(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2022 210 559 B3** 2024.03.28

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2022 210 559.1**
(22) Anmeldetag: **06.10.2022**
(43) Offenlegungstag: **–**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **28.03.2024**

(51) Int Cl.: ***F16H 25/20*** (2006.01)
E02F 3/42 (2006.01)
E02F 9/22 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung, 70469 Stuttgart, DE

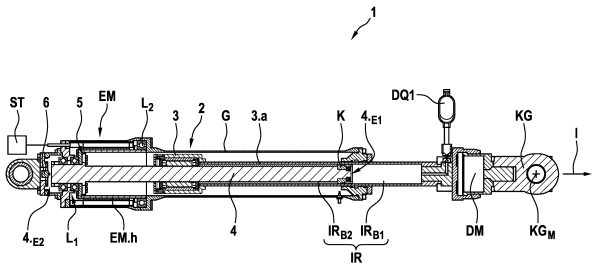
(72) Erfinder:
Goldbach, Michael, 97816 Lohr, DE; Knoell, Marco, 97775 Burgsinn, DE; Knoell, Reiner, 97775 Burgsinn, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**10 2008 010 249**	**B4**
DE	**10 2008 007 793**	**A1**
DE	**10 2010 012 635**	**A1**
DE	**10 2014 224 257**	**A1**
DE	**10 2020 212 703**	**A1**
DE	**20 2022 101 057**	**U1**
CN	**1 08 755 794**	**B**
CN	**1 07 089 629**	**B**

(54) Bezeichnung: **Linearaktuator**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Linearaktuator (1) mit einem Gewindetrieb (2), der eine Gewindemutter (3), welche mit einem Auslegerrohr (3.a) verbunden ist, und eine Gewindespindel (4) aufweist, welche mit einem Motor (EM) zur Drehmomentübertragung gekoppelt oder koppelbar ist, so dass durch eine Drehung der Gewindespindel (4) die Gewindemutter (3) und das Auslegerrohr (3a) linearbeweglich sind, und ein erstes Ende ($4._{E1}$) der Gewindespindel (4), gleich, in welcher Stellung sich das Auslegerrohr (3a) befindet, in das Auslegerrohr (3a) hineinragt und mit einem Kolben (K) verbunden ist, welcher einen mittels des Auslegerrohres (3a) gebildeten Innenraum (IR) in einen sich auf der der Gewindemutter (3) gegenüberliegenden Seite des Kolbens (K) ausbildenden ersten und einen der Gewindemutter (3) zugewandten Seite des Kolbens (K) ausbildenden zweiten Bereich (IR_{B1}, IR_{B2}) derart unterteilt, so dass der erste und der zweite Bereich (IR_{B1}, IR_{B2}) fluiddicht voneinander abgegrenzt sind.
Eine Entlastung des Gewindetriebes ist verbessert, indem der erste Bereich (IR_{B1}) des Innenraums (IR) des Auslegerrohrs (3a) an eine erste Druckquelle (DQ_1), insbesondere einen Druckspeicher, angeschlossen ist, um mittels der ersten Druckquelle (DQ_1) einen bestimmten Entlastungsdruck im ersten Bereich erzeugen (IR_{B1}) zu können.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linearaktuator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, insbesondere einen Linearaktuator mit einem Gewindetrieb, der eine Gewindemutter, welche mit einem Auslegerrohr verbunden ist, und eine Gewindespindel aufweist, welche mit einem Motor zur Drehmomentübertragung gekoppelt oder koppelbar ist, so dass durch eine Drehung der Gewindespindel die Gewindemutter und das Auslegerrohr linearbeweglich sind. Ein erstes Ende der Gewindespindel ragt, gleich, in welcher Stellung sich das Auslegerrohr befindet, in das Auslegerrohr hinein und ist mit einem Kolben verbunden. Der Kolben unterteilt einen mittels des Auslegerrohres gebildeten Innenraum in einen sich auf der der Gewindemutter gegenüberliegenden Seite des Kolbens ausbildenden ersten und einen der Gewindemutter zugewandten Seite des Kolbens ausbildenden zweiten Bereich derart, so dass der erste und der zweite Bereich fluiddicht voneinander abgegrenzt sind.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die Länge der Linearaktuatoren der vorstehend genannten Bauart ist veränderlich. In einem maximal ausgefahrenen Zustand weist der Linearaktuator seine maximale Länge auf, welche insbesondere zwischen zwei auf einander gegenüberliegenden Seiten des Linearaktuators angeordneten Gelenken, insbesondere deren Gelenkmittelpunkten, gemessen wird. In einem maximal eingefahrenen Zustand weist der Linearaktuator seine minimale Länge auf.

Stand der Technik

[0003] Aus der DE 10 2020 212 703 A1 ist ein Linearaktuator mit einer als Kolben ausgeführten Spindelendabstützung bekannt, die den Innenraum des Auslegerrohrs abdichtet und in den der Gewindemutter gegenüberliegenden Seite des Kolbens ausgebildeten ersten und den der Gewindemutter zugewandten Seite des Kolbens ausgebildeten zweiten Bereich unterteilt. Ein Schmieröl ist im zweiten Bereich angeordnet, um den vorzugsweise als Planetengewindetrieb ausgeführten Gewindetrieb zu schmieren und/oder zu kühlen. Das Auslegerrohr weist am vom Gehäuse abgewandten Ende und somit angrenzend zum ersten Bereich des Innenraumes einen Belüftungsdurchbruch auf, so dass im ersten Bereich des Innenraums der Druck außerhalb des Linearaktuators herrscht, gleich, in welcher Stellung sich das Auslegerrohr befindet. Der zweite Bereich des Innenraums ist teilweise mit dem Schmieröl gefüllt, wobei er im Übrigen mit einem Gas gefüllt ist. Mit dem komprimierbaren Gas kann der Volumenänderung des zweiten Bereichs Rechnung getragen werden. Der fluiddichte Kolben verhindert, dass das Schmieröl aus dem Linearaktuator austritt. Der zweite Bereich des Innenraums ist vorzugsweise fluiddicht verschlossen. Es ist demgegenüber denkbar, dass der zweite Bereich über ein Ventil mit der Umgebung in Fluidaustauschverbindung steht, wobei das Ventil so eingerichtet ist, dass es den Druck im zweiten Bereich nach oben begrenzt, wobei es keine Flüssigkeit durchlässt.

[0004] Da der zweite Bereich in einer Vielzahl von Stellungen des Auslegerrohrs von dem Gehäuse umschlossen ist, ist eine Ausbildung eines solches Ventils nur unter hohem konstruktivem Aufwand umzusetzen, da zum Anschluss des Ventils eine Strömungsverbindung von dem mittels des beweglichen Auslegerrohrs ausgebildeten zweiten Bereich und dem demgegenüber feststehenden Gehäuse ausgebildet werden muss. Weiterhin können sich axiale Stöße oder allgemein hohe axiale Kräfte auf den Linearaktuator negativ auf die Funktion des Gewindetriebs auswirken. Durch solche axialen Stöße oder hohe axiale Kräfte ist der Gewindetrieb beschädigbar oder das Schmieröl von den Berührungsflächen zwischen Gewindespindel und Gewindemutter wegdrückbar, so dass dann keine ausreichende Schmierung mehr gewährleistet ist.

[0005] Weiterhin sind im Stand der Technik elektrisch und hydraulisch betreibbare Linearaktuatoren bekannt, bei welchen die Gewindemutter des Linearaktuators als Kolben für eine hydraulische Entlastung genutzt wird. Der zum Antrieb der Gewindespindel genutzte Elektromotor ist dabei üblicherweise außerhalb des Gehäuses des Linearaktuators angeordnet, um eine einfache hydraulische Beaufschlagung der als Kolben ausgeführten Gewindemutter von beiden Seiten aus zu ermöglichen.

[0006] Aus der CN 1 07 089 629 B und der CN 1 08 755 794 B sind verschiedene Kombinationen von jeweils separat ausgeführten elektrischen und hydraulischen Linearaktuatoren zur Bewegung eines Bewegungsmechanismus zum Beispiel eines Baggerarms bekannt. Ein jeder elektrischer oder hydraulischer Zylinder weist dabei ein separates Gehäuse auf.

[0007] Insgesamt ist für eine solche Kombination aus mehreren Linearaktuatoren ein großer Bauraum notwendig. Weiterhin greifen die elektrischen und hydraulischen Linearaktuatoren an verschiedenen Lagerpunkten an dem Bewegungsmechanismus an, so dass aufgrund der zwischen den Lagerpunkten ausgebildeten Abstände Querkräfte zwischen den Linearaktuatoren auftreten können.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Linearaktuator bereitzustellen, wel-

cher die Probleme des Stands der Technik reduziert oder beseitigt. Insbesondere soll eine Entlastung des Gewindetriebs verbessert werden.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen Linearaktuator gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Genauer wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der erste Bereich des Innenraums des Auslegerrohrs an eine erste Druckquelle, insbesondere einen Druckspeicher, angeschlossen ist, um mittels der ersten Druckquelle einen bestimmten Entlastungsdruck im ersten Bereich erzeugen zu können.

