

(19)



(11)

EP 2 569 197 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.05.2017 Patentblatt 2017/19

(51) Int Cl.:
B61C 9/50 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11720750.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/057612

(22) Anmeldetag: **11.05.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/141510 (17.11.2011 Gazette 2011/46)

(54) **ANTRIEB FÜR SCHIENENFAHRZEUGE**

DRIVE FOR RAIL VEHICLES

SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT POUR VÉHICULES SUR RAILS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **KÜRSTEN, Thomas**
13088 Berlin (DE)
- **STOCKMAYER, Michael**
A-2500 Baden (AT)
- **CEPAK, Werner**
A-1150 Wien (AT)

(30) Priorität: **12.05.2010 DE 102010020981**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.03.2013 Patentblatt 2013/12

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bressel und Partner mbB**
Potsdamer Platz 10
10785 Berlin (DE)

(73) Patentinhaber: **Bombardier Transportation GmbH**
10785 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 175 867 EP-A2- 0 114 940
EP-A2- 1 197 412 DE-A1- 2 925 836
DE-U1- 9 116 159

(72) Erfinder:
• **SKUMAWITZ, Erwin**
14621 Schönwalde (DE)

EP 2 569 197 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Antrieb für Schienenfahrzeuge mit einem Antriebsmotor und mit zumindest einem von dem Antriebsmotor angetriebenen Rad oder Radsatz. Das Rad oder die Räder des Radsatzes rollen beim Betrieb des Schienenfahrzeugs auf den Fahr-schienen eines Schienenweges. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Antriebs. Außerdem betrifft die Erfindung ein Schienenfahrzeug mit einem solchen Antrieb.

[0002] Antriebsmotoren von Schienenfahrzeugen werden häufig am Drehgestell abgestützt, dessen Räder der Antriebsmotor antreiben soll. Unter Abstützung wird die Aufnahme der Gewichtskraft des Antriebsmotors und der dynamischen Kräfte durch Bewegungen des Schienenfahrzeugs und Stöße während des Betriebes sowie die Abstützung des Motors zur Erzeugung des Drehmomentes verstanden. Dabei können insbesondere Relativbewegungen des Antriebsmotors einerseits und des angetriebenen Rades oder Radsatzes andererseits auftreten. Auf die damit verbundenen Probleme wird noch näher eingegangen. Alternativ zu der Abstützung des Antriebsmotors am Drehgestell kommt eine Abstützung am Wagenkasten des Schienenfahrzeugs oder an Bauteilen infrage, die mit dem Drehgestell und/oder dem Wagenkasten verbunden sind. Diese Teile können auch relativ zu dem Wagenkasten und/oder dem Drehgestell beweglich sein, obwohl sie daran mechanisch angekoppelt sind. Z.B. kann am Wagenkasten eine Motoraufhängung befestigt sein, die es dem Antriebsmotor erlaubt, eine Pendelbewegung relativ zu dem Wagenkasten auszuführen.

[0003] Die erwähnte Relativbewegung zwischen dem Antriebsmotor und dem angetriebenen Rad oder Radsatz ist zu einem wesentlichen Teil darauf zurückzuführen, dass das Rad oder der Radsatz bei der Fahrt des Schienenfahrzeuges keine geradlinige, gleichförmige Bewegung ausführt (d.h. mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus auf der Fahrschiene abrollt), sondern Längsbeschleunigungen und Querschleunigungen aufgrund von Stößen, Kurvenfahrten und anderen Ereignissen ausgesetzt ist. Insbesondere kann das Rad oder der Radsatz relativ zu dem Drehgestellrahmen und entgegen der Federung des Fahrzeuges Bewegungen in vertikaler Richtung (z-Richtung) ausführen. Bei einem Radsatz mit zwei einander gegenüberliegenden drehfest auf einer Radsatzwelle montierten Rädern z.B. kann sich die Radsatzwelle relativ zum Drehgestell in beliebigen Richtungen aus ihrer Neutralstellung herausbewegen, insbesondere verkippen. Der Drehpunkt einer Kippbewegung kann nicht nur in der Mitte der Radsatzwelle liegen, sondern z.B. auch in deren Endbereichen oder nahe den Rädern. Auch kann sich die Radsatzwelle parallel zu ihrer Neutralstellung verlagern. Außerdem ist die Radsatzwelle Torsions- und Biegeschwingungen ausgesetzt.

[0004] Daher ist es üblich, die Übertragungsmittel zum Übertragen des Antriebsdrehmoments vom Antriebsmo-

tor auf das Rad oder die Radsatzwelle so auszugestalten, dass eine Elastizität oder Beweglichkeit gegeben ist, die das Antriebssystem vor Schäden bewahrt. Bekannt ist z.B. der Hohlwellenantrieb, bei dem die Radsatzwelle innerhalb einer Hohlwelle angeordnet ist und wobei der Antriebsmotor das Antriebs-Drehmoment über die Hohlwelle auf ein Rad des Radsatzes oder auf den Radsatz überträgt. Die Hohlwelle ist über eine Kupplung (z. B. Gummikupplung, Membrankupplung, Laschenkupplung oder Zahnkupplung) mit dem angetriebenen Rad verbunden. Am gegenüberliegenden Ende der Hohlwelle ist diese über ein kardanisch bewegliches Gelenk mit einem Getriebe verbunden, welches von dem Antriebsmotor angetrieben wird. Antriebe mit Hohlwellen sind konstruktiv und herstellungstechnisch aufwendig. Außerdem beschränken sie den für den Antriebsmotor zur Verfügung stehenden Bauraum, da die Hohlwelle und die mit der Hohlwelle gekoppelten Gelenke und/oder Getriebe entsprechend großen Bauraum benötigen.

[0005] Unter einem kardanisch beweglichen Gelenk wird ein Gelenk verstanden, das den über das Gelenk miteinander gekoppelten Teilen ermöglicht, sich relativ zueinander um zwei zueinander senkrecht stehende Drehachsen (auch Rotationsachsen genannt) zu bewegen. Bei den Drehachsen kann es sich um gedachte Drehachsen handeln, die nicht den Rotationsachsen von Wellen entsprechen müssen, wie es z.B. bei dem Kreuzgelenk (auch Kardangelenken genannt) der Fall ist. Ein kardanisch bewegliches Gelenk muss auch nicht einstückig ausgestaltet sein. Z.B. kann es aus Teilen bestehen, die jeweils die Rotation um eine der beiden zueinander senkrecht stehenden Rotationsachsen ermöglichen. Außerdem kann eine Relativbewegung der über das Gelenk miteinander gekoppelten Teile aus einer Neutralstellung des Gelenks in eine ausgelenkte Stellung des Gelenks mit einer elastischen Verformung verbunden sein, die zu Rückstellkräften in die Neutralstellung führt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Teile des Gelenks aus elastischen Materialien bestehen, wie es z.B. bei der Hardy-Scheibe der Fall ist.

[0006] Insbesondere hat das kardanisch bewegliche Gelenk selbst keine lineare Beweglichkeit in der Richtung der Achse, die senkrecht zu den beiden Rotationsachsen steht. Ebenfalls ermöglicht das kardanisch bewegliche Gelenk nicht selbst eine lineare Beweglichkeit in Richtung der beiden Rotationsachsen. Ferner ist das kardanisch bewegliche Gelenk nicht rotationsbeweglich um die Achse, die senkrecht zu den beiden Rotationsachsen verläuft.

[0007] Die oben beschriebene Ankopplung der Hohlwelle über eine Gummikupplung mit ringförmigem Gummielement an das angetriebene Rad ist ein weiteres Beispiel für ein kardanisch bewegliches Gelenk mit elastischen Rückstellkräften. Anstelle von Gummimaterialien kann ein kardanisch bewegliches Gelenk z.B. auch Bauteile aus Materialien mit hohem Elastizitätsmodul (z.B. Stahl) aufweisen, die jedoch elastisch formveränderlich sind (z.B. Federelemente wie Blattfedern aus Stahl).

[0008] Die elastische oder nicht elastische Relativbeweglichkeit von Teilen des Antriebsstranges kann auch als Masseentkopplung bezeichnet werden, da unerwünschte dynamische Anregungen und Bewegungen von Massen (z.B. des Rades oder des Radsatzes) nicht oder nicht vollständig auf andere Massen übertragen werden (z.B. den Antriebsmotor).

[0009] Zur Masseentkopplung von Komponenten des Antriebsstranges können außer dem beschriebenen Hohlwellensystem auch andere Spezialkupplungen, spezielle Getriebe und/oder Gelenkwellen eingesetzt werden. Häufig ist auch eine axiale Nachgiebigkeit im Antriebsstrang, d.h. eine Nachgiebigkeit in Richtung der Rotationsachse, gewünscht, um die ein Teil oder mehrere Teile des Antriebsstrangs rotieren, um das Antriebs-Drehmoment zu übertragen. Wenn hier von dem Antriebs-Drehmoment die Rede ist, so schließt dies selbstverständlich den Fall ein, dass dieses Drehmoment z.B. durch ein Getriebe im Antriebsstrang gewandelt wird. Z. B. bei dem im ICE 3 der Deutschen Bahn AG verwendeten Antrieb ist ein so genannter Querantrieb realisiert, bei dem die Rotationsachse des Läufers des Antriebsmotors etwa parallel zur Radsatzwelle des angetriebenen Radsatzes verläuft. Der Ständer des Antriebsmotors ist an einem Querträger des Drehgestells abgestützt. Die Läuferwelle weist eine doppelte Bogenzahnkupplung auf. Diese Kupplung entspricht der Hintereinanderschaltung von zwei Gelenken mit kardanischer Beweglichkeit, wobei außerdem noch eine axiale Beweglichkeit der über die Bogenzahnkupplung miteinander gekoppelten Wellenabschnitte gegeben ist. Nachteilig an dieser Art der Masseentkopplung ist, dass zwischen den beiden kardanisch beweglichen Gelenken in axialer Richtung des Antriebsstrangs lediglich ein kurzer Abschnitt des Antriebsstrangs liegt. Daher kann anders als bei der oben beschriebenen Entkopplung mit Hohlwelle lediglich ein relativ kleiner Versatz der Radsatzwellenachse aus ihrer Neutralstellung ausgeglichen werden. Bei dem Querantrieb ist das aus Sicht des Läufers entfernte Ende der Läuferwelle über ein so genanntes achsreitendes Getriebe, d.h. ein Getriebe, welches sich zumindest teilweise auf der Radsatzwelle abstützt, mit der Radsatzwelle gekoppelt.

[0010] DE 9116159 U1 beschreibt einen Achsantrieb, insbesondere für eine in einem Drehgestell angeordnete Radsatzachse, eines Schienenfahrzeuges, wobei die Achse des Antriebsmotors parallel zur Radsatzachse verläuft. Auf der Achse ist ein Stirnradgetriebe fest angeordnet, mit welchem die Radsatzachse angetrieben wird. Das Stirnradgetriebe wird durch eine Drehmomentstütze gegenüber dem Drehgestell abgestützt. Die Drehmomentstütze ist einerseits durch ein Universalgelenk mit dem Drehgestell und andererseits durch ein Universalgelenk mit dem Stirnradgetriebe verbunden. Die Universalgelenke erlauben ein begrenztes Schwenken und Verdrehen der Drehmomentstütze gegenüber den Anlenkpunkten. Eine kardanische Kupplung verbindet die Antriebswelle mit dem Antriebsmotor, welcher am Dreh-

gestell befestigt ist.

[0011] DE 2925836 A1 beschreibt eine Antriebsvorrichtung für ein elektrisches Triebfahrzeug mit einem Triebmotor, der mit einem Getriebekasten verbunden ist. Ein Antriebsende des Triebmotors ist mit einem Ring versehen, der eine elastische Gummiringkupplung trägt. Diese ist im Inneren eines Flansches eingepresst. Ein Ritzel des Getriebes ist mit Hilfe einer Befestigungsschraube mit dem Flansch verbunden, wobei die Kontaktflächen des Ritzels und des Flansches Verzahnungen aufweisen, die das Gleiten der Kontaktflächen verhindern. Der Getriebekasten ist über Lager auf der Achswelle abgestützt. Das Nicht-Antriebsende des Triebmotors ist mit einem Bügel versehen, der mit Befestigungsschrauben befestigt ist. Der mittlere Teil des Bügels ist über ein Sphärolager, das in Halterungen drehbar gelagert ist, mit dem Drehgestell verbunden. Zur Verbindung des Triebmotors und des Getriebekastens dienen ein mit dem Triebmotor verbundener innerer Ring und ein mit dem Getriebekasten verbundener äußerer Ring, zwischen welchen eine elastische Gummiringkupplung eingepresst ist. In der gabelförmigen Verlängerung 9' des Getriebekastens ist drehbar ein Sphärolager befestigt, das über eine Drehmomentstütze und einen Befestigungsarm mit dem Drehgestell verbunden ist.

[0012] EP 1 197 412 A2 beschreibt eine Antriebseinheit für Schienenfahrzeuge mit einem am Fahrzeugrahmen oder am Fahrwerk aufgehängten Elektromotor, einem Getriebe und einem kardanisch wirkenden Kupplungssystem, das zwischen der Radsatzwelle und dem Getriebe angeordnet ist. In einer Ausführungsform ist die Antriebseinheit an der Außenseite des Radsatzes angeordnet und mittels Befestigungseinrichtungen mit dem Drehgestell verbunden.

[0013] EP 0 175 867 A1 beschreibt eine kardanische Doppelkupplung. Bei einer Anwendung der Doppelkupplung in einem Doppelachsenantrieb für Schienenfahrzeuge ist an den Stirnseiten eines längs zur Fahrtrichtung liegenden Elektromotors je ein Winkelgetriebe angeflanscht, welches mit Hilfe von Kegelrädern Hohlwellen einer der Doppelkupplungen antreibt. Der Elektromotor ist zusammen mit den Winkelgetrieben durch elastische Aufhängungen mit dem Drehgestellrahmen verbunden.

[0014] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Antrieb für Schienenfahrzeuge anzugeben, der bei geringem benötigtem Bauraum Relativbewegungen des angetriebenen Rades oder Radsatzes einerseits und des Antriebsmotors andererseits über einen möglichst weiten Bewegungsbereich ermöglicht. Ferner ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Herstellungsverfahren für ein derartiges Getriebe und ein Schienenfahrzeug mit einem derartigen Getriebe anzugeben.

[0015] Die beigefügten Patentansprüche definieren den Schutzzumfang.

[0016] Es wird vorgeschlagen, dass der Ständer des Antriebsmotors über eine kardanisch bewegliche Aufhängung an einem Drehgestell des Schienenfahrzeugs, an einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs oder an

einer mit dem Drehgestell und/oder den Wagenkasten verbundenen Konstruktion abgestützt ist.

[0017] Unter einer kardanisch beweglichen Aufhängung wird analog zu der oben genannten Definition eines kardanisch beweglichen Gelenks ein Gelenk verstanden, das den über das Gelenk miteinander gekoppelten Teilen ermöglicht, sich relativ zueinander um zwei zueinander senkrecht stehende Drehachsen zu bewegen, d. h. zu rotieren. Insbesondere kann die kardanisch bewegliche Aufhängung in derselben Weise, wie oben für das kardanisch bewegliche Gelenk beschrieben, bezüglich der beiden Rotationsachsen linear unbeweglich sein, bezüglich der senkrecht zu den beiden Rotationsachsen stehenden Achse linear unbeweglich sein und auch bezüglich der senkrecht zu den beiden Rotationsachsen verlaufenden Achse rotatorisch unbeweglich sein. Allerdings kann, wie noch näher ausgeführt wird, zusätzlich zu dem eigentlichen kardanisch beweglichen Gelenk oder der kardanisch beweglichen Aufhängung eine lineare Beweglichkeit in Richtung der Achse vorgesehen werden, die senkrecht zu den beiden Rotationsachsen steht.

[0018] Die kardanisch bewegliche Aufhängung ist jedoch nicht im Antriebsstrang (zwischen Läufer und Rad oder Radsatz) angeordnet und rotiert daher nicht kontinuierlich, um ein Drehmoment zu übertragen. Andererseits stützt die kardanisch bewegliche Aufhängung den Ständer des Antriebsmotors derart ab, dass das Drehmoment des Läufers übertragbar ist. Die zwei zueinander senkrecht stehenden Drehachsen der kardanisch beweglichen Aufhängung stehen etwa senkrecht zu der Drehachse des Läufers.

[0019] Je nach Ausführung müssen die Drehachsen der kardanisch beweglichen Aufhängung nicht unbedingt einander kreuzen, wie es bei einem Kreuzgelenk der Fall ist (s.o. zur Definition und zu Ausführungen des kardanisch beweglichen Gelenks).

