

(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
3. Januar 2008 (03.01.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/000330 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F16C 3/035 (2006.01) *F16C 29/06* (2006.01)
F16D 3/06 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/004760
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. Mai 2007 (30.05.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 030 105.6 28. Juni 2006 (28.06.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VOITH TURBO GMBH & CO. KG** [DE/DE];
Alexanderstrasse 2, 89522 Heidenheim (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRAWENHOF, Peter**
[DE/DE]; Eschenweg 4/1, 89547 Dettingen (DE).
- (74) Anwalt: **DR. WEITZEL & PARTNER**; Friedenstrasse
10, 89522 Heidenheim (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LENGTH-VARIABLE SHAFT

(54) Bezeichnung: LÄNGENVARIABLE WELLE

(57) Abstract: The invention relates to a shaft with length compensation, comprising an anti-friction bearing between the first and the second axial element, which is arranged between a first and a second axial element in such a way that a torque can be transmitted via said shaft from the first axial element to the second axial element or vice versa, thereby causing a relative displacement between the first axial element and the second axial element by a rolling movement of rolling bodies of the anti-friction bearing. The anti-friction bearing comprises at least one pair of bearing units with a first bearing unit and a second bearing unit, each bearing unit having a plurality of rolling bodies, the first bearing unit supporting the first axial element in a play-free manner or with pretension in the peripheral direction of the shaft against the second axial element, while the second bearing unit supports the first axial element against the second axial element in a play-free manner or with pretension in a second peripheral direction which is directed opposite to the first peripheral direction of the shaft. The rolling bodies have a cylindrical or cone-shaped outer surface and are oriented with their rotating axes in the radial direction of the two axial elements or are forming an acute angle thereto such that, when viewing in the peripheral direction of the shaft, they execute a rolling movement on a flat surface that extends over a predetermined diameter region. The bearing units are arranged at the axial end of the first axial element and are oriented towards the second axial element. In the region of the axial end of the second axial element, which is oriented towards the first axial element, a sliding element is arranged in the zone between the first and the second axial element in such a way that a supporting force which is directed in the radial direction of the shaft can be transmitted from the first axial element to the second axial element and vice versa via said sliding element, thereby allowing the relative displacement between the first axial element and the second axial element by a sliding movement while the sliding element is free of torque transmission between the first axial element and the second axial element.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Welle mit Längenausgleich mit einer Wälzlagerung zwischen einem ersten und einem zweiten Axialteil, die derart zwischen dem ersten und dem zweiten Axialteil angeordnet ist, dass ein Drehmoment über diese vom ersten Axialteil auf den zweiten Axialteil oder umgekehrt übertragbar ist, und eine relative Verschiebung zwischen dem ersten Axialteil und dem zweiten Axialteil über eine Abrollbewegung von Wälzkörpern der Wälzlagerung erfolgt. Die Wälzlagerung umfasst wenigstens ein Paar von Lagereinheiten mit einer ersten Lagereinheit und einer zweiten Lagereinheit, wobei jede Lagereinheit eine Vielzahl von Wälzkörpern aufweist, und die erste Lagereinheit den ersten Axialteil spielfrei oder mit Vorspannung in Umfangsrichtung der Welle gegen den zweiten Axialteil abstützt, und die zweite Lagereinheit den ersten Axialteil spielfrei oder mit Vorspannung in eine zweite, entgegengesetzt zu der ersten Umfangsrichtung gerichtete Umfangsrichtung der Welle gegen den zweiten Axialteil abstützt. Die Wälzkörper weisen eine zylindrische oder kegelförmige äußere Oberfläche auf und sind mit ihrer Drehachse derart in Radialrichtung der beiden Axialteile oder in einem spitzen Winkel hierzu ausgerichtet, dass sie in Umfangsrichtung der Welle gesehen auf einer ebenen, sich über einen vorgegebenen Durchmesserbereich erstreckenden Fläche abrollen. Die Lagereinheiten sind an dem dem zweiten Axialteil zugewandten axialen Ende des ersten Axialteils angeordnet. Im Bereich des dem ersten Axialteils zugewandten axialen Endes des zweiten Axialteils ist ein Gleitelement im Bereich zwischen dem ersten und dem zweiten Axialteil derart angeordnet, das über dieses eine in Radialrichtung der Welle gerichtete Abstützkraft vom ersten Axialteil auf den zweiten Axialteil oder umgekehrt übertragbar ist und welches die relative Verschiebung zwischen dem ersten Axialteil und dem zweiten Axialteil über eine Gleitbewegung ermöglicht, wohingegen das Gleitelement frei von einer Drehmomentübertragung zwischen dem ersten Axialteil und dem zweiten Axialteil ist.

WO 2008/000330 A2



RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

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

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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

Längenvariable Welle

Die Erfindung betrifft eine längenvariable Welle, das heißt eine Welle, die durch Verschieben von zwei Axialteilen relativ zueinander einen Längenausgleich
5 bewirken kann, wenn sich die beiden axialen Enden der Welle aufeinander zu oder voneinander weg bewegen. Insbesondere ist die Welle eine Gelenkwelle, beispielsweise eine Kreuzgelenkwelle.

Wellen, auch Gelenkwellen, mit Längenausgleich sind in verschiedenen
10 Ausführungen bekannt. In der Praxis kommt am häufigsten eine Keilwellenverbindung mit einer längsverzahnten Welle und einer Nabe zum Einsatz. Bei dieser Lösung weist ein erster Axialteil (die längsverzahnte Welle) eine sich über einen bestimmten Längenabschnitt erstreckende Außenverzahnung in Umfangsrichtung auf, welche in eine entsprechende Innenverzahnung am
15 zweiten Axialteil (der Nabe) eingreift. Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass mit zunehmendem vom ersten Axialteil auf den zweiten Axialteil übertragenen Drehmoment auch die Kraft zunimmt, welche erforderlich ist, um eine axiale Längenänderung der Welle zu bewirken.

20 Die beschriebene Lösung gemäß dem Stand der Technik ist in der Figur 1 dargestellt.

Um den Nachteil der hohen erforderlichen Kraft für eine axiale Längenänderung bei zunehmendem Drehmoment, das auf die Welle übertragen wird, zu vermeiden,
25 ist eine Welle mit einem wälzgelagerten Längenausgleich, auch als Tripode-Längenausgleich bezeichnet, vorgeschlagen worden. Eine Welle mit einem solchen Längenausgleich ist in der Figur 2 schematisch dargestellt. Bei dieser zweiten Ausführung wird das Drehmoment vom ersten Axialteil (auch als Welle bezeichnet) auf den zweiten Axialteil (auch als Nabe bezeichnet) über drei
30 vorgesehene Kurvenrollen, welche in entsprechenden Führungsnuten wälzgelagert abrollen, übertragen. Aufgrund der vorgesehenen Wälzlagerung bleibt die Axialkraft, welche für eine Längenänderung, das heißt für eine relative

Verschiebung zwischen den beiden Axialteilen, erforderlich ist, auch mit zunehmendem, vom ersten Axialteil auf den zweiten Axialteil oder vom zweiten Axialteil auf den ersten Axialteil übertragenen Drehmoment nahezu konstant.

5 Aufgrund des konstruktiven Aufbaus der Welle ist es jedoch erforderlich, die Nuten, in welchen die Kurvenrollen laufen, in Umfangsrichtung breiter als den äußeren Durchmesser der Kurvenrollen auszuführen. Hierdurch ergibt sich ein Spiel in Umfangsrichtung zwischen dem ersten Axialteil und dem zweiten Axialteil.

10 Die dargestellte Lösung ist besonders dann störanfällig, wenn im Betrieb geringe Längenänderungen bei gleichzeitig hohen Leerlaufanteilen, welche durch ein geringes Drehmoment gekennzeichnet sind, auftreten. Die dann häufig auftretenden Gleitbewegungen begünstigen den sogenannten Passungsrost und führen zu einem mechanischen Einarbeiten der Kurvenrolle in die Führungsnut, so
15 dass die vorgesehenen Führungsflächen unerwünscht uneben werden können.

Weitere Lager für teleskopierbare Wellen sind in den Druckschriften US 3 318 109 A, GB 872 549 A und FR 55 557 E dargestellt. Auch bei diesen Lagern ist
20 zwingend ein Spiel in Umfangsrichtung zwischen den beiden in Längsrichtung verschiebbaren Teilen erforderlich.

