



(10) **DE 10 2014 106 928 B4** 2017.08.24

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 106 928.5**
(22) Anmeldetag: **16.05.2014**
(43) Offenlegungstag: **19.11.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.08.2017**

(51) Int Cl.: **B62D 13/00** (2006.01)
B62D 13/02 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
Hamburg Innovation GmbH, 21079 Hamburg, DE;
Helmut-Schmidt-Universität, 22043 Hamburg, DE

(74) Vertreter:
RGTH Richter Gerbaulet Thielemann Hofmann
Patentanwälte PartGmbH, 20354 Hamburg, DE

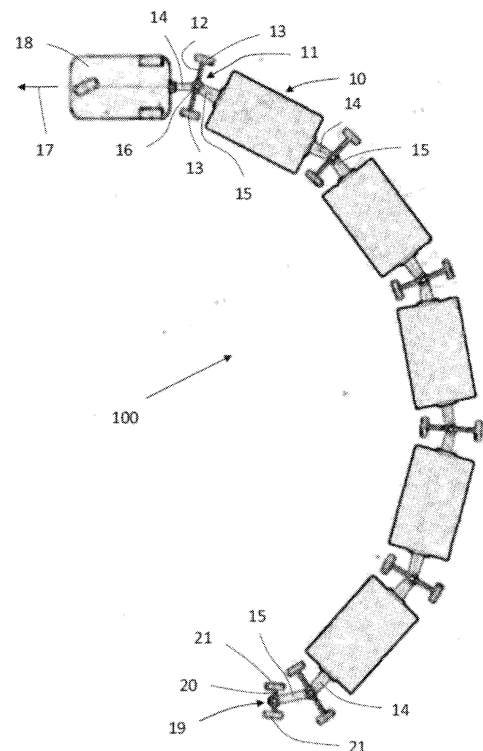
(72) Erfinder:
Stephan, Ulrich, Dr., 22147 Hamburg, DE;
Krivenkov, Konstantin, 21033 Hamburg, DE;
Bruns, Rainer, Prof. Dr., 22395 Hamburg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2008 060 801	B3
DE	694 04 031	T2

(54) Bezeichnung: **Gleisloser Routenzug**

(57) Hauptanspruch: Gleisloser Routenzug (100), mit mindestens einem Transportmodul (10) und mindestens zwei Achsmodulen (11), wobei jedes Transportmodul (10) zwischen zwei Achsmodulen (11) angeordnet ist, wobei jedes Achsmodul (11) eine Radachse (12) und eine Lenkvorrichtung zum Lenken der Radachse (12) aufweist, wobei jede Lenkvorrichtung eines Achsmoduls (11) jeweils derart ausgebildet ist, dass die Lenkvorrichtung das ihm zugeordnete Achsmodul (11) unabhängig von einer Lenkvorrichtung eines anderen Achsmoduls (11) lenkt, dadurch gekennzeichnet, dass die Achsmodule (11) jeweils einen ersten Kragarm (14) und einen zweiten Kragarm (15) aufweisen, wobei der erste Kragarm (14) und der zweite Kragarm (15) über eine Gelenkverbindung (16) mit der Radachse (12) verbunden sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen gleislosen Routenzug, welcher mindestens ein Transportmodul und mindestens zwei Achsmodul aufweist, wobei jedes Transportmodul zwischen zwei Achsmodulen angeordnet ist, wobei jedes Achsmodul eine Radachse und eine Lenkvorrichtung zum Lenken der Radachse aufweist, wobei jede Lenkvorrichtung eines Achsmoduls jeweils derart ausgebildet ist, dass die Lenkvorrichtung das ihm zugeordnete Achsmodul unabhängig von einer Lenkvorrichtung eines anderen Achsmoduls lenkt.

Stand der Technik

[0002] Ein derartiger gleisloser Routenzug ist beispielsweise aus der DE 694 04 031 T2 bekannt.

[0003] Gleislose Routenzüge können insbesondere als Flurförderzeuge für einen beispielsweise innerbetrieblichen Transport eingesetzt werden. Ein Routenzug weist üblicherweise mindestens ein Transportmodul, vorzugsweise zwei oder mehr hintereinander angeordnete Transportmodule, auf, welche derart ausgebildet sein können, dass sie Lasten bzw. Güter insbesondere horizontal transportieren können. Der Routenzug weist ferner meist ein Schleppfahrzeug auf, welches in Fahrtrichtung gesehen vor das erste Transportmodul gespannt ist, um die Transportmodule zu ziehen und damit in eine gewünschte Richtung zu bewegen. Ein wichtiges Ziel bei der Gestaltung eines Routenzuges ist es, dass die Transportmodule dem Schleppfahrzeug möglichst spurtreu folgen. Geringe oder wenn möglich gar keine Spurabweichungen der Transportmodule ermöglichen schmale Fahrwege des Routenzuges, so dass der Routenzug auch auf kleinen Verkehrsflächen sicher bewegt werden kann. Außerdem kann durch die Spurtreue die Gefahr von Anfahrunfällen reduziert werden, da Transportmodule, welche sich nicht in der Spur des Schleppfahrzeuges bewegen, in Kurven mit Personen oder Gegenständen, die sich am Rand des Fahrweges befinden, schnell zusammenstoßen können.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Ausgestaltungen für die Fahrwerke der Transportmodule bekannt. Beispielsweise können die Transportmodule zwei Haupträder aufweisen, die an einer Radachse nicht schwenkbar angeordnet sind.