[0020] Unter senkrecht wird auch verstanden, dass die eine Drehachse lediglich eine Parallele der anderen Drehachse senkrecht kreuzt. Auch kann sich die Lage der Drehachsen im Raum und relativ zu dem Ständer und dem abstützenden Teil (z. B. Drehgestellrahmen) während der Drehung leicht verändern. Ferner müssen die Steifigkeiten und/oder Widerstände der Rotationsbewegungen um die beiden Drehachsen der kardanisch beweglichen Aufhängung nicht gleich sein.

[0021] Die kardanisch bewegliche Aufhängung kann in gleicher Weise wie oben bei der Definition des Begriffs kardanisch bewegliches Gelenk beschrieben realisiert werden. Insbesondere kann sie aus einer Anordnung von mehreren Teilen bestehen, die nicht direkt miteinander verbunden sind, sondern lediglich über die abstützende Konstruktion und über den Ständer miteinander verbunden sind. Wie ebenfalls oben erwähnt, kommen jedoch auch einstückige kardanisch bewegliche Gelenke (z. B. das Kreuzgelenk) für die Aufhängung infrage.

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die kardanisch bewegliche Aufhängung durch zwei lang-

gestreckte Elemente aus elastischem Material, insbesondere aus natürlichem oder künstlichem Gummimaterial, realisiert. Dabei ist die Steifigkeit der beiden langgestreckten Elemente für Linearbewegungen in Richtung ihrer Längsachse (der Achse, in der die Elemente langgestreckt sind) wesentlich größer als für Verkrümmungen der Elemente um ihre Längsachse. Die Verkrümmungen können Torsionen um die Längsachse sein und/oder Krümmungen der Längsachse in zwei verschiedene zueinander senkrecht stehende Richtungen. Die beiden langgestreckten Elemente sind mit ihren Längsachsen parallel zueinander angeordnet, wobei jeweils mit dem einen Ende des langgestreckten Elements in dessen Längsrichtung der Wagenkasten des Schienenfahrzeugs oder die mit dem Drehgestell und/oder dem Wagenkasten verbundene Konstruktion verbunden ist und jeweils mit dem anderen, in der Längsrichtung entgegengesetzten Ende des langgestreckten Elements der Läufer des Antriebsmotors verbunden ist, so dass aufgrund der Verkrümmungen die beschriebenen Drehbewegungen der kardanisch beweglichen Aufhängung realisiert sind. Dabei wird ferner bevorzugt, dass die Längsachsen der langgestreckten Elemente in der Neutralstellung (siehe unten) in vertikaler Richtung verlaufen. Da die langgestreckten Elemente in dieser Richtung sehr steif ausgestaltet sind, führt das von ihnen getragene Gewicht des Antriebsmotors und gegebenenfalls eines Teils des Antriebsstranges nicht zu einer ungleichen Längänderung der beiden gleich ausgestalteten langgestreckten Elemente. Insbesondere führt daher eine gleiche Verbiegung beider langgestreckten Elemente um ihre Längsachsen zu einer Drehbewegung um eine Drehachse, die die beiden Längsachsen der langgestreckten Elemente etwa senkrecht kreuzt. Ferner führen Torsionsbewegungen der beiden langgestreckten Elemente zu einer Drehbewegung des Ständers relativ zu der abstützenden Konstruktion, wobei diese zweite Drehachse etwa mittig zu den beiden Längsachsen der langgestreckten Elemente in Richtung der Längsachsen in Neutralstellung, d.h. parallel zu den Längsachsen in Neutralstellung verläuft. Kombinationen der Drehbewegungen um die beiden genannten Drehachsen sind ebenfalls möglich, wobei es zu einer leichten Verschiebung der Lage der beiden Drehachsen kommen kann.

[0023] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, die insbesondere für einen Längsantrieb (die Rotationsachse des Läufers des Antriebsmotors erstreckt sich in Fahrtrichtung) geeignet ist, wird die kardanisch bewegliche Aufhängung durch zwei ringförmige Elemente aus elastischem Material, insbesondere aus natürlichem oder künstlichem Gummimaterial, realisiert. Die ringförmigen Elemente erstrecken sich jeweils um eine Achse, die insbesondere eine Rotationssymmetrieachse ist. Die beiden Achsen verlaufen parallel zueinander in einem Abstand. Über die beiden ringförmigen Elemente sind das Drehgestell oder der andere Teil der tragenden Konstruktion des Fahrzeugs miteinander verbunden. Dabei ist der eine Teil der beiden miteinander

zu verbindenden Teile (z.B. das Motorgehäuse) mit den radial innenliegenden Oberflächen der ringförmigen Elemente verbunden und ist der andere Teil (z.B. der Drehgestellrahmen) mit der radial außenliegenden Oberfläche der ringförmigen Elemente verbunden. Z.B. kann das Gummimaterial an der radial innenliegenden Seite an eine erste ringförmige Hülse und an der radial außenliegenden Seite an eine zweite ringförmige Hülse anvulkanisiert sein. Die Hülsen wiederum sind fest mit dem jeweils zu verbindenden Teil verbunden. Die richtungsabhängige Steifigkeit der ringförmigen, elastischen Elemente kann nun so gewählt und/oder eingestellt werden, dass die gewünschte kardanische Beweglichkeit der Aufhängung erzielt wird.

[0024] Ein kardanisch bewegliches Gelenk im Antriebsstrang und eine separate kardanisch bewegliche Aufhängung sind einfacher zu realisieren als zwei kardanisch bewegliche Gelenke im Antriebsstrang. Daher kann auch das Gewicht der Anordnung reduziert werden. Generell gilt für alle Ausführungsformen, dass die Anzahl der komplexen Bauteile für die Gewährleistung des Versatzes (z.B. Parallelversatz der Rotationsachse eines Antriebsstrang-Teils) reduziert werden kann.

[0025] Eine zusätzliche axiale Beweglichkeit des Läufers gegenüber dem Ständer des Elektromotors hat den Vorteil, dass das kardanisch bewegliche Gelenk im Antriebsstrang einfacher ausgeführt werden kann. Z.B. wird keine Bogenzahnkupplung mit axialer Nachgiebigkeit benötigt. Die axiale Beweglichkeit des Motors hat ferner den Vorteil, dass die Lagerung des Läufers durch das magnetische Feld des Motors vollständig reibungs- und verschleißfrei ist.

[0026] Für die kardanisch bewegliche Aufhängung kann eine Neutralstellung definiert werden, in der die Rotationsachse des Läufers die beiden Drehachse der kardanisch beweglichen Aufhängung jeweils senkrecht jedoch nicht zwangsläufig in demselben Punkt kreuzt.

[0027] Da - wie erwähnt - Drehbewegungen des Ständers und des abstützenden Teils um die beiden Drehachse der kardanisch beweglichen Aufhängung möglich sind und da sich auch im Antriebsstrang ein kardanisch bewegliches Gelenk befindet, ist eine Gelenkkette realisiert, wobei der Antriebsmotor Teil der Gelenkkette ist. Der Antriebsmotor befindet sich hinsichtlich des Kraftflusses zwischen der abstützenden Konstruktion und dem Antriebsstrang zwischen der kardanisch beweglichen Aufhängung und dem kardanisch beweglichen Gelenk.

[0028] Die folgende Ausgestaltung betrifft insbesondere einen Querantrieb, d.h. die Rotationsachse des Motor-Läufers verläuft quer zur Fahrtrichtung: Insbesondere können die Freiheitsgrade der Bewegung, die der Antriebsmotor aufgrund der kardanisch beweglichen Aufhängung relativ zu dem Drehgestell des Schienenfahrzeugs, relativ zu dem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs oder relativ zu der mit dem Drehgestell und/oder dem Wagenkasten verbundenen Konstruktion ausführen kann, dieselben Freiheitsgrade der Bewegung sein,

die der Teil des Antriebsstranges, der über das kardanisch bewegliche Gelenk mit dem Läufer gekoppelt ist, relativ zu dem Läufer ausführen kann. Dies bedeutet, dass der Läufer über das kardanisch bewegliche Gelenk mit einem Teil des Antriebsstranges gekoppelt ist, der beim Betrieb des Antriebsmotors um eine Rotationsachse rotiert, welche in einer Neutralstellung coaxial zu der Rotationsachse des Läufers verläuft. Allerdings ermöglicht es die Übereinstimmung in den Freiheitsgraden der Bewegung, dass die Rotationsachse des genannten Teils des Antriebsstranges parallel gegen die Neutralstellung versetzt werden kann, z. B. wenn im Betrieb entsprechende Auslenkungen stattfinden. Selbstverständlich kann die Rotationsachse des genannten Teils des Antriebsstrangs auch auf andere Weise als durch Parallelverschiebung aus der Neutralstellung herausbewegt werden oder sich permanent oder vorwiegend in einer ausgelenkten Stellung befinden.

[0029] Im Fall des Querantriebs wird es insbesondere bevorzugt, dass sich das kardanisch bewegliche Gelenk im Antriebsstrang zwischen dem Läufer und einem Getriebe befindet, über das die vom Motor erzeugten Antriebskräfte auf das Rad oder den Radsatz übertragen werden. Insbesondere befindet sich das kardanisch bewegliche Gelenk zwischen dem Läufer und dem im Verlauf des Antriebsstrangs ersten Getriebe, wenn mehrere Getriebe vorhanden sind. Dies bedeutet, dass der Ständer des Antriebsmotors und die unbeweglichen Teile des Getriebes (insbesondere das Getriebegehäuse) nicht verbunden sind. Gemäß einer Ausgestaltung, die nicht zum Umfang der Ansprüche gehört, sind der Ständer und die unbeweglichen Teile des Gehäuses beweglich relativ zueinander verbunden.

[0030] Ferner kann insbesondere bei einem Querantrieb die Übertragung des Antriebsdrehmoments mit Hilfe einer Hohlwelle erfolgen. Auf das Prinzip einer Hohlwelle wurde bereits oben eingegangen. Dabei wird es bevorzugt, dass im Fall des Querantriebs die Drehmomentübertragung von der Hohlwelle auf den Radsatz, welcher zwei über eine Achse miteinander verbundene Laufräder aufweist, nur an einem der Laufräder erfolgt. Folglich findet an dem anderen Laufrad keine direkte Übertragung des Antriebsdrehmoments von der Hohlwelle statt. Dieses andere Laufrad wird lediglich über die Achse des Radsatzes angetrieben.

[0031] Die folgende Ausgestaltung betrifft insbesondere einen Längsantrieb, d.h. die Rotationsachse des Läufers verläuft in Fahrtrichtung: Insbesondere kann eine Rotationsachse der kardanisch beweglichen Aufhängung parallel zu einer Rotationsachse des kardanisch beweglichen Gelenks im Antriebsstrang verlaufen und die andere Rotationsachse der kardanisch beweglichen Aufhängung senkrecht zur anderen Rotationsachse des kardanisch beweglichen Gelenks verlaufen. Dabei ist der Läufer über ein Winkelgetriebe mit dem Rad oder dem Radsatz gekoppelt. Dabei sind der Ständer bzw. das Gehäuse des Antriebsmotors und das Getriebegehäuse bzw. die unbeweglichen Teile des Getriebes fest, d.h.

relativ zueinander unbeweglich, miteinander verbunden. Der Motor und das Winkelgetriebe bilden daher ein gemeinsames Antriebsmodul, das durch die kardanischn bewegliche Aufhängung an der tragenden Konstruktion des Fahrzeugs aufgehängt ist, wobei die Abtriebsseite des Winkelgetriebes über das kardanischn bewegliche Gelenk mit dem angetriebenen Rad oder Radsatz gekoppelt ist.

[0032] Die Verbindung des Motors mit dem Winkelgetriebe erspart zusätzliche Aufhängungen, die entsprechend beweglich ausgestaltet werden müssten. Die feste Verbindung zwischen Motor und Winkelgetriebe verhindert ohne eine zusätzliche Aufhängung des Winkelgetriebes eine lineare Bewegung des Winkelgetriebes in vertikaler Richtung.

[0033] Unter einem Winkelgetriebe wird ein Getriebe verstanden, das ein Antriebsdrehmoment um eine erste Rotationsachse in ein zweites Antriebsdrehmoment um eine zweite Rotationsachse umsetzt, wobei die erste und die zweite Rotationsachse quer und insbesondere exakt senkrecht zueinander verlaufen.

[0034] Im Gegensatz zu der oben erwähnten Anordnung von zwei Bogenzahnkupplungen im Antriebsstrang kann durch die Kombination der kardanischn beweglichen Aufhängung mit dem kardanischn beweglichen Gelenk im Antriebsstrang ein wesentlich größerer Versatz ausgeglichen werden. Unter dem Versatz wird insbesondere der Versatz der Rotationsachse des Läufers oder der Versatz des Antriebsstrangs aus Sicht des Läufers jenseits des kardanischn beweglichen Gelenks verstanden. Bei gleichem Versatz sind die Winkel der Auslenkungen der kardanischn beweglichen Aufhängung und des kardanischn beweglichen Gelenks geringer. Es können daher z.B. kardanischn bewegliche Gelenke eingesetzt werden, die ein geringeres Bauvolumen haben, weil sie nur eine geringere Auslenkung ermöglichen. Dies gilt insbesondere bei Bogenzahnkupplungen. Die Erfindung eignet sich daher besonders für den Querantrieb und für Betriebssituationen, in denen besonders starke oder schnelle Bewegungen des Rades oder des Radsatzes gegenüber dem Antriebsmotor zu erwarten sind. Dies ist z.B. bei Hochgeschwindigkeitszügen der Fall. Beim Querantrieb ist die Länge des Antriebsstrangs in Verlängerung der Rotationsachse des Läufers durch die Breite quer zur Fahrtrichtung begrenzt, die für den Einbau zur Verfügung steht. Wenn geringere Auslenkungen zu erwarten sind, können auch an die Präzision der Bauteile des kardanischn beweglichen Gelenks im Antriebsstrang geringere Anforderungen gestellt werden.

[0035] Die oben erwähnte Kombination von zwei Bodenzahnkupplungen im Antriebsstrang ermöglicht den bei Auslenkung bzw. Versatz des Antriebsstrangs erforderlichen Längenausgleich in Richtung der Rotationsachse des Antriebsstrangs. Bei gängigen Antriebsmotoren mit einem Läufer, der innerhalb des Ständers über das Magnetfeld gelagert ist, kann eine axiale Bewegung des Läufers in Richtung seiner Rotationsachse relativ zum Ständer stattfinden. Da die kardanischn bewegliche Aufhängung und das typischerweise am anderen Ende

des Motors oder sogar noch deutlich weiter entfernt vom Motor angeordnete kardanischn bewegliche Gelenk im Vergleich zu der Kombination zweier Bodenzahnkupplungen sehr weit auseinander liegen, ist auch der axiale Ausgleich in Richtung der Rotationsachse des Läufers vergleichsweise gering. Gängige Antriebsmotoren ermöglichen ohne konstruktive Änderung den erforderlichen axialen Ausgleich.

[0036] Die axiale Beweglichkeit in Richtung der Rotationsachse des Läufers und/oder in Richtung des mit der Läuferwelle über das kardanischn bewegliche Gelenk verbundenen weiteren Antriebsstrangs kann alternativ zu einer axialen Beweglichkeit des Läufers relativ zum Stator auch über ein in axialer Richtung bewegliches kardanischn bewegliches Gelenk erzielt werden. Diese Variante wird eingesetzt, wenn der Motor keine axiale Beweglichkeit besitzt. Besitzt der Motor dagegen eine solche axiale Beweglichkeit, wird auf die axiale Beweglichkeit des kardanischn beweglichen Gelenks verzichtet, damit der Läufer sich nicht frei in axialer Richtung zwischen zwei Endpunkten hin und her bewegen kann. Eine dritte Möglichkeit der axialen Beweglichkeit besteht in einer Beweglichkeit der kardanischn beweglichen Aufhängung, die insbesondere für die oben beschriebene Ausführungsform eines Längsantriebes mit fest miteinander verbundenem Motor und Getriebe bevorzugt wird. In diesem Fall sind weder der Motor noch das kardanischn bewegliche Gelenk in axialer Richtung auslenkbar. Im Fall des Antriebsmoduls mit fest verbundenem Motor und Winkelgetriebe verhindert die axiale Beweglichkeit der kardanischn beweglichen Aufhängung, dass Antriebskräfte über die kardanischn bewegliche Aufhängung übertragen werden. Unter Antriebskräften werden in diesem Fall Kräfte verstanden, die zwischen Rad und Schiene wirken und zur Beschleunigung oder Bremsung des Fahrzeugs auf die tragende Konstruktion des Fahrzeugs übertragen werden.

[0037] Es wurde erwähnt, dass sich die kardanischn bewegliche Aufhängung und das kardanischn bewegliche Gelenk (betrachtet in Richtung der Rotationsachse des Läufers) an gegenüberliegenden Enden des Motors oder sogar in einer Entfernung von den Enden befinden können. Es ist jedoch auch möglich, dass die kardanischn bewegliche Aufhängung seitlich des Motors angeordnet ist. Auf eine Ausführungsform wird noch eingegangen. Diese Anordnung verkürzt zwar den Abstand zwischen Aufhängung und Gelenk. Der Abstand wird aber in aller Regel immer noch deutlich größer sein als bei zwei kardanischn beweglichen Gelenken im Antriebsstrang. Durch die seitliche Anordnung der kardanischn beweglichen Aufhängung wird weiterer Bauraum für die Anordnung des Motors und des Antriebsstrangs gespart.