Die Offenlegungsschrift DE 102 50 663 A1 beschreibt ein Lager einer teleskopischen Verbindung, mit welchem Drehmomente zwischen einem Innenprofil und einem Außenprofil übertragen werden können und ein quer zur
25 Längsachse gerichtetes Lagerspiel elastisch dadurch ausgeglichen ist, dass stets eine elastische Abstützung in radialer Richtung nach außen auf zwei entgegengesetzt zueinander angeordneten Durchmesserpunkten vorgesehen ist.

Ein weiterer Nachteil der in den zuvor genannten Druckschriften dargestellten
30 Lager ist das aufgrund der gewählten Bauform begrenzte maximale Drehmoment, das zwischen den beiden telekopierbaren Teilen übertragbar ist. Insbesondere die punktförmigen Kontaktstellen zwischen den beiden teleskopierbaren Teilen und

die Verspannung in Radialrichtung nach außen schränken das maximale Übertragungsvermögen ein. Schließlich bedingt die Lagerform in Axialrichtung sehr lange Lineareinheiten, für welche ein entsprechender Abwälzbereich in Axialrichtung der Bauteile zur Verfügung gestellt werden muss, was wiederum das
5 Telskopiervermögen, das heißt die Differenz zwischen der maximal eingefahrenen Stellung der maximal ausgefahrenen Stellung verringert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Welle mit Längenausgleich, insbesondere Gelenkwelle, darzustellen, welche einerseits unabhängig vom
10 mittels der Welle übertragenen Drehmoment mit einer vergleichsweise geringen Zug- oder Druckkraft zusammen- oder auseinanderfahrbar ist, und welche zugleich die genannten Nachteile vermeidet. Insbesondere soll der Längenausgleich in Axialrichtung möglichst kurz ausgeführt sein, um den teleskopierbaren Weg zu maximieren.

15

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Welle mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beschreiben vorteilhafte und besonders zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung.

20

Die erfindungsgemäße Welle, welche der Übertragung eines Drehmomentes von einem ersten axialen Wellenende zu einem zweiten, dem ersten axialen Wellenende entgegengesetzten axialen Wellenende dient, weist einen Längenausgleich auf, das heißt sie umfasst mindestens zwei in Axialrichtung der Welle relativ zueinander verschiebbare Axialteile. Die beiden Axialteile sind

25

gegeneinander wälzgelagert, das heißt es ist eine Wälzlagerung zwischen dem ersten und dem zweiten Axialteil vorgesehen, die eine Vielzahl von Wälzkörpern aufweist, die zum Beispiel tonnenförmig, kegelförmig, nadelförmig oder anders gestaltet sein können, solange sie eine punktförmige Abstützung zwischen den beiden Axialteilen vermeiden und stattdessen eine lineare Abwälzfläche zwischen
30 den beiden Axialteilen vorsehen.

Die Wälzlagerung dient nicht nur der relativen Verschiebung zwischen dem ersten Axialteil und dem zweiten Axialteil mit einer vergleichsweise geringen Schub- oder Druckkraft, wobei die Wälzkörper der Wälzlagerung eine Abrollbewegung ausführen, sondern sie überträgt ferner Drehmoment vom ersten Axialteil auf den zweiten Axialteil, wenn der erste Axialteil das Antriebsende und der zweite Axialteil das Abtriebsende der Welle bildet, beziehungsweise vom zweiten Axialteil auf den ersten Axialteil, wenn der zweite Axialteil das Antriebsende und der erste Axialteil das Abtriebsende der Welle bildet. Wenn kein weiteres drehmomentaufnehmendes Bauteil vorgesehen ist, wird dabei das gesamte Drehmoment, welches auf das Antriebsende aufgebracht wird, auf das Abtriebsende übertragen, vorzugsweise ausschließlich über die Wälzlagerung zwischen dem ersten und dem zweiten Axialteil.

Erfindungsgemäß weist die Wälzlagerung wenigstens ein Paar von Lagereinheiten mit jeweils einer Vielzahl von Wälzkörpern auf. Das Paar umfasst dabei wenigstens oder genau zwei Lagereinheiten. Die erste Lagereinheit stützt den ersten Axialteil spielfrei oder sogar mit einer Vorspannung in eine erste Umfangsrichtung der Welle gegen den zweiten Axialteil ab. Die zweite Lagereinheit stützt den ersten Axialteil ebenfalls spielfrei oder mit Vorspannung in eine zweite, entgegengesetzt zu der ersten Umfangsrichtung gerichtete Umfangsrichtung der Welle gegen den zweiten Axialteil ab.

Wenn die beiden Lagereinheiten in demselben Axialteil angeordnet sind, dem ersten oder dem zweiten Axialteil, können sie sich jeweils unmittelbar am anderen Axialteil abstützen, und zwar in entgegengesetzten Umfangsrichtungen der Welle. Die Lagereinheiten sind in der Regel in Umfangsrichtung der Welle drehstarr und steif oder auch elastisch am oder im entsprechenden Axialteil angeschlossen. Somit wird eine wälzgelagerte, spielfreie, drehmomentübertragende Verbindung zwischen den beiden Axialteilen erreicht.

Der erste Axialteil wird vorteilhaft in Axialrichtung wenigstens teilweise und in Umfangsrichtung insbesondere vollständig vom zweiten Axialteil umschlossen. Die

Lagereinheiten sind bei dieser Ausführung insbesondere radial zwischen dem ersten Axialteil und dem zweiten Axialteil positioniert.

5 Beispielsweise weist der erste Axialteil wenigstens einen Vorsprung auf, an welchem jeweils eine Lagereinheit angeschlossen ist oder mehrere Lagereinheiten angeschlossen sind. Vorteilhaft sind mehrere Vorsprünge vorgesehen, von denen jeder eine oder mehrere Lagereinheiten aufnimmt.

10 Der zweite Axialteil weist vorteilhaft wenigstens eine Nut oder eine Vielzahl von Nuten auf, insbesondere in der Anzahl entsprechend der Zahl der Vorsprünge oder der Zahl der Lagereinheiten, in welche Nuten die eine Lagereinheit eingreift beziehungsweise die mehreren Lagereinheiten eingreifen. In eine Nut kann dabei jeweils eine Lagereinheit eingreifen. Alternativ ist es auch möglich, dass mehrere Lagereinheiten in ein- und dieselbe Nut eingreifen. Beispielsweise greifen jeweils
15 zwei Lagereinheiten in eine Nut ein.

Jede Nut kann eine oder mehrere, insbesondere zwei in Axialrichtung der Welle verlaufende Laufflächen aufweisen. Die beiden Laufflächen einer Nut stehen sich beispielsweise gegenüber. Vorteilhaft verlaufen die Laufflächen in einer
20 achsparallelen Axialschnittebene, die insbesondere mit Abstand zu der Mittelachse angeordnet ist.

Auf den genannten Laufflächen können entweder die Wälzkörper oder eine sich auf den Wälzkörpern drehende Lagerschale von einem oder mehreren
25 Lagereinheiten abrollen.

Die Lagerschale kann beispielsweise durch eine Kurvenrolle, wie sie mit Bezug auf den Stand der Technik in der Beschreibungseinleitung dargestellt worden ist, gebildet werden, das heißt eine Ringform aufweisen, die sich über die Wälzkörper
30 auf einem Zapfen oder dergleichen dreht.