[0005] Zusätzlich zu den Haupträdern können weitere Stützrollen, die als Nachlaufrollen ausgeführt sind, zur sicheren Abstützung des Transportmoduls vorzugsweise an den Ecken des Transportmoduls angeordnet sein. Diese Stützrollen können sich selbsttätig ausrichten und beeinflussen daher üblicherweise das Nachlaufverhalten und die Spurabweichung nicht wesentlich. Das Fahrwerk dieser Zweirad- bzw. Einachsentransportmodule ist einfach aufgebaut und

daher kostengünstig herstellbar. Da ferner keine Vorrichtung zum Lenken der Räder benötigt wird, weist das Fahrwerk eine geringe Komplexität auf, wodurch es wartungsarm und betriebssicher ist. Nachteilig an diesem unmittelbar an dem Transportmodul angeordneten Fahrwerk ist jedoch, dass sich die Achse mit den beiden Haupträdern in etwa in der Mitte des Transportmoduls befinden muss, um ein gutes Nachlaufverhalten und damit eine hohe Spurtreue des Transportmoduls erreichen zu können. Dadurch werden jedoch die Möglichkeiten, die Transportmodule mit rollbaren Transportgestellen zu beladen, erheblich eingeschränkt. Insbesondere können Transportmodule mit derartigen Fahrwerken nicht beidseitig mit größeren Transportgestellen, deren Grundflächenabmaße in etwa der Breite der Transportmodule entsprechen, ohne weitere technische Hilfsmittel beladen werden.

[0006] Um eine beidseitige Be- und Entladung der Transportmodule mit Transportgestellen oder anderen rollbaren Ladungsträgern ermöglichen zu können, sind vierrädrige Transportmodulfahrwerke für einen Routenzug entwickelt worden, bei denen jeweils zwei Räder auf einer Achse angeordnet sind. Diese Räder sind derart gelagert, dass diese mithilfe einer mechanischen oder hydraulischen Lenkvorrichtung um eine Hochachse geschwenkt werden können. Ein gleisloser Routenzug mit einem derartigen Fahrwerk ist beispielsweise aus der DE 10 2008 060 801 B3 bekannt. Die Lenkwinkel der Räder werden hierbei durch die Lenkvorrichtung in Abhängigkeit vom Winkel zwischen der Anhängerdeichsel und der Anhängerlängsachse verändert. Die einzelnen Lenkvorrichtungen sind dabei beispielsweise über ein Gestänge miteinander gekoppelt, so dass die Lenkwinkel der Vorderräder betragsmäßig den Lenkwinkeln der Hinterräder entsprechen. Nachteilig hierbei ist, dass die Lenkbewegung der Vorderachsräder auf die Hinterräder unter Umkehrung der Richtung übertragen werden muss. Dies ist insbesondere dann schwierig, wenn die Transportmodule beidseitig mit rollbaren Transportgestellen Be- und Entladen werden sollen. Hierfür wird eine Ausführung der Transportmodule verwendet, die als U-Rahmen bezeichnet wird und deren Tragrahmen von der Seite gesehen die Gestalt eines unten offenen Portals hat. Die Pfeiler dieses Portals werden dabei von den beiden Radachsen getragen. Die Übertragung des Lenkeinschlages von der Vorder- zur Hinterachse ist hierbei besonders aufwendig, da die Weiterleitung der Bewegung über größere Strecken erfolgen muss und mehrere Richtungsumlenkungen erfährt. Der technische Realisierungsaufwand für einen derartigen Routenzug ist daher sehr groß, wodurch sowohl die Herstellungskosten als auch der Wartungsaufwand hoch sind.

Darstellung der Erfindung:
Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0007] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen gleislosen Routenzug zur Verfügung zu stellen, welcher sich durch eine gute Beladbarkeit, ein gutes Nachlaufverhalten mit geringer Spurbabweichung und durch eine einfache Herstellbarkeit mit einem geringen technischen Aufwand auszeichnet.