[0038] Wenn zuvor oder im Folgenden von dem kardanischn beweglichen Gelenk im Antriebsstrang die Rede ist, so schließt dies mit ein, dass statt des kardanischn beweglichen Gelenks eine kardanischn bewegliche Kupplung im Antriebsstrang vorgesehen ist. Gemäß der obigen Definition von dem Begriff kardanischn bewegliches

Gelenk ist darunter auch eine Kupplung mit kardanischer Beweglichkeit zu verstehen. In der Praxis werden bereits Bauteile und Baugruppen eingesetzt, die mit dem Begriff Kupplung bezeichnet sind. Daher wird klargestellt, dass es sich bei dem Element oder der Baugruppe mit kardanischer Beweglichkeit im Antriebsstrang auch um eine Kupplung handeln kann.

[0039] Insbesondere wird ein Antrieb für Schienenfahrzeuge vorgeschlagen, der einen Antriebsmotor mit einem Ständer und einem Läufer und zumindest ein vom Antriebsmotor angetriebenes Rad oder einen vom Antriebsmotor angetriebenen Radsatz, das/der beim Betrieb des Schienenfahrzeugs auf den Fahrschienen eines Schienenweges rollt, aufweist. Der Ständer des Antriebsmotors ist über eine kardanisch bewegliche Aufhängung an einem Drehgestell des Schienenfahrzeugs, an einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs oder an einer mit dem Drehgestell und/oder dem Wagenkasten verbundenen Konstruktion abgestützt. Der Läufer des Antriebsmotors ist über ein kardanisch bewegliches Gelenk und/oder über eine kardanisch bewegliche Kupplung mit dem Rad, mit dem Radsatz, mit zumindest einem Rad des Radsatzes und/oder mit einer Welle des Radsatzes gekoppelt, sodass beim Betrieb des Schienenfahrzeugs die Antriebskraft des Antriebsmotors über das Gelenk und/oder die Kupplung übertragen wird.

[0040] Insbesondere treibt der Läufer beim Betrieb des Antriebes eine Antriebswelle an, die über ein Getriebe ein Rad des Radsatzes oder eine Radsatzwelle des Radsatzes antreibt.

[0041] Der Läufer kann beim Betrieb des Antriebes eine Antriebswelle antreiben, wobei das kardanisch bewegliche Gelenk einen ersten Abschnitt der Antriebswelle, der mit dem Läufer verbunden ist, mit einem zweiten Abschnitt der Antriebswelle koppelt, sodass die Rotationsachsen des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts gegeneinander abgewinkelt verlaufen können. In diesem Fall befindet sich das Getriebe, das in dem vorangegangenen Absatz erwähnt wurde, vorzugsweise im Verlauf des Antriebsstranges aus Sicht des Läufers jenseits des zweiten Abschnitts der Antriebswelle, d. h. der zweite Abschnitt der Antriebswelle hat insbesondere eine Rotationsachse, die in einer Neutralstellung, in der das kardanisch bewegliche Gelenk nicht zu einer Abwinklung des ersten und zweiten Abschnitts der Antriebswelle führt, koaxial zur Drehachse des Läufers verläuft.

[0042] Bei einer Realisierung als Querantrieb verlaufen die Rotationsachsen der Antriebswelle quer zur Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs. Jedoch ist z. B. auch ein Längsantrieb möglich, bei dem die Rotationsachsen der Antriebswelle ungefähr in Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs verlaufen.

[0043] Bei einer speziellen Ausgestaltung erlaubt das Gelenk eine axiale Relativbewegung des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts in Richtung zumindest einer der Rotationsachsen der Abschnitte. Bevorzugt wird jedoch, dass die axiale Nachgiebigkeit bzw. Beweglichkeit durch den Motor, relativ zwischen Läufer

und Ständer, realisiert ist, d. h. der Läufer ist in Richtung seiner Rotationsachse beweglich gelagert, vorzugsweise allein durch das Magnetfeld des Motors.

[0044] Eine mit dem Läufer verbundene Antriebswelle kann wie üblich an einer ersten Seite des Motors (so genannte A-Seite) angeordnet sein und die kardanisch bewegliche Aufhängung am Ständer des Motors kann

- an einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite des Motors (so genannte B-Seite) angeordnet sein und/oder
- zwischen der ersten und der zweiten Seite des Motors angeordnet sein, insbesondere näher an der zweiten Seite des Motors als an der ersten Seite.

[0045] Zum Umfang der Erfindung gehört auch ein Schienenfahrzeug, wobei das Schienenfahrzeug einen Antrieb gemäß einer der beschriebenen Ausgestaltungen aufweist.

[0046] Ferner gehört zum Umfang der Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Antriebs für ein Schienenfahrzeug, wobei folgendes bereitgestellt wird:

- ein Antriebsmotor mit einem Ständer und einem Läufer und
- zumindest ein vom Antriebsmotor angetriebenes Rad oder ein vom Antriebsmotor angetriebener Radsatz, das/der beim Betrieb des Schienenfahrzeugs auf den Fahrschienen eines Schienenweges rollt,

wobei

- der Ständer des Antriebsmotors über eine kardanisch bewegliche Aufhängung an einem Drehgestell des Schienenfahrzeugs, an einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs, oder an einer mit dem Drehgestell und/oder dem Wagenkasten verbundenen Konstruktion abgestützt wird und
- der Läufer des Antriebsmotors über ein kardanisch bewegliches Gelenk und/oder über eine kardanisch bewegliche Kupplung mit dem Rad, mit dem Radsatz, mit zumindest einem Rad des Radsatzes und/oder mit einer Welle des Radsatzes gekoppelt wird, sodass beim Betrieb des Schienenfahrzeugs die Antriebskraft des Antriebsmotors über das Gelenk und/oder die Kupplung übertragen wird.

[0047] Insbesondere treibt der Antriebsmotor das Rad oder den Radsatz über ein Getriebe an.

[0048] Wie oben bereits anhand einer besonderen Ausführungsform beschrieben, können der Antriebsmotor und ein Getriebe, insbesondere ein Winkelgetriebe, ein Antriebsmodul bilden, wobei der Ständer des Antriebsmotors und nicht bewegliche Teile des Getriebes (insbesondere das Getriebegehäuse) fest und relativ zueinander unbeweglich miteinander verbunden sind. In diesem Fall ist das Antriebsmodul über das kardanisch bewegliche Gelenk und/oder über die kardanisch beweg-

liche Kupplung mit dem Rad, mit dem Radsatz, mit zumindest einem Rad des Radsatzes und/oder mit der Welle des Radsatzes gekoppelt.

[0049] Wie üblich kann der Läufer des Antriebsmotors eine Antriebswelle aufweisen oder mit einer Antriebswelle drehfest verbunden sein. In diesem Fall ist die Antriebswelle über das kardanischn bewegliche Gelenk und/oder die kardanischn bewegliche Kupplung mit dem Rad, dem Radsatz oder der Welle des Radsatzes gekoppelt.

[0050] Weitere Ausgestaltungen und Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 schematisch eine erste Ausgestaltung eines Querantriebes, wobei die axiale Nachgiebigkeit durch eine Beweglichkeit des kardanischn beweglichen Gelenks im Antriebsstrang realisiert ist,
- Fig. 2 eine Frontalansicht der Draufsicht gemäß Fig. 1 in Richtung des Pfeils A in Fig. 1,
- Fig. 3 eine Ausgestaltung ähnlich der in Fig. 1, wobei jedoch die axiale Beweglichkeit durch eine Relativbeweglichkeit des Läufers und des Ständers des Antriebsmotors gegeben ist,
- Fig. 4 eine Draufsicht ähnlich der in Fig. 1 und Fig. 3, wobei jedoch gemäß dem Stand der Technik keine kardanischn bewegliche Aufhängung des Motors vorgesehen ist, sondern zwei kardanischn bewegliche Gelenke mit axialer Beweglichkeit relativ zueinander im Antriebsstrang,
- Fig. 5 eine Draufsicht ähnlich der in Fig. 1, 3 und 4, die schematisch eine Ausführungsform des in Fig. 1 oder Fig. 3 gezeigten Querantriebes zeigt,
- Fig. 6 einen Schnitt entlang der Linie B-B in Fig. 5, um die elastische Aufhängung des Getriebes darzustellen,
- Fig. 7 eine Variante der Aufhängung des Getriebes zu der Ausführungsform von Fig. 6,
- Fig. 8 einen Schnitt entlang der Linie C-C in Fig. 5, wobei die Schnittebene wie auch bei den Fig. 6 und 7 senkrecht zu der Bildebene der Fig. 5 verläuft,
- Fig. 9 eine Ausführungsform bei einem Längsantrieb in Draufsicht,
- Fig. 10 schematisch eine Neutralstellung einer Anordnung mit einem Antriebsmotor, der über eine kardanischn bewegliche Aufhängung aufgehängt ist und dessen Läufer über ein kardanischn bewegliches Gelenk einen Antriebsstrang antreibt,
- Fig. 11 schematisch eine Anordnung wie in Fig. 10, wobei jedoch die Anordnung nicht nur dem Ausgleich eines parallelen Versatzes der Antriebswelle dient, sondern eine asymmetri-

sche Anordnung der kardanischn beweglichen Aufhängung ausgleicht,

Fig. 12 schematisch eine Variante der kardanischn beweglichen Aufhängung bei einer Anordnung wie in Fig. 10 und Fig. 11, wobei die kardanischn bewegliche Aufhängung seitlich des Motors angeordnet ist,

Fig. 13 eine Ansicht auf eine Ausführungsform der seitlich des Motors angeordneten kardanischn beweglichen Aufhängung,

Fig. 14 eine Ausführungsform eines langgestreckten Elements, das als Gummifeder zur Realisierung der kardanischn beweglichen Aufhängung ausgestaltet ist,

Fig. 15 eine Draufsicht auf eine Anordnung, bei der mit Hilfe von zwei langgestreckten elastisch verformbaren Elementen eine kardanischn bewegliche Aufhängung realisiert ist,

Fig. 16 die Anordnung von Fig. 15, wobei jedoch die Anordnung in einem ausgelenkten Zustand gegenüber der Neutralstellung aus Fig. 15 zu sehen ist, bei der bezüglich einer Drehachse der kardanischn beweglichen Aufhängung, die parallel zu den Längsachsen der langgestreckten Elemente verläuft, eine Auslenkung um den Winkel α stattgefunden hat,

Fig. 17 eine Seitenansicht auf die Anordnung gemäß Fig. 15, die die Neutralstellung zeigt,

Fig. 18 die Anordnung von Fig. 17, wobei jedoch eine Auslenkung um eine Drehachse der kardanischn beweglichen Aufhängung stattgefunden hat, die senkrecht zu den Längsachsen der langgestreckten Elemente verläuft, wobei eine Auslenkung um den Winkel β stattgefunden hat,

Fig. 19 eine Draufsicht ähnlich der von Fig. 1 und Fig. 3, wobei jedoch die Welle des Radsatzes in einer Hohlwelle des Motors angeordnet ist und der Motor an einem Querträger des Drehgestells über eine kardanischn bewegliche Aufhängung aufgehängt ist,

Fig. 20 in Draufsicht von oben schematisch ein Drehgestell mit einem außenliegenden Antriebsmodul, wobei ein angetriebenes Laufrad teilweise aufgeschnitten dargestellt ist,

Fig. 21 eine vergrößerte Darstellung des Antriebsmoduls, der Aufhängung des Antriebsmoduls und des von dem Antriebsmodul angetriebenen Laufrades, wobei die drei genannten Teile und Baugruppen in Explosionsdarstellung, d. h. noch nicht miteinander verbunden, dargestellt sind, und

Fig. 22 in vergrößerter Darstellung ein ringförmiges elastisches Element zur Realisierung der kardanischn Beweglichkeit der Aufhängung des Antriebsmoduls gemäß Fig. 20 und Fig. 21.

[0051] Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf ein Drehgestell

mit einem Radsatz, der über einen Querantrieb angetrieben wird. Das Drehgestell weist einen Drehgestellrahmen 100 mit einem in Fahrtrichtung offenen H-förmigen Tragprofil auf, dessen Querträger mit 9 bezeichnet ist und dessen Längsträger mit 3a, 3b bezeichnet sind. An gegenüberliegenden Längsträgern des Drehgestellrahmens 100 sind Lager 11 a und 11 b angeordnet, in denen die Radsatzwelle 6 des Radsatzes 7a, 7b drehbar gelagert ist. Die Radsatzwelle 6 wird über ein achsreitendes Getriebe 8 angetrieben, welches über eine elastische Aufhängung 25 an dem Querträger 9 aufgehängt ist. Das Antriebsmoment wird über eine Antriebswelle 19 in das Getriebe 8 eingeleitet.

[0052] Die Antriebswelle 19 ist über ein kardanisch bewegliches Gelenk 5 von der Läuferwelle 18 eines Elektromotors 1 angetrieben. Das kardanisch bewegliche Gelenk 5 weist in Richtung der Rotationsachse der Läuferwelle 18 eine axiale Nachgiebigkeit bzw. Beweglichkeit auf. Der Läufer des Antriebsmotors 1 ist mit 4 bezeichnet. An dem Ständer 22 ist eine Befestigung 21 angebracht, die über eine kardanisch bewegliche Aufhängung 2 an einer Längsstütze 12 aufgehängt ist, welche an dem Querträger 9 befestigt ist.

[0053] Fig. 2 zeigt die Anordnung in einer Frontansicht, wobei außerdem noch die Federung 16a, 16b zu erkennen ist, über die die Radlager 11 a, 11 b federnd mit dem Wagenkasten 14 des Schienenfahrzeugs verbunden sind.

[0054] In den folgenden Figuren werden für gleiche oder einander entsprechende Teile dieselben Bezugszeichen verwendet wie in Fig. 1 oder wie in verschiedenen der folgenden Figuren.

[0055] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht, die der Draufsicht in Fig. 1 sehr ähnlich ist, wobei jedoch das kardanisch bewegliche Gelenk 5 durch ein kardanisch bewegliches Gelenk 15 ersetzt ist, welche keine axiale Nachgiebigkeit aufweist. Stattdessen ist die axiale Nachgiebigkeit in Richtung der Läuferwelle durch eine Beweglichkeit des Läufers 4 relativ zum Ständer 22 gegeben.

[0056] Die in Fig. 4 dargestellte Draufsicht auf eine Ausführungsform gemäß dem Stand der Technik unterscheidet sich von der in Fig. 1 dadurch, dass der Motor über eine starre Aufhängung 29 an dem Querträger 9 aufgehängt ist. Außerdem sind die Läuferwelle 18 und die Antriebswelle 19 über zwei kardanisch bewegliche Gelenke 35a, 35b zur Übertragung des Drehmoments miteinander gekoppelt, wobei die kardanisch beweglichen Gelenke 35 in axialer Richtung relativ zueinander beweglich sind.

[0057] In Fig. 1, 3 und 4 sind durch jeweils ein Dreieckssymbol Lager dargestellt, die eine Rotation der Läuferwelle 18 bzw. des Läufers 4 ermöglichen. Dabei ist jedoch die weitere Funktion des jeweils rechts von dem Läufer 4 dargestellten Drehlagers in den Fällen der Fig. 1, 3 und 4 verschieden. In dem Fall der Fig. 1 weist das kardanisch bewegliche Gelenk 5 wie erwähnt eine axiale Nachgiebigkeit auf. Daher erlaubt das genannte Drehlager keine axiale Beweglichkeit der Läuferwelle 18. Für

den Fall der Fig. 4 gilt das gleiche. Dagegen besitzt das kardanisch bewegliche Gelenk 15 in der Ausführungsform der Fig. 3 keine axiale Nachgiebigkeit. Daher ermöglicht das genannte Drehlager eine axiale Beweglichkeit der Läuferwelle 18.

[0058] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf eine Anordnung, die eine Ausgestaltung der Anordnung gemäß Fig. 3 ist. Die Ausgestaltung betrifft die kardanisch bewegliche Aufhängung und die Aufhängung des Getriebes 8. Diese beiden Aufhängungen können auch bei der in Fig. 1 dargestellten Anordnung verwendet werden.

