel für eine derartige Fluid-Zustandsgröße kann der Fluid-Druck sein.

30

Das Gehäuse 104 ist weiter mittels des Fluid-Anschlusses 108 mit einer Fluidpumpe 118 verbunden zur Beaufschlagung der Aufnahme-Öffnung 106 mit dem unter Druck stehendem Fluid F.

In diesem Fall kann die Zustandsgröße in Form von einer ersten Pumpendrehzahl dem ersten Leakage-Massenstrom zugeordnet sein und in Form einer zweiten Pumpendrehzahl dem zweiten Leakage-Massenstrom zugeordnet sein.

5

Die zweite Pumpendrehzahl ist größer als die erste Pumpendrehzahl.

Gemäß Fig. 1 ist die Fluidpumpe 118 mit einem Elektro-Antriebsmotor 120 zu deren Antrieb drehfest gekoppelt.

10

Dadurch sind die erste Pumpendrehzahl und die zweite Pumpendrehzahl mittels wenigstens einer Drehzahlerfassungs-Einrichtung 122 des Elektro-Antriebsmotors 120 erfassbar.

15 Die Aufnahme-Öffnung 106 bzw. die Kolben-Öffnung 142 weist entlang ihrer Haupterstreckungsachse 124 eine axiale Erstreckungslänge 126 auf, die von einem ersten axialen End-Punkt 128 und einem zweiten axialen End-Punkt 130 begrenzt ist.

Das Betätigungselement 102 bzw. der Betätigungskolben 138 ist entlang der axialen
20 Erstreckungslänge 126 innerhalb des ersten axialen End-Punktes 128 und des zweiten axialen End-Punktes 130 axial verschiebbar.

Alternativ kann die Aufnahme-Öffnung mittels ihres Öffnungs-Radius und ihres Öffnungs-Winkels eine Bogenmaßlänge ausbilden, die von einem ersten radialen End-
25 Punkt und einem zweiten radialen End-Punkt begrenzt ist, wobei das Betätigungselement entlang der Bogenmaßlänge zumindest innerhalb des ersten radialen End-Punktes und des zweiten radialen End-Punktes rotierbar ist (jeweils nicht in Fig. 1 gezeigt).

30 Der Formabweichungsbereich 112 ist entlang der axialen Erstreckungslänge 126 jeweils an dem ersten axialen End-Punkt 128 und an dem zweiten axialen End-Punkt 130 und an einem axialen Zwischen-Punkt 132 zwischen dem ersten axialen End-Punkt 128 und dem zweiten axialen End-Punkt 130 positioniert.

Die Ausnehmung 134 an dem ersten axialen End-Punkt 128 weist eine erste Breite und Länge auf und die Ausnehmung 134 an dem zweiten axialen End-Punkt 130 und/oder an dem axialen Zwischen-Punkt 132 weist eine zweite Breite und Länge auf.

5

Die erste Breite weist eine Breite in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich auf und die erste Länge weist ferner eine Länge in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich auf.

Zudem weist auch die zweite Breite eine Breite in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich auf und entsprechend weist die zweite Länge eine Länge in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich auf.

Die zweite Breite und Länge sind dabei größer als erste Breite und Länge (nicht in Fig. 1 dargestellt).

15

Gemäß Fig. 1 ist lediglich ein axialer Zwischen-Punkt 132 zwischen dem ersten axialen End-Punkt 128 und dem zweiten axialen End-Punkt 130 positioniert. Es kann vorgesehen sein, dass mehrere axiale Zwischen-Punkte 132, beispielsweise 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 oder 20 axiale Zwischen-Punkte 132 zwischen dem ersten axialen End-Punkt 128 und dem zweiten axialen End-Punkt 130 positioniert sind, an denen jeweils ein Formabweichungsbereich 112 angeordnet ist.

Alternativ kann ein Formabweichungsbereich 112 entlang der Bogenmaßlänge jeweils an dem ersten radialen End-Punkt und an dem zweiten radialen End-Punkt und an einem radialen Zwischen-Punkt zwischen dem ersten radialen End-Punkt und dem zweiten radialen End-Punkt positioniert sein (jeweils nicht in Fig. 1 gezeigt).