[0008] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Der gleislose Routenzug zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass die Achsmodule jeweils einen ersten Kragarm und einen zweiten Kragarm aufweisen, wobei der erste Kragarm und der zweite Kragarm über eine Gelenkverbindung mit der Radachse verbunden sind.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Routenzug sind sowohl die Radachse als auch die Lenkvorrichtung an dem Achsmodul und nicht an dem Transportmodul angeordnet. Der Routenzug ist somit aus einem gliederbandartigen System alternierend angeordneter Achsmodule und Transportmodule ausgebildet und damit nicht aus einer Hintereinanderreihung von miteinander gekoppelten Transportmodulen bzw. Anhängern ausgebildet. Der Routenzug kann ein Transportmodul, bevorzugt mehrere hintereinander angeordnete Transportmodule, aufweisen, wobei die Transportmodule Lastaufnahmeverrichtungen aufweisen können, über welche die Transportmodule zu transportierende Lasten bzw. Güter aufnehmen können. Die Achsmodule stützen das Gewicht der Transportmodule und der zu transportierenden Lasten bzw. Güter über die Radachse, an welcher vorzugsweise zwei Räder befestigt sind, auf dem Boden ab. Jedes Achsmodul weist zusätzlich zu der Radachse eine Lenkvorrichtung auf, welche die Radachse derart ausrichtet, dass die Spurbabweichungen bei den üblichen Fahrmanövern möglichst klein sind bzw. gegen Null gehen. Die Lenkvorrichtungen der einzelnen Achsmodule sind nicht miteinander gekoppelt bzw. verbunden, sondern die Lenkvorrichtung eines jeden Achsmoduls arbeitet unabhängig von den Lenkvorrichtungen der anderen Achsmodule. Die Lenkvorrichtungen der Achsmodule stehen bei dem erfindungsgemäßen Routenzug somit nicht in Wirkverbindung miteinander. Dadurch, dass die Lenkvorrichtungen der Achsmodule nicht miteinander gekoppelt bzw. in Wirkverbindung sind, ist auch keine Verbindung, beispielsweise in Form eines Gestänges, zwischen den einzelnen Lenkvorrichtungen bzw. Achsmodulen vorgesehen, welche ansonsten über die Transportmodule geführt sein müssten und damit die Beladbarkeit der Transportmodule behindern könnten. Die Transportmodule des erfindungs-

gemäßen Routenzuges sind hingegen in ihrer Beladbarkeit nicht eingeschränkt, so dass ein Beladen der Transportmodule mit rollbaren Transportgestellen von beiden Seiten ohne Schwierigkeiten erfolgen kann. Ferner ist auch der technische Aufwand bei der Herstellung eines derartigen erfindungsgemäßen Routenzuges reduziert, da keine aufwendig gestaltete und zu montierende Verbindung zwischen den einzelnen Achsmodulen bzw. den Lenkvorrichtungen der Achsmodule ausgebildet bzw. hergestellt werden muss. Dadurch, dass erfindungsgemäß jede Lenkvorrichtung eines Achsmoduls unabhängig von anderen Lenkvorrichtungen anderer Achsmodule arbeitet bzw. wirkt, ist auch eine Übertragung von Informationen und/oder Energie vom Schleppfahrzeug auf die Achsmodule bzw. von Achsmodul zu Achsmodul nicht erforderlich.

[0011] Die Achsmodule weisen zusätzlich zu der Radachse und der Lenkvorrichtung jeweils einen ersten Kragarm und einen zweiten Kragarm auf, wobei der erste Kragarm und der zweite Kragarm über eine Gelenkverbindung mit der Radachse insbesondere mittelbar oder unmittelbar verbunden sind. Die beiden Kragarme, welche auch als Tragrahmen ausgebildet sein können, dienen als Verbindungsmittel zwischen den Achsmodulen und den Transportmodulen bzw. dem Schleppfahrzeug. Über den ersten Kragarm kann beispielsweise ein Transportmodul mit seiner entgegengesetzt der Fahrtrichtung gerichteten Rückseite an dem Achsmodul befestigt sein. Bei dem in dem Routenzug als erstes angeordneten Achsmodul kann über den ersten Kragarm das Schleppfahrzeug mit seiner Rückseite befestigt sein. Über den zweiten Kragarm kann beispielsweise ein Transportmodul mit seiner in Fahrtrichtung gerichteten Vorderseite an dem Achsmodul befestigt sein. Die Kragarme sind vorzugsweise aus einem steifen Material ausgebildet. In einem befestigten Zustand der Transportmodule bzw. des Schleppfahrzeuges an jeweils einem Kragarm ist die Verbindung zwischen den Kragarmen und den Transportmodulen bzw. dem Schleppfahrzeug starr ausgebildet, so dass eine Bewegung zwischen einem Kragarm und einem Transportmodul bzw. einem Schleppfahrzeug verhindert ist. Durch diese starre Verbindung können alle auftretenden Betriebskräfte und -momente zwischen dem jeweiligen Achsmodul und dem jeweiligen Transportmodul übertragen werden. Um die Transportmodule auswechseln zu können und/oder den Routenzug kürzer oder länger ausgestalten zu können, sind die Kragarme vorzugsweise derart ausgestaltet, dass die Transportmodule bzw. das Schleppfahrzeug leicht von den Kragarmen gelöst und auch wieder befestigt werden können. Hierdurch kann der Routenzug ohne großen Aufwand an sich ändernde betriebliche Bedingungen und Anforderungen angepasst werden.

[0012] Um insbesondere eine Kurvenfahrt des Routenzuges zu ermöglichen, sind der erste Kragarm und

der zweite Kragarm vorzugsweise mittels einer Gelenkverbindung mit der Radachse verbunden. Durch diese Gelenkverbindung kann der erste Kragarm relativ zu dem zweiten Kragarm und umgekehrt verdreht werden, so dass die an den Kragarmen befestigten Transportmodule der Kurvenfahrt des Schleppfahrzeuges folgen können. Über die Gelenkverbindung sind die Kragarme mit der jeweiligen Radachse eines Achsmoduls verbunden, so dass eine definierte Drehbewegung zwischen jeweils einem Kragarm und der Radachse ermöglicht werden kann.