[0059] Die kardanisch bewegliche Aufhängung des Elektromotors 1 verbindet die Längsstütze 12 mit dem Ständer 22 des Motors 1. Um die Drehbeweglichkeit der kardanisch beweglichen Aufhängung um die zwei senkrecht zueinander stehenden Drehachsen zu gewährleisten, weist die Aufhängung zwei langgestreckte elastische Elemente 52a, 52b auf, deren Längsachsen in der Darstellung von Fig. 5 senkrecht zur Bildebene verlaufen. Auf Höhe des Querträgers 9 des Drehgestellrahmens 100 erstreckt sich die Längsstütze 12. Die beiden langgestreckten Elemente 52a, 52b sind in Längsrichtung des Schienenfahrzeugs, d.h. in der Richtung der Längserstreckung der Längsstütze 12, voneinander beabstandet und erstrecken sich in Richtung ihrer Längsachsen nach oben. An ihrem oberen Ende sind die Elemente 52 mit einer Konsole 51 verbunden, die im oberen Bereich am Ständer 22 befestigt ist. Eine ähnliche Anordnung wird noch anhand der Fig. 15 bis 18 beschrieben. Daran wird auch die Beweglichkeit der langgestreckten Elemente 52 erläutert. Die Elemente 52 sind in Richtung ihrer Längsachse steif, d.h. die Länge in Richtung der Längsachse verändert sich durch die Einwirkung der üblicherweise beim Betrieb des Drehgestells auftretenden Kräfte nicht oder nur geringfügig.

[0060] Die Aufhängung 55 des Getriebes 8 ist auch aus der Schnittzeichnung in Fig. 6 erkennbar. Wie Fig. 6 zeigt, ist ein C-förmiger Bügel an dem Querträger 9 des Drehgestells befestigt. An den einander gegenüberliegenden Innenseiten der freien Enden des C-förmigen Bügels 63 setzen Gummifedern 61 a, 61 b an, deren entgegengesetzte Enden zwischen sich einen Endbereich des Getriebes 8 aufnehmen und daran befestigt sind. Die einander gegenüberliegenden Gummifedern 61 weisen jeweils eine Längsachse auf, die mit der Längsachse der anderen Gummifeder fluchtet und die die Antriebswelle 10 senkrecht zu deren Rotationsachse schneidet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Längsachsen aus der in Fig. 6 gezeigten Position versetzt sind und daher eine Parallele der Rotationsachse schneiden. Ebenfalls erkennbar in Fig. 6 ist die Lage der Radsatzwelle 6, die über das Getriebe 8 angetrieben wird. Details der Getriebekonstruktion sind aus Fig. 6 nicht erkennbar. Die Aufhängung 55 erlaubt insbesondere Drehungen der Antriebswelle 10 um drei aufeinander senkrecht stehende Drehachsen. Diese Drehachsen verlaufen in Fig. 6 in vertikaler und horizontaler Richtung in der Figurenebene sowie senkrecht zur Figurenebene.

[0061] Die in Fig. 7 dargestellte Variante einer Aufhängung des Getriebes 8 weist eine Pendelstütze auf. Mit dem Querträger 9 ist ein Pendelträger 71 fest verbunden, der an seinem oberen, in Richtung Getriebe 8 vorspringendem Ende ein erstes Gelenk 73 aufweist, das eine Drehbewegung eines Pendels 77 um eine senkrecht zur Bildebene von Fig. 7 verlaufende Drehachse erlaubt. Am unteren Ende des Pendels 77 ist dieses über ein weiteres Gelenk 75 mit dem Getriebe verbunden. Das zweite Gelenk 75 erlaubt ebenfalls eine Drehbewegung um eine senkrecht zur Bildebene von Fig. 7 verlaufende Drehachse. Somit lässt die Aufhängung hauptsächlich Bewegungen in Richtung der horizontalen Achse in Fig. 7 zu, die etwa auf Höhe der Antriebswelle 10 und der Radsatzwelle 6 verläuft. Anders als in Fig. 7 gezeigt, kann das zweite Gelenk 75 auch oberhalb oder unterhalb der Höhe der Antriebswelle 10 verlaufen.

[0062] Aus Fig. 8 ist die bereits anhand von Fig. 5 beschriebene kardanisch bewegliche Aufhängung erkennbar. An dem Querträger 9 setzt (in Fig. 8 nach links erstreckend) die Längsstütze 12 an, auf deren Oberseite die langgestreckten Elemente 52a, 52b befestigt sind, und zwar in einem Abstand zueinander. An deren oberen Enden sind die Elemente 52 mit der Konsole 51 verbunden, die im oberen Bereich an dem Ständergehäuse befestigt ist.

[0063] Fig. 9 zeigt in Draufsicht einen Längsantrieb für einen Radsatz mit Rädern 7a, 7b. Wiederum ist die Radsatzwelle 6 über Radlager 11 a, 11 b mit dem Drehgestellrahmen 101 verbunden, der in Fahrtrichtung einseitig offen ist. An dem der Öffnung des Rahmens gegenüberliegenden Ende weist das Drehgestell einen Querträger 91 auf, an dem die kardanisch bewegliche Aufhängung 92 ansetzt, welche auch eine lineare Bewegung des Motors 1 in Fahrtrichtung (von oben nach unten in Fig. 9 verlaufend) relativ zu dem Querträger ermöglicht. Die Aufhängung 92 lässt über eine mit dem Ständer des Motors 1 verbundene Trägerstruktur 97 Drehbewegungen um eine horizontal, quer zur Fahrtrichtung (in der Figurenebene der Fig. 9 von links nach rechts) verlaufende Drehachse und um eine senkrecht zu der Figurenebene von Fig. 9 verlaufende Drehachse zu. Dagegen werden Drehbewegungen um die in Fahrtrichtung verlaufende Achse verhindert, die mit der Drehachse der Läuferwelle 108 fluchtet. Der Motor 1 ist fest, d.h. relativ dazu unbeweglich, mit einem Getriebe 98 verbunden, welches über eine Hohlwelle 109 und eine kardanisch bewegliche Kupplung 95 mit der Radsatzwelle 6 gekoppelt ist.

[0064] Der Läufer 4 des Motors 1 überträgt das von ihm produzierte Drehmoment über die Läuferwelle 108, das Getriebe 98, die Hohlwelle 109 und die kardanisch bewegliche Kupplung 95 auf die Radsatzwelle 6 und treibt diese daher an.

[0065] Ein Längsantrieb mit der erfindungsgemäßen Aufhängung des Motors kann auch anders als anhand von Fig. 9 erläutert realisiert werden. Zum Beispiel kann der Läufer des über eine kardanische Aufhängung an

dem Querträger des Drehgestells abgestützten Motors direkt, ohne Zwischenschaltung eines kardanischen Gelenks mit einem Getriebe, zum Beispiel einem Kegel-Stirnradgetriebe, gekoppelt sein. Die Läuferwelle des Motorläufers ist daher nicht relativ zu dem Getriebe kardanisch beweglich. Die kardanische Beweglichkeit im Antriebsstrang ist in diesem Fall in dem Bereich des Antriebsstranges zwischen dem Getriebe und dem Radsatz realisiert. Zum Beispiel kann ein Ritzel des Getriebes ein Großrad antreiben, welches drehfest mit der Antriebsseite eines kardanischen Gelenks verbunden ist. Bei diesem kardanischen Gelenk kann es sich zum Beispiel um eine Bogenzahnkupplung handeln. Die Abtriebsseite der Bogenzahnkupplung kann zum Beispiel unmittelbar mit der Welle des anzutreibenden Radsatzes verbunden sein.

[0066] Fig. 10 zeigt schematisch das Grundprinzip der Beweglichkeit der erfindungsgemäßen Anordnung. Die tragende Struktur links im Bild ist mit dem Bezugszeichen 90 bezeichnet. An dieser tragenden Struktur 90 ist der Motor 1 mit seinem Ständer 22 über ein Verbindungselement 21 und die kardanisch bewegliche Aufhängung 2 aufgehängt. Drehbeweglich ist der Ständer 22 somit relativ zur tragenden Struktur 90 um zwei zueinander senkrecht verlaufende Drehachsen, insbesondere die senkrecht zur Bildebene in Fig. 10 verlaufende Drehachse. In der Praxis kann diese senkrecht zur Bildebene verlaufende Drehachse z.B. die horizontale oder die vertikale Achse sein.

[0067] Fig. 10 zeigt zwei Drehstellungen des Motors 1 und der gemeinsam mit dem Motor 1 beweglichen Teile der Anordnung. Die eine Stellung ist durch die mit durchgezogenen Linien dargestellten Umrisse repräsentiert. Die andere Stellung ist durch die mit unterbrochenen Linien dargestellten Teile repräsentiert. Man erkennt, dass aus der Neutralstellung (Stellung, die mit den durchgezogenen Linien gezeichnet ist) in der Drehachse durch die kardanisch bewegliche Aufhängung 2 eine Drehbewegung stattfinden kann, so dass die Verbindung 21, der Ständer 22, der Läufer 4 und die Läuferwelle 18 um einen Winkel gegen die Neutralstellung gedreht ausgerichtet sind. Aufgrund des kardanisch beweglichen Gelenks 5 am Übergang zwischen der Läuferwelle 18 und der Antriebswelle 19 kann die Antriebswelle 19 lediglich parallel versetzt zu der Neutralstellung aber in die gleiche Richtung verlaufen. Es ist jedoch auch möglich, dass in der ausgelenkten Stellung die Antriebswelle 19 nicht parallel zu der Neutralstellung ausgerichtet ist, sondern anders als in Fig. 10 gezeigt auf einen Punkt ungefähr am rechten Ende der Antriebswelle ausgerichtet verläuft, an dem sie aufgehängt ist.

[0068] Die axiale Beweglichkeit in Richtung der Rotationsachse der Läuferwelle oder der Antriebswelle ist aus dem Beispiel von Fig. 10 nicht erkennbar. Das Beispiel entspricht vielmehr z.B. einer Axialbeweglichkeit am Übergang zwischen der Antriebswelle und dem nicht in Fig. 10 gezeigten Getriebe.

[0069] Fig. 11 zeigt eine Variante, in der die in Fig. 10

gezeigt Anordnung in ihrer Neutralstellung ist, wobei jedoch die Verbindung 21 nicht in Richtung der Läuferwelle ausgerichtet ist, sondern bereits geneigt bezüglich der tragenden Struktur 90 verläuft. Dieses Beispiel zeigt, dass die kardanisch bewegliche Aufhängung 2 auch gestattet, die Aufhängung in gewissen Grenzen zu versetzen, ohne die Funktion zu behindern. Die erfindungsgemäße Anordnung erlaubt daher in gewissen Grenzen Toleranzen bei der Fertigung und Montage, ohne die Funktion zu gefährden.

[0070] Fig. 12 zeigt schematisch, dass die kardanisch bewegliche Aufhängung auch seitlich des Motors 1 angeordnet sein kann. Die tragende Struktur 109 ist über eine Verbindung 31 mit der kardanisch beweglichen Aufhängung 32 verbunden, die im linken Bereich des Ständergehäuses an den Motor 1 angreift.

[0071] Eine konkrete Ausführungsform zeigt Fig. 13. Tragende Teile 19a, 19b sind rechts und links in der Figur erkennbar. Über diese Teile ist die Aufhängung z.B. mit dem Querträger eines Drehgestells verbunden. Von den tragenden Teilen 19a, 19b erstreckt sich jeweils in Richtung des anderen tragenden Teils 19 ein Verbindungselement 131, 132, das am unteren Ende eines elastischen Elements 135a bzw. 135b befestigt ist. Am oberen Ende des elastischen Elements 135 ist jeweils ein Verbindungselement 136a, 136b aus nicht elastischem Werkstoff befestigt, welches das elastische Element 135a, 135b mit dem Gehäuse des Motors 1 verbindet. Die Funktion der kardanisch beweglichen Aufhängung gemäß Fig. 13 ist z.B. wie bei der in Fig. 8 gezeigten Aufhängung. Die Funktion wird auch noch anhand der Fig. 15 bis 18 erläutert.

[0072] Fig. 14 zeigt ein Beispiel für ein langgestrecktes elastisches Element. Dieses Element hat eine zylindrische Form. In der Praxis muss die Form jedoch nicht zylindrisch sein, sondern kann vielmehr z.B. wie in Fig. 13 dargestellt einen in Längsrichtung gekrümmten Verlauf haben.

[0073] An den in Längsrichtung (horizontale Richtung in Fig. 14) gegenüberliegenden Enden des Elements ist jeweils ein scheibenförmiger Teil 141 a, 141 b aus einem nicht elastischen Material, z.B. aus Metall, angeordnet. Zwischen diesen End-Scheiben 141 befinden sich im Ausführungsbeispiel 5 scheibenförmige Segmente 142a bis 142e aus elastischem Material, z.B. aus natürlichem oder künstlichem Gummimaterial. Durch alle Scheiben 141, 142 hindurch erstreckt sich eine Bohrung in Längsrichtung. Nicht dargestellt ist in Fig. 14, dass sich bei dem betriebsfertigen elastischen Element ein Zugelement aus nicht elastischem Material hindurcherstreckt, über das die End-Scheiben 141 gegeneinander verspannt sind, so dass die Scheiben 142 aus elastischem Material in Längsrichtung zusammengespannt werden. Daher ist in Längsrichtung keine oder nur eine sehr geringe elastische Verformung möglich. Dagegen ist die Verspannung so ausgeführt, dass das elastische Element um seine Längsachse tordieren kann und sich so verbiegen kann, dass die Längsachse nicht mehr gradlinig, sondern

gekrümmt verläuft.

[0074] Fig. 15 zeigt schematisch eine Anordnung mit zwei elastischen Elementen 151 a, 151 b, deren Längsachsen senkrecht zur Bildebene von Fig. 15 verlaufen. In Längsrichtung an einem Ende der Elemente 151 sind diese mit der tragenden Struktur 150 verbunden. Am anderen Ende sind die Elemente 151 mit jeweils einer Verbindungsstruktur 153a, 153b verbunden, wobei die Verbindungsstrukturen 153a, 153b auch eine einzige Struktur sein können, d.h. sie können auch fest miteinander verbunden sein oder ein Stück bilden. Mit der tragenden Struktur 153 ist das Gehäuse des Motors 1 verbunden. Wiederum ist die Läuferwelle 18 über ein kardanisch bewegliches Gelenk 155 im Antriebsstrang mit der Antriebswelle 19 verbunden.

[0075] Fig. 15 zeigt die Neutralstellung der durch die elastischen Elemente 151 realisierten kardanisch beweglichen Aufhängung des Motors 1.

[0076] Fig. 16 zeigt eine ausgelenkte Stellung. In der Figur ist das fest mit der tragenden Struktur 150 verbundene Ende der elastischen Elemente 151 durch eine gestrichelte Kreislinie dargestellt, während das fest mit der Verbindungsstruktur 153 verbundene Ende durch eine ununterbrochene Linie dargestellt ist. Man erkennt, dass durch eine Drehung um eine senkrecht zur Bildebene in Fig. 16 verlaufende Drehachse, die sich in der Mitte zwischen den Längsachsen der elastischen Elemente 151 befindet (der Drehwinkel beträgt α), das an der Verbindungsstruktur 153a befestigte Ende des Elements 151 a geringfügig nach links bewegt hat, während sich das an der Verbindungsstruktur 153b befestigte Ende des Elements 151 b etwas nach rechts bewegt hat. Beide Elemente 151 haben daher sowohl eine Torsionsbewegung um ihre Längsachse ausgeführt, als auch eine Biegebewegung, bei der die Längsachse leicht gekrümmt verläuft.

[0077] Fig. 17 und Fig. 18 zeigen die Anordnung von Fig. 15 in einer Seitenansicht. Fig. 17 zeigt dabei die Neutralstellung. In der Ansicht von Fig. 17 befinden sich die elastischen Elemente 151 oberhalb der tragenden Struktur 150 hintereinander. Daher sind nur die Umrisse eines der Elemente 151 erkennbar.

[0078] Fig. 18 zeigt eine andere Drehstellung als Fig. 16. Die Verbindungsstruktur 153 und der damit verbundene Motor 1 sind um eine senkrecht zur Bildebene der Fig. 17 und 18 verlaufende Drehachse nach oben gedreht. Um dies zu ermöglichen, haben die elastischen Elemente eine Bewegung ausgeführt, bei der sich ihre Längsachse (verläuft in Fig. 17 und 18 in vertikaler Richtung) verkrümmt hat. Die Längsachse verläuft von unten nach oben, wobei sie sich leicht nach links neigt.

[0079] Fig. 19 zeigt schematisch eine Draufsicht auf eine andere erfindungsgemäße Ausführungsform eines Querantriebes. Wiederum ist der Radsatz 207a, 207b, der drehfest auf der Radsatzwelle 6 montiert ist, über Drehlager 11 a, 11 b an dem Drehgestellrahmen 200 befestigt.