In diesem Fall ist der Formabweichungsbereich jeweils an dem ersten radialen End-Punkt und an dem zweiten radialen End-Punkt und/oder an dem radialen Zwischen-Punkt positioniert (nicht in Fig. 1 gezeigt).

Ferner weist die Ausnehmung an dem ersten radialen End-Punkt wenigstens eine erste Breite und Länge auf und die Ausnehmung weist an dem zweiten radialen End-Punkt

und/oder an dem radialen Zwischen-Punkt eine zweite Breite und Länge auf (auch nicht in Fig. 1 gezeigt).

Die axiale Erstreckungslänge 126 weist ferner einen Längenwert auf, so dass zwischen
5 dem ersten axialen End-Punkt 128 und dem zweitem axialen End-Punkt 130 eine Längen-Skala ausgebildet ist.

Die Erfassungseinrichtung 116 ist weiter konfiguriert, durch die Erfassung der Änderung
des ersten Leakage-Massenstroms zu dem zweiten Leakage-Massenstrom und/oder
10 umgekehrt, an einem Formabweichungsbereich 112 eine axiale Positionierung des Betätigungselements 102 dem ersten axialen End-Punkt 128 oder dem zweiten axialen End-Punkt 130 oder dem axialen Zwischen-Punkt 132 zuzuordnen.

Im Zusammenwirken mit der Lenkspindel 146 entspricht eine Rotation der Lenkspindel
15 146 um den Lenkwinkel φ aufgrund ihres Übersetzungsverhältnisses einer axialen Verschiebung x des Betätigungskolbens 138.

Dadurch entspricht eine zugeordnete axiale Positionierung des Betätigungskolbens 138
an dem ersten End-Punkt 128 oder dem zweiten End-Punkt 130 oder dem einen oder
20 mehreren Zwischen-Punkten 132 einem ersten End-Lenkwinkel φ_1 , einem zweiten End-Lenkwinkel φ_2 oder einem oder mehreren Zwischenlenkwinkel φ_w .

Im radialen Fall weist die Bogenmaßlänge einem Bogenmaß-Längenwert auf, so dass
zwischen dem ersten radialen End-Punkt und dem zweitem radialen End-Punkt eine
25 Bogenmaßlängen-Skala ausgebildet ist (jeweils nicht in Fig. 1 gezeigt).

Die Erfassungseinrichtung kann diesbezüglich konfiguriert sein, durch die Erfassung der
Änderung des ersten Leakage-Massenstroms zu dem zweiten Leakage-Massenstrom
und/oder umgekehrt, an einem Formabweichungsbereich eine Bogenmaß-
30 Positionierung des Betätigungselements dem ersten radialen End-Punkt oder dem zweiten radialen End-Punkt oder dem radialen Zwischen-Punkt zuzuordnen (jeweils nicht in Fig. 1 gezeigt).

In Fig. 2 sind ferner eine perspektivische Darstellung sowie eine perspektivische Schnittdarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer fluidbetriebenen Betätigungseinrichtung 100 für ein Nutzfahrzeug dargestellt.

- 5 Nachfolgend wird vornehmlich und insbesondere auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und Fig. 2 Bezug genommen.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass die Segmentwelle 140 und das Betätigungselement 102 bzw. der
10 Betätigungskolben 138 als eine Komponente, insbesondere einstückig, vorgesehen sind.

Alternativ ist es vorstellbar, dass die Segmentwelle 140 und der Betätigungskolben 138 bzw. das Betätigungselement 102 kraft- und/oder formschlüssig miteinander verbunden
15 sind, zur zweckmäßigen Ausbildung einer einzelnen bzw. gemeinsamen Komponente.

Im Sinne der Fig. 2 kann das zugehörige Ausführungsbeispiel der Segmentwelle 140 mit dem Betätigungselement 102 bzw. dem Betätigungskolben 138 als eine Wankelmotor-ähnliche Variante, vorzugsweise eines hydraulischen Lenkgetriebes 136,
20 verstanden werden.