[0012] Der Entlastungsdruck wirkt dabei in vorteilhafter Weise im Wesentlichen in Axialrichtung auf die Gewindespindel und/oder den mit der Gewindespindel verbundenen Kolben. Somit ist der Gewindetrieb besonders gut gegenüber solchen Kräften entlastbar, welche auf den Gewindetrieb eben auch in dieser Axialrichtung aber entgegengesetzt zur mittels des Entlastungsdrucks erzeugten Kraft wirken. Durch die Entlastung des Gewindetriebs kann der Linearaktuator von außen höheren Kräften, insbesondere Stößen, ausgesetzt werden, ohne dass der Gewindetrieb Schaden nimmt. Insbesondere können übliche Schäden wie ein Fressen erfolgreich vermieden werden. Der Anschluss des ersten Bereiches an die erste Druckquelle ist weiterhin konstruktiv einfach durchführbar, da ein kleiner Teil des Auslegerrohres auch in einem maximal eingefahrenen Zustand des Linearaktuators noch aus dem Gehäuse herausragt, wobei der Anschluss dann vorzugsweise in diesem aus dem Gehäuse herausragendem Bereich erfolgt. Der erste Bereich wird bevorzugt mittels eines Schlauches an die erste Druckquelle angeschlossen, um die Bewegung des Auslegerrohres ausgleichen zu können.

[0013] Bevorzugt ist / sind die Gewindemutter oder daran angrenzende Bauteile als fluiddichter Ringkolben ausgeführt oder die Gewindemutter weist einen solchen fluiddichten Ringkolben auf, welcher einen zwischen einem Gehäuse des Linearaktuators und dem Auslegerohr ausgebildeten Ringfluidraum fluiddicht begrenzt.

[0014] Das Auslegerrohr ist in dem Bereich, in welchem es aus dem Gehäuse herausragt, vorzugsweise mittels eines Gleitlagers in dem Gehäuse geführt. Der Ringfluidraum wird dann auf der dem Ringkolben gegenüberliegenden Seite mittels eines solchen Gleitlagers begrenzt, welches dazu auch fluiddicht ausgeführt ist.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform des Linearaktuators ist der Ringfluidraum mit Druck vorzugsweise mittels einer zweiten Druckquelle beaufschlagbar.

[0016] Somit ist auch die Gewindemutter mit einem Druck beaufschlagbar, um den Gewindetrieb zu entlasten. Der Druck wirkt dabei in vorteilhafter Weise im Wesentlichen in Axialrichtung auf die Gewindemutter bzw. den Ringkolben. Somit ist der Gewindetrieb besonders gut gegenüber solchen Kräften entlastbar, welche auf den Gewindetrieb eben auch in dieser Axialrichtung aber entgegengesetzt zur mittels des Drucks erzeugten Kraft wirken. Der Anschluss des Ringfluidraums an die zweite Druckquelle ist weiterhin auch konstruktiv einfach durchführbar, da dieser Anschluss an einem Außenumfang des Gehäuses erfolgen kann und da weiterhin keine Relativbewegung zwischen dem Gehäuse und der zweite Druckquelle im Betrieb des Linearaktuators erfolgt.

[0017] Vorteilhafterweise ist der Linearaktuator in folgenden vier Quadranten betreibbar:

- in einem ersten Quadranten wird das Auslegerrohr mittels von dem Motor bereitgestellter Energie aus dem Gehäuse entgegen einer auf das Auslegerrohr zum Gehäuse hin wirkenden Kraft herausgefahren;

- in einem zweiten Quadranten wird das Auslegerrohr mittels einer auf das Auslegerrohr zum Gehäuse hin wirkenden Kraft in das Gehäuse hineingefahren, währenddessen mittels des Motors Energie rekuperierbar ist;

- in einem dritten Quadranten wird das Auslegerrohr mittels von dem Motor bereitgestellter Energie in das Gehäuse entgegen einer auf das Auslegerrohr vom Gehäuse weg wirkenden Kraft hineingefahren;

- in einem vierten Quadranten wird das Auslegerrohr mittels einer auf das Auslegerrohr vom Gehäuse weg wirkenden Kraft aus dem Gehäuse herausgefahren, währenddessen mittels des Motors Energie rekuperierbar ist.

[0018] Der Linearaktuator ist somit besonders flexibel, also in besonders großen Bereich von Betriebszuständen einsetzbar, wobei ein jeder Quadrant jeweils einen Teil des gesamten Bereichs von Betriebszuständen repräsentiert. Der Motor ist vorzugsweise als Elektromotor ausgeführt. Ein solcher Elektromotor ist weiter bevorzugt in dem Gehäuse des Linearaktuators angeordnet. Ein solcher Elektromotor ist insbesondere auch als Generator betreibbar, so dass während des Betriebs des Linearaktuators in dem zweiten und vierten Quadranten Strom erzeugbar ist.

[0019] Weiter bevorzugt ist der erste Bereich mittels der ersten Druckquelle und einer Steuereinrichtung

des Linearaktuators bei Betrieb des Linearaktuators in dem ersten und dem zweiten Quadranten mit dem Entlastungsdruck beaufschlagbar, um eine zwischen der Gewindespindel und der Gewindemutter wirkenden Anlagekraft zu reduzieren.

[0020] In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform des Linearaktuators ist der Ringfluidraum bei Betrieb des Linearaktuators in dem dritten und dem vierten Quadranten mittels der Steuereinrichtung und vorzugsweise mittels der zweiten Druckquelle mit Druck beaufschlagbar, um die zwischen der Gewindespindel und der Gewindemutter wirkenden Anlagekraft zu reduzieren.

[0021] Somit ist sichergestellt, dass in allen vier Quadranten der Gewindetrieb entlastet wird, und die mittels der Drücke auf die Gewindespindel oder die Gewindemutter erzeugten Kräfte entgegengesetzt zur „von außen“ über das Auslegerrohr auf den Gewindetrieb wirkenden Kraft wirken.

[0022] Vorzugsweise ist ein Dämpfungselement zur Dämpfung von axialen Stößen an dem dem Gehäuse abgewandten Ende des Auslegerrohres und zwischen dem dem Gehäuse abgewandten Ende des Auslegerrohres und einem Kugelgelenk angeordnet, dessen Gelenkmittelpunkt mit der Längsachse der Gewindespindel zusammenfällt.

[0023] Somit ist der Schutz des Linearaktuators vor axialen Stößen weiter verbessert. Das Dämpfungselement ist vorzugsweise als mechanisches Dämpfungselement mit zumindest einem Ringfederpaket ausgeführt, bei welchem die Stoßenergie durch Reibung zwischen aufeinanderliegenden Ringen in Wärme umgesetzt wird.

[0024] Bevorzugterweise ist das dem Gehäuse abgewandte Ende des Auslegerrohres fest mit einem am Dämpfungselement vorbeiführenden Abstützelement verbunden oder das dem Gehäuse abgewandte Ende des Auslegerrohres weist ein solches Abstützelement auf. Das Abstützelement weist einen in Längsrichtung beweglich gelagerten Gleitstein zur Aufnahme eines einen Gelenkkopf des Kugelgelenks durchsetzenden Bolzens auf, so dass das Auslegerrohr bezüglich einer Drehung um die Längsachse der Gewindespindel am Bolzen abstützbar ist.

[0025] Durch die Bewegung des Gleitsteins ist auch der Bolzen in Axialrichtung bewegbar, wenn das Dämpfungselement aufgrund von axialen Kräften gestaucht wird. Dabei bleibt in jeder Stellung des Bolzens die Abstützung des Auslegerrohrs erhalten. Diese Abstützung ist notwendig, um die Relativbewegung zwischen der Gewindespindel und der Baueinheit aus der Gewindemutter und des Auslegerrohrs zu ermöglichen. Man könnte somit auch sagen, dass der Einsatz des Dämpfungselementes erst durch den mittels des Gleitstein beweglichen Bolzen ermöglicht wird.

[0026] Die Gewindespindel ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Linearaktuators über eine drehfeste Verbindung an eine Hohlwelle des als Elektromotor ausgeführten Motors gekoppelt.

[0027] Die Hohlwelle, die drehfeste Verbindung und die Gewindespindel bilden vorzugsweise eine biegesteife rotierbare Baugruppe, dessen Lagerung wegen der biegesteifen Ausführung lediglich mit zwei Lagerstellen im Gehäuse erfolgen kann.

[0028] Weiter bevorzugt ist in einem (maximal) eingezogenen Zustand des Auslegerrohres die Gewindemutter zumindest abschnittsweise vorzugsweise komplett im Innern der Hohlwelle angeordnet.