[0080] Bezüglich der Befestigung des Antriebsmotors

201 wird auf die bereits anhand von Fig. 13 beschriebene Ausführungsform Bezug genommen. Fig. 19 zeigt also bezüglich der Anordnung aus Querträgern 19a, 19b und des Antriebsmotors eine Draufsicht der Anordnung gemäß Fig. 13. Allerdings können die Abmessungen des Antriebsmotors 1 im Verhältnis zu den Abmessungen der Befestigung und der Querträger anders gewählt sein als in Fig. 13, weshalb in Fig. 19 für den Antriebsmotor das Bezugszeichen 201 verwendet wird. Ein erster Querträger 19b des Drehgestells verbindet die gegenüberliegenden Längsträger, an denen die Drehlager 11 montiert sind. Ferner verbindet ein zweiter Querträger 19a die beiden Längsträger (oben in der Figur).

[0081] Zwischen den Rädern 207 befindet sich der Antriebsmotor 201. Sein Läufer 221 ist als Hohlwelle ausgestaltet und umfängt konzentrisch die Radsatzwelle 6. Durch die Bezugszeichen 205a, 205b ist das kardanischn bewegliche Gelenk bezeichnet, das jedoch anders als schematisch dargestellt wie oben beschrieben und wie bei Hohlwellen mit kardanischn Beweglichkeit üblich über ringförmige elastische Elemente realisiert werden kann. Im Ergebnis ist der Läufer 221 über das kardanischn bewegliche Gelenk 205 mit einem Getriebe 208 oder mit einem fest auf der Radsatzwelle 6 montierten Übertragungselement verbunden.

[0082] Erfindungsgemäß ist auch der Ständer des Elektromotors 201 über eine kardanischn bewegliche Aufhängung an den Querträgern 19a, 19b befestigt. Hierzu wird auf die Beschreibung der Fig. 13 Bezug genommen. Die Drehachsen der kardanischn beweglichen Aufhängung verlaufen bezüglich der Bildebene von Fig. 19 senkrecht zu der Bildebene und vertikal in der Bildebene, d. h. senkrecht zur Rotationsachse der Radsatzwelle 6.

[0083] Das in Fig. 20 dargestellte Antriebsmodul wird durch einen Antriebsmotor 1 und ein Winkelgetriebe 181 gebildet. Der Ständer 22 des Motors 1 ist fest mit dem Gehäuse 190 des Winkelgetriebes 181 verbunden, so dass Motor und Winkelgetriebe nicht relativ zueinander beweglich sind. Beispielsweise werden Motorgehäuse und Getriebegehäuse aneinander angeflanscht und verschraubt. Das Antriebsmodul ist über eine Aufhängung 182 an dem Drehgestellrahmen 9 befestigt. An dem Drehgestellrahmen 9 wird zumindest eine Achse 6 eines Radsatzes mit den Laufrädern 7a und 7b gelagert.

[0084] Die Fahrtrichtung des Fahrzeugs ist in Fig. 20 durch einen von links nach rechts verlaufenden Pfeil dargestellt, der die Beschriftung "x" aufweist. Dadurch wird angedeutet, dass die Fahrtrichtung üblicherweise als x-Richtung bezeichnet wird.

[0085] Die Aufhängung 182 weist zwei Aussparungen 192 auf (siehe Fig. 21), in die jeweils ein ringförmiges elastisches Element 184 eingebracht ist. Die Elemente 184 sind im Wesentlichen rotationssymmetrisch gestaltet, wobei eine radial innere, zylindrische Hülse 198 (siehe Fig. 22) an der radial innenliegenden Oberfläche eines Gummirings 199 befestigt ist und wobei eine zweite ringförmige, zylindrische Hülse 197 an der radial äußeren Oberfläche des Gummirings 199 befestigt ist. Die beiden

Hülsen 197, 198 und auch der Gummiring 199 sind koaxial zu einer Rotationssymmetrieachse angeordnet.

[0086] Zur Herstellung der kardanischn beweglichen Aufhängung werden zwei solcher ringförmigen elastischen Elemente 184 in die entsprechenden Aussparungen 192 der Aufhängung 182 eingesetzt, wobei die Aussparungen 192 in Anlage zum Außenumfang des ringförmigen Elements 184 gelangen und außerdem dessen lineare Beweglichkeit in Richtung der Rotationssymmetrieachse z.B. durch eine Verengung 193 in einer Richtung begrenzen.

[0087] Vor oder nach dem Einführen der ringförmigen Elemente 184 in die Aussparungen 192 wird in den zylindrischen Innenraum des ringförmigen Elements 184, der radial innenseitig durch die innere Hülse 198 gebildet wird, jeweils ein Vorsprung 191 des Motors 1 eingesetzt.

[0088] Das schematisch dargestellte Winkelgetriebe 181 ist mit einem ersten Kegelrad 185 mit der Läuferwelle des Motors 1 drehfest verbunden. Das erste Kegelrad 185 ist Teil eines ersten Winkelgetriebes, welches das Antriebsdrehmoment auf ein erstes Zahnrad 187 überträgt, welches wiederum ein zweites Zahnrad 188 antreibt. Das zweite Zahnrad 188 ist drehfest auf einer Abtriebswelle 186 des Winkelgetriebes 181 angeordnet, die über ein kardanischn bewegliches Gelenk 180 das Laufrad 7b antreibt. Der rechte Teil des Laufrades 7b ist in Fig. 20 und Fig. 21 aufgeschnitten dargestellt. Man erkennt auf der aufgeschnitten Seite auch das kardanischn bewegliche Gelenk, welches z.B. als Bogenzahnkupplungshälfte ausgestaltet ist. Die Bogenzahnkupplungshälfte 180 kann (wie in Fig. 21 dargestellt) über Schrauben 194 und Gewindebohrungen 195 des Laufrades 7b eingeschraubt sein. Alternativ zu einer Bogenzahnkupplung kann beispielsweise eine elastische Bolzenkupplung verwendet werden, die ähnlich wie die kardanischn bewegliche Aufhängung ringförmige elastische Elemente zur Drehmomentübertragung aufweisen kann.

[0089] Aufgrund der ringförmigen elastischen Elementen 184 der Aufhängung 182 besteht in dem dargestellten Fall eine Drehbeweglichkeit des Antriebsmoduls relativ zu der Aufhängung 182 um eine vertikal zur Bildebene der Fig. 20 bzw. Fig. 21 verlaufenden Drehachse (z-Achse) und um eine horizontal und senkrecht zur x-Achse und z-Achse verlaufende zweite Drehachse (y-Achse). Ferner ist eine lineare Beweglichkeit der ringförmigen elastischen Elemente 184 relativ zu den Aussparungen 192 in x-Richtung gegeben. Diese lineare Beweglichkeit in x-Richtung kann auch auf andere Weise erreicht werden, z.B. durch eine entsprechende Relativbeweglichkeit der Vorsprünge 191 des Motors 1 relativ zu den ringförmigen elastischen Elementen 184. Diese Linearbeweglichkeit verhindert, dass Kräfte, die zwischen den Laufrädern 7 und den Fahrschienen als Antriebskräfte oder Bremskräfte wirken, über die kardanischn bewegliche Aufhängung 182 übertragen werden.

[0090] Alternativ zu der außenliegenden Konstruktion gemäß Fig. 20, bei der das Antriebsmodul außerhalb des Drehgestellrahmens 9 angeordnet ist, kann das An-

triebsmodul auch innerhalb des Drehgestellrahmens, d. h. zwischen den Laufrädern 7a, 7b angeordnet werden. Statt einer Bogenzahnkupplung oder elastischen Bolzenkupplung kann in diesem Fall optional eine Hohlwellenkupplung eingesetzt werden, die ebenfalls eine kardanische Beweglichkeit aufweist.

Patentansprüche

1. Antrieb für Schienenfahrzeuge, aufweisend

- einen Antriebsmotor (1) mit einem Ständer (22) und einem Läufer (4) und
- zumindest ein vom Antriebsmotor (1) angetriebenes Rad (7) oder einen vom Antriebsmotor angetriebenen Radsatz (7a, 7b), das/der beim Betrieb des Schienenfahrzeugs auf den Fahr-
schienen eines Schienenweges rollt,

wobei

- der Ständer (22) des Antriebsmotors (1) über eine kardanisch bewegliche Aufhängung (2; 92) an einem Drehgestell (100) des Schienenfahrzeugs, an einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs oder an einer mit dem Drehgestell und/oder dem Wagenkasten verbundenen Konstruktion abgestützt ist,
- der Läufer (4) des Antriebsmotors (1) über ein kardanisch bewegliches Gelenk (5; 95) und/oder über eine kardanisch bewegliche Kupplung mit dem Rad (7), mit dem Radsatz (7a, 7b), mit zumindest einem Rad des Radsatzes und/oder mit einer Welle des Radsatzes gekoppelt ist, sodass beim Betrieb des Schienenfahrzeugs die Antriebskraft des Antriebsmotors (1) über das Gelenk (5; 95) und/oder die Kupplung übertragen wird, und
- der Läufer (4) beim Betrieb des Antriebes eine Antriebswelle (19) antreibt, die über ein Getriebe (8; 98) das Rad (7) oder die Radsatzwelle (6) des Radsatzes (7a, 7b) antreibt,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ständer (22) nicht mit unbeweglichen Teilen des Getriebes (8) verbunden ist oder dass der Ständer fest mit den unbeweglichen Teilen des Getriebes (98) verbunden ist.

2. Antrieb nach Anspruch 1, wobei der Läufer (4) beim Betrieb des Antriebes eine Antriebswelle antreibt, wobei das kardanisch bewegliche Gelenk (5) einen ersten Abschnitt (18) der Antriebswelle, der mit dem Läufer (4) verbunden ist, mit einem zweiten Abschnitt (19) der Antriebswelle koppelt, sodass die Rotationsachsen des ersten Abschnitts (18) und des zweiten Abschnitts (19) gegeneinander abgewinkelt

verlaufen können.

3. Antrieb nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Rotationsachsen der Antriebswelle (18, 19) quer zur Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs verlaufen.

4. Antrieb nach Anspruch 2 oder 3, wobei das Gelenk (5) eine axiale Relativbewegung des ersten Abschnitts (18) und des zweiten Abschnitts (19) in Richtung zumindest einer der Rotationsachsen der Abschnitte erlaubt.

5. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Läufer (4) in Richtung seiner Rotationsachse linear beweglich gelagert ist.

6. Antrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine mit dem Läufer (4) verbundene Antriebswelle (18, 19) an einer ersten Seite des Motors (A-Seite) angeordnet ist und wobei die kardanisch bewegliche Aufhängung (2) am Ständer (22) des Motors (1)

- an einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite des Motors (B-Seite) befestigt ist und/oder

- zwischen der ersten und der zweiten Seite des Motors näher an der zweiten Seite des Motors befestigt ist.

7. Antrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die kardanisch bewegliche Aufhängung zwei langgestreckte Elemente (52a, 52b) aus elastischem Material aufweist, deren Steifigkeit für Linearbewegungen in Richtung ihrer Längsachse wesentlich größer ist als für Verkrümmungen der Elemente um ihre Längsachse, wobei die beiden langgestreckten Elemente (52a, 52b) mit ihren Längsachsen parallel zueinander angeordnet sind und wobei jeweils mit dem einen Ende des langgestreckten Elements (52a, 52b) in dessen Längsrichtung der Wagenkasten des Schienenfahrzeugs oder die mit dem Drehgestell (9) und/oder dem Wagenkasten verbundene Konstruktion verbunden ist und jeweils mit dem anderen, in der Längsrichtung entgegengesetzten Ende des langgestreckten Elements (52a, 52b) der Läufer (4) des Antriebsmotors (1) verbunden ist, so dass aufgrund der Verkrümmungen die kardanisch bewegliche Aufhängung realisiert ist.

8. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die kardanisch bewegliche Aufhängung (182) zwei ringförmige Elemente (184) aus elastischem Material aufweist, die sich jeweils um eine Achse erstrecken, wobei die Achsen der beiden ringförmigen Elemente (184) parallel zueinander und in einem Abstand zueinander verlaufen, wobei über die beiden ringförmigen Elemente das Drehgestell (9) oder der

andere Teil der tragenden Konstruktion des Fahrzeugs miteinander verbunden sind, wobei der eine Teil der beiden über die ringförmigen Elemente (184) miteinander verbindenden Teile mit den radial innenliegenden Oberflächen der ringförmigen Elemente (184) verbunden ist und der andere Teil mit der radial außenliegenden Oberfläche der ringförmigen Elemente (184) verbunden ist.

9. Schienenfahrzeug, wobei das Schienenfahrzeug einen Antrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

10. Verfahren zum Herstellen eines Antriebs für ein Schienenfahrzeug, wobei folgendes bereitgestellt wird:

- ein Antriebsmotor (1) mit einem Ständer (22) und einem Läufer (4) und
- zumindest ein vom Antriebsmotor (1) angetriebenes Rad (7) oder ein vom Antriebsmotor angetriebener Radsatz (7a, 7b), das/der beim Betrieb des Schienenfahrzeugs auf den Fahrschienen eines Schienenweges rollt,

wobei

- der Ständer (22) des Antriebsmotors (1) über eine kardanisch bewegliche Aufhängung (2; 92) an einem Drehgestell (100) des Schienenfahrzeugs, an einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs, oder an einer mit dem Drehgestell und/oder dem Wagenkasten verbundenen Konstruktion abgestützt wird,
- der Läufer (4) des Antriebsmotors (1) über ein kardanisch bewegliches Gelenk (5; 95) und/oder über eine kardanisch bewegliche Kupplung mit dem Rad (7), mit dem Radsatz (7a, 7b), mit zumindest einem Rad des Radsatzes und/oder mit einer Welle des Radsatzes gekoppelt wird, sodass beim Betrieb des Schienenfahrzeugs die Antriebskraft des Antriebsmotors (1) über das Gelenk (5; 95) und/oder die Kupplung übertragen wird,
- der Läufer (4) beim Betrieb des Antriebes eine Antriebswelle (19) antreibt, die über ein Getriebe (8; 98) das Rad (7) oder die Radsatzwelle (6) des Radsatzes (7a, 7b) antreibt, und
- der Ständer (22) nicht mit unbeweglichen Teilen des Getriebes (8) verbunden wird oder der Ständer fest mit den unbeweglichen Teilen des Getriebes (98) verbunden wird.

Claims

1. A drive for rail vehicles, comprising

- a drive motor (1) having a stator (22) and a rotor (4) and
- at least one wheel (7) driven by the drive motor (1) or a wheel set (7a, 7b) driven by the drive motor, which wheel or wheel set rolls on the rails of a track during operation of the rail vehicle,

wherein

- the stator (22) of the drive motor (1) is supported by means of a cardanically movable suspension (2; 92) on a bogie (100) of the rail vehicle, on a car body of the rail vehicle, or on a structure connected to the bogie and/or the car body.
- the rotor (4) of the drive motor (1) is coupled by means of a cardanically movable joint (5; 95) and/or by means of a cardanically movable coupling to the wheel (7), to the wheel set (7a, 7b), to at least one wheel of the wheel set and/or to a shaft of the wheel set, such that, during operation of the rail vehicle, the driving force of the drive motor (1) is transferred via the joint (5; 95) and/or the coupling, and
- the rotor (4) drives a driveshaft (19) during operation of the drive, which driveshaft drives the wheel (7) or the wheel set shaft (6) of the wheel set (7a, 7b) by means of a transmission,

characterised in that

- the stator (22) is not connected to stationary parts of the transmission (8), or in that the stator is fixedly connected to the stationary parts of the transmission (98).

2. The drive according to claim 1, wherein the rotor (4) during operation of the drive drives a driveshaft, wherein the cardanically movable joint (5) couples a first portion (18) of the driveshaft, which is connected to the rotor (4), to a second portion (19) of the driveshaft, such that the axes of rotation of the first portion (18) and of the second portion (19) can extend angled relative to one another.
3. The drive according to the preceding claim, wherein the axes of rotation of the driveshaft (18, 19) run transversely to the direction of travel of the rail vehicle.
4. The drive according to claim 2 or 3, wherein the joint (5) permits an axial relative movement of the first portion (18) and of the second portion (19) in the direction of at least one of the axes of rotation of the portions.
5. The drive according to any one of claims 1 to 3, wherein the rotor (4) is mounted linearly movably in the direction of its axis of rotation.