Insbesondere können das Betätigungselement 102 und die Segmentwelle 140 in der Aufnahme-Öffnung 106 des Gehäuses 104 angeordnet, vorzugsweise rotatorisch bewegbar gelagert, sein.
25

Der Betätigungskolben 138 bzw. das Betätigungselement 102 können derart ausgebildet sein, dass gegenüber der Innenseite bzw. entlang des Innendurchmessers der Aufnahme-Öffnung 106 der wenigstens eine erste Zwischen-Spalt 110 ausgebildet ist.
30

Entlang der Innenseite der Aufnahme-Öffnung 106 kann wenigstens ein Formabweichungsbereich 112 ausgebildet sein (in Fig. 2 nicht dargestellt), insbesondere gemäß der Darstellung in Fig. 2 beidseitig des Betätigungselement 102.

So ist entlang der Innenkontur bzw. der Innenseite der Aufnahme-Öffnung mittels dem wenigstens einen Formabweichungsbereich 112 eine Abweichung von der Aufnahmequerschnitts-Form der Aufnahme-Öffnung 106 im Sinne der vorliegenden

5 Erfindung bereitstellbar.

Ferner kann auch zumindest abschnitts- bzw. bereichsweise wenigstens ein zweiter Zwischen-Spalt 114 zwischen dem Betätigungselement 102 und dem Formabweichungsbereich 112 ausgebildet sein.

10

Mittels des unter Druck stehenden Fluids F ist ein Leckage-Massenstrom im Sinne der vorliegenden Erfindung bereitstellbar.

Innerhalb der Aufnahme-Öffnung 106 des Gehäuses 102 kann das Betätigungselement 102 beidseitig mit einem unter Druck stehenden Fluid beaufschlagt werden, wobei das Betätigungselement 102 in beide Richtungen um die Rotationsachse Y bewegbar bzw. rotierbar ist.

15

20

BEZUGSZEICHENLISTE

	100	fluidbetriebene Betätigungseinrichtung
	102	Betätigungselement
5	104	Gehäuse
	106	Aufnahme-Öffnung
	108	Fluid-Anschluss
	110	erster Zwischen-Spalt
	112	Formabweichungsbereich
10	114	zweiter Zwischen-Spalt
	116	Erfassungseinrichtung
	118	Fluidpumpe
	120	Elektro-Antriebsmotor
	122	Drehzahlerfassungs-Einrichtung
15	124	Haupterstreckungsachse
	126	axiale Erstreckungslänge
	128	erster axialer End-Punkt
	130	zweiter axialer End-Punkt
	132	axialer Zwischen-Punkt
20	134	Ausnehmung
	136	hydraulisches Lenkgetriebe
	138	Betätigungskolben
	140	Segmentwelle
	142	zumindest abschnittsweise zylindrisch ausgebildete Kolben-Öffnung
25	144	zentrale Kugelgewinde-Bohrung
	146	Lenkspindel
	148	Kugelumlauf
	150	Kugeln
	152	Druckarbeitsraum
30	154	hydraulische Wirkfläche
	F	Fluid
	x	axiale Verschiebung

	Y	Rotationsachse
	φ	Lenkwinkel
	φ_1	erster End-Lenkwinkel
	φ_2	zweiter End-Lenkwinkel
5	φ_w	Zwischenlenkwinkel