Die Lagereinheiten sind an dem zum zweiten Axialteil gerichteten axialen Ende des ersten Axialteils angeordnet. Am axialen Ende angeordnet bedeutet dabei, dass die Lagereinheiten entweder unmittelbar mit diesem axialen Ende abschließen oder im Bereich dieses axialen Endes angeordnet sind, das heißt

5 entweder steht das axiale Ende des Axialteils über die Lagereinheiten in der Axialrichtung über, oder auch die Lagereinheiten können über das axiale Ende des Axialteils überstehen. Um die Lagereinheiten in Axialrichtung besonders kurz ausführen zu können, ist im Bereich des dem ersten Axialteil zugewandten axialen Endes des zweiten Axialteils eine Stützbuchse angeordnet, die mit den

10 Lagereinheiten zusammenarbeitet. Diese Stützbuchse ist ein an der Berührungsfläche zu dem ersten Axialteil und dem zweiten Axialteil angeordnetes Gleitelement, über welches die beiden Axialteile in Radialrichtung gegeneinander abgestützt sind und welches zugleich ein leichtes Gleiten in Axialrichtung ermöglicht. Dieses Gleitelement kann beispielsweise eine geschlossene Ringform

15 aufweisen oder es können eine Vielzahl von über dem Umfang verteilten einzelnen Gleitelementen vorgesehen sein. Vorteilhaft ist, dass wenigstens ein Gleitelement an der radial innenliegenden Fläche des zweiten Axialteils, welche die äußere Umfangsfläche des ersten Axialteils umschließt, angeordnet beziehungsweise dort in den zweiten Axialteil eingesetzt. Somit gleitet der erste

20 Axialteil mit seiner Umfangsfläche entlang des Gleitelements. Selbstverständlich ist es alternativ oder zusätzlich auch möglich, das oder wenigstens ein Gleitelement auf der äußeren Umfangsfläche des ersten Axialteils anzuordnen. Das oder die Gleitelemente können auch einstückig mit dem jeweiligen Axialteil ausgebildet sein, beispielsweise in Form einer Beschichtung. Sie zeichnen sich

25 jeweils dadurch aus, dass sie eine in Radialrichtung im wesentlichen starre Abstützung zwischen den beiden Axialteilen ermöglichen und zugleich das Ineinandergleiten der beiden Axialteile erleichtern.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und den

30 Figuren exemplarisch beschrieben werden.

Es zeigen:

- Figur 1 eine Kreuzgelenkwelle gemäß dem Stand der Technik;
- 5 Figur 2 eine weitere Ausführungsform einer Kreuzgelenkwelle gemäß dem Stand der Technik;
- Figur 3 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Welle mit zwei Paaren von Lineareinheiten und einer stirnseitigen Zentrierscheibe;
- 10 Figur 4 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Welle mit zwei Paaren von Lineareinheiten und zwei zusätzlich vorgesehenen Gleitlagern;
- 15 Figur 5 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Welle ähnlich zu jener der Figur 4, aber mit formschlüssig an dem ersten Axialteil angeschlossenen Vorsprüngen;
- Figur 6 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Welle mit zwei, von jeweils einem Paar von Lagereinheiten eingeschlossenen Führungsschienen;
- 20
- Figur 7 eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Welle mit vier mit einem Abstand von 90° zueinander angeordneten Kurvenrollen als Lagereinheiten;
- 25
- Figur 8 eine sechste Ausführungsform der Erfindung entsprechend der Figur 7, bei welcher jedoch die Kurvenrollen auf in dem zweiten Axialteil eingesetzten Führungsschienen abrollen;
- 30
- Figur 9 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Welle mit zwei Paaren mit jeweils zwei Lineareinheiten als Lagereinheiten, die

rechtwinklig beziehungsweise mit einem Abstand von 90° zueinander angeordnet sind.

In der Figur 3 erkennt man eine Welle mit Längenausgleich, die aus dem ersten Axialteil 1 und dem zweiten Axialteil 2 besteht beziehungsweise diese beiden Axialteile 1, 2 umfasst. Der erste Axialteil 1 weist vier Lagereinheiten auf, von denen jeweils zwei zu einem Paar zusammengefasst sind. Auf einer ersten radialen Seite, hier der Oberseite, ist das erste Paar von Lagereinheiten 3.1 und 3.2 angeordnet, und auf der diametral entgegengesetzten Seite, hier der Unterseite des ersten Axialteils 1, ist das zweite Paar mit den Lagereinheiten 4.1 und 4.2 angeordnet. Alle Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 sind als sogenannte Lineareinheiten, auch als Linearlager beziehungsweise Linearwälzlager bezeichnet, ausgeführt. Solche Lineareinheiten sind Lager mit einer Wälzkörperrückführung, die Linearbewegungen mit geringer Reibung und die Möglichkeit eines unbegrenzten Hubes ermöglichen. Wie man in der Figur 3 erkennen kann, weist vorliegend jede Lineareinheit eine kettenbandförmige Anordnung von Wälzkörpern, hier zylindrischen Wälzkörpern, auf, welche entlang einer im wesentlichen elliptischen Bahn mit abgeflachten Längsseiten umlaufen.

Wenn der erste Axialteil 1 in den oder aus dem zweiten Axialteil 2 in Axialrichtung ein- oder ausgefahren wird, so rollt beziehungsweise wälzt jede Lagereinheit 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 auf ihrer jeweiligen Außenseite entlang einer Lauffläche 5 im zweiten Axialteil 2 ab. Bei der gezeigten Ausführungsform rollen die Wälzkörper unmittelbar auf den Laufflächen 5 ab.

Die sich abwälzenden Außenseiten der beiden Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 eines Paares von Lagereinheiten sind in Umfangsrichtung der Welle entgegengesetzt zueinander angeordnet, so dass die beiden Lagereinheiten eines Paares von Lagereinheiten entsprechend in einer gemeinsamen Nut 6 des zweiten Axialteils 2 positioniert sind beziehungsweise in diese Nut 6 eingreifen.

Neben den zwei Nuten 6 weist der zweite Axialteil 2 auf seiner Innenseite einen im Querschnitt kreisförmigen Umfangsbereich auf, wobei dieser kreisförmige Umfangsbereich durch die beiden Nuten 6 unterbrochen wird. Der kreisförmige Umfangsbereich dient einerseits der Aufnahme des zylinderförmigen Abschnitts des ersten Axialteils 1 und andererseits der gleitenden Aufnahme einer am ersten Axialteil angeschlossenen kreisscheibenförmigen Zentrierscheibe 7, die vorzugsweise aus einem Gleitlagermaterial besteht. Die Zentrierscheibe 7 bildet somit zusätzlich zu der Wälzlagerung mit den genannten vier Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 des ersten Axialteils 1 eine Gleitlagerung aus, mittels welcher der erste Axialteil 1 im zweiten Axialteil 2 gelagert ist.

Aufgrund ihrer kreisförmigen Ausgestaltung ist die Gleitlagerung nicht in der Lage, Drehmoment von dem ersten Axialteil auf den zweiten Axialteil zu übertragen. Somit hat die Höhe des Drehmoments keinerlei Einfluss auf die Verschiebekraft, welche erforderlich ist, um die Zentrierscheibe 7 im zweiten Axialteil 2 zu verschieben.

Die Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 sind an jenem axialen Ende des ersten Axialteils 1 angeordnet, welches dem zweiten Axialteil 2 zugewandt ist. Mit Abstand in Axialrichtung zu den Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 ist an jenem axialen Ende des zweiten Axialteils 2, das dem ersten Axialteil 1 zugewandt ist, ein Gleitelement 13 angeordnet, um den ersten Axialteil 1 in Radialrichtung desselben gegen den zweiten Axialteil 2 abzustützen, ohne dabei Drehmoment zu übertragen. Vorliegend ist das Gleitelement 13 als Gleiterring ausgeführt, der im zweiten Axialteil 2 an dessen innerer Umfangsfläche eingesetzt ist und den ersten Axialteil 1 in Umfangsrichtung vollständig umschließt. Der Gleitring kann dabei eine konstante Dicke oder eine über dem Umfang variierende Dicke aufweisen. Alternativ ist es auch möglich, statt eines einzigen geschlossenen Gleitrings nur ein einziges, nur über einen Teil des Umfangs reichendes Gleitelement 13 oder eine Vielzahl von Gleitelementen 13, die über dem Umfang der beiden Axialteile 1, 2 verteilt angeordnet sind, vorzusehen.

Das Vorsehen eines Gleitelementes 13 beziehungsweise einer Vielzahl von Gleitelementen 13 am axialen Ende des zweiten Axialteils 2 ermöglicht, die Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 in Axialrichtung gesehen besonders kurz auszuführen. Insbesondere arbeitet das Gleitelement 13 mit einer weiteren
5 Gleitlagerung, beispielsweise der Zentrierscheibe 7 in der Figur 3, am axial äußeren Ende des ersten Axialteils 1 zusammen, um den ersten Axialteil 1 an zwei voneinander in Axialrichtung entfernt angeordneten Positionen gegenüber dem zweiten Axialteil 2 in Radialrichtung abzustützen. Wie man in der Figur 4 erkennen kann, kann die Gleitlagerung am axialen Ende des ersten Axialteils 1
10 auch radial außerhalb beziehungsweise im axialen Bereich der Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 angeordnet sein, um die doppelte radiale Abstützung des ersten Axialteils 1 gegen den zweiten Axialteil 2 durch eine Gleitlagerung zu erreichen.