[0029] Da die Gewindemutter im eingezogenen Zustand von der Hohlwelle und diese wiederum von Spulen des Elektromotors umfasst ist, wird der axiale Bauraum des Elektromotors für den Hub des Linearaktuators genutzt, d.h. das Auslegerrohr kann weiter eingefahren werden. Damit ist das Verhältnis der Länge des Linearaktuators bei ausgefahrenem Zustand zur Länge bei eingefahrenem Zustand maximiert.

[0030] In einer weiteren, alternativen Ausführungsform des Linearaktuators sind eine Haltebremse für die Gewindespindel und eine erste Drehlagerung zur Lagerung der Gewindespindel an dem Gehäuse des Linearaktuators im Innern der Hohlwelle angeordnet.

[0031] Auf diese Weise wird eine besonders kompakte Anordnung der Haltebremse, der ersten Drehlagerung und der Hohlwelle zueinander erreicht. Insbesondere sind diese Bauteile auf besonders kurzer axialer Baulänge anordnenbar. Insbesondere ist somit eine axiale Baulänge des elektromechanischen Linearaktuators im maximal eingefahrenen Zustand minimiert. Man könnte auch sagen, dass die Baulänge des Elektromotors dann nicht in die Baulänge des Linearaktuators miteingeht. Mit der Anordnung der Haltebremse und der ersten Drehlagerung innerhalb der Hohlwelle ist gemeint, dass die Haltebremse und die erste Drehlagerung mit ihrem Außenumfang zumindest teilweise vorzugsweise vollständig einem Innenumfang der Hohlwelle zugewandt sind. Man könnte auch sagen, dass die Haltebremse und die erste Drehlagerung zumindest teilweise vorzugsweise vollständig zwischen zwei einander gegenüberliegenden Stirnseiten der Hohlwelle angeordnet sind. Die Hohlwelle ist vorzugsweise Teil eines Rotors des Elektromotors und weist somit am Außenumfang Permanentmagnete oder Spulen auf. Das Gehäuse des Linearaktuators ist vorzugsweise auch als das Gehäuse des Elektromo-

tors ausgeführt und weist somit am Innenumfang Spulen oder Permanentmagnete auf. Der Elektromotor ist auf verschiedene Arten ausführbar.

[0032] Zusammenfassend ist ein solcher Linearaktuator zu vielfältigen Anwendungen geeignet, wie z.B. zur Bewegung von Teilen eines Baggerarms oder Telehandlers.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0033] Im Nachfolgenden werden bevorzugte Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren näher dargestellt.

Fig. 1a zeigt schematisch einen Linearaktuator nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung in einer dreidimensionalen Ansicht.

Fig. 1b zeigt eine schematische Schnittdarstellung des Linearaktuators nach **Fig.** 1a.

Fig. 2a zeigt schematisch einen Linearaktuator nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung in einer dreidimensionalen Ansicht.

Fig. 2b zeigt eine schematische Schnittdarstellung des Linearaktuators nach **Fig.** 2a.

Fig. 3 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung eine weitere Ausführungsform einer Lagerung eines Elektromotors und ausschnittsweise den Gewindetrieb des Linearaktuators.

Fig. 4 zeigt schematisch die zweite Ausführungsform des Linearaktuators nach **Fig.** 2a mit zugehörigen Belastungen in vier verschiedenen Quadranten.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0034] Die Linearaktuator 1 hat u.a. einen Gewindetrieb 2, der eine Gewindemutter 3, welche mit einem Auslegerrohr 3.a verbunden ist, und eine Gewindespindel 4 aufweist, welche mit einem Motor EM zur Drehmomentübertragung gekoppelt oder koppelbar ist, so dass durch eine Drehung der Gewindespindel 4 die Gewindemutter 3 und das Auslegerrohr 3a linearbeweglich sind. Ein erstes Ende $4._{E1}$ der Gewindespindel 4 ragt, gleich, in welcher Stellung sich das Auslegerrohr 3a befindet, in das Auslegerrohr 3a hinein und ist mit einem Kolben K verbunden. Das dem ersten Ende $4._{E1}$ gegenüberliegende zweite Ende der Gewindespindel 4 wird mit $4._{E2}$ bezeichnet. Der Kolben K unterteilt einen mittels des Auslegerrohres 3a gebildeten Innenraum IR in einen sich auf der der Gewindemutter 3 gegenüberliegenden Seite des Kolbens K ausbildenden ersten und einen der Gewindemutter 3 zugewandten Seite des Kolbens K ausbildenden zweiten Bereich IR_{B1}, IR_{B2} derart, so dass der erste und der zweite Bereich IR_{B1}, IR_{B2} fluiddicht voneinander abgegrenzt sind.

[0035] Der Kolben K weist an seinem Außenumfang zur Aufnahme zumindest eines Dichtrings eine Nut auf. Mittels des Dichtrings vorzugsweise eines O-Ringes oder R-Ringes ist der sich zwischen Kolben K und Auslegerrohr 3a ausbildende Dichtspalt besonders gut abdichtbar. Das der Gewindemutter 3 abgewandte Ende des Auslegerrohrs 3a ist vorzugsweise mittels eines Stopfens verschlossen.

[0036] Der erste Bereich IR_{B1} des Innenraums IR des Auslegerrohrs 3a ist an eine erste Druckquelle $DQ_{1,}$ insbesondere einen Druckspeicher, angeschlossen, um mittels der ersten Druckquelle DQ_1 einen bestimmten Entlastungsdruck im ersten Bereich IR_{B1} erzeugen zu können.

[0037] Diese erste Druckquelle DQ_1 ist insbesondere in **Fig.** 1b und 2b gezeigt. **Fig.** 1a, 2a, 3 und 4 zeigen die erste Druckquelle DQ_1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht. Die erste Druckquelle DQ_1 kann auf verschiedene Arten ausgeführt sein, nämlich insbesondere als Druckspeicher. Die erste Druckquelle DQ_1 kann auch mit Hilfe von Ventilen und/oder Pumpen ausgebildet werden, um den Entlastungsdruck dann mittels solcher Ventile und/oder Pumpen zu verändern. Während eines Einfahrens des Auslegerrohres 3a strömt ein Druckfluid von dem ersten Bereich IR_{B1} der erste Druckquelle DQ_1 zu. Während des Ausfahrens des Auslegerrohres 3a strömt ein Druckfluid von der ersten Druckquelle DQ_1 zu dem ersten Bereich IR_{B1}. Mittels der ersten Druckquelle DQ_1 ist dabei insbesondere ein konstanter Entlastungsdruck im ersten Bereich IR_{B1} erzeugbar. Im zweiten Bereich IR_{B2} könnte ein Schmierfluid zur Schmierung und/oder Kühlung des Gewindetriebs 2 vorhanden sein, wobei dann insbesondere mittels des Kolbens K eine Durchmischung von Schmierfluid und Druckfluid vermieden ist.

[0038] Die Gewindemutter 3 oder daran angrenzende Bauteile ist /sind gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel des Linearaktuators 1 und insbesondere wie aus **Fig.** 2b ersichtlich als fluiddichter Ringkolben RK ausgeführt oder die Gewindemutter 3 weist einen fluiddichten Ringkolben RK auf. Der Ringkolben RK begrenzt einen zwischen einem Gehäuse G des Linearaktuators 1 und dem Auslegerrohr 3a ausgebildeten Ringfluidraum RR fluiddicht. Gemäß **Fig.** 2b ist der Ringkolben RK mittels eines zwischen der Gewindemutter 3 und dem Auslegerrohr 3a angeordneten Adapter gebildet.

[0039] Auf der dem Ringkolben RK abgewandten Ende ist der Ringfluidraum RR insbesondere mittels eines nicht näher bezeichneten Gleitlagers begrenzt, mittels welchem das Auslegerrohr 3.a weiterhin in dem Gehäuse G gelagert ist.

[0040] Der Ringfluidraum RR ist gemäß **Fig.** 2b mit Druck vorzugsweise mittels einer zweiten Druckquelle DQ_2 beaufschlagbar.

[0041] Die zweite Druckquelle DQ_2 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit in **Fig.** 2a nicht gezeigt. Die zweite Druckquelle DQ_2 ist angrenzend zum Ringfluidraum RR an einen Außenumfang des Gehäuses G angeschlossen. Die zweite Druckquelle DQ_2 kann auf verschiedene Arten, zum Beispiel auch als weiterer Druckspeicher, ausgeführt sein. Auch die zweite Druckquelle DQ_2 kann mit Hilfe von Ventilen und/oder Pumpen ausgebildet werden. Während eines Einfahrens des Ringkolbens RK strömt ein Druckfluid von der zweiten Druckquelle DQ_2 zu dem Ringfluidraum RR. Während des Ausfahrens des Ringkolbens RK strömt ein Druckfluid aus dem Ringfluidraum RR der zweiten Druckquelle DQ_2 zu. Mittels der zweiten Druckquelle DQ_2 ist dabei insbesondere ein konstanter Druck im Ringfluidraum RR erzeugbar. Die erste Druckquelle DQ_1 und die zweite Druckquelle DQ_2 sind gemäß **Fig.** 2b fluidisch voneinander getrennt, so dass das im Ringfluidraum RR vorhandene Druckfluid nicht mit dem im ersten Bereich IR_{B1} vorhandenen Druckfluid in Kontakt kommt. Es ist demgegenüber aber auch denkbar, dass die erste Druckquelle DQ_1 und die zweite Druckquelle DQ_2 fluidisch miteinander gekoppelt sind.