[0013] Die Gelenkvorrichtung weist bevorzugt mindestens ein Vertikaldrehgelenk auf, wobei das Vertikaldrehgelenk vorzugsweise eine Drehachse aufweist, welche vertikal zur Längserstreckung der Kragarme ausgebildet ist. Das eine oder die mehreren Vertikaldrehgelenke, welche vorzugsweise in Form einer Welle ausgebildet sind, ermöglichen eine Relativbewegung der beiden Kragarme eines Achsmoduls zueinander. Durch die Drehachse der Vertikaldrehgelenke kann eine seitliche Verdrehbewegung der beiden Kragarme eines Achsmoduls vertikal zur Längserstreckung der Kragarme ermöglicht werden, so dass der Routenzug Kurven durchfahren kann. Das eine oder die Vertikaldrehgelenke sind bevorzugt steif und mit einer hohen Festigkeit ausgebildet, damit die Vertikaldrehgelenke Zugkräfte, die Gewichtskräfte der Transportmodule und der zu transportierenden Lasten sowie Kippmomente, die bei Kurvenfahrten infolge der Fliehkräfte und bei außermittigen Schwerpunktlagen entstehen können, übertragen können.

[0014] Die Gelenkverbindung kann beispielsweise genau ein Vertikaldrehgelenk aufweisen, wobei dann bevorzugt der erste Kragarm und der zweite Kragarm mit dem einen Vertikaldrehgelenk verbunden sind. Ist ein einziges Vertikaldrehgelenk vorgesehen, an welchen beide Kragarme eines Achsmoduls befestigt sind, kann die Lenkbewegung der Radachse vereinfacht werden, da dann die Radachse gelenkt werden kann ohne die mit dem entsprechenden Achsmodul verbundenen Transportmodule zu bewegen.

[0015] Alternativ ist es aber auch möglich, dass die beiden Kragarme eines Achsmoduls nicht unmittelbar über ein gemeinsames Vertikaldrehgelenk mit der Radachse verbunden sind, sondern dass die Gelenkverbindung ein erstes Vertikaldrehgelenk und ein zweites Vertikaldrehgelenk aufweist, wobei bevorzugt der erste Kragarm über das erste Vertikaldrehgelenk mit der Radachse verbunden ist und wobei der zweite Kragarm über das zweite Vertikaldrehgelenk mit der Radachse verbunden ist. Die beiden Vertikaldrehgelenke können hierbei beispielsweise auf einer mit der Radachse fest verbundenen Platte angeordnet und über diese Platte mit der Radachse und auch miteinander verbunden sein.

[0016] Weiter ist es möglich, dass die Gelenkverbindung ein Horizontaldrehgelenk aufweist, wobei das Horizontaldrehgelenk vorzugsweise eine Drehachse aufweist, welche sich insbesondere bei einer Geradeausfahrt des Routenzuges quer zur Fahrtrichtung des gleislosen Routenzuges erstreckt. Das Horizontaldrehgelenk kann in dem ersten Kragarm selber oder zwischen dem ersten Kragarm und der Radachse oder in dem zweiten Kragarm selber oder zwischen dem zweiten Kragarm und der Radachse angeordnet sein. Die Drehachse des Horizontaldrehgelenks kann eine Verdrehbewegung der Kragarme um das Horizontaldrehgelenk nach unten und nach oben ermöglichen, wodurch eine Fahrbewegung des Routenzuges beispielsweise über einen unebenen Boden, wie beispielsweise das Fahren auf einer Rampe mit einer Steigung, ausgeglichen werden kann.

[0017] Um eine optimale Lenkbewegung der Transportmodule mit einer sehr hohen Spurtreue erreichen zu können, ist die Lenkvorrichtung bevorzugt derart ausgebildet, dass die Lenkvorrichtung die Radachse in eine winkelhalbierende Stellung zwischen dem ersten Kragarm und dem zweiten Kragarm lenkt. Demzufolge ist es bevorzugt vorgesehen, dass ein erster, vorderer Lenkwinkel zwischen dem ersten Kragarm und der Radachse und dass ein zweiter, hinterer Lenkwinkel zwischen dem zweiten Kragarm und der Radachse durch die Lenkvorrichtung in eine im Wesentlichen gleich große Stellung gebracht werden. Die Lenkvorrichtung ist somit bevorzugt derart ausgebildet, dass sie die Radachse entsprechend justieren bzw. ausrichten kann, so dass die Radachse auch bei Kurvenfahrten in eine Stellung gebracht werden kann, bei welcher der erste, vordere Lenkwinkel gleich groß ist zu dem zweiten, hinteren Lenkwinkel. Die Lenkvorrichtung kann zum Lenken der Radachse aus einem mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, elektromagnetischen oder elektromotorischen System ausgebildet sein.

