(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2018 107 467 B4** 2020.03.12

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 107 467.0**
(22) Anmeldetag: **28.03.2018**
(43) Offenlegungstag: **02.10.2019**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **12.03.2020**

(51) Int Cl.: ***F16H 25/22*** (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).

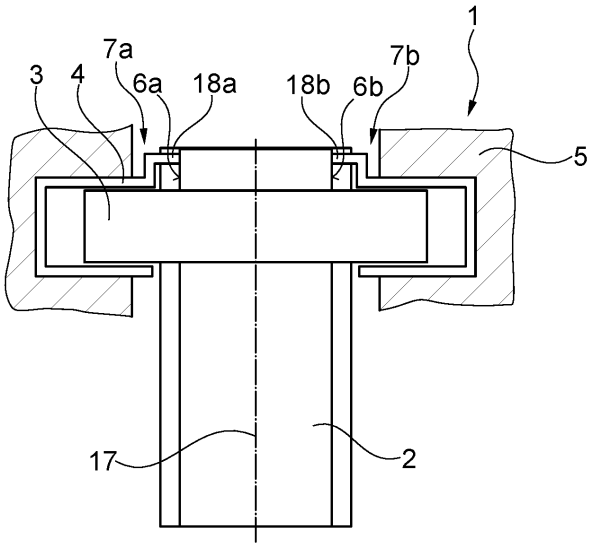
(73) Patentinhaber:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074 Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Krehmer, Hartmut, 91058 Erlangen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
**DE** **10 2005 057 227** **B4**

(54) Bezeichnung: **Kugelgewindetrieb für ein Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Kugelgewindetrieb (1) für ein Fahrzeug, umfassend eine drehangetriebene axial unverschiebliche Gewindemutter (3) mit einer entlang der Gewindemutter (3) axial verschieblichen Gewindespindel (2), wobei räumlich zwischen der Gewindespindel (2) und der Gewindemutter (3) eine Mehrzahl von Kugeln (10) angeordnet ist, wobei die Gewindespindel (2) durch ein Verdrehsicherungselement (4) gegenüber einem Gehäuse (5) verdrehgesichert ist, wobei das Verdrehsicherungselement (4) einerseits drehfest mit dem Gehäuse (5) verbunden ist und andererseits in zumindest einer an der Gewindespindel (2) ausgebildeten Führungsnut (6a) linear geführt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Gewindespindel (2) eine erste Laufbahn (8a) mit einer ersten Tiefe (9a) und die Gewindemutter (3) eine zweite Laufbahn (8b) aufweist, wobei die Führungsnut (6a) eine zweite Tiefe (9b) aufweist, welche kleiner ausgebildet ist, als die erste Tiefe (9a).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kugelgewindetrieb für ein Fahrzeug, umfassend eine drehangetriebene axial unverschiebliche Gewindemutter mit einer entlang der Gewindemutter axial verschieblichen Gewindespindel, wobei räumlich zwischen der Gewindespindel und der Gewindemutter eine Mehrzahl von Kugeln angeordnet sind, wobei die Gewindespindel durch ein Verdrehsicherungselement gegenüber einem Gehäuse verdrehgesichert ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Verwendung eines solchen Kugelgewindetriebs für einen Aktuator zur Niveauverstellung eines Fahrzeugaufbaus.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind Anwendungen, in denen ein Gewindetrieb, insbesondere ein Kugelgewindetrieb verwendet wird, bereits bekannt. In einem solchen Kugelgewindetrieb muss eine Gewindemutter oder eine Gewindespindel gegenüber anderen Teilen des Systems verdrehgesichert ausgebildet werden. Bei einer Vorrichtung zur Niveauregulierung eines Fahrzeugaufbaus wird die Gewindespindel zum Beispiel dämpferfest angebracht, wobei die Gewindemutter gegenüber der Spindel rotiert wird, um eine lineare Auf- oder Abwärtsbewegung zu erreichen. Diese Gewindemutter wird dazu drehbar in einem Gehäuse gelagert, indem neben einer Lagerung der Gewindemutter auch eine Antriebseinheit, bestehend aus einem Motor und einem Getriebe, in dem Gehäuse aufgenommen wird. Wird durch das Fahrzeuggewicht eine Last über einen Federteller auf das Gehäuse eingeleitet, würde ein nicht verdrehgesichertes System beginnen, sich um die Gewindespindel zu drehen und dabei ungewollt abwärts zu bewegen. Um dies zu verhindern, also das System in der gewünschten Höhe halten zu können, wird das Gehäuse gegenüber der Gewindespindel verdrehgesichert. Dabei ist eine Verdrehsicherung vorgesehen, die die Rotation der Gewindespindel zum Gehäuse verhindert, jedoch eine axiale Verstellbewegung der Gewindespindel zulässt. Derartige Verdrehsicherungen werden im Stand der Technik außerhalb des Funktionsbereiches des Kugelgewindetriebes angebracht, um diesen nicht zu blockieren und/oder zu behindern. Diese Verdrehsicherungen können damit nur axial benachbart zur Gewindespindel angebracht werden und bestehen beispielsweise aus einer die Gewindespindel umschließenden Hülse, die mit Nuten ausgestattet sind, in denen bestimmte Geometrien der Gegenstücke axial verschieblich eingreifen. Mit anderen Worten führt die axial benachbarte Anordnung der Gewindespindel und der Verdrehsicherung zu einem zusätzlichen axialen Bauraum.