[0042] In **Fig.** 4 ist schematisch die zweite Ausführungsform des Linearaktuators nach **Fig.** 2a mit zugehörigen Belastungen in vier verschiedenen Quadranten dargestellt.

[0043] Der Linearaktuator 1 ist in folgenden vier Quadranten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 betreibbar:

- in einem ersten Quadranten Q_1 wird das Auslegerrohr 3a mittels von dem Motor EM bereitgestellter Energie aus dem Gehäuse G entgegen einer auf das Auslegerrohr 3a zum Gehäuse G hin wirkenden Kraft F herausgefahren;

- in einem zweiten Quadranten Q_2 wird das Auslegerrohr 3a mittels einer auf das Auslegerrohr 3a zum Gehäuse G hin wirkenden Kraft F in das Gehäuse G hineingefahren, währenddessen mittels des Motors EM Energie rekuperierbar ist;

- in einem dritten Quadranten Q_3 wird das Auslegerrohr 3a mittels von dem Motor EM bereitgestellter Energie in das Gehäuse G entgegen einer auf das Auslegerrohr 3a vom Gehäuse G weg wirkenden Kraft F hineingefahren;

- in einem vierten Quadranten Q_4 wird das Auslegerrohr 3a mittels einer auf das Auslegerrohr 3a vom Gehäuse G weg wirkenden Kraft F aus dem Gehäuse G herausgefahren, währenddessen mittels des Motors EM Energie rekuperierbar ist.

[0044] Der erste Bereich IR_{B1} ist mittels der ersten Druckquelle DQ_1 und einer Steuereinrichtung ST des Linearaktuators 1 bei Betrieb des Linearaktuators 1 in dem ersten und dem zweiten Quadranten Q_1, Q_2 mit dem Entlastungsdruck beaufschlagbar, um eine zwischen der Gewindespindel 4 und der Gewindemutter 3 wirkenden Anlagekraft F_a zu reduzieren.

[0045] Die Steuereinrichtung ST ist dazu entsprechend mit der ersten Druckquelle DQ_1 gekoppelt. Auch der vorzugsweise als Elektromotor ausgeführte Motor EM ist zu dessen Steuerung und/oder Regelung mit der Steuereinrichtung ST gekoppelt. Der Motor EM und somit die Gewindespindel 4 rotieren im ersten und zweiten Quadranten Q_1, Q_2 in entgegengesetzter Drehrichtung, was durch entsprechend gebogene Pfeile symbolisiert ist. Um die Belastungssituation am Gewindetrieb 2 darzustellen, ist zu jedem Quadranten Q_1 bis Q_4 ein Gewindegang der Gewindemutter 3 und zwei benachbarte Gewindegänge der Gewindespindel 4 gezeigt, welcher miteinander im Eingriff stehen. Sollten zwischen Gewindemutter 3 und Gewindespindel 4 Planeten zwischengeschaltet sein, ändert dies an der grundsätzlichen Belastungssituation nichts. An den Stellen, wo sich die Gewindemutter 3 und die Gewindespindel 4 kontaktieren, wirkt die Anlagekraft F_a. Sollten zwischen Gewindemutter 3 und Gewindespindel 4 Planeten zwischengeschaltet sein, ändert dies an der grundsätzlichen Belastungssituation nichts, denn die entsprechenden Kräfte werden mittels solcher Planeten weitergeleitet. Die auf das Auslegerrohr 3a im ersten und zweiten Quadranten Q_1, Q_2 zum Gehäuse G hinwirkende Kraft F wird an die Gewindemutter 3 weitergeleitet und teilt sich unter Umständen auf mehrere Gewindegänge auf. Die hier nach links dargestellte Richtung bleibt dabei erhalten. Die aus dem Druck im ersten Bereich IR_{B1} des Innenraums IR resultierende Kraft F_{IRB1} wirkt zwar in die gleiche Richtung wie die Kraft F, aber da sie an der Gewindespindel 4 angreift und nicht an der Gewindemutter 3 wird die Anlagekraft F_a durch die Kraft F_{IRB1} reduziert. Um den Kontakt zwischen der Gewindespindel 4 und der Gewindemutter 3 aufrechtzuerhalten und ein gleichmäßiges Ein- oder Ausfahren des Auslegerrohres 3a zu ermöglichen, wird mittels der Steuereinrichtung ST ein Druck eingestellt, welcher dazu führt, dass die Kraft F_{IRB1} kleiner als die Kraft F ist.

[0046] Der Ringfluidraum RR ist bei Betrieb des Linearaktuators 1 in dem dritten und dem vierten Quadranten Q_3, Q_4 mittels der Steuereinrichtung ST und vorzugsweise mittels der zweiten Druckquelle DQ_2 mit Druck beaufschlagbar, um die zwischen der Gewindespindel 4 und der Gewindemutter 3 wirkenden Anlagekraft F_a zu reduzieren.

[0047] Die Steuereinrichtung ST ist dazu entsprechend mit der zweiten Druckquelle DQ_2 gekoppelt.

Der Motor EM und somit die Gewindespindel 4 rotieren im dritten und vierten Quadranten Q_3, Q_4 in entgegengesetzter Drehrichtung, was durch entsprechend gebogene Pfeile symbolisiert ist. Die auf das Auslegerrohr 3a im dritten und vierten Quadranten Q_3, Q_4 vom Gehäuse G weg wirkende Kraft F wird an die Gewindemutter 3 weitergeleitet und teilt sich unter Umständen auf mehrere Gewindegänge auf. Die hier nach rechts dargestellte Richtung bleibt dabei erhalten. Die aus dem Druck im Ringfluidraum RR resultierende Kraft F_{RR} wirkt in die zur Kraft F entgegengesetzte Richtung also hier nach links und greift auch an der Gewindemutter 3 an, so dass die Anlagekraft F_a durch die Kraft F_{RR} reduziert wird. Um den Kontakt zwischen der Gewindespindel 4 und der Gewindemutter 3 aufrechtzuerhalten und ein gleichmäßiges Ein- oder Ausfahren des Auslegerrohres 3a zu ermöglichen, wird mittels der Steuereinrichtung ST ein Druck eingestellt, welcher dazu führt, dass die Kraft F_{RR} kleiner als die Kraft F ist.

[0048] Grundsätzlich gilt die Darstellung aus **Fig.** 4 auch für die erste Ausführungsform des Linearaktuators 1 nach **Fig.** 1a, aber die im dritten Quadranten Q_3 und im vierten Quadranten Q_4 gezeigte, aus dem Druck im Ringfluidraum RR resultierende Kraft F_{RR} ist mittels der ersten Ausführungsform des Linearaktuators 1 nicht erzeugbar.

[0049] Demnach ist das zweite Ausführungsbeispiel des Linearaktuators 1 besser geeignet im dritten Quadranten Q_3 und im vierten Quadranten Q_4 betrieben zu werden.

[0050] Dafür weist aber die erste Ausführungsform des Linearaktuators 1 nach **Fig.** 1a und 1b ein Dämpfungselement DM auf. Das Dämpfungselement DM ist zur Dämpfung von axialen Stößen an dem dem Gehäuse G abgewandten Ende des Auslegerrohres 3a und zwischen dem dem Gehäuse G abgewandten Ende des Auslegerrohres 3a und einem Kugelgelenk KG angeordnet. Ein Gelenkmittelpunkt KG_M des Kugelgelenks KG fällt mit der Längsachse der Gewindespindel 4 zusammen.

[0051] Das dem Gehäuse G abgewandte Ende des Auslegerrohres 3a ist nach **Fig.** 1a und 1b fest mit einem am Dämpfungselement DM vorbeiführenden Abstützelement AE verbunden oder weist ein solches Abstützelement AE auf. Das Abstützelement AE weist einen in Längsrichtung 1 beweglich gelagerten Gleitstein GL zur Aufnahme eines einen Gelenkkopf KG_K des Kugelgelenks KG durchsetzenden Bolzens BZ auf, so dass das Auslegerrohr 3a bezüglich einer Drehung um die Längsachse der Gewindespindel 4 am Bolzen BZ abstützbar ist.