6. The drive according to any one of the preceding claims, wherein a driveshaft (18, 19) connected to the rotor (4) is arranged on a first side of the motor (A side), and wherein the cardanically movable suspension (2) at the stator (22) of the motor (1)
- is fastened on a second side of the motor (B side) opposite the first side and/or
 - is fastened between the first and the second side of the motor, closer to the second side of the motor.
7. The drive according to any one of the preceding claims, wherein the cardanically movable suspension has two elongate elements (52a, 52b) made of resilient material, the rigidity of which for linear movements in direction of their longitudinal axis is essentially greater than for bendings of the elements about their longitudinal axis, wherein the two elongate elements (52a, 52b) are arranged with their longitudinal axes parallel to one another, and wherein the car body of the rail vehicle or the structure connected to the bogie (9) and/or the car body is connected to one end of each of the elongate elements (52a, 52b) and the rotor (4) of the drive motor (1) is connected to the other end of each of the elongate elements (52a, 52b), said ends being opposite in the longitudinal direction of the elongate element, such that the cardanically movable suspension is provided on account of the bendings.
8. The drive according to any one of claims 1 to 6, wherein the cardanically movable suspension (182) has two annular elements (184) made of resilient material, which each extend about an axis, wherein the axes of the two annular elements (184) extend parallel to one another and at a distance from one another, wherein the bogie (9) or the other part of the supporting structure of the vehicle are connected to each other by means of the two annular elements, wherein the one part of the two parts connected to each other by means of the annular elements (184) is connected to the radially inner surfaces of the annular elements (184) and the other part is connected to the radially outer surface of the annular elements (184).
9. A rail vehicle, wherein the rail vehicle has a drive according to any one of the preceding claims.
10. A method for producing a drive for a rail vehicle, wherein the following is provided:
- a drive motor (1) having a stator (22) and a rotor (4), and
 - at least one wheel (7) driven by the drive motor or a wheel set (7a, 7b) driven by the drive motor, which wheel or wheel set rolls on the rail of a

track during operation of the rail vehicle,

wherein

- the stator (22) of the drive motor (1) is supported by means of a cardanically movable suspension (2; 92) on a bogie (100) of the rail vehicle, on a car body of the rail vehicle, or on a structure connected to the bogie and/or the car body,
- the rotor (4) of the drive motor (1) is coupled by means of a cardanically movable joint (5; 95) and/or by means of a cardanically movable coupling to the wheel (7), to the wheel set (7a, 7b), to at least one wheel of the wheel set and/or to a shaft of the wheel set, such that, during operation of the rail vehicle, the driving force of the drive motor (1) is transferred via the joint (5; 95) and/or the coupling,
- the rotor (4) drives a driveshaft (19) during operation of the drive, which driveshaft drives the wheel (7) or the wheel set shaft (6) of the wheel set (7a, 7b) by means of a transmission, and
- the stator (22) is not connected to stationary parts of the transmission (8), or the stator is fixedly connected to the stationary parts of the transmission (98).

Revendications

1. Entraînement pour des véhicules sur rails, présentant

- un moteur d'entraînement (1) avec un stator (22) et un rotor (4) et
- au moins une roue (7) entraînée par le moteur d'entraînement (1) ou un jeu de roues (7a, 7b) entraîné par le moteur d'entraînement, laquelle/lequel roule, lors du fonctionnement du véhicule sur rails, sur les rails de déplacement d'une voie ferrée,

dans lequel

- le stator (22) du moteur d'entraînement (1) prend appui, par l'intermédiaire d'une suspension (2 ; 92) mobile à la Cardan, au niveau d'un châssis rotatif (100) du véhicule sur rails, au niveau d'une caisse de wagon du véhicule sur rails ou au niveau d'une structure reliée au châssis rotatif et/ou à la caisse de wagon,
- le rotor (4) du moteur d'entraînement (1) est couplé à la roue (7), au jeu de roues (7a, 7b), à au moins une roue du jeu de roues et/ou à un arbre du jeu de roues par l'intermédiaire d'une articulation (5 ; 95) mobile à la Cardan et/ou par l'intermédiaire d'un accouplement mobile à la Cardan de sorte que lors du fonctionnement du

véhicule sur rails, la force d'entraînement du moteur d'entraînement (1) est transmise par l'intermédiaire de l'articulation (5 ; 95) et/ou de l'accouplement, et

- le rotor (4) entraîne, lors du fonctionnement de l'entraînement, un arbre d'entraînement (19), qui entraîne, par l'intermédiaire d'une transmission (8 ; 98), la roue (7) ou l'arbre de jeu de roues (6) du jeu de roues (7a, 7b),

caractérisé en ce

que le stator (22) n'est pas relié à des pièces immobiles de la transmission (8), ou en ce que le stator est relié de manière solide aux pièces immobiles de la transmission (98).

2. Entraînement selon la revendication 1, dans lequel le rotor (4) entraîne, lors du fonctionnement de l'entraînement, un arbre d'entraînement, dans lequel l'articulation (5) mobile à la Cardan couple un premier segment (18) de l'arbre d'entraînement, qui est relié au rotor (4), à un deuxième segment (19) de l'arbre d'entraînement, de sorte que les axes de rotation du premier segment (18) et du deuxième segment (19) peuvent s'étendre de manière coudée les uns par rapport aux autres.
3. Entraînement selon la revendication précédente, dans lequel les axes de rotation de l'arbre d'entraînement (18, 19) s'étendent de manière transversale par rapport à la direction de déplacement du véhicule sur rails.
4. Entraînement selon la revendication 2 ou 3, dans lequel l'articulation (5) permet un déplacement relatif axial du premier segment (18) et du deuxième segment (19) en direction au moins d'un des axes de rotation des segments.
5. Entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le rotor (4) est monté de manière mobile linéairement en direction de son axe de rotation.
6. Entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un arbre d'entraînement (18, 19) relié au rotor (4) est disposé au niveau d'un premier côté du moteur (côté A) et dans lequel la suspension (2) mobile à la Cardan au niveau du stator (22) du moteur (1)
 - est fixée au niveau d'un deuxième côté (côté B), faisant face au premier côté, du moteur, et/ou
 - est fixée entre le premier côté et le deuxième côté du moteur, davantage à proximité du deuxième côté du moteur.
7. Entraînement selon l'une quelconque des revendications

précédentes, dans lequel la suspension mobile à la Cardan présente deux éléments (52a, 52b) allongés composés d'un matériau élastique, dont la rigidité pour des mouvements linéaires en direction de leur axe longitudinal est sensiblement plus importante que les déformations des éléments autour de leur axe longitudinal, dans lequel les deux éléments (52a, 52b) allongés sont disposés de manière parallèle l'un par rapport à l'autre par leurs axes longitudinaux et dans lequel la caisse de wagon du véhicule sur rails ou la structure reliée au châssis rotatif (9) et/ou à la caisse de wagon est reliée respectivement à l'une des extrémités de l'élément (52a, 52b) allongé dans la direction longitudinale de ce dernier et le rotor (4) du moteur d'entraînement (1) est relié respectivement à l'autre extrémité, opposée dans la direction longitudinale, de l'élément (52a, 52b) allongé de sorte que la suspension mobile à la Cardan est réalisée du fait des déformations.

8. Entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la suspension (182) mobile à la Cardan présente deux éléments (184) de forme annulaire composés d'un matériau élastique, qui s'étendent respectivement autour d'un axe, dans lequel les axes des deux éléments (184) de forme annulaire s'étendent de manière parallèle l'un par rapport à l'autre et à une distance donnée l'un de l'autre, dans lequel le châssis rotatif (9) et l'autre pièce de la structure porteuse du véhicule sont reliés entre eux par l'intermédiaire des deux éléments de forme annulaire, dans lequel une pièce parmi les deux pièces reliées entre elles par l'intermédiaire des éléments (184) de forme annulaire est reliée aux surfaces situées radialement à l'intérieur des éléments (184) de forme annulaire et l'autre pièce est reliée à la surface située radialement à l'extérieur des éléments (184) de forme annulaire.
9. Véhicule sur rails, dans lequel le véhicule sur rails présente un entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes.
10. Procédé servant à fabriquer un entraînement pour un véhicule sur rails, dans lequel les éléments qui suivent sont mis à disposition :
 - un moteur d'entraînement (1) avec un stator (22) et un rotor (4), et
 - au moins une roue (7) entraînée par le moteur d'entraînement (1) ou un jeu de roues (7a, 7b) entraîné par le moteur d'entraînement, laquelle/lequel roule, lors du fonctionnement du véhicule sur rails, sur les rails de déplacement d'une voie ferrée,

dans lequel

- le stator (22) du moteur d'entraînement (1) prend appui, par l'intermédiaire d'une suspension (2 ; 92) mobile à la Cardan, au niveau d'un châssis rotatif (100) du véhicule sur rails, au niveau d'une caisse de wagon du véhicule sur rails ou au niveau d'une structure reliée au châssis rotatif et/ou à la caisse de wagon, 5
- le rotor (4) du moteur d'entraînement (1) est couplé à la roue (7), au jeu de roues (7a, 7b), à au moins une roue du jeu de roues et/ou à un arbre du jeu de roues par l'intermédiaire d'une articulation (5 ; 95) mobile à la Cardan et/ou par l'intermédiaire d'un accouplement mobile à la Cardan de sorte que lors du fonctionnement du véhicule sur rails, la force d'entraînement du moteur d'entraînement (1) est transmise par l'intermédiaire de l'articulation (5 ; 95) et/ou de l'accouplement, et 10 15
- le rotor (4) entraîne, lors du fonctionnement de l'entraînement, un arbre d'entraînement (19), qui entraîne, par l'intermédiaire d'une transmission (8 ; 98), la roue (7) ou l'arbre de jeu de roues (6) du jeu de roues (7a, 7b), et 20
- le stator (22) n'est pas relié à des pièces immobiles de la transmission (8), ou le stator est relié de manière solidaire aux pièces immobiles de la transmission (98). 25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

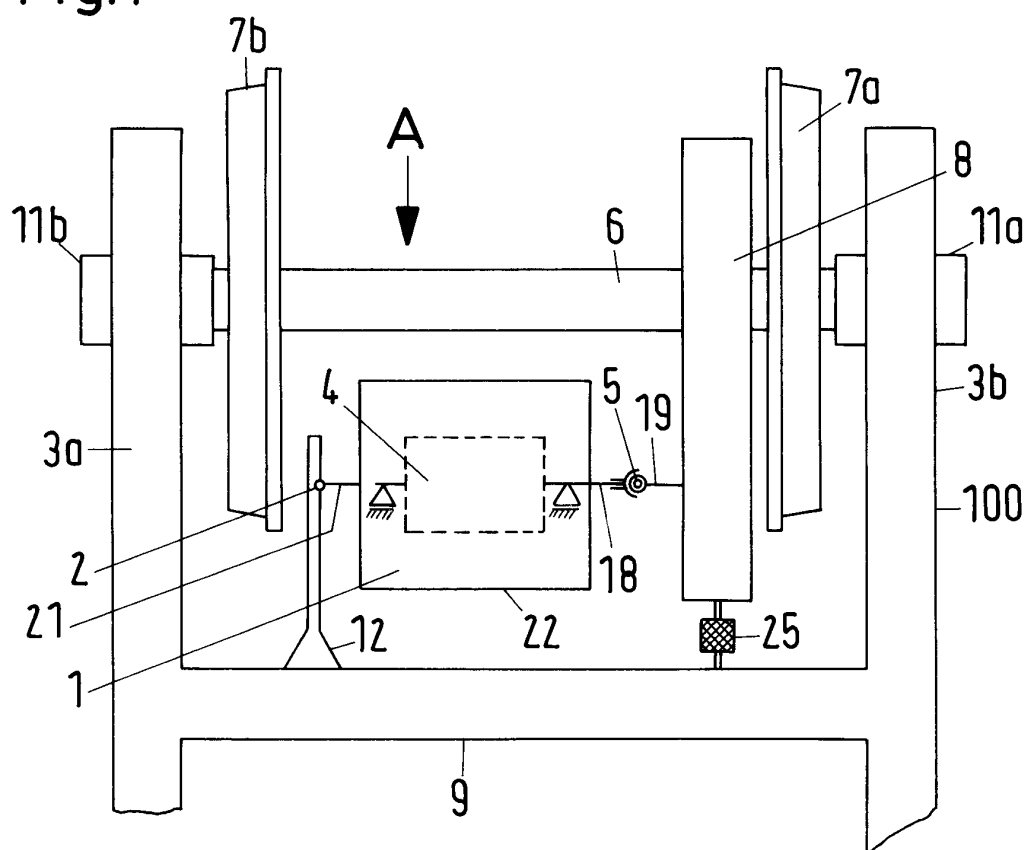


Fig.2

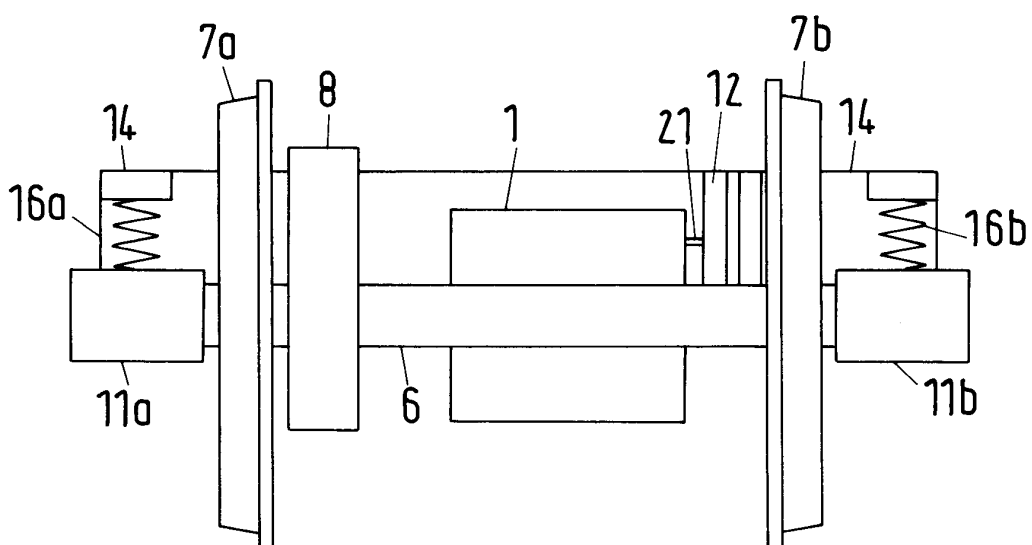


Fig.3

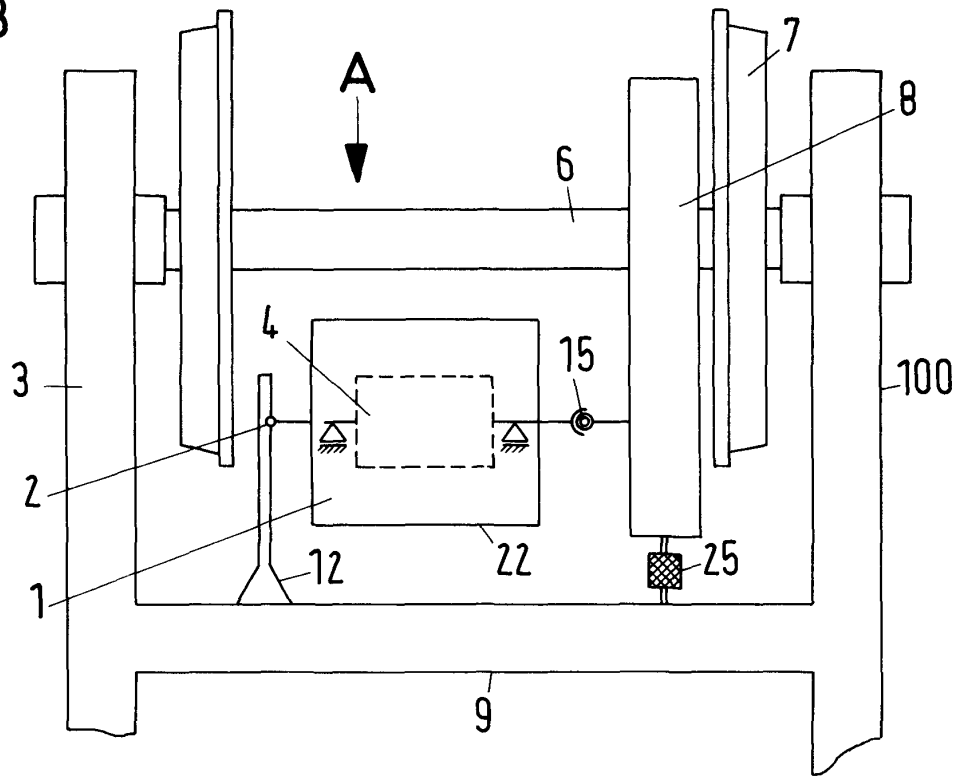


Fig.4 (Stand der Technik)