[0018] Beispielsweise kann die Lenkvorrichtung mindestens zwei vorzugsweise starr ausgebildete Verbindungsstangen aufweisen, wobei eine erste Verbindungsstange mit einem ersten Ende mit dem ersten Kragarm und mit einem zweiten Ende mit der Radachse verbunden sein kann und wobei eine zweite Verbindungsstange mit einem ersten Ende mit dem zweiten Kragarm und mit einem zweiten Ende mit der Radachse verbunden sein kann, wobei die Verbindungsstangen jeweils mit ihrem ersten Ende oder ihrem zweiten Ende in einer Linearführung verschiebbar geführt sein können. Durch die Anordnung dieser mindestens zwei einseitig linear geführten Verbindungsstangen kann eine Lenkvorrichtung mit einer einfachen mechanischen Kinematik ausgebildet werden, bei welcher der erste, vordere Lenkwinkel und der zweite, hintere Lenkwinkel immer gleich groß sind und damit die Radachse immer in Richtung der Winkelhalbierenden zwischen den beiden Krag-

armen ausgerichtet ist. Bei einer derartigen Lenkvorrichtung werden die beiden Lenkwinkel zwangsweise in Abhängigkeit des Winkels, auch Knickwinkel genannt, zwischen dem ersten Kragarm und dem zweiten Kragarm eingestellt. Eine derartige Lenkvorrichtung zeichnet sich durch einen einfachen Aufbau aus, wodurch die Herstellungskosten und auch der Wartungsaufwand gering sind. Ferner zeichnet sich eine derartige Lenkvorrichtung auch durch eine geringe Fehleranfälligkeit aus. Um die Steifigkeit einer derartigen Lenkvorrichtung erhöhen zu können, kann es weiter bevorzugt vorgesehen sein, dass diese vier Verbindungsstangen aufweist, wobei eine dritte Verbindungsstange ebenso wie die erste Verbindungsstange mit einem ersten Ende mit dem ersten Kragarm und mit einem zweiten Ende mit der Radachse verbunden ist und wobei eine vierte Verbindungsstange ebenso wie die zweite Verbindungsstange mit einem zweiten Ende mit der Radachse verbunden ist, wobei auch die dritte und die vierte Verbindungsstange jeweils mit ihrem ersten Ende oder ihrem zweiten Ende in einer Linearführung verschiebbar geführt sein können.

[0019] Eine Lenkvorrichtung mit einer einfachen mechanischen Kinematik, bei welcher der erste, vordere Lenkwinkel und der zweite, hintere Lenkwinkel immer gleich groß sind und damit die Radachse immer in Richtung der Winkelhalbierenden zwischen den beiden Kragarmen ausgerichtet ist, kann auch derart ausgebildet werden, indem die Lenkvorrichtung in Form einer Getriebeeinheit ausgebildet ist. Die Getriebeeinheit ermöglicht eine 1:1 Übersetzung, wodurch die Radachse in eine winkelhalbierende Stellung zwischen dem ersten Kragarm und dem zweiten Kragarm verbracht werden kann. Mittels der Getriebeeinheit kann eine Drehbewegung des ersten Kragarmes beispielsweise im Uhrzeigersinn in eine Drehbewegung des zweiten Kragarmes gegen den Uhrzeigersinn und umgekehrt umgeformt werden

[0020] Die Getriebeeinheit kann ein erstes mit dem ersten Kragarm verbundenes Getrieberad, ein zweites mit dem zweiten Kragarm verbundenes Getrieberad und mindestens ein drittes mit der Radachse verbundenes Getrieberad aufweisen, wobei das erste Getrieberad und das zweite Getrieberad über das mindestens eine dritte Getrieberad drehbeweglich verbunden sein können. Die Getrieberäder können dabei beispielsweise in Form von Kegelrädern ausgebildet sein, welche ineinander greifend angeordnet sind.

[0021] Ferner ist es auch möglich, dass die Lenkvorrichtung in Form eines Feder-Dämpfer-Systems ausgebildet ist. Mittels eines Feder-Dämpfer-Systems kann bei stationären als auch bei dynamischen Fahrmanövern eine besonders gute Spurtreue der Transportmodule erreicht werden. Ferner zeichnet sich ein

Feder-Dämpfer-System durch einen einfachen, mechanischen Aufbau aus.

[0022] Das Feder-Dämpfer-System weist bevorzugt ein erstes mit dem ersten Kragarm und der Radachse verbundenes Federelement, ein zweites mit dem zweiten Kragarm und der Radachse verbundenes Federelement und mindestens ein Dämpferelement auf. Die Federelemente können insbesondere als lineare Federelemente oder als Dreh- bzw. Torsionsfedern ausgeführt sein. Die Federelemente sind bevorzugt derart ausgebildet, dass sie ein resultierendes Drehmoment hervorrufen können, welches die Radachse in Richtung der Winkelhalbierenden zwischen dem ersten Kragarm und dem zweiten Kragarm ausrichtet.