[0052] Auch das zweite Ausführungsbeispiel des Linearaktuators 1 gemäß **Fig.** 2a und 2b weist ein solches an dem dem Gehäuse G abgewandten Ende des Auslegerrohres 3a angeordnetes Kugelgelenk KG und ein zugehöriges Abstützelement AE auf. Das Abstützelement AE weist auch gemäß **Fig.** 2a und 2b einen in Längsrichtung l beweglich gelagerten Gleitstein GL zur Aufnahme eines einen Gelenkkopf KG_K des Kugelgelenks KG durchsetzenden Bolzen BZ auf, so dass das Auslegerrohr 3a bezüglich einer Drehung um die Längsachse der Gewindespindel 4 am Bolzen BZ abstützbar ist. Der Gleitstein GL könnte im zweiten Ausführungsbeispiel des Linearaktuators 1 auch entfallen, da aufgrund des fehlenden Dämpfungselements keine oder nur sehr geringe Bewegungen des Bolzen BZ in Längsrichtung des Linearaktuators 1 zu erwarten sind.

[0053] Die Gewindespindel 4 ist über eine drehfeste Verbindung 5 an eine Hohlwelle EM.h des als Elektromotor ausgeführten Motors EM gekoppelt.

[0054] Die Lagerung der rotierenden Baugruppe bestehend aus Gewindespindel 4, drehfester Verbindung 5 und Hohlwelle EM.h kann wegen der biegesteifen Ausführung lediglich mit zwei Lagerstellen, nämlich einer ersten Drehlagerung L_1 und einer zweiten Drehlagerung L_2 erfolgen.

[0055] An einer dem Auslegerrohr 3a abgewandten Stirnseite der Gewindespindel 4, nämlich am zweiten Ende $4._{E2}$ der Gewindespindel 4, ist ein Drehgeber 6 angeordnet.

[0056] Der Drehgeber 6 ist vorzugsweise als ein Absolut-Drehgeber ausgeführt. Damit ist eine Positionsbestimmung des Auslegerrohrs 3a ohne Wegmesssystem möglich.

[0057] In einem maximal eingezogenen Zustand des Auslegerrohres 3.a ist die Gewindemutter 3 gemäß **Fig.** 1b und 2b zumindest abschnittsweise vorzugsweise komplett im Innern der Hohlwelle EM.h angeordnet.

[0058] **Fig.** 1b und 2b zeigen die Gewindemutter 3 neben der Hohlwelle EM.h, aber auch nicht im maximal eingezogenen Zustand. Die Gewindemutter 3 könnte durch entsprechende weitere Drehung der Gewindespindel 4 gemäß der in **Fig.** 1b und 2b dargestellten Stellung noch weiter nach links bewegt werden.

[0059] In **Fig.** 3 ist in einer schematischen Schnittdarstellung eine weitere Ausführungsform einer Lagerung eines Elektromotors EM und ausschnittsweise der Gewindetrieb 2 des Linearaktuators 1 gezeigt. Die weggelassenen Bauteile können sinngemäß aus dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel des Linearaktuators 1 übernommen werden.

[0060] Gemäß **Fig.** 3 sind eine Haltebremse B für die Gewindespindel 4 und die erste Drehlagerung L_1 zur Lagerung der Gewindespindel 4 an dem Gehäuse G des Linearaktuators 1 im Innern der Hohlwelle EM.h angeordnet. Die erste Drehlagerung L_1 ist demgegenüber gemäß **Fig.** 1b und 2b seitlich neben der Hohlwelle EM.h angeordnet.

[0061] Eine Länge des Linearaktuators 1 im maximal eingefahrenen Zustand ist dadurch minimiert, dass die Haltebremse B und die erste Drehlagerung L_1 innerhalb der Hohlwelle EM.h angeordnet sind.

[0062] Das Gehäuse G weist gemäß **Fig.** 3 einen ersten Hohlträger $G.t_1$ auf, welcher in die Hohlwelle EM.h des Elektromotors EM hineinragt und dessen Innenumfang der Aufnahme der am Außenumfang der Gewindespindel 4 angeordneten ersten Drehlagerung L_1 dient.

[0063] Eine zweite Drehlagerung L_2 ist gemäß **Fig.** 3 zwischen dem Außenumfang eines zweiten, in die Hohlwelle EM.h des Elektromotors EM hineinragenden Hohlträgers $G.t_2$ des Gehäuses G und dem Innenumfang der Hohlwelle EM.h in einem dem Auslegerrohr 3a abgewandten Endbereich des Elektromotors EM angeordnet. Die zweite Drehlagerung L_2 ist demgegenüber gemäß **Fig.** 1b und 2b am Außenumfang der Hohlwelle EM.h angeordnet.

[0064] Die erste Drehlagerung L_1 weist zwei Kegelrollenlager vorzugsweise in O-Anordnung auf. Die zweite Drehlagerung L_2 weist ein Radialrillenkugellager auf. Die erste Drehlagerung L_1 ist als ein Festlager und zweite Drehlagerung L_2 als ein Loslager ausgeführt.

Bezugszeichenliste

1	Linearaktuator
2	Gewindetrieb
3	Gewindemutter
3.a	Auslegerrohr
4	Gewindespindel
$4._{E1}$	erstes Ende der Gewindespindel 4
$4._{E2}$	zweites Ende der Gewindespindel 4
5	drehfeste Verbindung
6	Drehgeber
EM	Elektromotor
EM.h	Hohlwelle
K	Kolben
IR	Innenraum
IR_{B1}	erster Bereich des Innenraums IR
IR_{B2}	zweiter Bereich des Innenraums IR
DQ_1	erste Druckquelle
DQ_2	zweite Druckquelle
RK	Ringkolben
G	Gehäuse
RR	Ringfluidraum
Q_1	erster Quadrant
Q_2	zweiter Quadrant
Q_3	dritter Quadrant
Q_4	vierter Quadrant
F	Kraft
F_a	Anlagekraft
F_{IRB1}	aus dem Druck im erster Bereich IR_{B1} des Innenraums IR resultierende Kraft
F_{RR}	aus dem Druck im Ringfluidraum RR resultierende Kraft
ST	Steuereinrichtung
DM	Dämpfungselement
KG	Kugelgelenk
KG_M	Gelenkmittelpunkt
KG_K	Gelenkkopf
AE	Abstützelement
GL	Gleitstein
BZ	Bolzen
B	Haltebremse
L_1	erste Drehlagerung
L_2	zweite Drehlagerung
$G.t_1$	erster Hohlträger
$G.t_2$	zweiter Hohlträger
l	Längsrichtung

Patentansprüche

1. Linearaktuator (1) mit einem Gewindetrieb (2), der eine Gewindemutter (3), welche mit einem Auslegerrohr (3.a) verbunden ist, und eine Gewindespindel (4) aufweist, welche mit einem Motor (EM) zur Drehmomentübertragung gekoppelt oder koppelbar ist, so dass durch eine Drehung der Gewindespindel (4) die Gewindemutter (3) und das Auslegerrohr (3a) linearbeweglich sind, und ein erstes Ende ($4._{E1}$) der Gewindespindel (4), gleich, in welcher Stellung sich das Auslegerrohr (3a) befindet, in das Auslegerrohr (3a) hineinragt und mit einem Kolben (K) verbunden ist, welcher einen mittels des Auslegerrohres (3a) gebildeten Innenraum (IR) in

einen sich auf der der Gewindemutter (3) gegenüberliegenden Seite des Kolbens (K) ausbildenden ersten und einen der Gewindemutter (3) zugewandten Seite des Kolbens (K) ausbildenden zweiten Bereich (IR_{B1}, IR_{B2}) derart unterteilt, dass der erste und der zweite Bereich (IR_{B1}, IR_{B2}) fluiddicht voneinander abgegrenzt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Bereich (IR_{B1}) des Innenraums (IR) des Auslegerrohrs (3a) an eine erste Druckquelle (DQ_1), insbesondere einen Druckspeicher, angeschlossen ist, um mittels der ersten Druckquelle (DQ_1) einen bestimmten Entlastungsdruck im ersten Bereich erzeugen (IR_{B1}) zu können.

2. Linearaktuator (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gewindemutter (3) oder daran angrenzende Bauteile als fluiddichter Ringkolben (RK) ausgeführt ist / sind oder dass die Gewindemutter (3) einen fluiddichten Ringkolben (RK) aufweist, welcher einen zwischen einem Gehäuse (G) des Linearaktuators (1) und dem Auslegerohr (3a) ausgebildeten Ringfluidraum (RR) fluiddicht begrenzt.

3. Linearaktuator (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringfluidraum (RR) mit Druck vorzugsweise mittels einer zweiten Druckquelle (DQ_2) beaufschlagbar ist.