**[0003]** Die DE 10 2005 057 227 A1 zeigt eine Vorrichtung zur Erzeugung einer definierten Linearbewegung (entlang) einer Gewindespindel, mit deren Außengewinde ein Element mit einem dazu komplementären Innengewinde eine in axialer Richtung formschlüssige Verbindung ausbildet, wobei das Innengewindeelement an einem Halteelement beweglich, insbesondere verdrehbar, gelagert ist; erfindungsgemäß weist die Gewindespindel an ihrem Mantel eine oder mehrere, langgestreckte Vertiefungen auf zusätzlich zu ihrem Außengewinde für den Eingriff in das beweglich gelagerte Innengewindeelement und mit einer anderen Steigung als jenes, worin ein oder mehrere Elemente des Halteelements zur Führung der Gewindespindel eingreifen.

**[0004]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Kugelgewindetrieb für ein Fahrzeug weiterzuentwickeln, und insbesondere einen axialen Bauraum zu reduzieren. Bevorzugte Ausführungsformen sind den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

**[0005]** Ein erfindungsgemäßer Kugelgewindetrieb für ein Fahrzeug umfasst eine drehangetriebene axial unverschiebliche Gewindemutter mit einer entlang der Gewindemutter axial verschieblichen Gewindespindel, wobei räumlich zwischen der Gewindespindel und der Gewindemutter eine Mehrzahl von Kugeln angeordnet sind, wobei die Gewindespindel durch ein Verdrehsicherungselement gegenüber einem Gehäuse verdrehgesichert ist, wobei das Verdrehsicherungselement einerseits drehfest mit dem Gehäuse verbunden ist und andererseits in zumindest einer an der Gewindespindel ausgebildeten Führungsnut linear geführt ist. Der Kugelgewindetrieb ist dazu vorgesehen, durch das axiale Verlagern der Gewindespindel gegenüber der Gewindemutter eine Hubbewegung auszuführen und dabei das an einer Fahrzeugachse aufliegende Fahrzeuggewicht zu tragen und anzuheben. Dadurch wird ein Höhenstand des Fahrzeugs verändert und das Fahrzeug kann in eine gewünschte Soll-Niveaulage gebracht werden. Der Kugelgewindetrieb wird beispielsweise mittels eines elektrischen Antriebsmotors angetrieben, der mit der Gewindemutter gekoppelt ist, sodass eine vom Antriebsmotor erzeugte Drehbewegung und ein damit bewirkter Drehantrieb der Gewindemutter in eine Längsverlagerung der Gewindespindel gegenüber der Gewindemutter umgewandelt wird, wobei abhängig von der Drehrichtung des die Gewindemutter antreibenden Antriebsmotors die Gewindespindel vertikal aufwärts oder abwärts bewegt wird. Mithin ist die Gewindemutter stationär festgelegt. Mit einem derartigen Kugelgewindetrieb können zuverlässige Stellbewegungen der Gewindespindel durchgeführt werden.

**[0006]** Die Kugeln des Kugelgewindetriebs sind beispielsweise in einem Käfig geführt oder zu einem Kugelstrang miteinander verbunden, wobei sich die Kugeln räumlich zwischen der Gewindespindel und der Gewindemutter in einem Kugelkanal erstrecken und zur Übertragung von Radial- und Axialkräften geführt sind. Unter einem Kugelkanal ist der Raum radial zwi-

schen der Gewindemutter und der Gewindespindel zu verstehen, in dem die Kugeln geführt sind.

**[0007]** Durch das Verdrehsicherungselement lässt sich eine Verdrehsicherung der Gewindespindel realisieren. Mit anderen Worten verhindert das Verdrehsicherungselement eine ungewollte Rotation der Gewindespindel um die eigene Längsachse. Dabei können in die Gewindespindel eingeleitete Drehmomente besser gegen das Gehäuse abgestützt werden. Unter einer drehfesten Verbindung des Verdrehsicherungselements mit dem Gehäuse ist zu verstehen, dass das Verdrehsicherungselement beispielsweise einteilig mit dem Gehäuse verbunden ist und somit ein Teil des Gehäuses ist. Alternativ kann das Verdrehsicherungselement ein separates Bauteil sein und fest mit dem Gehäuse verbunden sein. Anders gesagt ist das Verdrehsicherungselement stationär am Gehäuse angeordnet, um eine ungewollte Rotation der Gewindespindel zu verhindern. Das Verdrehsicherungselement ist insbesondere aus einem Metall ausgebildet. Dadurch, dass das Verdrehsicherungselement in der zumindest einen Führungsnut linear geführt ist, wird der Kugelgewindetrieb vorteilhafterweise in Axialrichtung kompakt ausgebildet, da die Verdrehsicherung der Gewindespindel durch das Verdrehsicherungselement in den Kugelgewindetrieb integriert ist. Mit anderen Worten benötigt der Kugelgewindetrieb keinen zusätzlichen axialen Bauraum.

**[0008]** Das Verdrehsicherungselement weist zumindest ein Führungssegment auf, der in der dazugehörigen Führungsnut an der Gewindespindel linear geführt ist. Das zumindest eine Führungssegment ist dazu vorgesehen, ein auf die Gewindespindel einwirkende vertikale Last gegen das Gehäuse abzustützen. Durch die vertikale Last neigt die Gewindespindel dazu, um die eigene Achse zu rotieren und sich abwärts zu bewegen. Dieser Rotationsbewegung wirkt das zumindest eine in der jeweiligen Führungsnut geführte Führungssegment des Verdrehsicherungselements entgegen. Dazu ist das zumindest eine Führungssegment vorzugsweise als L-förmiger Winkelabschnitt ausgebildet, der mit einem kurzen Schenkel zumindest teilweise in die jeweilige Führungsnut eingreift. Anders gesagt wird die Gewindespindel gegenüber dem Verdrehsicherungselement axial verlagert, wobei eine ungewollte Verdrehung der Gewindespindel durch den jeweiligen in die Führungsnut zumindest teilweise eingreifenden Schenkel verhindert wird. Alternativ kann das zumindest eine Führungssegment als Stiftabschnitt ausgebildet sein, der in der jeweiligen Führungsnut linear geführt ist. Selbstverständlich sind auch weitere orthogonal zur Längsachse der Gewindespindel ausgebildete Führungssegmente einsetzbar, die in eine jeweilige Führungsnut eingreifen und eine Verdrehung der Gewindespindel wirksam verhindern. Ferner sind auch alternative Geometrien für das zumindest eine Führungssegment denkbar, wobei das zumindest eine Führungssegment stets eine wirksame Abstützung der auf die Gewindespindel wirkenden Last gegenüber dem Gehäuse gewährleistet.