Jeweils ein Paar von Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 ist in einem
15 gemeinsamen Vorsprung 8 auf dem ersten Axialteil 1 angeordnet. Der Vorsprung 8 kann dabei integral mit dem ersten Axialteil 1 ausgebildet sein oder vorteilhaft kraft- und/oder formschlüssig am ersten Axialteil 1 angeschlossen sein. Bei dem in der Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel können die Vorsprünge 8
20 beispielsweise durch eine stirnseitige formschlüssige Verbindung, wie zum Beispiel eine Stirnverzahnung, an dem zylinderförmigen Abschnitt des ersten Axialteils 1 angeschlossen sein.

Selbstverständlich ist es auch möglich, den in der Figur 3 gezeigten zylinderförmigen Abschnitt (der linke Teil des ersten Axialteils 1) in einer anderen
25 Querschnittsform auszubilden, beispielsweise in der Form eines Vielecks, wie zum Beispiel eines Quadrats oder Rechtecks.

Die erste Lagereinheit 3.1, 4.1 von jedem Paar von Lagereinheiten arbeitet mit der zweiten Lagereinheit 3.2, 4.2 des entsprechenden Paares von Lagereinheiten
30 derart zusammen, dass zwischen dem ersten Axialteil 1 und dem zweiten Axialteil 2 in Umfangsrichtung eine spielfreie und/oder vorgespannte Verbindung entsteht. Unter Umfangsrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist dabei nicht nur ein

kreisförmiger Umfang zu verstehen, sondern auch geschlossene Umfänge, die von der Kreisform abweichen, sollen mit erfasst werden. Bei der in der Figur 3 dargestellten Ausführungsform sind zum Beispiel die beiden Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 eines jeden Paares von Lagereinheiten in jeweils derselben Ebene, hier Horizontalebene, angeordnet. Selbstverständlich wäre es auch möglich, die entsprechenden Lagereinheiten eines Paares winklig zueinander anzuordnen, beispielsweise auf eine gemeinsame bogenförmigen oder kreisförmige Umfangslinie. Im ersten Fall sind die Laufflächen 5 einer gemeinsamen Nut 6 komplanar und im zweiten Fall winklig zueinander angeordnet.

Bei der Ausführung gemäß der Figur 3 kann somit durch das Vorsehen von jeweils zwei Lineareinheiten auf zwei diametral entgegengesetzt zueinander angeordneten Seiten des ersten Axialteils 1 eine leichte Verspannung beziehungsweise Spielfreiheit in Umfangsrichtung zwischen dem ersten Axialteil 1 und dem zweiten Axialteil 2 erreicht werden. Um einen ausgezeichneten Rundlauf zu gewährleisten, ist zusätzlich die Zentrierscheibe 7 vorgesehen. Es ist jedoch auch möglich, diese Zentrierscheibe 7 einzusparen, wenn die Anforderungen an den Rundlauf weniger groß sind, oder zusätzlich oder alternativ andere Zentriermaßnahmen vorzusehen.

Die Ausführung gemäß Figur 4 entspricht weitgehend jener der Figur 3. Allerdings wird hier eine Zentrierung durch jeweils ein auf den Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 aufgebrachtes Gleitlager 9 erreicht. Dieses Gleitlager 9 stützt sich am Nutgrund der Nut 6 ab. Vorliegend ist pro Paar von Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 jeweils ein Gleitlager 9, das sich am entsprechenden Nutgrund von jeweils einer der beiden Nuten 6 abstützt, vorgesehen.

Die Ausführung gemäß der Figur 5 entspricht wiederum weitgehend jener der Figur 4. Abweichend zu der Ausführung gemäß der Figur 4 sind bei der Ausführung gemäß der Figur 5 jedoch die Vorsprünge 8, welche jeweils zwei Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 aufnehmen, nicht integral mit dem Rumpf des

ersten Axialteils 1 ausgebildet, sondern formschlüssig an diesem angeschlossen. Vorliegend sind die Vorsprünge 8 in Nuten, die in Längsrichtung des ersten Axialteils 1 verlaufen, eingesetzt.

5 Die Ausführung der Figur 6 entspricht wiederum weitgehend jener der Figur 5. Abweichend schließen die Lineareinheiten eines Paares von Lineareinheiten jedoch eine Führungsschiene 10 zwischen sich ein. Die beiden Lineareinheiten sind spielfrei beziehungsweise mit Vorspannung gegen die Laufflächen 5, die jetzt
10 Führungsschiene 10 ist in den zweiten Axialteil 2 eingesetzt, beispielsweise, wie dargestellt, formschlüssig in einer Axialnut.

Die Führungsschiene 10 ist beispielsweise aus einem gehärteten Metall hergestellt, um sie besonders abriebfest auszuführen, und um die Reibung
15 zwischen den Lagereinheiten und den Laufflächen zu minimieren.

Bei dem in der Figur 6 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Vorsprünge 8 wiederum formschlüssig, jedoch diesmal auf einem Vorsprung des Rumpfes des ersten Wellenteils 1 aufgesetzt.
20

Bei der in der Figur 6 dargestellten Ausführungsform mit Führungsschienen 10 stützt sich auch das Gleitlager 9 auf den Lagereinheiten beziehungsweise den Vorsprüngen 8 gegen die Führungsschienen 10, und zwar hier deren radial innenliegenden Stirnseiten, ab. Hierdurch können die Gleiteigenschaften
25 verbessert werden.

Grundsätzlich kann durch die mehrteilige Ausführung des zweiten Axialteils 2 mit Führungsschienen 10 und Grundkörper eine Materialtrennung beispielsweise von gehärteter Führungsschiene und vergütetem Grundkörper vorgesehen werden.
30

Bei den in den Figuren 7 bis 9 dargestellten Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Welle sind die beiden Lagereinheiten 3.1, 3.2, und 4.1, 4.2

von jedem der beiden Paare von Lagereinheiten winklig zueinander angeordnet. Der Winkel zwischen den beiden Lagereinheiten eines Paares ist vorzugsweise ein rechter.

- 5 Durch diese winklige Anordnung kann auf eine zusätzliche Zentrierung verzichtet werden, wodurch die axiale Verschiebbarkeit noch weniger kraftaufwendig ist.

Bei der Ausführung gemäß den Figuren 7 und 8 umfasst jede Lagereinheit 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 eine Kurvenrolle 11. Jede Kurvenrolle 11 ist mittels einer
10 Wälzlagerung, beispielsweise einem Kugellager, einem Ladelager oder einem Tonnenlager auf einem Lagerzapfen 12, der integral mit dem ersten Axialteil 1 ausgebildet ist oder formschlüssig und/oder kraftschlüssig an diesem angeschlossen ist, gelagert.

15 Jede Kurvenrolle 11 stützt sich spielfrei oder unter Vorspannung gegen eine ihr zugeordnete Lauffläche 5 im zweiten Axialteil 2 ab. Dadurch, dass sich zwei Kurvenrollen 11 der beiden Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 von jeweils einem Paar von Lagereinheiten in entgegengesetzte Richtungen (in Umfangsrichtung der Welle gesehen) gegen ihre jeweilige Lauffläche 5 abstützen, kann eine spielfreie
20 beziehungsweise unter Vorspannung stehende Verbindung in Umfangsrichtung zwischen dem ersten Axialteil 1 und dem zweiten Axialteil 2 erreicht werden.

Wie dargestellt, können die Kurvenrollen beispielsweise auf einem kreuzähnlichen Träger montiert sein, der an den axial angrenzenden Rumpf des ersten Axialteils
25 angeflanscht ist.

Um im axialen Bereich der Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 beziehungsweise an jenem axialen Ende des ersten Axialteils 1, das dem zweiten Axialteil 2 zugewandt ist, wiederum eine gleitende Abstützung gegen den zweiten Axialteil 2 zu
30 erreichen, können die Lagerzapfen 12 der Kurvenrollen 11 an ihrem äußeren Ende, welches im wesentlichen mit seiner Abschlussfläche in Umfangsrichtung beziehungsweise in Tangentialrichtung des ersten Axialteils 1 verläuft, Gleitlager 9

angeschlossen oder ausgebildet sein. Diese Gleitlager 9 können wiederum, wie zuvor dargestellt, mit dem wenigstens einen Gleitelement 13 im Bereich des axialen Ende des zweiten Axialteils 2 zusammenarbeiten, um die beiden Axialteile 1, 2 in Radialrichtung an zwei axialen Stellen, die mit Abstand zueinander angeordnet sind, abzustützen.