4. Linearaktuator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Linearaktuator (1) in folgenden vier Quadranten (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4) betreibbar ist:
- in einem ersten Quadranten (Q_1) wird das Auslegerrohr (3a) mittels von dem Motor (EM) bereitgestellter Energie aus dem Gehäuse (G) entgegen einer auf das Auslegerrohr (3a) zum Gehäuse (G) hin wirkenden Kraft (F) herausgefahren;
- in einem zweiten Quadranten (Q_2) wird das Auslegerrohr (3a) mittels einer auf das Auslegerrohr (3a) zum Gehäuse (G) hin wirkenden Kraft (F) in das Gehäuse (G) hineingefahren, währenddessen mittels des Motors (EM) Energie rekuperierbar ist;
- in einem dritten Quadranten (Q_3) wird das Auslegerrohr (3a) mittels von dem Motor (EM) bereitgestellter Energie in das Gehäuse (G) entgegen einer auf das Auslegerrohr (3a) vom Gehäuse (G) weg wirkenden Kraft (F) hineingefahren;
- in einem vierten Quadranten (Q_4) wird das Auslegerrohr (3a) mittels einer auf das Auslegerrohr (3a) vom Gehäuse (G) weg wirkenden Kraft (F) aus dem Gehäuse (G) herausgefahren, währenddessen mittels des Motors (EM) Energie rekuperierbar ist.

5. Linearaktuator (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Bereich (IR_{B1}) mittels der ersten Druckquelle (DQ_1) und einer Steuereinrichtung (ST) des Linearaktuators (1) bei Betrieb des Linearaktuators (1) in dem ersten und dem zweiten Quadranten (Q_1, Q_2) mit dem Entlastungsdruck beaufschlagbar ist, um eine zwischen der Gewindespindel (4) und der Gewindemutter (3) wirkenden Anlagekraft (F_a) zu reduzieren.

6. Linearaktuator (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringfluidraum (RR) bei Betrieb des Linearaktuators (1) in dem dritten und dem vierten Quadranten (Q_3, Q_4) mittels der Steuereinrichtung (ST) und vorzugsweise mittels der zweiten Druckquelle (DQ_2) mit Druck beaufschlagbar ist, um die zwischen der Gewindespindel (4) und der Gewindemutter (3) wirkenden Anlagekraft (F_a) zu reduzieren.

7. Linearaktuator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Dämpfungselement (DM) zur Dämpfung von axialen Stößen an dem dem Gehäuse (G) abgewandten Ende des Auslegerrohres (3a) und zwischen dem dem Gehäuse (G) abgewandten Ende des Auslegerrohres (3a) und einem Kugelgelenk (KG) angeordnet ist, dessen Gelenkmittelpunkt (KG_M) mit der Längsachse der Gewindespindel (4) zusammenfällt.

8. Linearaktuator (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das dem Gehäuse (G) abgewandte Ende des Auslegerrohres (3a) fest mit einem am Dämpfungselement (DM) vorbeiführenden Abstützelement (AE) verbunden ist oder ein solches Abstützelement (AE) aufweist, welches einen in Längsrichtung (l) beweglich gelagerten Gleitstein (GL) zur Aufnahme eines einen Gelenkkopf (KG_K) des Kugelgelenks (KG) durchsetzenden Bolzens (BZ) aufweist, so dass das Auslegerrohr (3a) bezüglich einer Drehung um die Längsachse der Gewindespindel (4) am Bolzen (BZ) abstützbar ist.

9. Linearaktuator (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gewindespindel (4) über eine drehfeste Verbindung (5) an eine Hohlwelle (EM.h) des als Elektromotor (EM) ausgeführten Motors gekoppelt ist.

10. Linearaktuator (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem (maximal) eingezogenen Zustand des Auslegerrohres (3.a) die Gewindemutter (3) zumindest abschnittsweise vorzugsweise komplett im Innern der Hohlwelle (EM.h) angeordnet ist.

11. Linearaktuator (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Haltebremse (B) für die Gewindespindel (4) und eine erste Drehlagerung (L_1) zur Lagerung der Gewindespindel (4) an dem Gehäuse (G) des Linearaktuators (1) im Innern der Hohlwelle (EM.h) angeordnet sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