**[0009]** Erfindungsgemäß weist die Gewindespindel eine erste Laufbahn mit einer ersten Tiefe und die Gewindemutter eine zweite Laufbahn auf, wobei die Führungsnut eine zweite Tiefe aufweist, welche kleiner ausgebildet ist, als die erste Tiefe. Die erste Laufbahn ist auf der Außenumfangsfläche der Gewindespindel ausgebildet und die zweite Laufbahn ist auf einer Innenumfangsfläche der Gewindemutter ausgebildet, wobei die erste und zweite Laufbahn derart zueinander ausgebildet und beabstandet sind, dass räumlich zwischen den beiden Laufbahnen eine Kugel wirksam aufgenommen werden kann. Die beiden Laufbahnen sind in Wendelform und korrespondierend zueinander ausgebildet, sodass die Kugeln optimal und mit geringen Reibungsverlusten geführt sind.

**[0010]** Durch die geringere zweite Tiefe der jeweiligen Führungsnut beeinträchtigt die jeweilige Führungsnut die Führung der Kugeln auf der ersten Laufbahn mit der ersten Tiefe nicht. Mithin sind die Kugeln stets sicher im Kugelkanal geführt, wobei die Kugeln während des Betriebs des Kugelgewindetriebs auftretende Radial- und Axialkräfte zwischen der Gewindespindel und der Gewindemutter übertragen. Ferner wird trotz der im Wesentlichen quer zur ersten Laufbahn ausgebildeten Führungsnut ein Herausfallen der Kugeln aus dem Kugelkanal verhindert. Mithin wird der Raum, den der Kugelkanal ausbildet, durch die erste und zweite Laufbahn radial begrenzt.

**[0011]** Da die jeweilige Führungsnut eine geringere zweite Tiefe aufweist als die erste Tiefe der ersten Laufbahn der Gewindespindel, ist die Führungsnut somit in Längsrichtung der Gewindespindel in eine Mehrzahl von Führungsnutabschnitten unterteilt, deren Anzahl abhängig ist von der Steigung des Gewindes des Kugelgewindetriebs sowie dem Durchmesser der Kugeln. Mit anderen Worten kreuzen sich die erste Laufbahn und die jeweilige Führungsnut mehrmals entlang der Längsachse der Gewindespindel. Dementsprechend ist das jeweilige Führungssegment des Verdrehsicherungselements bevorzugt derart ausgebildet, dass sich das Führungssegment über mehrere Führungsnutabschnitte der jeweiligen Führungsnut erstreckt, um eine sichere und fehlerfreie lineare Führung der Gewindespindel relativ zum Verdrehsicherungselement zu realisieren. Ferner wird dadurch eine ausreichend große Auflagefläche des jeweiligen Führungssegments an den Seitenwänden der jeweiligen Führungsnutabschnitte gewährleistet, um die bei dem Drehmoment wirkenden Flächenpressungen aufnehmen zu können. Mithin ist die Länge der mit dem jeweiligen Führungssegment in Eingriff stehenden Führungsnutabschnitte groß genug, um die wirkenden Flächenpressungen übertragen zu können. In diesem Fall ist das jeweilige Füh-

rungssegment des Verdrehsicherungselements axial benachbart zu dem Kugelstrang angeordnet, um das Abrollen der Kugeln nicht zu behindern bzw. zu blockieren.

**[0012]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind an der Gewindespindel zwei Führungsnuten gegenüberliegend zueinander ausgebildet, wobei die Führungsnuten achsparallel zur Gewindespindel ausgerichtet sind und ein jeweiliges Führungssegment des Verdrehsicherungselements zumindest teilweise aufnehmen. Anders gesagt sind die beiden Führungsnuten voneinander abweisend an einer Außenumfangsfläche der Gewindespindel in Längsrichtung ausgebildet, wobei die beiden Führungsnuten parallel zueinander angeordnet sind und ein jeweiliges Führungssegment des Verdrehsicherungselements zumindest teilweise aufnehmen und linear führen. Dadurch erfolgt eine gleichmäßige Abstützung des Drehmoments gegen das Gehäuse. Für große Lasten ist denkbar, mehr als zwei Führungssegmente an dem Verdrehsicherungselement anzuordnen, um eine gleichmäßige Kraftübertragung auch bei großen Lasten zu realisieren.

**[0013]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind an der Gewindespindel drei Führungsnuten gleichmäßig verteilt zueinander ausgebildet sind, wobei die Führungsnuten achsparallel zur Gewindespindel ausgerichtet sind und ein jeweiliges Führungssegment des Verdrehsicherungselements zumindest teilweise aufnehmen. Mit anderen Worten sind die Führungsnuten in einem Winkel von 120° zueinander am Umfang der Gewindespindel verteilt ausgebildet. Dementsprechend weist das Verdrehsicherungselement für jede Führungsnut ein jeweiliges Führungssegment auf. Alternativ können in jede Führungsnut mehrere Führungssegmente des Verdrehsicherungselements eingreifen.
Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass die jeweilige Führungsnut eine Breite aufweist, die kleiner ausgebildet ist, als der Durchmesser der Kugeln. Dadurch können keine Kugeln im Kugelkanal verkanten oder aus diesem herausfallen. Mithin ist der Kugelgewindetrieb dadurch sicherer ausgebildet.