[0023] Um auch bei dynamischen Fahrmanövern, wie einer Einfahrt in eine Kurve oder einer Ausfahrt aus einer Kurve, eine hohe Spurtreue erreichen zu können, ist zusätzlich zu den beiden Federelementen bevorzugt mindestens ein Dämpferelement vorgesehen. Das Dämpferelement kann mit der Radachse und dem ersten Kragarm oder dem zweiten Kragarm verbunden sein. Das Dämpferelement ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass es eine Kraft bzw. ein Drehmoment erzeugen kann, die bzw. das von dem Betrag und der Richtung der Geschwindigkeit abhängt, mit der die Länge bzw. der Winkel des Dämpferelementes verändert werden kann. Die Kraft bzw. das Drehmoment des Dämpferelementes wirkt dabei vorzugsweise stets entgegen der Bewegungsrichtung. Dadurch wird eine zeitverzögerte Lenkung der Radachse ermöglicht. Bei dynamischen Fahrmanövern ist es vorteilhaft, wenn sich der erste, vordere Lenkwinkel schneller als der zweite, hintere Lenkwinkel verdreht. Dies kann dadurch erreicht werden, dass sich der erste Kragarm gegenüber der Radachse schneller verdreht als der zweite Kragarm gegenüber der Radachse, wobei die Geschwindigkeit der Verdrehbewegung des zweiten Kragarmes zu der Radachse mittels des Dämpferelementes gedämpft bzw. reduziert werden kann.

[0024] Bevorzugt ist es vorgesehen, dass das Dämpferelement derart ausgebildet ist, dass die Wirkung des Dämpferelementes in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit der jeweiligen Radachse veränderbar ist, wodurch der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf die Spurtreue verringert oder sogar ganz eliminiert werden kann. Die Fahrgeschwindigkeit einer Radachse, d. h. die Geschwindigkeit der Mitte der Radachse, kann aus lokal verfügbaren Bewegungsgrößen, beispielsweise der Drehgeschwindigkeit der Räder der Radachse, bestimmt werden.

[0025] Um das Lenkverhalten des Routenzuges an die jeweiligen Betriebsbedingungen anpassen zu können, kann das Dämpferelement ferner verstellbar ausgeführt sein. Dies ermöglicht es einem Benut-

zer, die Spurtreue bzw. das Nachlaufverhalten der Transportmodule des Routenzuges bei Kurvenfahrten durch eine Justierung des Dämpferelementes zu optimieren.

[0026] Bei einem Feder-Dämpfer-System ist es besonders bevorzugt vorgesehen, wenn das Feder-Dämpfer-System drei Dämpferelemente aufweist, welche jeweils mit einem ersten Ende an der Radachse und mit einem zweiten Ende an einem mit der Gelenkverbindung verbundenen Befestigungsrahmen verbunden sind, wobei vorzugsweise ein erstes Dämpferelement und ein zweites Dämpferelement in einem Winkel $< 90^\circ$ zur Längserstreckung der Radachse geneigt angeordnet sind und mit einer ersten Seite der Radachse verbunden sind und wobei vorzugsweise ein drittes Dämpferelement vertikal, vorzugsweise in einem Winkel von 90° , zur Längserstreckung der Radachse angeordnet ist und mit einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite der Radachse verbunden ist. Durch diese Ausgestaltung des Feder-Dämpfer-Systems kann eine besonders gute Spurtreue bei Kurvenfahrten erreicht werden.

[0027] Weiter ist es möglich, dass die Lenkvorrichtung einen motorischen Antrieb aufweist, welcher mittels einer elektronischen Steuereinheit gesteuert werden kann. Die Radachse eines Achsmoduls kann bei einer derartigen Lenkvorrichtung mithilfe des motorischen Antriebs gelenkt werden, wobei der motorische Antrieb durch die elektronische Steuereinheit in Abhängigkeit von den Zeitverläufen der Fahrgeschwindigkeit und des Lenkwinkels des Schleppfahrzeuges gesteuert werden kann. In der elektronischen Steuereinheit kann ein mathematisches Modell einer Bewegungsdynamik des gesamten Routenzuges hinterlegt sein, mittels welchem zu jedem Zeitpunkt die optimalen Lenkwinkel der einzelnen Radachsen berechnet werden können. Eine Einstellung der dabei ermittelten Lenkwinkel kann beispielweise über einen geregelten elektromotorischen Lenkantrieb erfolgen. Hierzu werden die tatsächlichen Lenkwinkel vorzugsweise kontinuierlich gemessen und die gemessenen Signale werden zu dem Regler der Lenkvorrichtung zurückgeführt. Bei einer derartigen Lenkvorrichtung ist eine optimale Spurtreue bzw. ein optimales Nachlaufverhalten des Routenzuges ohne Spurabweichungen möglich.