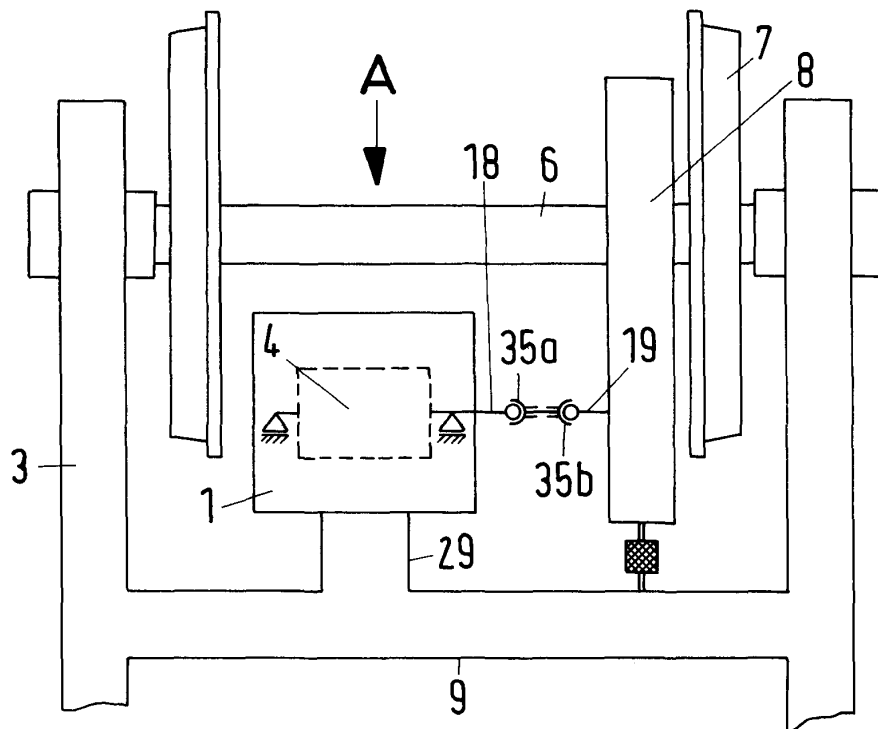


Fig.5

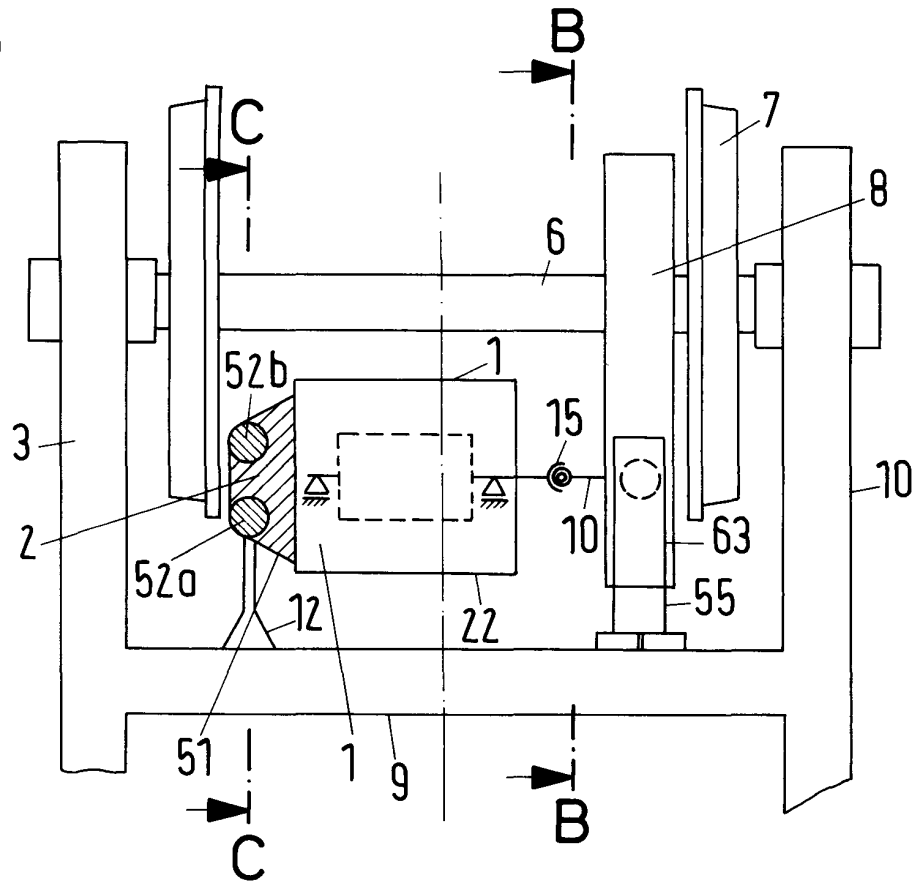


Fig.6
B - B

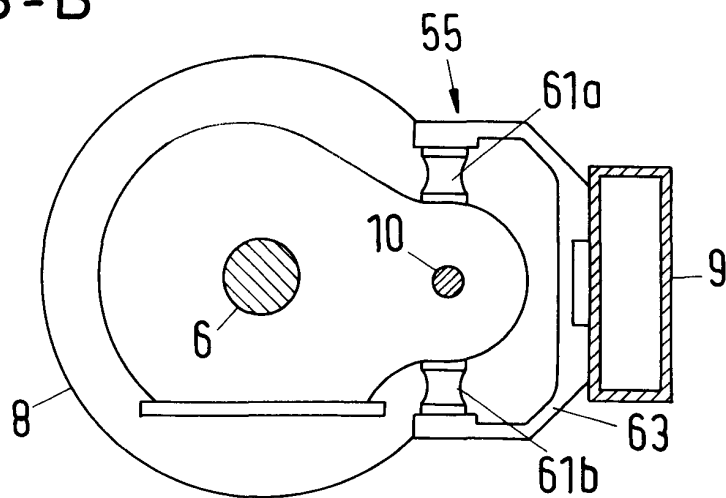


Fig.7

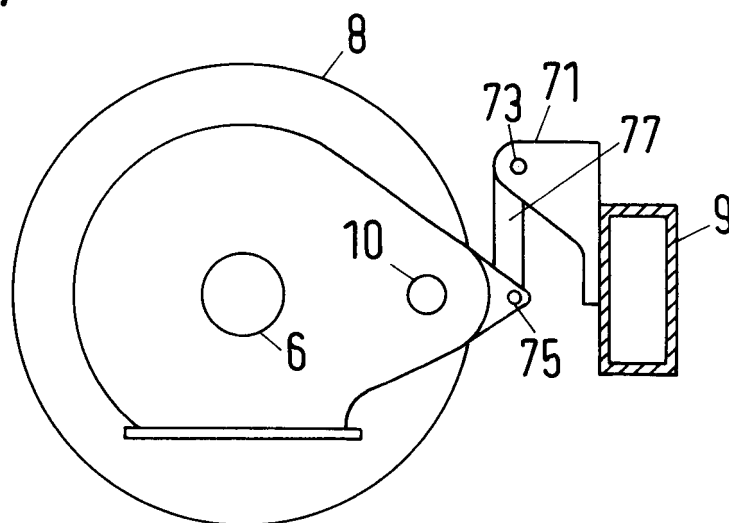


Fig.8
C - C

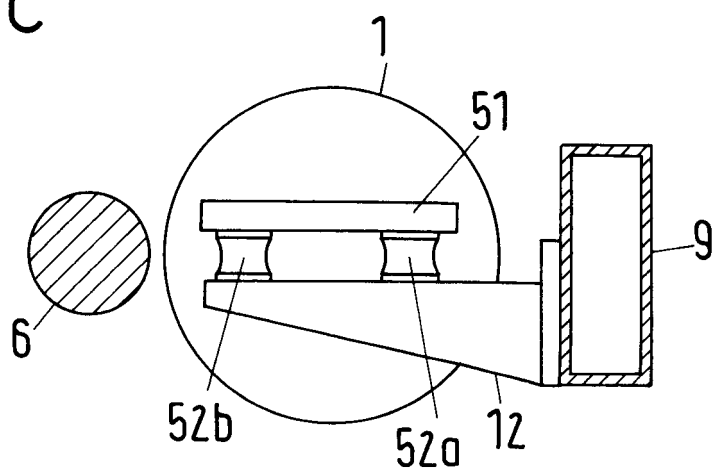


Fig.9

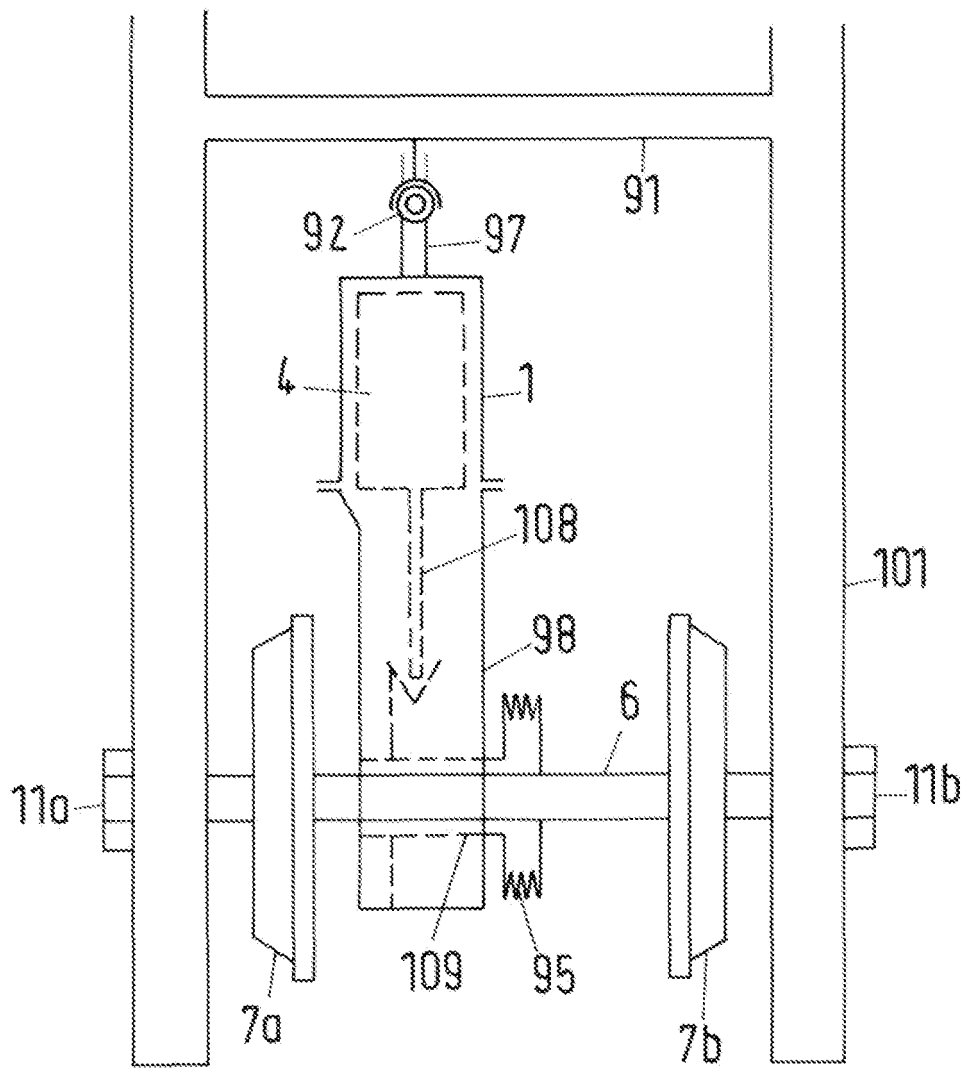


Fig.10

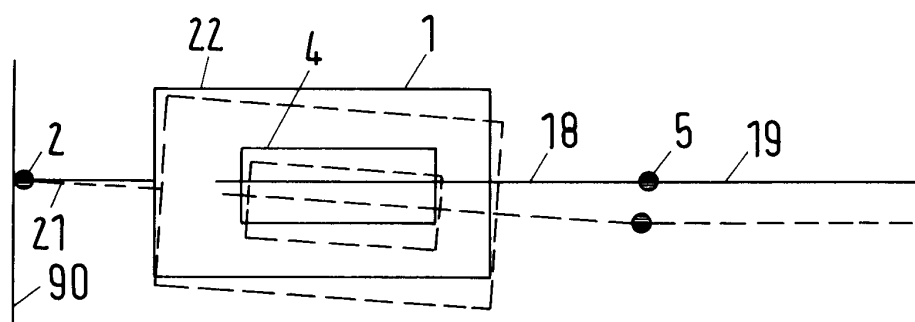


Fig.11

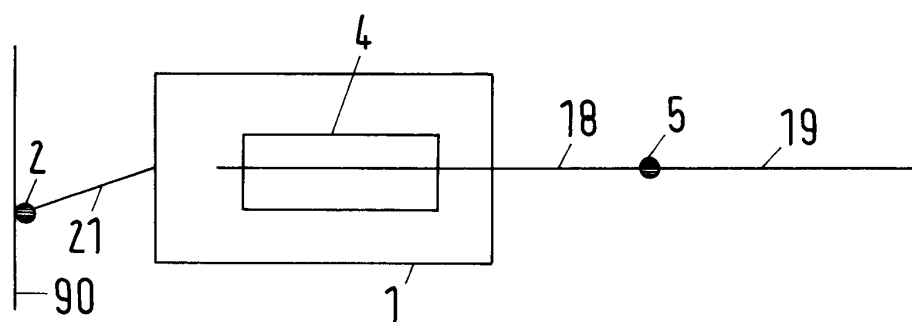


Fig.12

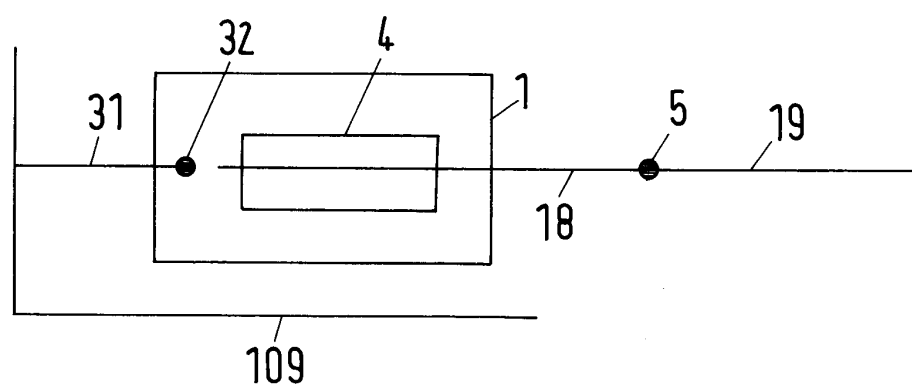


Fig.13

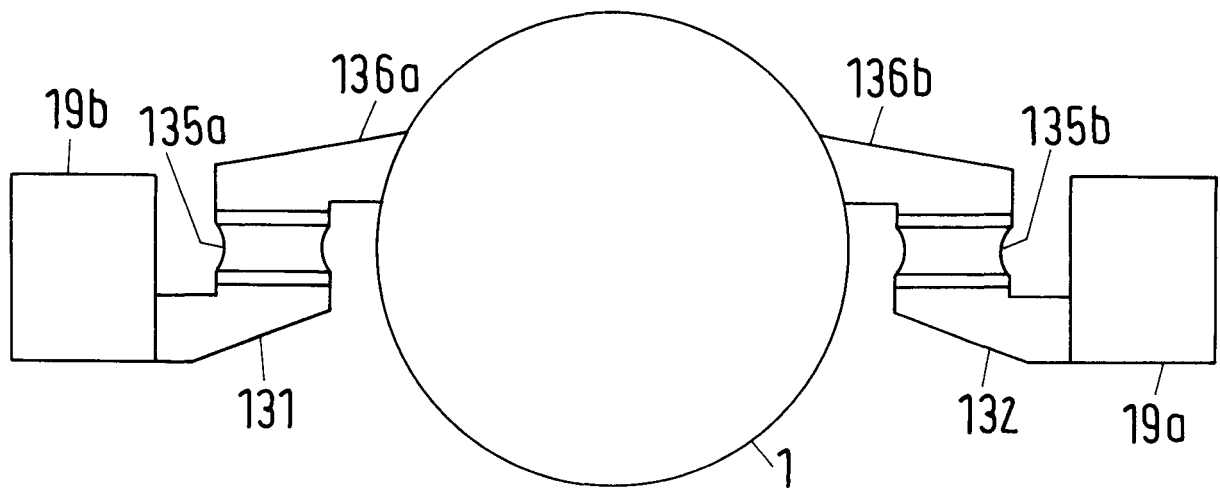


Fig.14

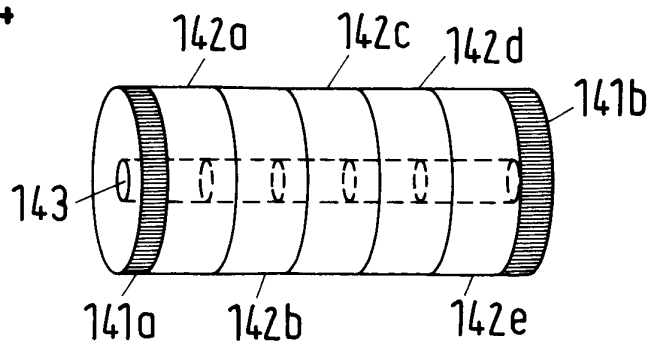