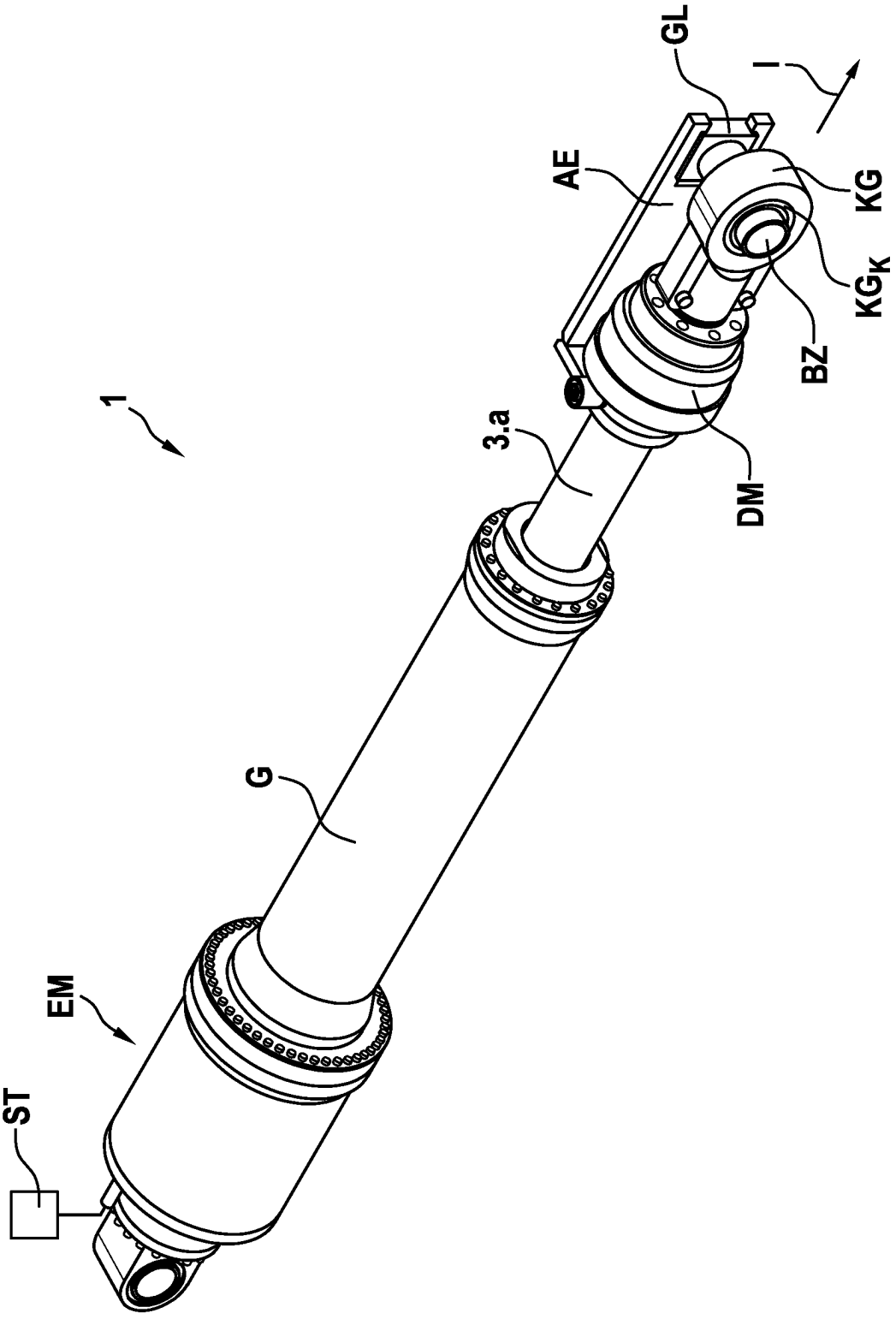


Fig. 1a

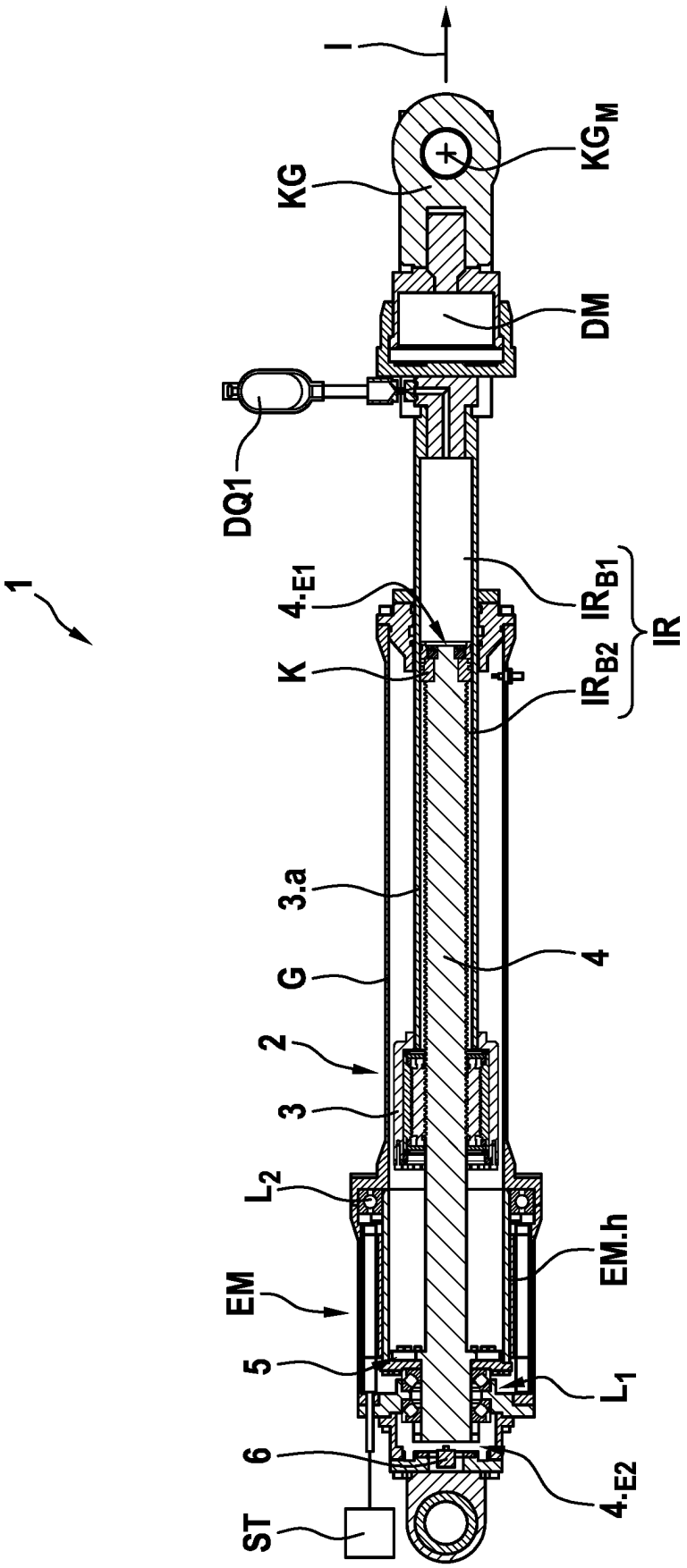


Fig. 1b

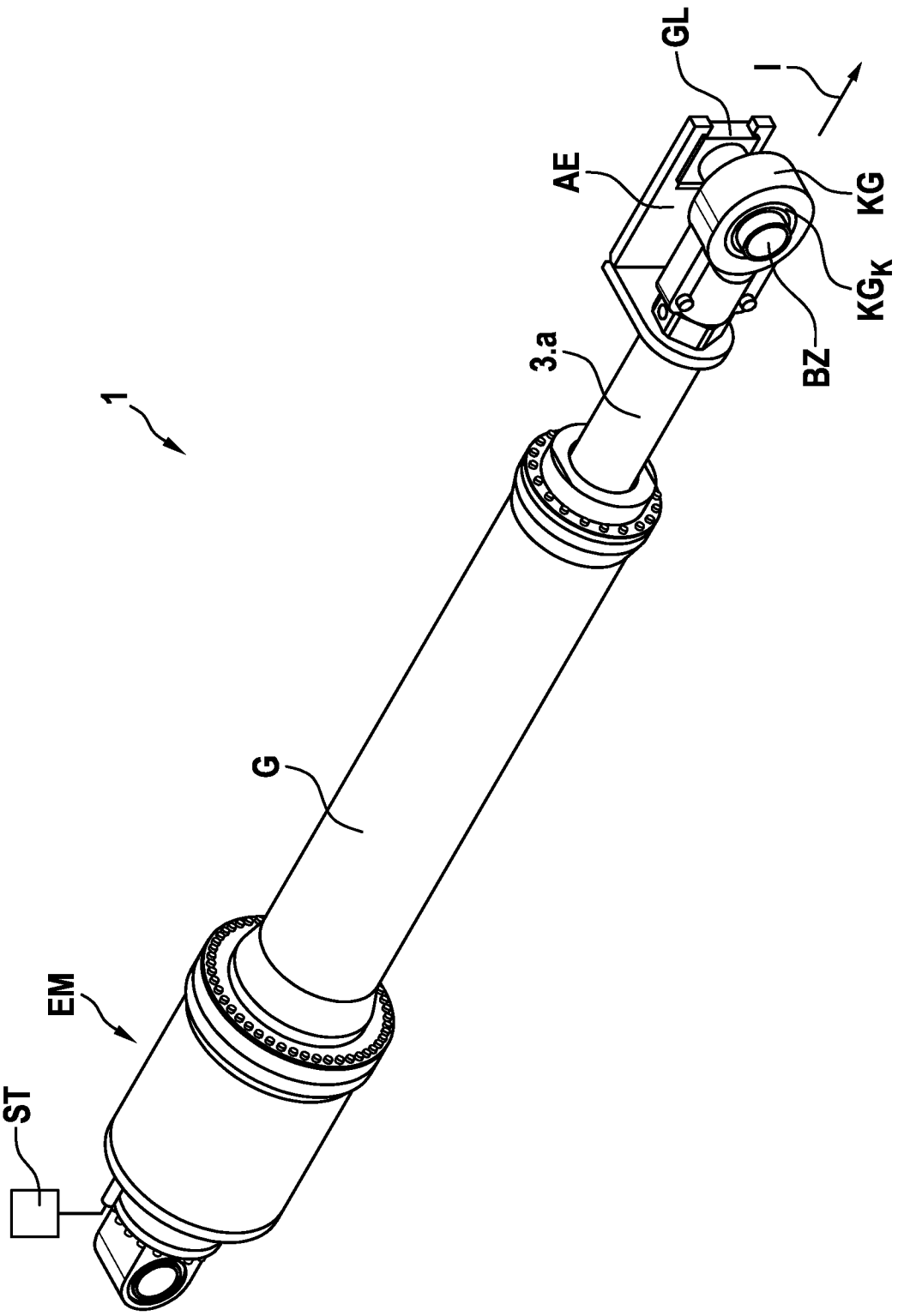


Fig. 2a

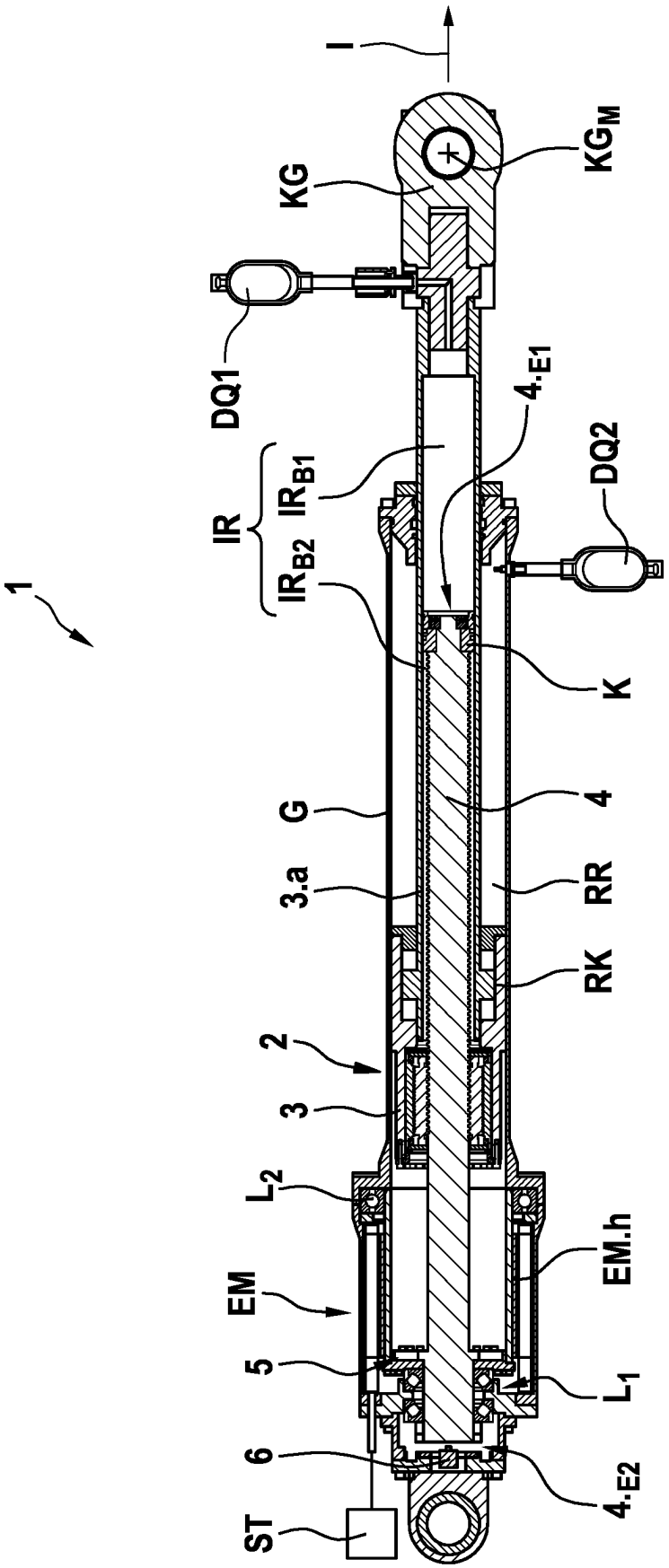

1
I
KG
KG_M
DQ1
4.E1
DQ2
IR