Die Ausführungen gemäß der Figuren 7 und 8 unterscheiden sich dadurch voneinander, dass gemäß der Figur 8 die Laufflächen 5 wiederum auf einer in den zweiten Axialteil 2 eingesetzten Führungsschiene 10 vorgesehen sind, wohingegen sie gemäß der Figur 7 einteilig mit dem Axialteil 2 ausgebildet sind.

Gemäß der Figur 9 umfassen die Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 wiederum Lineareinheiten. Pro Vorsprung 8 ist diesmal eine einzige Lineareinheit vorgesehen. Insgesamt sind vier Vorsprünge 8 auf dem ersten Axialteil 1 vorgesehen, die kreuzweise zueinander angeordnet sind, das heißt je zwei Vorsprünge 8 stehen sich diametral gegenüber.

Die Vorsprünge 8 sind formschlüssig mit dem ersten Axialteil 1 verbunden, beispielsweise verschraubt. Alternativ ist es möglich, die Vorsprünge 8 integral mit dem ersten Axialteil 1 auszuführen.

Entsprechend den Ausführungen gemäß den Figuren 7 und 8 stützen sich die Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 gegen winklig, vorliegend rechtwinklig zueinander angeordnete Laufflächen 5 im zweiten Axialteil 2 oder auf einer darin eingebrachten Führungsschiene (nicht dargestellt) ab. Da die Abstützrichtung - wiederum in Umfangsrichtung der Welle betrachtet - der beiden Lagereinheiten von jedem Paar von Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 entgegengesetzt zueinander ist, kann die gewünschte spielfreie Verbindung in Umfangsrichtung zwischen dem ersten Axialteil 1 und dem zweiten Axialteil 2 erreicht werden.

Zusätzlich können auf der äußeren Stirnseite der Vorsprünge 8 oder woanders wiederum Gleitlager vorgesehen sein, die sich im zweiten Axialteil 2 abstützen.

Aufgrund der paarweise entgegengesetzt zueinander abgestützten Anordnung der Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 kann auf zusätzliche Gleitlager mit Ausnahme des wenigstens einen Gleitelements 13 im Bereich des axialen Endes des zweiten Axialteils 2 verzichtet werden. Insbesondere das Zusammenarbeiten der beiden mit Abstand in Axialrichtung zueinander angeordneten einzelnen Gleitpaarungen, gebildet durch das Gleitelement 13 und die äußere Oberfläche des ersten Axialteils 1 und das Gleitlager 9 zusammen mit der inneren Oberfläche des zweiten Axialteils 2, wobei die Anordnungen auch entsprechend vertauscht ausgeführt sein können, so dass das wenigstens eine Gleitelement 13 im ersten Axialteil 1 vorgesehen ist und an einer inneren Oberfläche des zweiten Axialteils 2 gleitet und das Gleitlager 9 innen im zweiten Axialteil 2 vorgesehen ist und an einer äußeren Oberfläche des ersten Axialteils 1 gleitet, ermöglicht eine in Axialrichtung besonders kurze Ausführung der Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, da diese Lagereinheiten selbst im wesentlichen oder ausschließlich dazu dienen, Drehmoment in Umfangsrichtung zu übertragen, wohingegen die Abstützung in Radialrichtung im wesentlichen oder ausschließlich durch das Gleitelement 13 beziehungsweise das Gleitlager 9 übernommen wird.

Aufgrund der Auswahl von walzenförmigen oder auch tonnenförmigen beziehungsweise kegelförmigen Wälzkörpern in den Lagereinheiten 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 wird eine punktförmige beziehungsweise linienförmige Auflage zwischen den beiden Axialteilen 1, 2 in Umfangsrichtung derselben gesehen vermieden und stattdessen ausschließlich eine flächenförmige Auflage hergestellt, so dass sich die aus dem Drehmoment resultierende Abstützkraft gleichmäßig auf eine in Radialrichtung oder im wesentlichen in Radialrichtung verlaufende Fläche verteilt.

Obwohl bei den gezeigten Ausführungen der Erfindung die Lagereinheiten 3.1, 3.2 und 4.1, 4.2 stets in oder an dem ersten Axialteil 1 angeordnet waren, ist es alternativ möglich, die Lagereinheiten in oder am zweiten Axialteil 2 anzuordnen. Auch Mischformen sind denkbar, so dass ein Teil der Lagereinheiten im oder am ersten Axialteil und ein anderer Teil der Lagereinheiten im oder am zweiten Axialteil angeordnet sein können. Die Laufflächen 5 würden dann

dementsprechend aus dem einen in den anderen Axialteil versetzt werden, um geeignet mit den Lagereinheiten des anderen Axialteils zusammenarbeiten zu können.

Patentansprüche

1. Welle mit Längenausgleich, umfassend
 - 1.1 einen ersten Axialteil (1) und einen zweiten Axialteil (2), welche in
5 Axialrichtung der Welle relativ zueinander verschiebbar sind;
 - 1.2 mit einer Wälzlagerung zwischen dem ersten und dem zweiten Axialteil (1,
2);
 - 1.3 die Wälzlagerung ist derart zwischen dem ersten und dem zweiten Axialteil
10 (1, 2) angeordnet, dass ein Drehmoment über diese vom ersten Axialteil (1)
auf den zweiten Axialteil (2) oder umgekehrt übertragbar ist, und eine
relative Verschiebung zwischen dem ersten Axialteil (1) und dem zweiten
Axialteil (2) über eine Abrollbewegung von Wälzkörpern der Wälzlagerung
erfolgt;
 - 1.4 die Wälzlagerung wenigstens ein Paar von Lagereinheiten mit einer ersten
15 Lagereinheit (3.1, 4.1) und einer zweiten Lagereinheit (3.2, 4.2) umfasst,
wobei jede Lagereinheit (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) eine Vielzahl von Wälzkörpern
aufweist, und die erste Lagereinheit (3.1, 4.1) den ersten Axialteil (1)
spielfrei oder mit Vorspannung in Umfangsrichtung der Welle gegen den
zweiten Axialteil (2) abstützt, und die zweite Lagereinheit (3.2, 4.2) den
20 ersten Axialteil (1) spielfrei oder mit Vorspannung in eine zweite,
entgegengesetzt zu der ersten Umfangsrichtung gerichtete
Umfangsrichtung der Welle gegen den zweiten Axialteil (2) abstützt;
 - 1.5 die Wälzkörper weisen eine zylindrische oder kegelförmige äußere
25 Oberfläche auf und sind mit ihrer Drehachse derart in Radialrichtung der
beiden Axialteile oder in einem spitzen Winkel hierzu ausgerichtet, dass sie
in Umfangsrichtung der Welle gesehen auf einer ebenen, sich über einen
vorgegebenen Durchmesserbereich erstreckenden Fläche abrollen;
 - 1.6 die Lagereinheiten (3.1, 4.1, 3.2, 4.2) sind an dem dem zweiten Axialteil (2)
zugewandten axialen Ende des ersten Axialteils (1) angeordnet;
 - 1.7 im Bereich des dem ersten Axialteils (1) zugewandten axialen Endes des
30 zweiten Axialteils (2) ist ein Gleitelement (13) im Bereich zwischen dem
ersten und dem zweiten Axialteil (1, 2) derart angeordnet, das über dieses

- 5 eine in Radialrichtung der Welle gerichtete Abstützkraft vom ersten Axialteil (1) auf den zweiten Axialteil (2) oder umgekehrt übertragbar ist und welches die relative Verschiebung zwischen dem ersten Axialteil (1) und dem zweiten Axialteil (2) über eine Gleitbewegung ermöglicht, wohingegen das Gleitelement (13) frei von einer Drehmomentübertragung zwischen dem ersten Axialteil (1) und dem zweiten Axialteil (2) ist.
- 10 2. Welle gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle eine Gelenkwelle mit Gelenken, insbesondere Kreuzgelenken, an einem oder an beiden axialen Enden ist.
- 15 3. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Axialteil (1) wenigstens teilweise, insbesondere in Umfangsrichtung vollständig vom zweiten Axialteil (2) umschlossen wird, und die Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) insbesondere in Radialrichtung zwischen dem ersten Axialteil (1) und dem zweiten Axialteil (2) positioniert sind.
- 20 4. Welle gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Axialteil (1) wenigstens einen Vorsprung (8), an welchem eine oder mehrere Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) angeschlossen sind, umfasst, und der zweite Axialteil (2) wenigstens eine Nut (6) aufweist, in welche die eine oder mehreren Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) eingreifen.
- 25 5. Welle gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (6) eine oder mehrere, insbesondere zwei, in Axialrichtung der Welle verlaufende Laufflächen (5) aufweist, die insbesondere in einer achsparallelen Axialschnittebene, vorteilhaft außerhalb der Mittelachse der Welle, verlaufen, und die Wälzkörper oder eine sich auf den Wälzkörpern drehende Lagerschale von einer oder mehreren Lagereinheiten (3.1, 3.2, 30 4.1, 4.2) auf jeweils einer Lauffläche (5) abrollen/abrollt.