**[0014]** Vorzugsweise sind an der ersten Laufbahn in einem Kreuzungsbereich der ersten Laufbahn mit der jeweiligen Führungsnut ein jeweiliger Belastungsabschnitt und ein jeweiliger Entlastungsabschnitt ausgebildet. Während des Betriebs des Kugelgewindetriebs werden die Kugeln im Wesentlichen gleichmäßig belastet und übertragen damit Radial- und Axialkräfte zwischen der Gewindespindel und der Gewindemutter. Mithin rollen die Kugeln entlang der Laufbahnen ab und sind somit seitlich geführt. Im Kreuzungsbereich der ersten Laufbahn mit der jeweiligen Führungsnut erfolgt jedoch ein Entlasten der jeweiligen Kugel, die den Kreuzungsbereich durchquert, da die seitliche Führung der Kugeln durch die die erste Laufbahn kreuzende Führungsnut abschnittsweise entfällt. Mithin liegt im Kreuzungsbereich eine Kreuzung zwischen der ersten Laufbahn und der Führungsnut vor.

**[0015]** Damit die Kugeln beim Eintreten in den Kreuzungsbereich nicht schlagartig entlastet und danach wieder schlagartig belastet werden, weist die Laufbahn unmittelbar vor der Kreuzung durch die Führungsnut den rampenförmigen Entlastungsabschnitt auf. Der Entlastungsabschnitt liegt somit in Abrollrichtung der Kugeln vor der jeweiligen Führungsnut. Mit anderen Worten ist die erste Laufbahn im Entlastungsabschnitt derart ausgebildet, dass die in den Entlastungsabschnitt eintretenden Kugeln aus einer Lastzone herausgeführt werden und damit im Kreuzungsbereich nicht mehr unter Last stehen. Unter einer Lastzone ist derjenige Bereich des Kugelkanals zu verstehen, in dem die Kugeln im Betrieb des Kugelgewindetriebs seitlich gestützt sind und dadurch die maximale Belastung erfahren. Somit treten die Kugeln im jeweiligen Kreuzungsbereich aus einer Lastzone aus und werden anschließend in eine an die erste Lastzone folgende zweite Lastzone wieder eingeführt. Anders gesagt sind die Kugeln in der Lastzone tragende Kugeln und die Kugeln im Kreuzungsbereich nicht tragende oder nur teilweise tragende Kugeln des Kugelgewindetriebs, wobei die Kugeln abwechselnd von einer Lastzone in einen Kreuzungsbereich und dann wieder in eine Lastzone geführt werden.

**[0016]** Im Kreuzungsbereich wird die jeweilige Kugel kontinuierlich von dem sich weiterhin bewegenden Kugelstrang weitergeführt und damit lastfrei durch die Kreuzung der jeweiligen Führungsnut hindurchbewegt. Dadurch wird eine ungewollte Verkantung der jeweiligen Kugel an der jeweiligen Führungsnut im Kreuzungsbereich verhindert. Trotz des unbelasteten Zustands der Kugel im Kreuzungsbereich wird die Führung der Kugel aufgrund der weniger tief ausgebildeten Führungsnuten auch im Kreuzungsbereich hinreichend gewährleistet. Nach der Kreuzung wird die jeweilige Kugel im rampenförmigen Belastungsabschnitt, der in Abrollrichtung der Kugeln hinter der jeweiligen Führungsnut liegt, in die nächste Lastzone geführt, wodurch die Belastung der Kugeln wieder auf ein Maximum steigt.

**[0017]** Je nach Drehrichtung der drehangetriebenen Gewindemutter wechselt auch die Abrollrichtung der Kugeln im Kugelkanal. Somit ist die Lage des Entlastungs- und Belastungsabschnitts des jeweiligen Kreuzungsabschnitts abhängig von der Drehrichtung der Gewindemutter.

**[0018]** Ferner bevorzugt weisen der Belastungsabschnitt und der Entlastungsabschnitt einen rampenförmigen Verlauf auf. Unter dem rampenförmigen Verlauf des Entlastungsabschnitts bzw. des Belas-

tungsabschnitts ist zu verstehen, dass sich die erste Laufbahn im Entlastungsabschnitt seitlich aufweitet, um die seitliche Führung der jeweiligen Kugel stetig zu reduzieren und somit die in den Entlastungsabschnitt eintretende Kugel kontinuierlich zu entlasten. Im Belastungsabschnitt verjüngt die erste Laufbahn seitlich stetig bis zu der Ausgangsform, sodass die jeweilige Kugel eine kontinuierlich steigende Belastung bis zur Belastung innerhalb der Lastzone erfährt. Dadurch, dass dieser Übergang in den lastfreien Kreuzungsbereich und aus dem Kreuzungsbereich heraus kontrolliert und sanft erfolgt, kann ein negativer Einfluss auf die Lebensdauer verhindert oder zumindest reduziert werden und somit insbesondere die Akustik des Kugelgewindetriebs verbessert werden.

**[0019]** Der erfindungsgemäße Kugelgewindetrieb eignet sich insbesondere für eine Verwendung in einem Aktuator zur Niveauverstellung eines Fahrzeugaufbaus. Alternativ kann ein solcher Kugelgewindetrieb auch in einem beliebigen Stelltrieb, beispielsweise für einen Kupplungssteller, einen Bremsenaktuator oder einem Lenkungsaktuator eingesetzt werden.