Fig.15

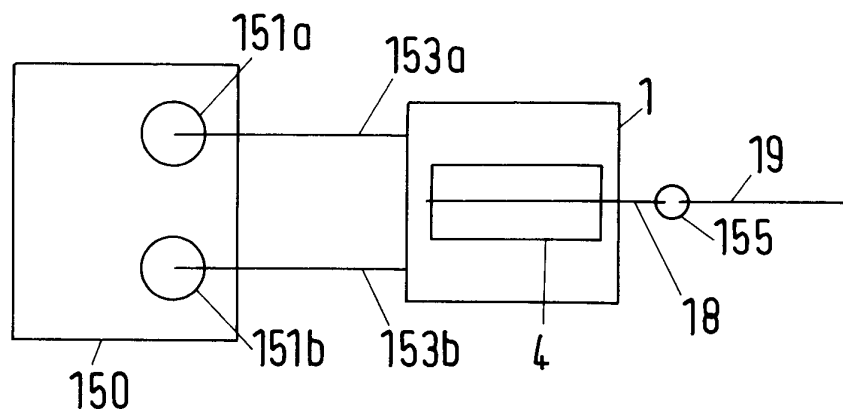


Fig.16

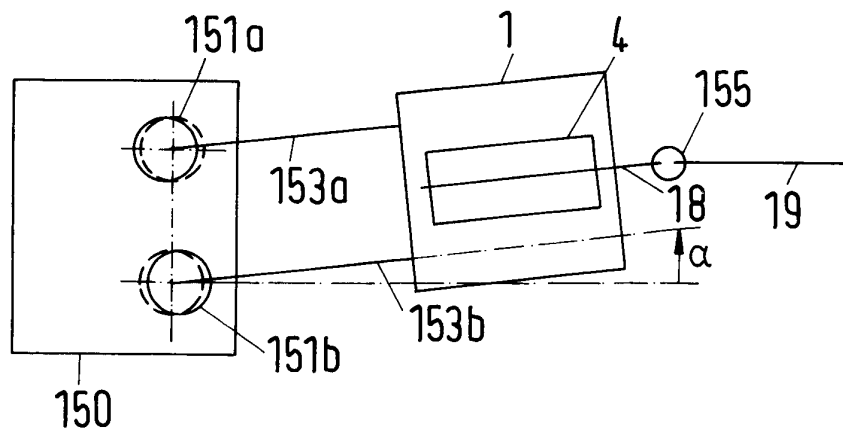


Fig.17

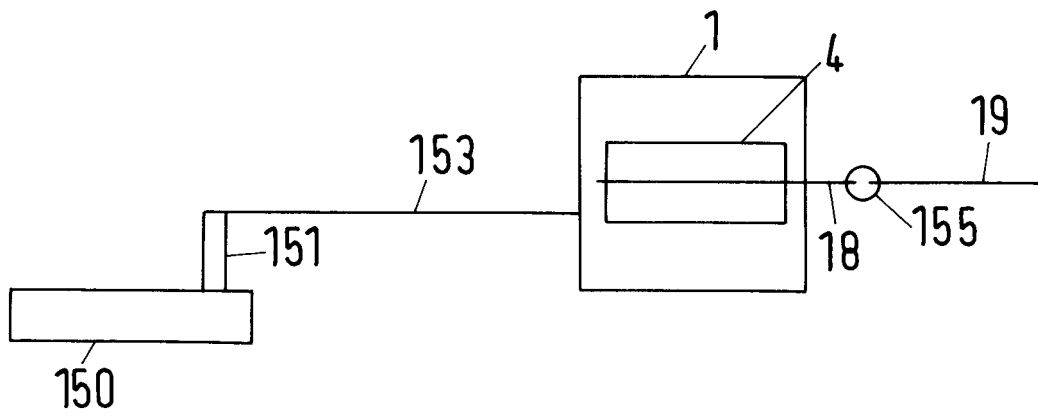


Fig.18

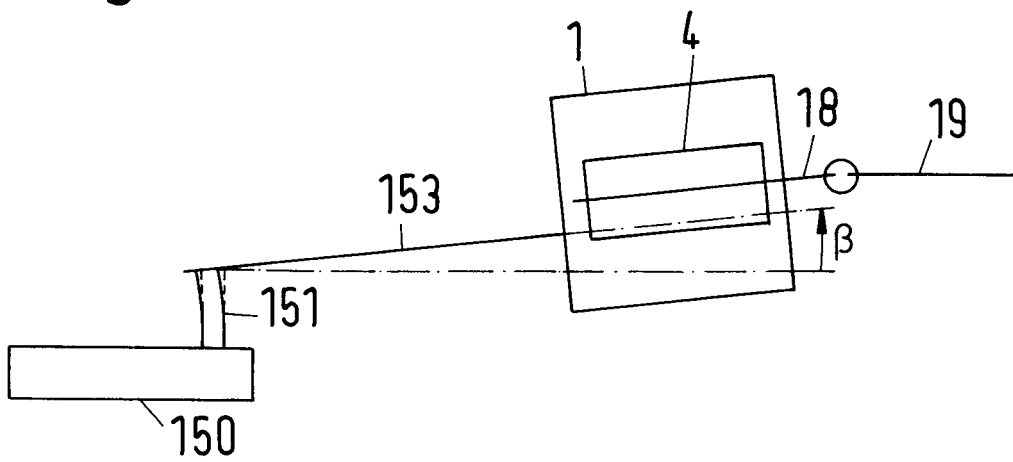
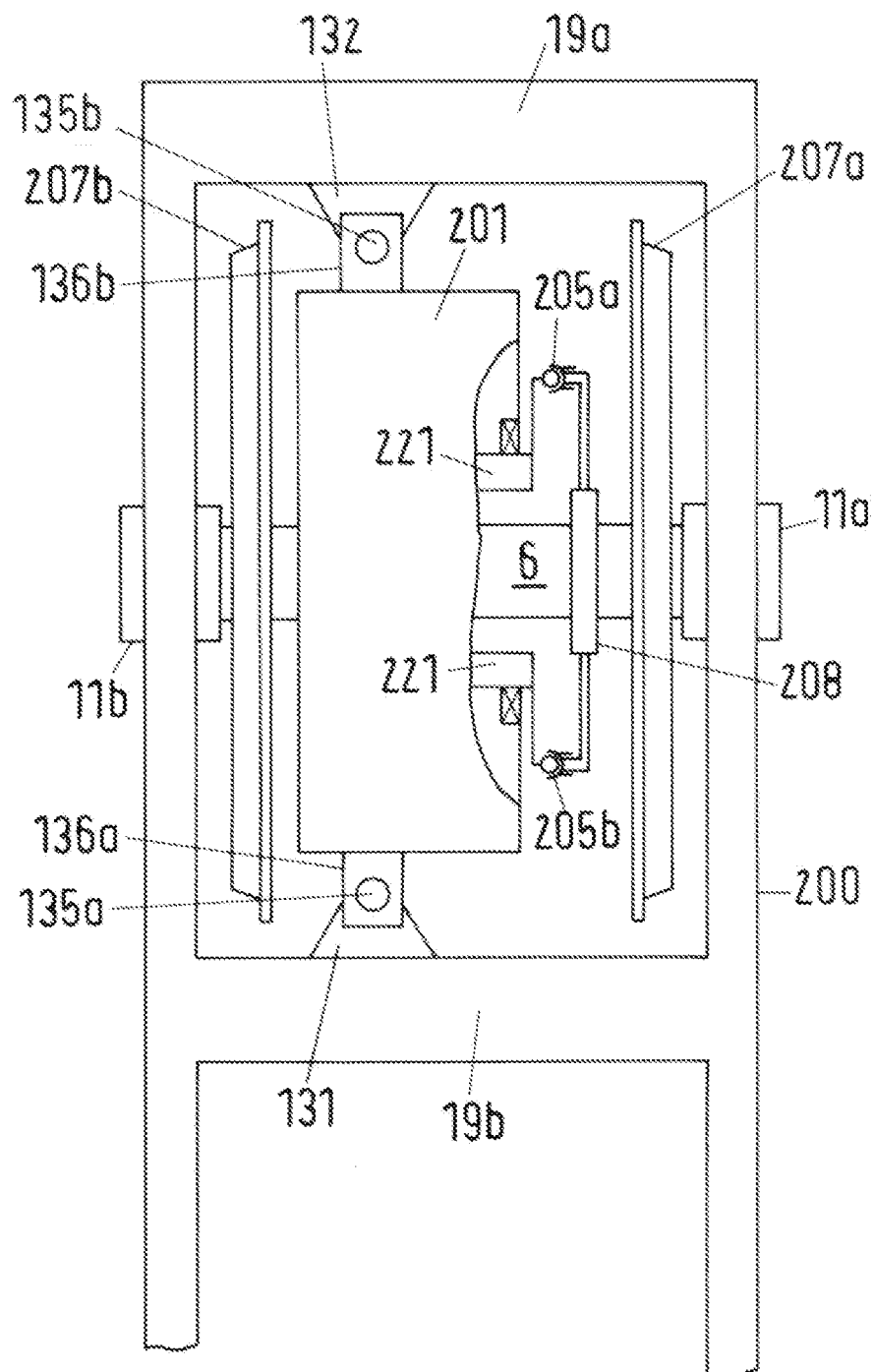


Fig.19



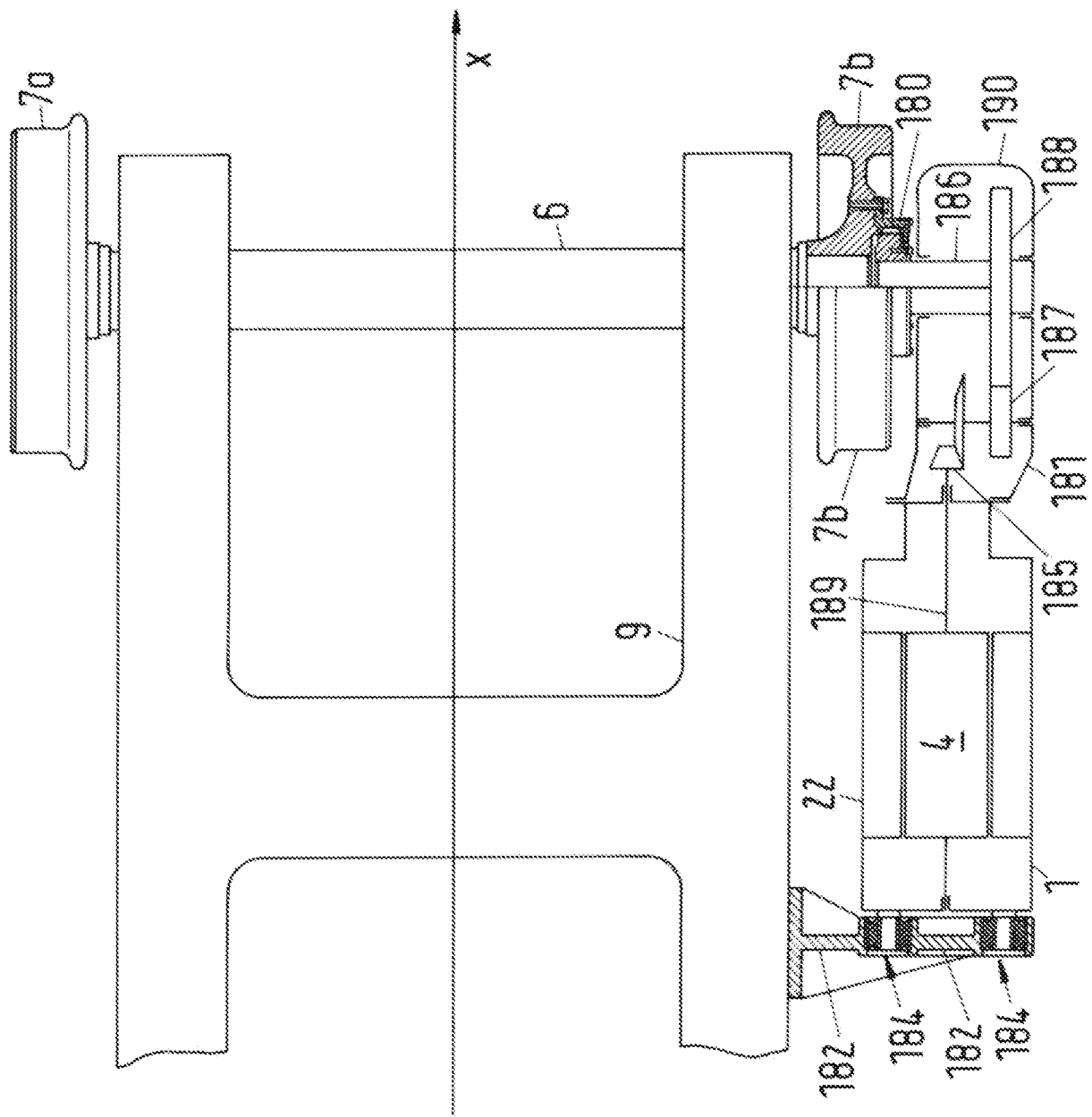


Fig. 20

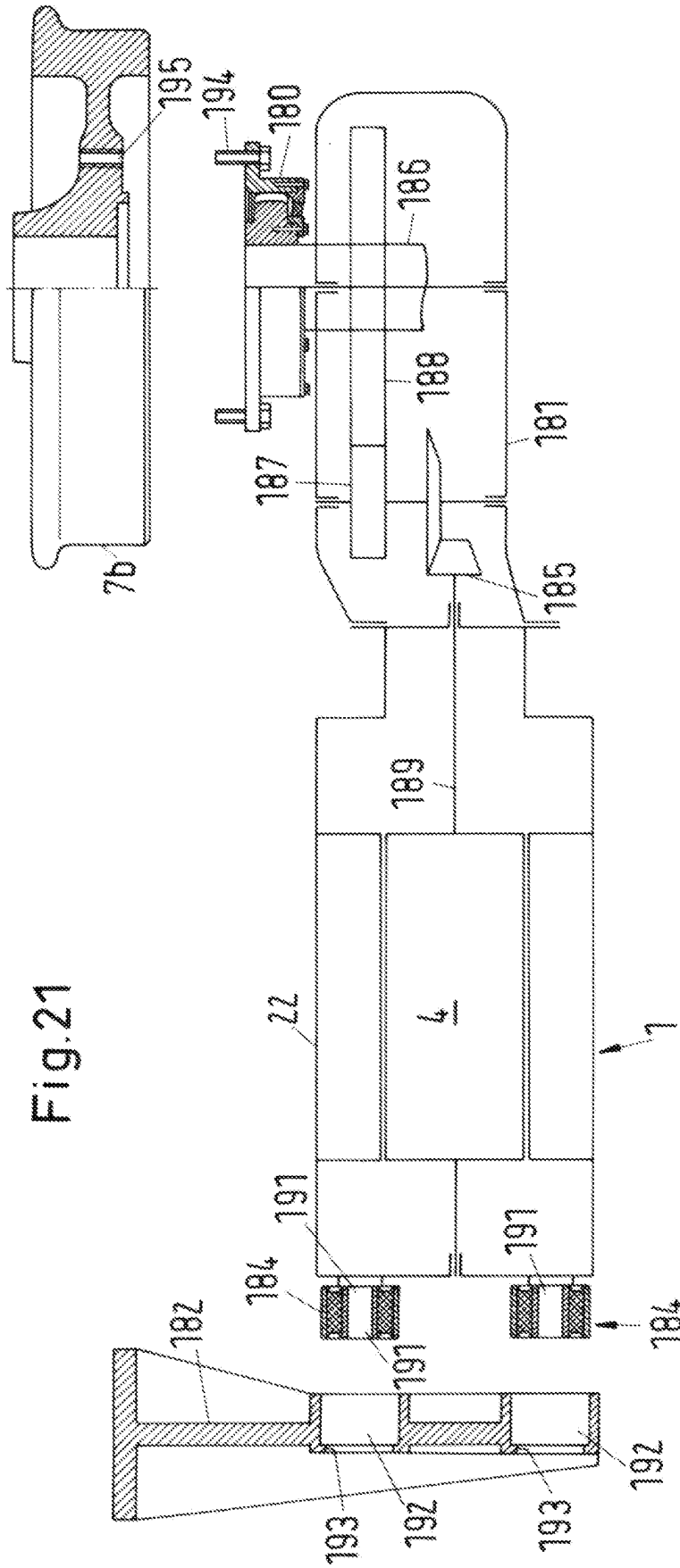


Fig. 2.1

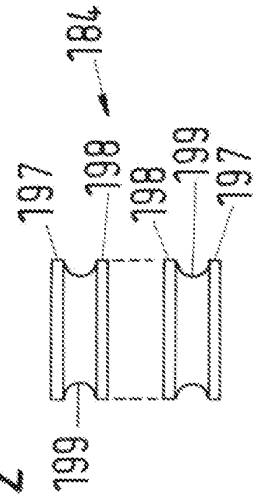


Fig. 22

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 9116159 U1 **[0010]**
- DE 2925836 A1 **[0011]**
- EP 1197412 A2 **[0012]**
- EP 0175867 A1 **[0013]**