[0028] Ein in Fahrtrichtung des Routenzuges gesehenes letztes Achsmodul ist mit seinem ersten Kragarm vorzugsweise mit einem Transportmodul und mit seinem zweiten Kragarm vorzugsweise mit einem mindestens ein Rad aufweisenden Radgestell verbunden. Das in Fahrtrichtung gesehene letzte Achsmodul bildet den Abschluss des Routenzuges. In Fahrtrichtung gesehen hinter dem letzten Achsmodul ist somit kein weiteres Transportmodul angeordnet, welches zur Ausrichtung der Radachse des letz-

ten Achsmoduls dienen könnte. Um dies ausgleichen zu können, ist vorzugsweise ein Radgestell hinter dem letzten Achsmodul angeordnet, welches mit dem zweiten Kragarm verbunden ist. Das Radgestell, welches ein Rad aufweisen kann oder aber auch als Radachse mit zwei Rädern ausgebildet sein kann, ist ebenso wie die Radachse des letzten Achsmoduls gegenüber dem zweiten Kragarm um eine Drehachse vertikal zur Längserstreckung des zweiten Kragarmes verdrehbar. Zwischen der Radachse des letzten Achsmoduls und dem Radgestell ist vorzugsweise eine Lenkkinematik derart ausgebildet, dass das Radgestell mit einem gleichgroßen aber entgegengesetzt gerichteten Winkel gegenüber dem Kragarm verdreht wird wie die Radachse des letzten Achsmoduls.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0029] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

[0030] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines gleislosen Routenzuges gemäß der Erfindung,

[0031] Fig. 2 eine schematische Ausschnittdarstellung des in Fig. 1 gezeigten Routenzuges mit drei Achsmodulen und zwei Transportmodulen,

[0032] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0033] Fig. 4 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0034] Fig. 5 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0035] Fig. 6 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0036] Fig. 7 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0037] Fig. 8 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0038] Fig. 9 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0039] Fig. 10 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges,

[0040] Fig. 11 eine schematische Darstellung eines letzten Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges mit einem dahinter angeordneten Radgestell,

[0041] Fig. 12 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges, und

[0042] Fig. 13 eine weitere schematische Darstellung eines Achsmoduls eines wie in Fig. 1 gezeigten Routenzuges.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

[0043] Fig. 1 zeigt schematisch einen gleislosen Routenzug 100. Der Routenzug 100 weist mehrere, hier fünf, hintereinander angeordnete Transportmodule 10 auf. Jedes Transportmodul 10 ist zwischen zwei Achsmodulen 11 angeordnet.

[0044] Die Achsmodule 11 weisen jeweils eine Radachse 12 mit zwei daran angeordneten Rädern 13 auf. Weiter weist jedes Achsmodul 11 einen ersten Kragarm 14 und einen zweiten Kragarm 15 auf, wobei die Kragarme 14, 15 ungefähr mittig entlang der Längserstreckung der Radachse 12 miteinander über eine Gelenkverbindung 16 verbunden sind, so dass die Kragarme 14, 15 relativ zueinander verdrehbar sind.

[0045] Bei einem Achsmodul 11, welches zwischen zwei Transportmodulen 10 angeordnet ist, ist der erste Kragarm 14 mit einem in Fahrtrichtung 17 gesehenen vorderen Transportmodul 10 und der zweite Kragarm 15 mit einem in Fahrtrichtung 17 gesehenen hinteren Transportmodul 10 verbunden. Eine Ausnahme bilden das in Fahrtrichtung 17 gesehene erste Achsmodul 11 und das in Fahrtrichtung 17 gesehene letzte Achsmodul 11. Bei dem in Fahrtrichtung 17 gesehenen ersten Achsmodul 11 ist der erste Kragarm 14 mit einem Schleppfahrzeug 18 verbunden, welches den Routenzug 100 zieht. Der zweite Kragarm 15 ist mit dem ersten Transportmodul 10 des Routenzuges 100 verbunden. Bei dem in Fahrtrichtung 17 gesehenen letzten Achsmodul 11 ist der erste Kragarm 14 mit dem letzten Transportmodul 10 des Routenzuges 100 verbunden. Der zweite Kragarm 15 des in Fahrtrichtung 17 gesehenen letzten Achsmoduls 11 ist mit einem Radgestell 19 verbunden, welches bei der hier gezeigten Ausgestaltung durch eine Radachse 20 mit zwei Rädern 21 ausgebildet ist, wobei die Radachse 20 des Radgestells 19 eine kürzere Länge aufweist als die Radachsen 12 der Achsmodule 11.

[0046] Jedes Achsmodul 11 weist zusätzlich zu seiner Radachse 12 und den zwei Kragarmen 14, 15 eine in Fig. 1 nicht dargestellte Lenkvorrichtung auf. Die Lenkvorrichtung ist in den Fig. 4–Fig. 10 in verschiedenen Ausgestaltungen gezeigt. Die Lenkvorrichtungen der Achsmodule 11 sind jeweils derart ausgebildet, dass jede Lenkvorrichtung das ihm zugeordnete Achsmodul 11 unabhängig von einer Lenkvorrichtung eines anderen Achsmoduls 11 lenkt. Die Lenkvorrichtungen der einzelnen Achsmodule 11 sind nicht miteinander gekoppelt bzw. verbunden, sondern die Lenkvorrichtung eines jeden Achsmoduls 11 arbeitet unabhängig von den Lenkvorrichtungen der anderen Achsmodule 11, so dass die Lenkvorrichtungen der einzelnen Achsmodule 11 nicht in Wirkverbindung miteinander stehen.