**[0020]** Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Dabei zeigt

**Fig. 1** eine vereinfachte schematische Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Kugelgewindetriebs in einer ersten axialen Endposition,

**Fig. 2** eine vereinfachte schematische Schnittdarstellung des Kugelgewindetriebs gemäß **Fig. 1** in einer zweiten axialen Endposition,

**Fig. 3a** eine vereinfachte schematische Ansicht einer Gewindespindel des Kugelgewindetriebs gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2**,

**Fig. 3b** eine vereinfachte schematische Seitenansicht der Gewindespindel gemäß **Fig. 3a**,

**Fig. 3c** eine vereinfachte schematische Querschnittansicht der Gewindespindel gemäß den **Fig. 3a** und **Fig. 3b**, und

**Fig. 4** eine vereinfachte schematische Ansicht eines exemplarischen Kreuzungsbereichs an der Gewindespindel.

**[0021]** Gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** umfasst ein - hier stark vereinfacht dargestellter - Kugelgewindetrieb **1** für ein - nicht dargestelltes - Fahrzeug eine drehangetriebene axial unverschiebliche Gewindemutter **3** mit einer entlang der Gewindemutter **3** axial verschieblichen Gewindespindel **2**. Die Gewindemutter **3** wird beispielsweise durch eine - hier nicht dargestellte - Antriebseinheit angetrieben und kann dafür ein - hier ebenfalls nicht gezeigtes - Außengewinde aufweisen. Räumlich zwischen der Gewindespindel **2** und der Gewindemutter **3**, die koaxial zueinander angeordnet sind, sind eine Mehrzahl von Kugeln **10** angeordnet, die näher in **Fig. 3a** gezeigt und erläutert sind. Mittels der Kugeln **10** wird die Gewindespindel **2** durch eine Rotation der Gewindemutter **3** axial verlagert. Vorliegend ist die Gewindespindel **2** vertikal angeordnet und entlang einer Längsachse **17** axial verlagerbar. Ferner ist die Gewindespindel **2** durch ein Verdrehsicherungselement **4** gegenüber einem Gehäuse **5** verdrehgesichert, wobei das Verdrehsicherungselement **4** drehfest mit dem Gehäuse **5** verbunden ist. Mit anderen Worten ist das Verdrehsicherungselement **4** ortsfest im Gehäuse **5** angeordnet.

**[0022]** Das Verdrehsicherungselement **4** weist vorliegend zwei Führungssegmente **7a**, **7b** auf, die teilweise in einer dazugehörigen Führungsnut **6a**, **6b** der Gewindespindel **2** aufgenommen und linear geführt sind. Alternativ kann das Verdrehsicherungselement auch drei Führungssegmente aufweisen, wobei jedes Führungssegment teilweise in einer dazugehörigen Führungsnut der Gewindespindel aufgenommen und linear geführt ist.

**[0023]** Die Führungsnuten **6a**, **6b** sind an einer Außenumfangsfläche der Gewindespindel **2** angeordnet und achsparallel zur Längsachse **17** der Gewindespindel **2** ausgerichtet. Das jeweilige Führungssegment **7a**, **7b** weist eine vorliegend hakenförmige Geometrie auf, wobei ein Schenkel **18a**, **18b** des Führungssegments **7a**, **7b** orthogonal zur Längsachse **17** ausgebildet ist und teilweise in die dazugehörige Führungsnut **6a**, **6b** eingeführt ist. Dadurch lässt sich eine Verdrehsicherung der Gewindespindel **2** realisieren, die so an einer ungewollten Rotation um die Längsachse **17** aufgrund einer wirkenden Belastung gehindert wird. Es können beispielsweise durch einen Fahrzeugaufbau vertikale Lasten auf die Gewindespindel **2** wirken, die eine Rotation und somit eine axiale Abwärtsbewegung bewirken würde. Das so entstehende Drehmoment der Gewindespindel **2** wird durch die Führungssegmente **7a**, **7b** in das Gehäuse **5** geleitet. Mit anderen Worten stützt sich das Drehmoment der Gewindespindel **2** am Gehäuse **5** ab. Somit wird die Gewindespindel **2** während der Betätigung der Gewindemutter **3** lediglich axial geführt und kann nicht um die Längsachse **17** verdrehen.

**[0024]** In **Fig. 1** ist die Gewindespindel **2** an einem axialen Ausgangspunkt dargestellt, wobei die Gewindespindel **2** vorliegend maximal vertikal heruntergefahren ist. Durch die Betätigung der Gewindemutter **3** und der damit einhergehenden Rotation wird die Gewindespindel **2** axial verlagert, das heißt in axialer Richtung vertikal nach oben verlagert. Der axiale Endpunkt der axialen Verlagerung ist in **Fig. 2** dargestellt. Mit anderen Worten ist die Gewindespindel **2** zwischen dem Ausgangspunkt und Endpunkt axial verlagerbar. Zu erkennen ist, dass die Gewindespindel **2** durch die in die Führungsnuten **6a**, **6b** ein-

greifenden Führungssegmente **7a**, **7b** stets gegen Verdrehung gesichert ist. Ferner umschließt das Verdrehsicherungselement **4** die Gewindemutter **3** von außen und die Führungssegmente **7a**, **7b** sind unmittelbar axial benachbart zur Gewindemutter **3** angeordnet, sodass eine platzsparende Ausgestaltung des Kugelgewindetriebs **1** vorliegt und die Verdrehsicherung in den Kugelgewindetrieb **1** integriert ist.

**[0025]** Die **Fig. 3a**, **Fig. 3b** und **Fig. 3c** zeigen eine detaillierte Darstellung des Kugelgewindetriebs **1** gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** aus verschiedenen Perspektiven. In **Fig. 3a** ist das Verdrehsicherungselement **4** zur vereinfachten Darstellung hier nicht gezeigt. Die Gewindespindel **2** weist eine erste Laufbahn **8a** mit einer ersten Tiefe **9a** und die Gewindemutter **3** eine zweite Laufbahn **8b** auf. Die jeweilige Führungsnut **6a**, **6b** weist eine zweite Tiefe **9b** auf, welche kleiner ausgebildet ist, als die erste Tiefe **9a** der ersten Laufbahn **8a**. Ferner weist die jeweilige Führungsnut **6a**, **6b** eine Breite **12** auf, die kleiner ausgebildet ist, als der Durchmesser **11** der Kugeln **10**. Dadurch werden die Kugeln **10** sicher in einem räumlich zwischen den beiden Laufbahnen **8a**, **8b** radial ausgebildeten Kugelkanal **21** geführt und ein Verkanten oder Herausfallen der Kugeln **10** aus dem Kugelkanal **21** wird verhindert.