6. Welle gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lauffläche (5) oder die Laufflächen (5) von wenigstens einer in den zweiten Axialteil (2) eingesetzten Führungsschiene (10), insbesondere aus gehärtetem Metall, gebildet werden.
- 5
7. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Axialteil (1) und der zweite Axialteil (2) zusätzlich über ein oder mehrere Gleitlager (9) im axialen Bereich der Lagereinheiten (3.1, 4.1, 3.2, 4.2), insbesondere in Radialrichtung außen auf den Lagereinheiten (3.1, 10 4.1, 3.2, 4.2) gegeneinander abgestützt sind, wobei das oder die Gleitlager (9) insbesondere frei oder im wesentlichen frei von einer Drehmomentübertragung zwischen den beiden Axialteilen (1, 2) sind.
8. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass 15 der erste Axialteil (1) und der zweite Axialteil (2) bis auf das wenigstens eine Gleitelement (13) am axialen Ende des zweiten Axialteils (2) frei von einer zusätzlich zu der Wälzlagerung vorgesehenen Gleitlagerung sind.
9. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass 20 zwei Paare mit jeweils zwei Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) vorgesehen sind, über welche die beiden Axialteile (1, 2) gegeneinander gelagert sind.
10. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass 25 die beiden Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) eines Paares in einer gemeinsamen Ebene, insbesondere achsschnittparallelen Ebene, angeordnet sind.
11. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass 30 die beiden Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) eines Paares winklig oder senkrecht zueinander, insbesondere in Umfangsrichtung der Welle um 90° versetzt zueinander, angeordnet sind.

12. Welle gemäß der Ansprüche 4 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) eines Paares gemeinsam in eine Nut des zweiten Axialteils (2) oder jeweils in eine von zwei nebeneinander in der gemeinsamen Ebene angeordneten Nuten (6) eingreifen, wobei die
5 beiden Nuten (6) insbesondere durch die gemäß Anspruch 6 in den zweiten Axialteil (2) eingesetzte Führungsschiene (10) voneinander getrennt sind.
13. Welle gemäß der Ansprüche 4 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass jede
10 Lagereinheit (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) in eine ihr zugeordnete Nut (6) des zweiten Axialteils (2) eingreift, wobei die benachbart zueinander angeordneten Nuten (6), in welche ein Paar aus zwei Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) eingreift, insbesondere durch eine gemäß Anspruch 6 in den zweiten Axialteil (2) eingesetzte Führungsschiene (10) voneinander getrennt sind.
14. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
15 eine, mehrere oder alle Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) als Lineareinheiten ausgebildet sind.
15. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
20 eine, mehrere oder alle Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) als Wälzlager mit Kurvenrollen (11) ausgebildet sind.
16. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass
25 die erste Lagereinheit (3.1, 4.1) spielfrei oder mit Vorspannung in eine erste Umfangsrichtung der Welle gegen den ersten Axialteil (1) oder den zweiten Axialteil (2) abgestützt ist, und die zweite Lagereinheit (3.2, 4.2), die im selben Axialteil wie die erste Lagereinheit angeordnet ist, spielfrei oder mit
30 Vorspannung in eine zweite, entgegengesetzt zu der ersten Umfangsrichtung gerichtete Umfangsrichtung der Welle gegen denselben Axialteil abgestützt ist.

17. Welle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass insgesamt genau vier Lagereinheiten (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) vorgesehen sind.

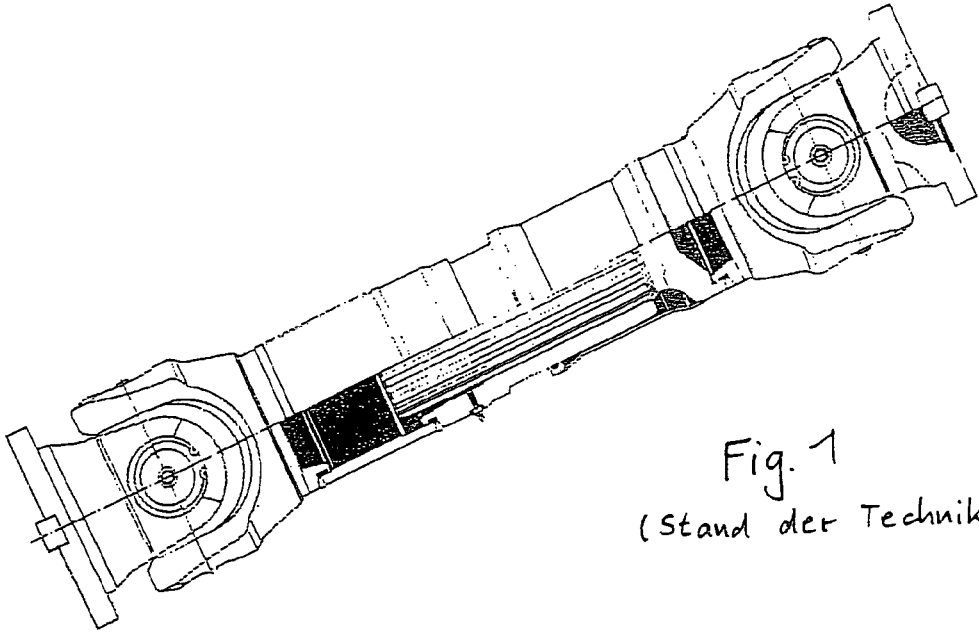


Fig. 1
(Stand der Technik)

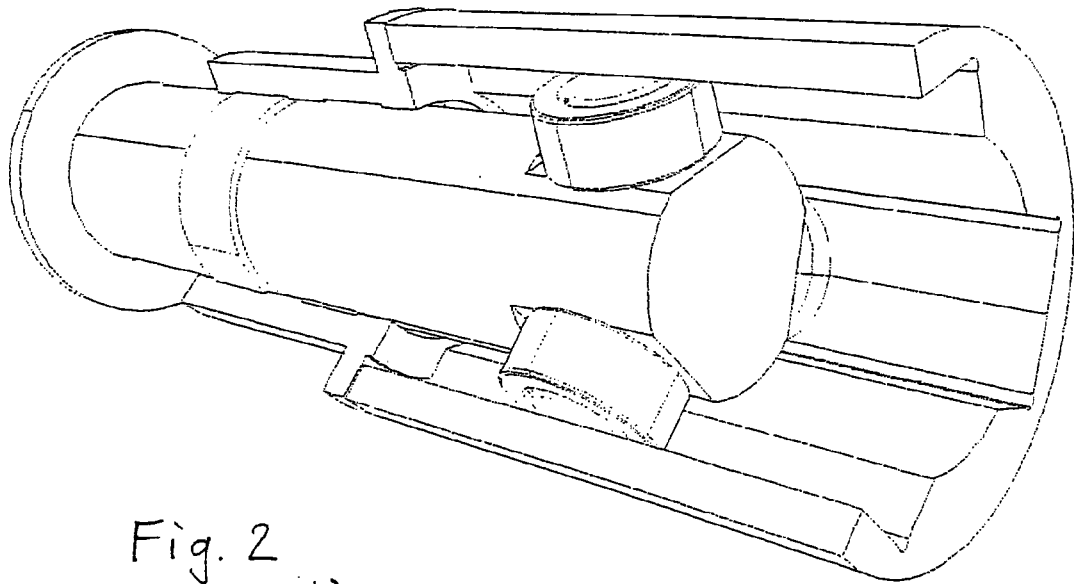


Fig. 2
(Stand der Technik)