PATENTANSPRÜCHE

1. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) zur Umwandlung wenigstens einer Fluid-Druckkraft in wenigstens eine mechanische Betätigungskraft und/oder in
- 5 wenigstens ein mechanisches Betätigungs-drehmoment, insbesondere für ein Nutzfahrzeug, umfassend:
- wenigstens ein Betätigungselement (102) zur Umwandlung wenigstens einer Fluid-Druckkraft in wenigstens eine mechanische Betätigungskraft und/oder in wenigstens ein mechanisches Betätigungs-drehmoment, und
 - 10 - wenigstens ein Gehäuse (104), das wenigstens eine Aufnahme-Öffnung (106) aufweist, in der das Betätigungselement (102) bewegbar aufgenommen ist, wobei das Gehäuse (104) wenigstens einen Fluid-Anschluss (108) aufweist, mittels dessen die Aufnahme-Öffnung (106) mit unter Druck stehendem Fluid (F) beaufschlagbar und/oder von unter Druck stehendem Fluid (F) entlastbar ist; wobei
 - 15 die Aufnahme-Öffnung (106) wenigstens bereichsweise eine Aufnahmequerschnitts-Form aufweist, die an wenigstens eine Elementquerschnitts-Form des Betätigungselements (102) angepasst ist, so dass das Betätigungselement (102) in der Aufnahme-Öffnung (106) aufgrund des unter Druck stehenden Fluids (F) bewegbar ist; wobei
 - 20 zwischen Betätigungselement (102) und Aufnahme-Öffnung (106) im montierten Zustand wenigstens ein erster Zwischen-Spalt (110) ausgebildet ist, der von dem unter Druck stehenden Fluid (F) mit einem ersten Leakage-Massenstrom durchströmbar ist; wobei
 - 25 die Aufnahme-Öffnung (106) wenigstens einen Formabweichungsbereich (112) aufweist, dessen Form von der Aufnahmequerschnitts-Form der Aufnahme-Öffnung (106) abweicht; und wobei
 - zwischen Betätigungselement (102) und Formabweichungsbereich (112) im montierten Zustand zumindest bereichsweise wenigstens ein zweiter Zwischen-Spalt (114) ausgebildet ist, der von dem unter Druck stehenden Fluid (F) mit einem zweiten
 - 30 Leakage-Massenstrom durchströmbar ist.
2. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der erste Leckage-Massenstrom und der zweite Leckage-Massenstrom unterschiedlich sind, wobei insbesondere der zweite Leckage-Massenstrom größer als der erste Leckage-Massenstrom ist.

- 5 3. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Betätigungseinrichtung (100) eine Erfassungseinrichtung (116) umfasst und/oder mit
einer Erfassungseinrichtung (116) verbindbar oder verbunden ist zur Erfassung:
- des ersten Leckage-Massenstroms und/oder des zweiten Leckage-Massenstroms;
10 und/oder
 - wenigstens einer Änderung des ersten Leckage-Massenstroms zu dem zweiten
Leckage-Massenstrom; und/oder
 - wenigstens einer Änderung des zweiten Leckage-Massenstroms zu dem Leckage-
Massenstrom.
- 15
4. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erfassungseinrichtung (116) mit der Aufnahme-Öffnung (106) verbunden oder
verbindbar ist zur Erfassung wenigstens einer Zustandsgröße, insbesondere Fluid-
20 Zustandsgröße, die von dem ersten Leckage-Massenstrom und dem zweiten Leckage-
Massenstrom abhängig ist.
5. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 das Gehäuse (104) mittels des Fluid-Anschlusses (108) mit wenigstens einer
Fluidpumpe (118) verbindbar oder verbunden ist zur Beaufschlagung der Aufnahme-
Öffnung (106) mit dem unter Druck stehendem Fluid (F); wobei
die Zustandsgröße in Form von wenigstens einer ersten Pumpendrehzahl dem ersten
Leckage-Massenstrom zugeordnet ist und in Form einer zweiten Pumpendrehzahl dem
30 zweiten Leckage-Massenstrom zugeordnet ist.
6. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Fluidpumpe (118) mit wenigstens einem Elektro-Antriebsmotor (120) zu deren Antrieb drehfest gekoppelt ist, so dass die erste Pumpendrehzahl und die zweite Pumpendrehzahl mittels wenigstens einer Drehzahlerfassungs-Einrichtung (122) des Elektro-Antriebsmotors (120) erfassbar sind.