**[0026]** Gemäß **Fig. 3b** erstrecken sich die Führungssegmente **7a**, **7b** über mehrere Führungsabschnitte **16** der dazugehörigen Führungsnuten **6a**, **6b**, wodurch die Gewindespindel besonders sicher entlang der Führungssegmente **7a**, **7b** geführt wird. Ferner wird dadurch erreicht, dass eine ausreichend große Auflagefläche des jeweiligen Führungssegments **7a**, **7b** seitlich an die jeweiligen Führungsnutabschnitte **16** ausgebildet wird, um die wirkenden Flächenpressungen aufnehmen zu können. Dies geht insbesondere aus **Fig. 3c** hervor. Mithin ist die Länge der mit dem jeweiligen Führungssegment **7a**, **7b** in Eingriff stehenden Führungsnutabschnitte **16** groß genug, um die wirkenden Flächenpressungen übertragen zu können.

**[0027]** **Fig. 4** zeigt exemplarisch einen Kreuzungsbereich **15** zwischen der ersten Laufbahn **8a** und der ersten Führungsnut **6a**. Am Umfang der Gewindespindel **2** sind eine Vielzahl von Kreuzungsbereichen **15** ausgebildet, wobei die Anzahl der Kreuzungsbereiche **15** abhängig ist von der Gewindesteigung der Gewindespindel **2** und der Gewindemutter **3**. Analog dazu sind ferner Kreuzungsbereiche **15** zwischen der ersten Laufbahn **8a** und der zweiten Führungsnut **6b** ausgebildet.

**[0028]** Der hier gezeigte Kreuzungsbereich **15** erstreckt sich entlang der ersten Laufbahn **8a** in einer Abrollrichtung **19** der Kugeln **10** und ist vorliegend derart ausgebildet, dass die Kugel **10** im Kreuzungsbereich **15** nicht oder nur geringfügig belastet ist. Unter einer nur geringfügigen Belastung ist zu verstehen, dass die Kugel **10** bei einer Durchführung durch den Kreuzungsbereich **15** nicht verkantet. Bei der Drehung der Gewindemutter **3** und der damit bewirkten Längsverlagerung der Gewindespindel **2** durchläuft die Kugel **10** eine Vielzahl von Kreuzungsbereichen **15** der ersten Laufbahn **8a**, wobei die jeweilige Abrollrichtung **19** abhängig ist von der Drehrichtung der drehangetriebenen Gewindemutter **3**. In Abrollrichtung **19** rollt die Kugel **10** aus einer ersten Lastzone **22a** zunächst in einen rampenförmigen Entlastungsabschnitt **14** des Kreuzungsbereichs **15**, wobei der Entlastungsabschnitt **14** in Abrollrichtung **19** vor einer Kreuzung **20** zwischen der ersten Laufbahn **8a** und der Führungsnut **6a** liegt. Im Entlastungsabschnitt **14** wird die jeweilige Kugel **10** von Beginn des Entlastungsabschnitts **14** bis zur Kreuzung **20** kontinuierlich entlastet. Mithin weitet sich die Laufbahn **8a** ausgehend von einer halbkreisförmigen Ausgangsform seitlich auf, sodass die Kugel **10** keine Kräfte der Gewindespindel **2** aufnimmt und somit lastfrei in der ersten Laufbahn **8a** geführt wird. Durch den rampenförmigen Verlauf des Entlastungsabschnitts **14** wird die Kugel **10** somit gleichmäßig entlastet und durch die Kreuzung **20** hindurchgeführt.

**[0029]** Nach dem Durchlaufen der Kreuzung **20** wird die Kugel **10** wieder in eine auf den Kreuzungsbereich **15** folgenden Lastzone **22b** geführt. Dafür wird die Kugel **10** in einen rampenförmigen Belastungsabschnitt **13** geführt, der vorliegend in Abrollrichtung **19** hinter der Kreuzung **20** der Laufbahn **8a** mit der Führungsnut **6a** liegt. Die erste Laufbahn **8a** verjüngt kontinuierlich zu der halbkreisförmigen Ausgangsform, damit die Kugel **10** wieder kontinuierlich belastet wird, bis sie die zweite Lastzone **22b** erreicht und aus dem Kreuzungsbereich **15** austritt. Anders gesagt liegt die Kugel **10** zu Beginn des Belastungsabschnitts **13** lastfrei vor und weist am Ende des Belastungsabschnitts **13** die im Betrieb des Kugelgewindetriebs **1** auftretende Belastung auf. Durch den rampenförmigen Verlauf des Belastungsabschnitts **13** wird die Kugel **10** somit gleichmäßig belastet und aus dem Kreuzungsbereich **15** herausgeführt. Ein Risiko zur Verkantung der Kugel **10** wird durch eine derartige Ausgestaltung des Kreuzungsbereichs **15** minimiert.