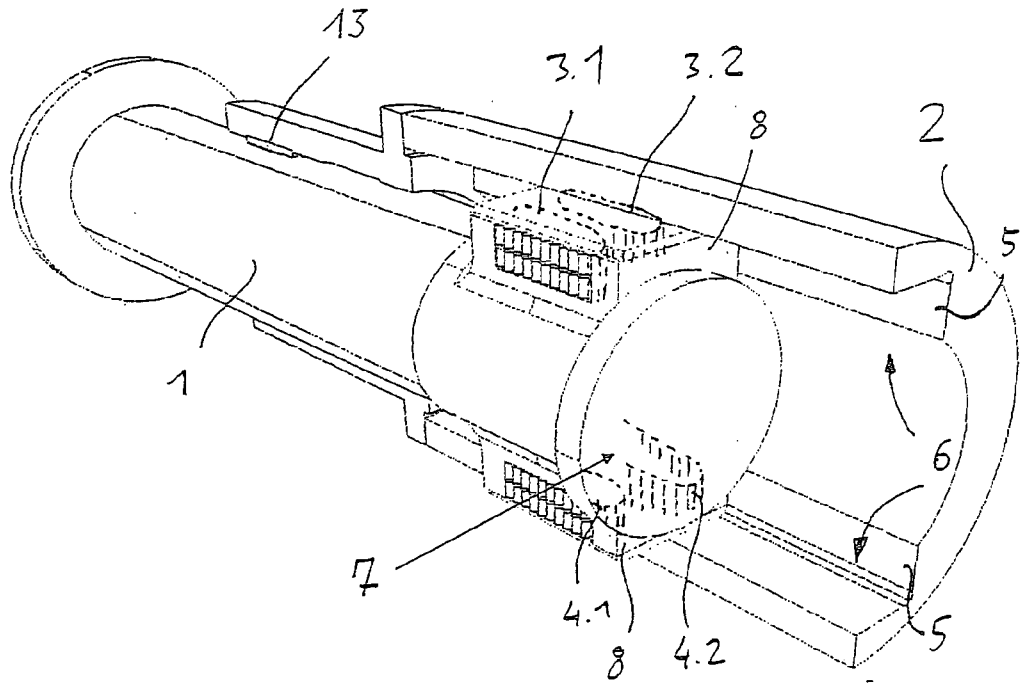


Fig. 3

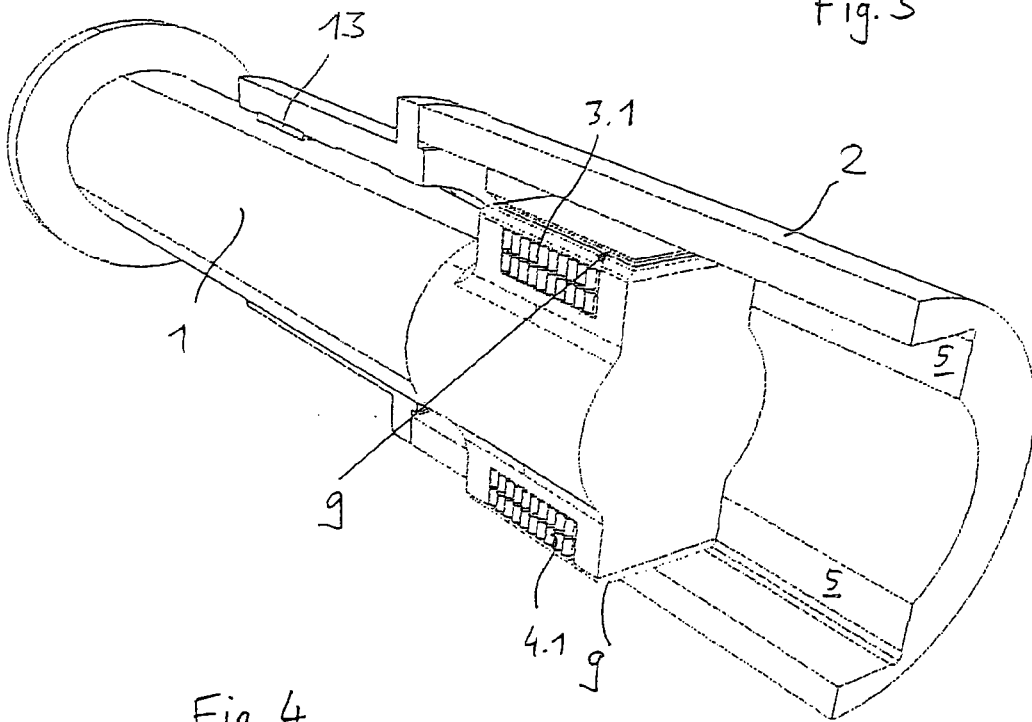
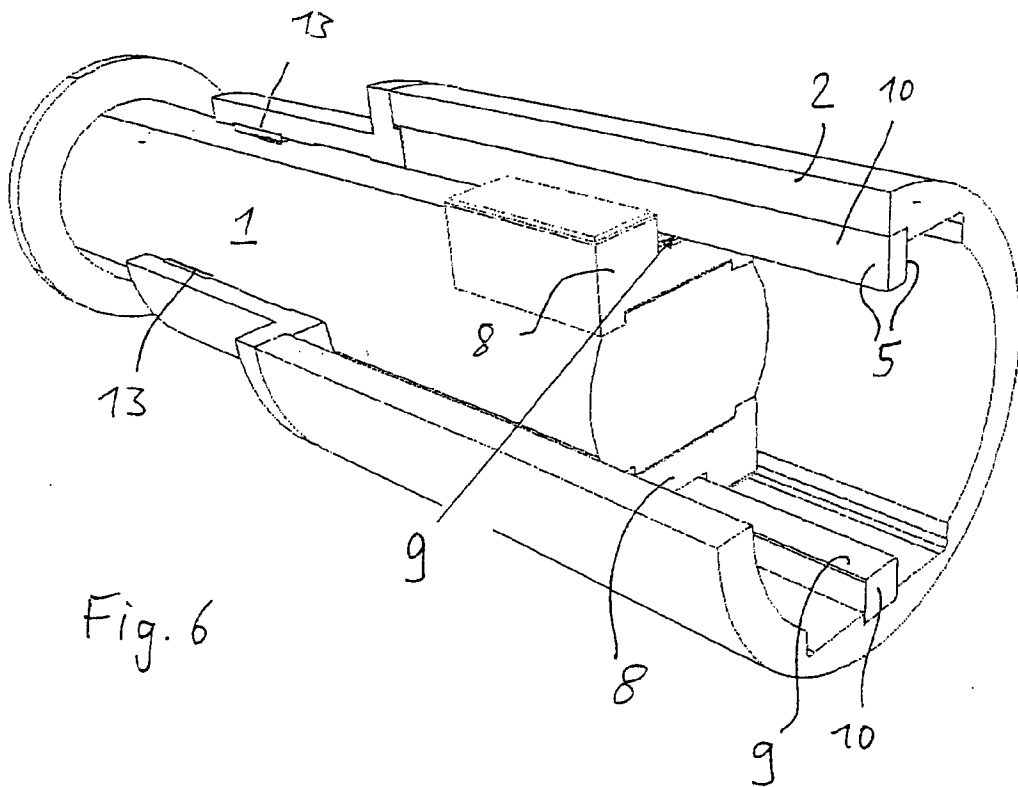
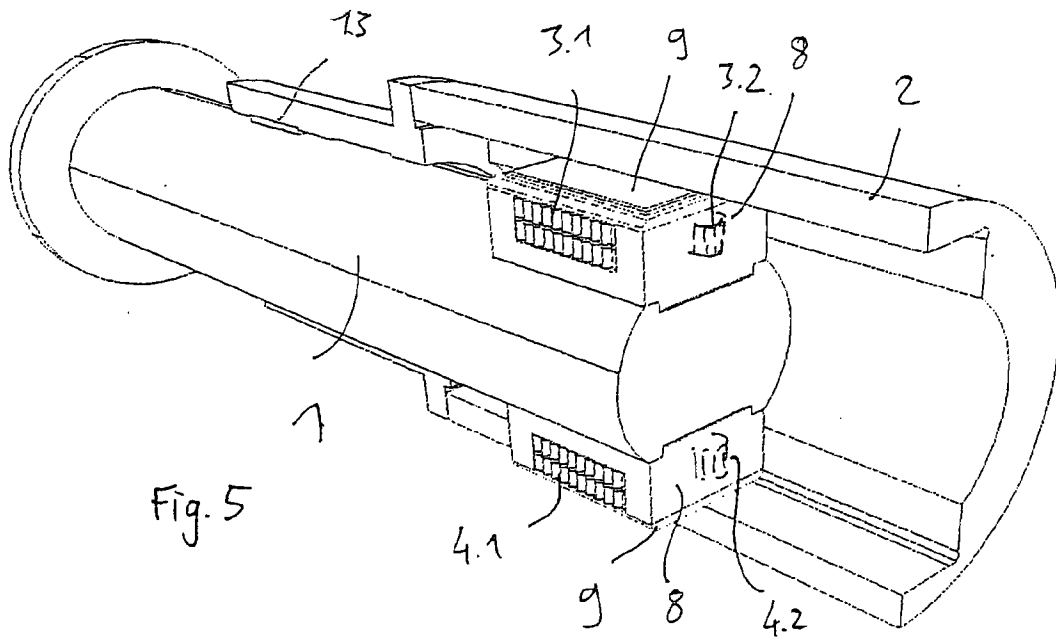