5

7. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

10 die Aufnahme-Öffnung (106) entlang ihrer Haupterstreckungsachse (124) eine axiale Erstreckungslänge (126) aufweist, die von einem ersten axialen End-Punkt (128) und einem zweiten axialen End-Punkt (130) begrenzt ist, wobei das Betätigungselement (102) entlang der axialen Erstreckungslänge (126) innerhalb des ersten axialen End-Punktes (128) und des zweiten axialen End-Punktes (130) axial verschiebbar ist; und/oder wobei

15 die Aufnahme-Öffnung (106) mittels ihres Öffnungs-Radius und ihres Öffnungs-Winkels eine Bogenmaßlänge ausbildet, die von einem ersten radialen End-Punkt und einem zweiten radialen End-Punkt begrenzt ist, wobei das Betätigungselement (102) entlang der Bogenmaßlänge zumindest innerhalb des ersten radialen End-Punktes und des zweiten radialen End-Punktes rotierbar ist.

20

8. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

25 ein Formabweichungsbereich (112) entlang der axialen Erstreckungslänge (126) jeweils an dem ersten axialen End-Punkt (128) und/oder an dem zweiten axialen End-Punkt (130) und/oder an einem axialen Zwischen-Punkt (132) zwischen dem ersten axialen End-Punkt (128) und dem zweiten axialen End-Punkt (130) positioniert ist; und/oder wobei

30 ein Formabweichungsbereich (112) entlang der Bogenmaßlänge jeweils an dem ersten radialen End-Punkt und/oder an dem zweiten radialen End-Punkt und/oder an einem radialen Zwischen-Punkt zwischen dem ersten radialen End-Punkt und dem zweiten radialen End-Punkt positioniert ist.

9. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 7 oder Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die axiale Erstreckungslänge (126) einen Längenwert aufweist, so dass zwischen dem ersten axialen End-Punkt (128) und dem zweiten axialen End-Punkt (130) eine Längen-Skala ausgebildet ist, wobei die Erfassungseinrichtung (116) konfiguriert ist,
- 5 durch die Erfassung der Änderung des ersten Leckage-Massenstroms zu dem zweiten Leckage-Massenstrom und/oder umgekehrt, an einem Formabweichungsbereich (112) eine axiale Positionierung des Betätigungselements (102) dem ersten axialen End-Punkt (128) oder dem zweiten axialen End-Punkt (130) oder dem axialen Zwischen-Punkt (132) zuzuordnen; und/oder wobei
- 10 die Bogenmaßlänge einem Bogenmaß-Längenwert aufweist, so dass zwischen dem ersten radialen End-Punkt und dem zweiten radialen End-Punkt eine Bogenmaßlängen-Skala ausgebildet ist, wobei die Erfassungseinrichtung (116) konfiguriert ist, durch die Erfassung der Änderung des ersten Leckage-Massenstroms zu dem zweiten Leckage-Massenstrom und/oder umgekehrt, an einem
- 15 Formabweichungsbereich (112) eine Bogenmaß-Positionierung des Betätigungselements (102) dem ersten radialen End-Punkt oder dem zweiten radialen End-Punkt oder dem radialen Zwischen-Punkt zuzuordnen.

10. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Formabweichungsbereich (112) als wenigstens eine Ausnehmung (134) ausgestaltet ist.

- 25 11. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Formabweichungsbereich (112) jeweils an dem ersten axialen End-Punkt (128) und an dem zweiten axialen End-Punkt (130) und/oder an dem axialen Zwischen-Punkt (132) positioniert ist, wobei
- 30 die Ausnehmung (134) an dem ersten axialen End-Punkt (128) wenigstens eine erste Breite und/oder Länge aufweist, und wobei

die Ausnehmung (134) an dem zweiten axialen End-Punkt (130) und/oder an dem axialen Zwischen-Punkt (132) wenigstens eine zweite Breite und/oder Länge aufweist; und/oder wobei

der Formabweichungsbereich (112) jeweils an dem ersten radialen End-Punkt und an

5 dem zweiten radialen End-Punkt und/oder an dem radialen Zwischen-Punkt positioniert ist, wobei

die Ausnehmung (134) an dem ersten radialen End-Punkt wenigstens eine erste Breite und/oder Länge aufweist, und wobei

die Ausnehmung (134) an dem zweiten radialen End-Punkt und/oder an dem radialen

10 Zwischen-Punkt wenigstens eine zweite Breite und/oder Länge aufweist.

12. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 die erste Breite eine Breite in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich aufweist und/oder die erste Länge eine Länge in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich aufweist; und/oder wobei

die zweite Breite eine Breite in einem einstelligen oder zweistelligen μm -Bereich aufweist und/oder die zweite Länge eine Länge in einem einstelligen oder zweistelligen

20 μm -Bereich aufweist.

13. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

25 das Fluid (F) als Hydraulikflüssigkeit ausgebildet ist und die fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) als hydraulisches Lenkgetriebe (136) für ein Kraftfahrzeug, insbesondere hydraulisches Kugelumlaufspindel-Lenkgetriebe für ein Nutzfahrzeug, ausgebildet ist; wobei

das Betätigungselement (102) als Betätigungskolben (138) ausgebildet ist zur

30 hydraulischen Betätigung wenigstens einer Segmentwelle (140); und wobei

die Aufnahme-Öffnung (106) als eine zumindest abschnittsweise zylindrisch ausgebildete Kolben-Öffnung (142) ausgestaltet ist, in welcher der Betätigungskolben (138) entlang ihrer Haupterstreckungsachse (124) axial verschiebbar aufgenommen ist.

14. Fluidbetriebene Betätigungseinrichtung (100) nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

in dem Betätigungskolben (138) eine zentrale Kugelgewinde-Bohrung (144) angeordnet

5 ist, in der im montierten Zustand wenigstens eine Lenkspindel (146) und wenigstens ein Kugelumlauf (148) mit mehreren Kugeln (150) aufgenommen sind, wobei die

Lenkspindel (146) ein Übersetzungsverhältnis aufweist, wodurch eine Rotation der

Lenkspindel (146) um den Lenkwinkel φ aufgrund ihres Übersetzungsverhältnisses

einer axialen Verschiebung x des Betätigungskolbens (138) entspricht, so dass eine

10 zugeordnete axiale Positionierung des Betätigungskolbens (138) an dem ersten End-

Punkt (128) oder dem zweiten End-Punkt (130) oder dem Zwischen-Punkt (132) einem

ersten End-Lenkwinkel φ_1 , einem zweiten End-Lenkwinkel φ_2 oder einem

Zwischenlenkwinkel φ_w entspricht.