Bezugszeichenliste

| | |
|---|---|
| **1** | Kugelgewindetrieb |
| **2** | Gewindespindel |
| **3** | Gewindemutter |
| **4** | Verdrehsicherungselement |
| **5** | Gehäuse |
| **6a, 6b** | Führungsnut |
| **7a, 7b** | Führungssegment |
| **8a, 8b** | Laufbahn |

| | |
|---|---|
| **9a, 9b** | Tiefe |
| **10** | Kugel |
| **11** | Durchmesser |
| **12** | Breite |
| **13** | Belastungsabschnitt |
| **14** | Entlastungsabschnitt |
| **15** | Kreuzungsbereich |
| **16** | Führungsnutabschnitt |
| **17** | Längsachse |
| **18a, 18b** | Schenkel |
| **19** | Abrollrichtung |
| **20** | Kreuzung |
| **21** | Kugelkanal |
| **22a, 22b** | Lastzone |

## Patentansprüche

1. Kugelgewindetrieb (1) für ein Fahrzeug, umfassend eine drehangetriebene axial unverschiebliche Gewindemutter (3) mit einer entlang der Gewindemutter (3) axial verschieblichen Gewindespindel (2), wobei räumlich zwischen der Gewindespindel (2) und der Gewindemutter (3) eine Mehrzahl von Kugeln (10) angeordnet ist, wobei die Gewindespindel (2) durch ein Verdrehsicherungselement (4) gegenüber einem Gehäuse (5) verdrehgesichert ist, wobei das Verdrehsicherungselement (4) einerseits drehfest mit dem Gehäuse (5) verbunden ist und andererseits in zumindest einer an der Gewindespindel (2) ausgebildeten Führungsnut (6a) linear geführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gewindespindel (2) eine erste Laufbahn (8a) mit einer ersten Tiefe (9a) und die Gewindemutter (3) eine zweite Laufbahn (8b) aufweist, wobei die Führungsnut (6a) eine zweite Tiefe (9b) aufweist, welche kleiner ausgebildet ist, als die erste Tiefe (9a).

2. Kugelgewindetrieb (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verdrehsicherungselement (4) zumindest ein Führungssegment (7a) aufweist, das in der dazugehörigen Führungsnut (6a) an der Gewindespindel (2) linear geführt ist.

3. Kugelgewindetrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Gewindespindel (2) zwei Führungsnuten (6a, 6b) gegenüberliegend zueinander ausgebildet sind, wobei die Führungsnuten (6a, 6b) achsparallel zur Gewindespindel (2) ausgerichtet sind und ein jeweiliges Führungssegment (7a, 7b) des Verdrehsicherungselements (4) zumindest teilweise aufnehmen.

4. Kugelgewindetrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Gewindespindel (2) drei Führungsnuten (6a, 6b) gleichmäßig verteilt zueinander ausgebildet sind, wobei die Führungsnuten (6a, 6b) achsparallel zur Gewindespindel (2) ausgerichtet sind und ein jeweiliges Führungssegment (7a, 7b) des Verdrehsicherungselements (4) zumindest teilweise aufnehmen.

5. Kugelgewindetrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Führungsnut (6a, 6b) eine Breite (12) aufweist, die kleiner ausgebildet ist, als der Durchmesser (11) der Kugeln (10).

6. Kugelgewindetrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der ersten Laufbahn (8a) in einem Kreuzungsbereich (15) der ersten Laufbahn (8a) mit der jeweiligen Führungsnut (6a, 6b) ein jeweiliger Belastungsabschnitt (13) und ein jeweiliger Entlastungsabschnitt (14) ausgebildet sind.

7. Kugelgewindetrieb (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Belastungsabschnitt (13) und der Entlastungsabschnitt (14) einen rampenförmigen Verlauf aufweisen.

8. Verwendung des Kugelgewindetriebs (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in einem Aktuator zur Niveauverstellung eines Fahrzeugaufbaus.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