Fig. 4



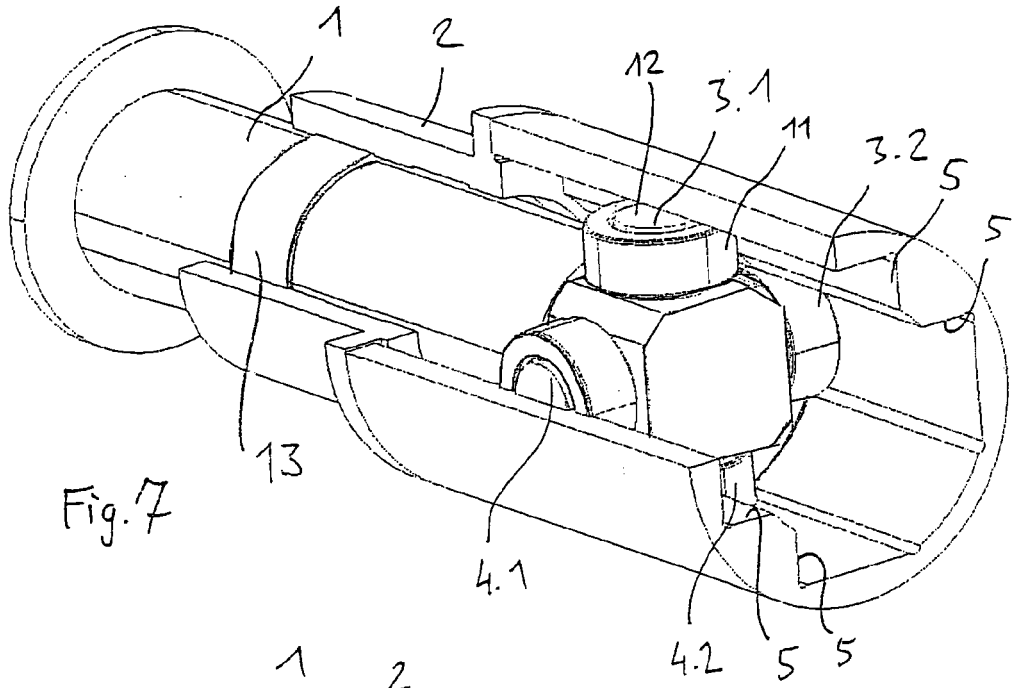


Fig. 7

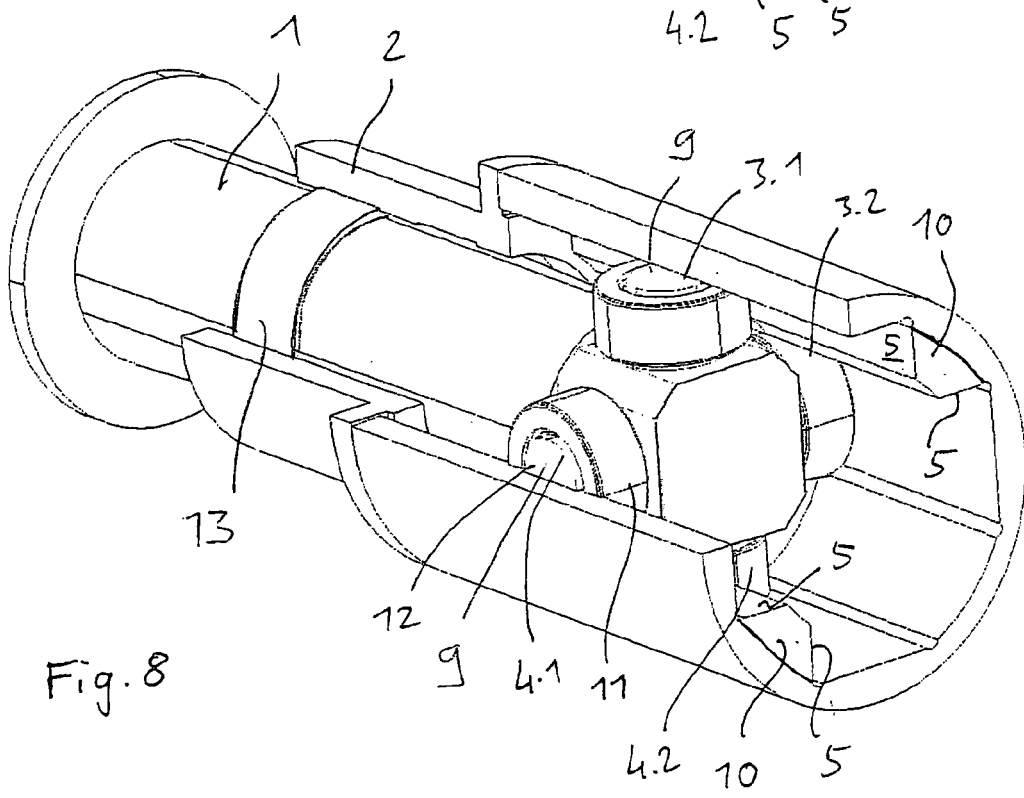


Fig. 8

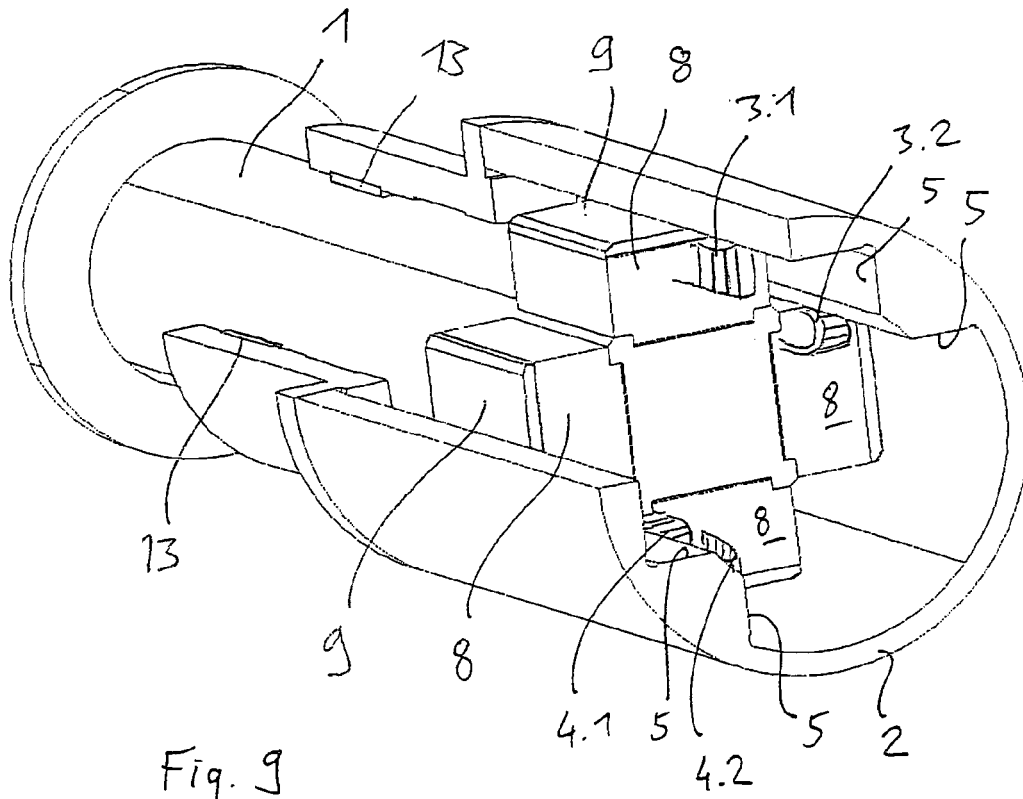


Fig. 9