IR_B1
IR_B2
K
G
4
3.a
RR
RK
2
3
L_2
EM
EM.h
5
L_1
6
4.E2
ST

Fig. 2b

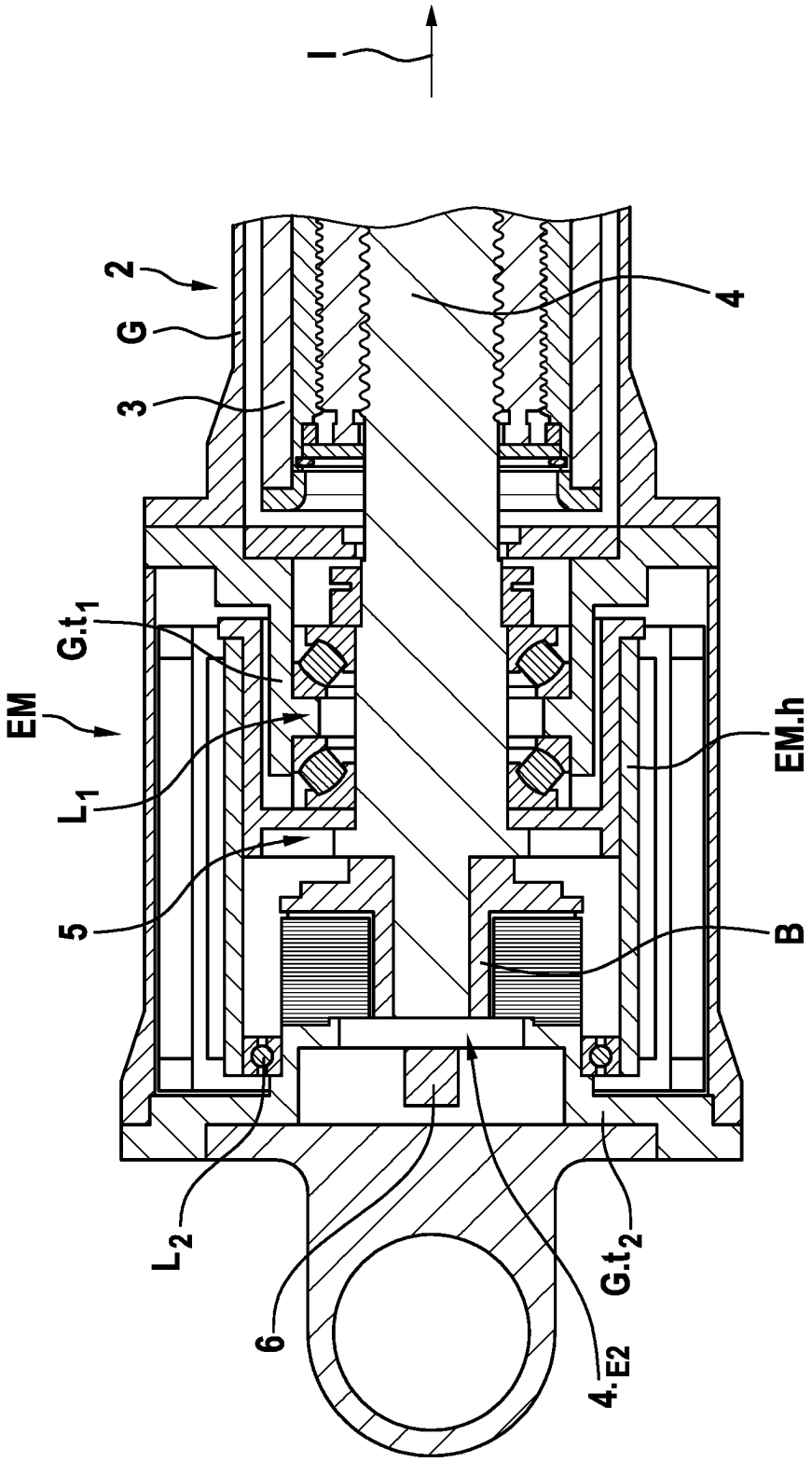


Fig. 3

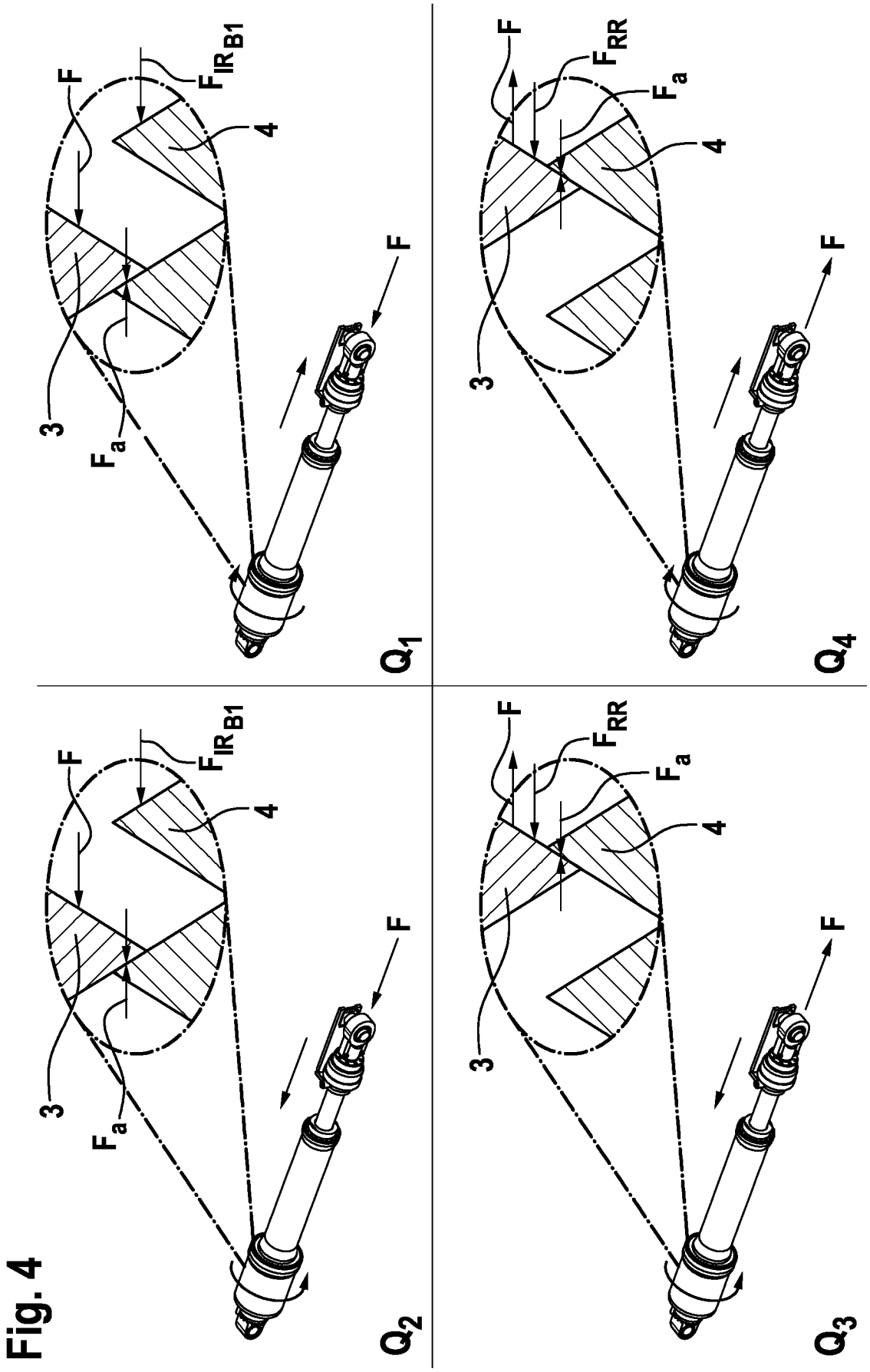


Fig. 4

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.