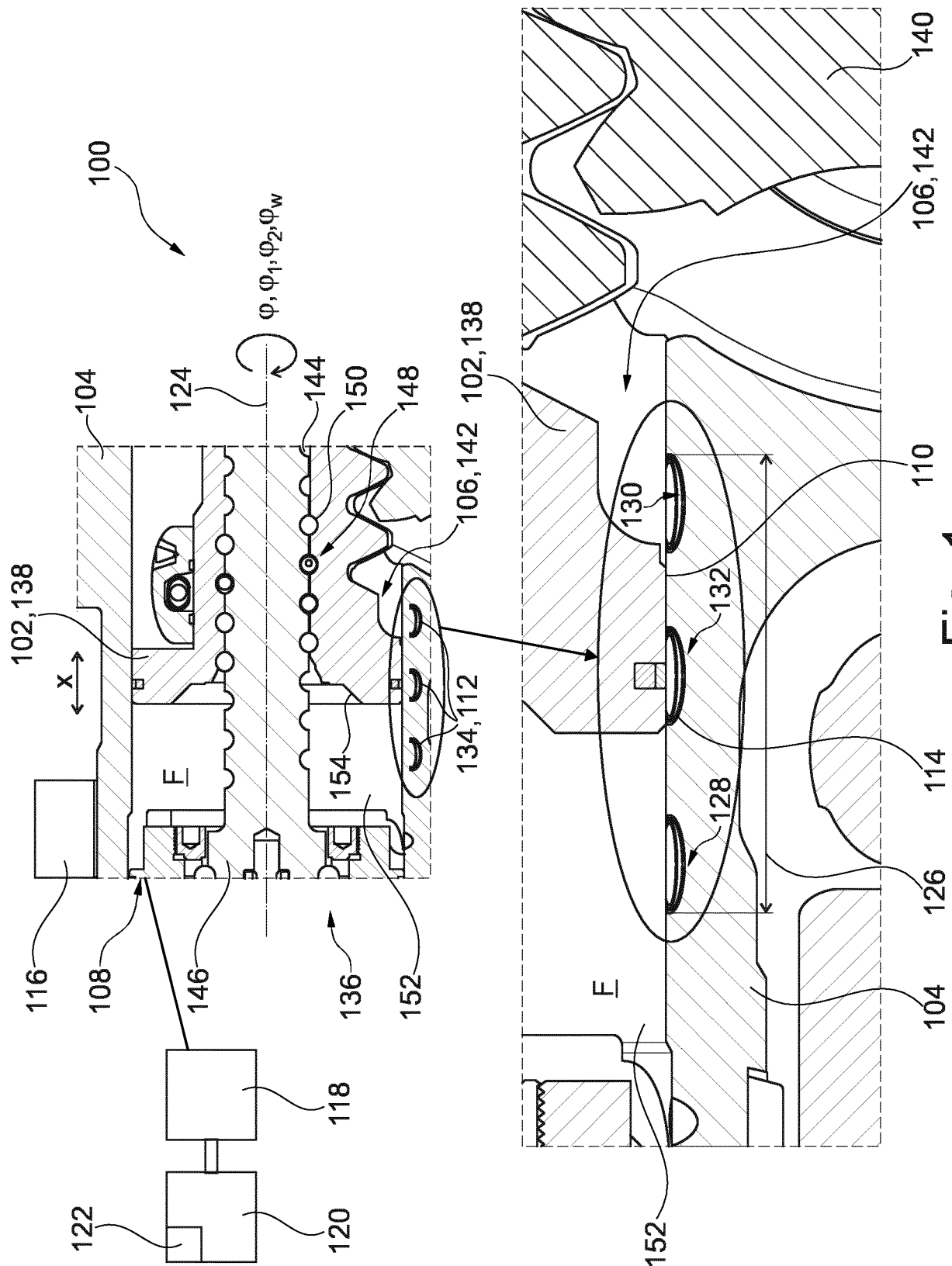


Fig. 1

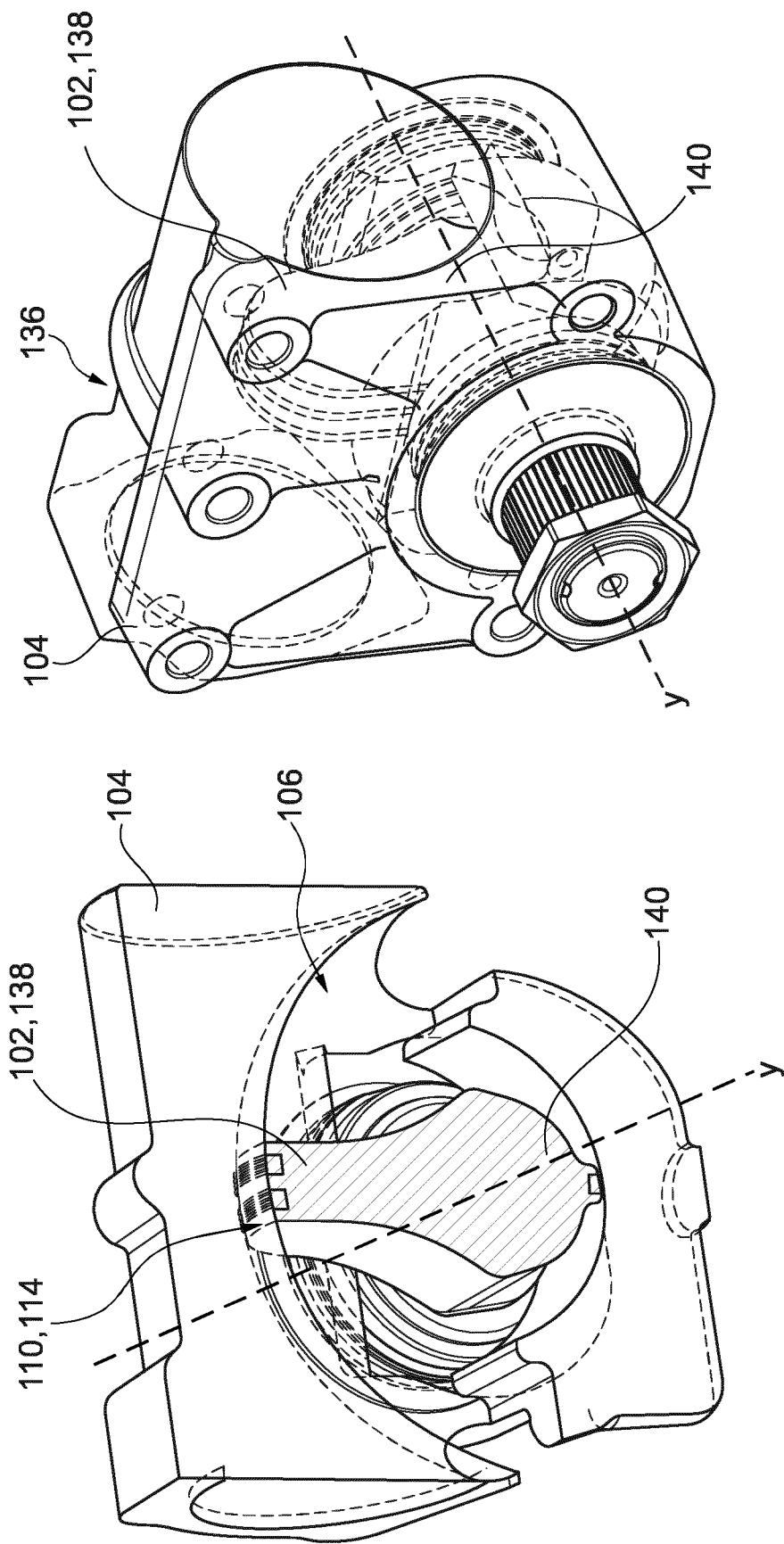


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/073510

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B62D 5/065**(2006.01)i; **B62D 5/24**(2006.01)i; **B62D 15/02**(2006.01)i; **F15B 15/00**(2006.01)i; **B62D 5/06**(2006.01)i

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)

B62D; F15B

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 102005035633 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]) 23 March 2006 (2006-03-23) paragraphs [0064] - [0072]; figures	1,2,7,8,10-14 3-6,9
X A	DE 102006004724 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 09 August 2007 (2007-08-09) paragraphs [0006] - [0013]; figures	1,2,7,8,10-14 3-6,9
X	KR 20050054743 A (KIA MOTORS CORP [KR]) 10 June 2005 (2005-06-10) figure 4	1.2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family 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 application or patent 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

25 October 2024

Date of mailing of the international search report

06 November 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Areal Calama, A

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/073510

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102005035633	A1	23 March 2006	NONE	
DE	102006004724	A1	09 August 2007	NONE	
KR	20050054743	A	10 June 2005	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES					
INV.	B62D5/065	B62D5/24	B62D15/02	F15B15/00	B62D5/06
ADD.					
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC					
B. RECHERCHIERTE GEBIETE					
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B62D F15B					
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					
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN					
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile				Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2005 035633 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]) 23. März 2006 (2006-03-23)				1,2,7,8, 10-14
A	Absätze [0064] - [0072]; Abbildungen				3-6,9

X	DE 10 2006 004724 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9. August 2007 (2007-08-09)				1,2,7,8, 10-14
A	Absätze [0006] - [0013]; Abbildungen				3-6,9

X	KR 2005 0054743 A (KIA MOTORS CORP [KR]) 10. Juni 2005 (2005-06-10)				1,2
Abbildung 4					

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie					
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" 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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum 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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist					
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche			Absendedatum des internationalen Recherchenberichts		
25. Oktober 2024			06/11/2024		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016			Bevollmächtigter Bediensteter Areal Calama, A		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/073510

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005035633 A1	23-03-2006	KEINE	
DE 102006004724 A1	09-08-2007	KEINE	
KR 20050054743 A	10-06-2005	KEINE	