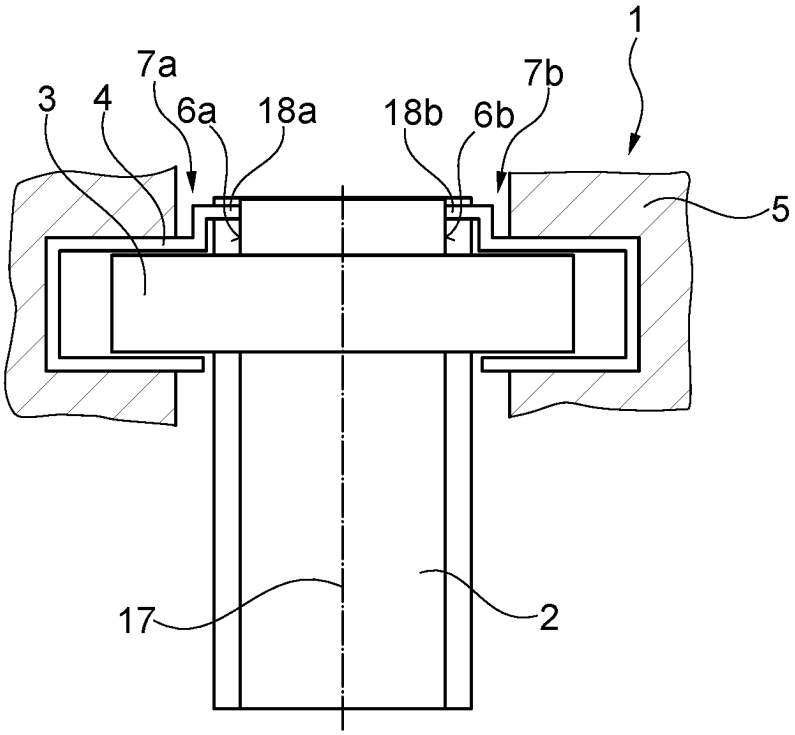



Fig. 1

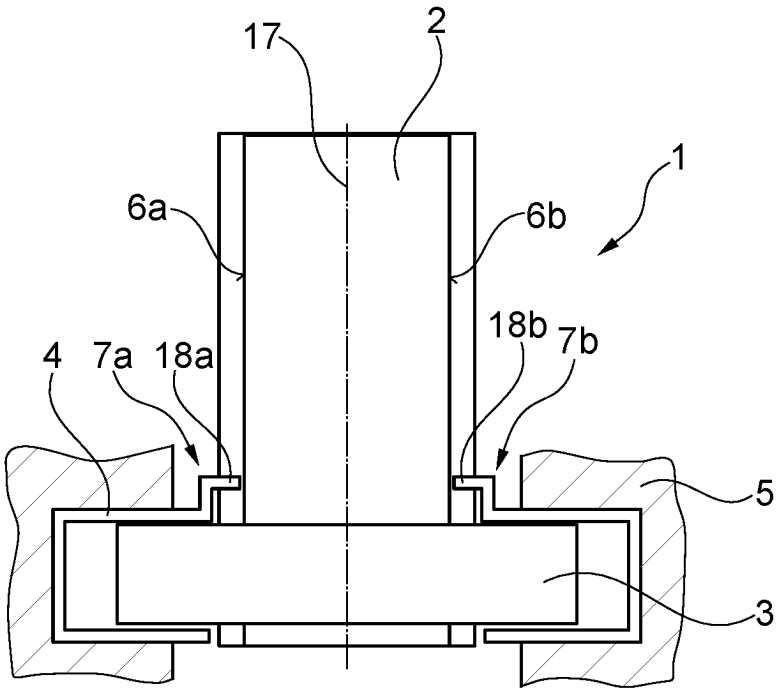



Fig. 2

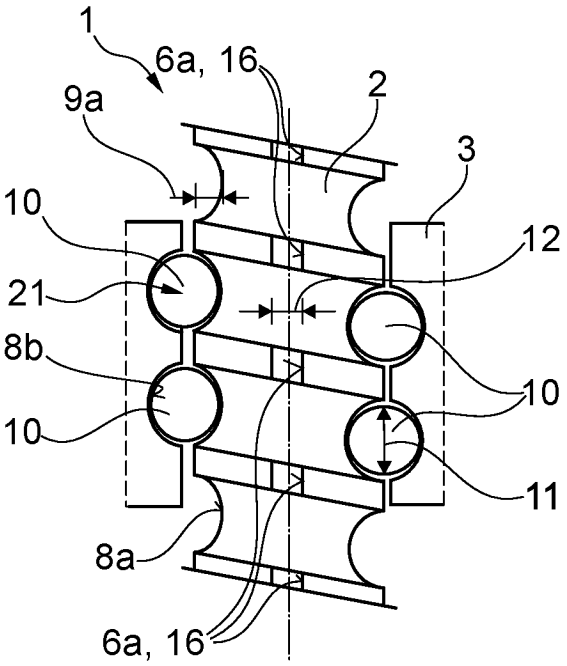



Fig. 3a

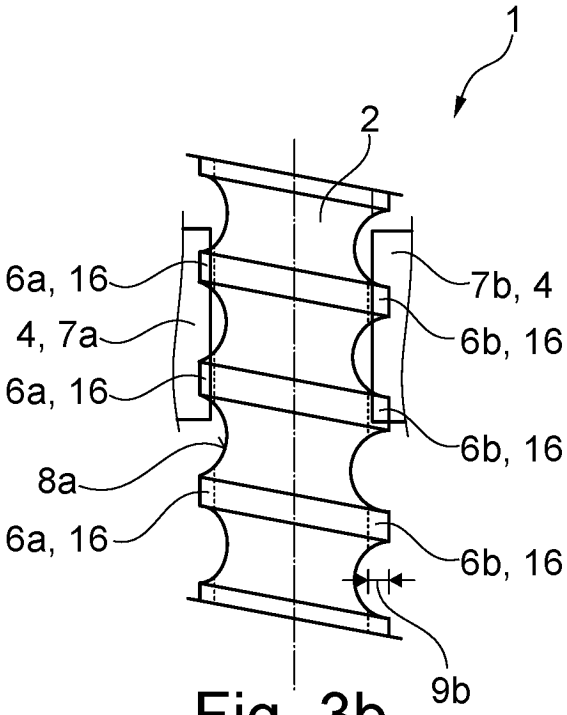



Fig. 3b

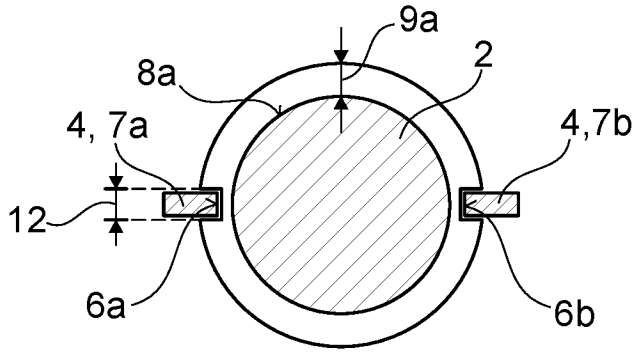



Fig. 3c

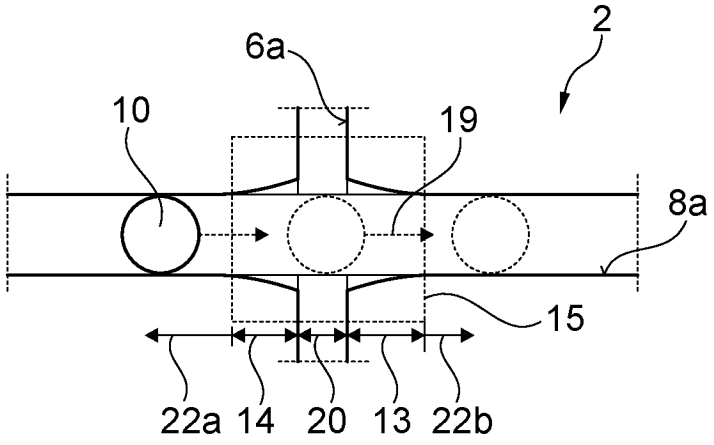



Fig. 4