[0047] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt eines Routenzuges 100 mit zwei hintereinander angeordneten Transportmodulen 10, welche jeweils zwischen zwei Achsmodulen 11 angeordnet sind. Die Transportmodule 10 sind jeweils in Form von U-förmigen Tragrahmen ausgebildet, welche von beiden Seiten ohne irgendwelche Behinderungen mit Transportlasten be- und entladen werden können. Die Transportmodule 10 weisen hierzu geeignete Vorrichtungen zur Aufnahme der Lasten auf. Beispielsweise können an den Richtung Fahrbahnboden gerichteten unteren Enden der Transportmodule 10 jeweils ein oder mehrere Winkelprofile 49 als Lastaufnahmemittel angeordnet sein, wie in Fig. 2 gezeigt ist.

[0048] Jedes Transportmodul 10 weist zwei Verbindungselemente 22, 23 auf, wobei das in Fahrtrichtung 17 gesehene vordere Verbindungselement 22 mit dem zweiten Kragarm 15 eines vor dem Transportmodul 10 angeordneten Achsmoduls 11 starr verbunden ist und wobei das in Fahrtrichtung 17 gesehene hintere Verbindungselement 23 mit dem ersten Kragarm 14 eines hinter dem Transportmodul 10 angeordneten Achsmoduls 11 starr verbunden ist, so dass keine Verdrehbewegung zwischen den Kragarmen 14, 15 und den Verbindungselementen 22, 23 beispielsweise bei einer Kurvenfahrt des Routenzuges 100 möglich ist. Um die Transportmodule 10 von den Achsmodulen 11 wieder lösen zu können, sind die Verbindungen der Verbindungselemente 22, 23 mit einem jeweiligen Kragarm 14, 15 lösbar ausgebildet. Zur Erhöhung der Stabilität sind die Verbindungselemente 22, 23 bei der hier gezeigten Ausgestaltung keilförmig ausgebildet.

[0049] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Achsmoduls 11, mit einer Radachse 12, an welcher zwei Räder 13 angeordnet sind, sowie einem ersten Kragarm 14 und einem über eine Gelenkverbindung 16 mit dem ersten Kragarm 14 verbundenen zweiten Kragarm 15. Die Längsachsen 24, 25 der beiden über die Gelenkverbindung 16 mit der Radachse 12 verbundenen Kragarme 14, 15 bilden einen Knick-

winkel γ des Achsmoduls **11**. Bei einer Geradeausfahrt des Routenzuges **100** beträgt der Knickwinkel $\gamma = 180^\circ$. Bei einer Linkskurvenfahrt ist der Knickwinkel $\gamma < 180^\circ$, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist. Und bei einer Rechtskurvenfahrt ist der Knickwinkel $\gamma > 180^\circ$.

[0050] Die Position der Radachse **12** unterteilt den Knickwinkel γ in einen ersten, vorderen Lenkwinkel α_v , welcher zwischen der Radachse **12** und dem ersten Kragarm **14** bzw. der Längsachse **24** des ersten Kragarmes **14** ausgebildet ist, und in einen zweiten, hinteren Lenkwinkel α_h , welcher zwischen der Radachse **12** und dem zweiten Kragarm **15** bzw. der Längsachse **25** des zweiten Kragarmes **15** ausgebildet ist, so dass gilt: $\gamma = \alpha_v + \alpha_h$.

[0051] In **Fig. 4** bis **Fig. 7** sind Ausführungen einer Lenkvorrichtung gezeigt, bei welchen die beiden Lenkwinkel α_v und α_h stets gleich groß sind. Die Lenkvorrichtung ist damit derart ausgebildet, dass sie die Radachse **12** derart lenkt, dass die Radachse **12** immer in Richtung der Winkelhalbierenden des Knickwinkels γ ausgerichtet ist, wobei die Winkelhalbierende derart definiert ist, dass in der Winkelhalbierenden die Lenkwinkel α_v und α_h gleich groß sind.

[0052] **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen eine Ausgestaltung einer Lenkvorrichtung, bei welcher die Lenkvorrichtung in Form eines Scherenmechanismus ausgebildet ist. Die Lenkvorrichtung ist dabei bei der hier gezeigten Ausführung aus vier Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** ausgebildet, welche jeweils mit einem ihrer Enden in einer Linearführung **30**, **31** geführt sind. Eine erste und eine dritte Verbindungsstange **26**, **28** sind jeweils mit einem ersten Ende mit dem ersten Kragarm **14** und mit einem zweiten Ende mit der Radachse **12** verbunden. Eine zweite und eine vierte Verbindungsstange **27**, **29** sind jeweils mit einem ersten Ende mit dem zweiten Kragarm **15** und mit einem zweiten Ende mit der Radachse **12** verbunden. Die Befestigung der Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** mit den Kragarmen **14**, **15** ist jeweils ortsfest ausgebildet, so dass die Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** nicht entlang der Kragarme **14**, **15** verschoben werden können. Jedoch ist die Befestigung der Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** mit den Kragarmen **14**, **15** gelenkig ausgebildet, so dass die Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** beispielsweise bei Kurvenfahrten des Routenzuges **100** um den Befestigungspunkt an den Kragarmen **14**, **15** verschwenkt werden können. An der Radachse **12** sind die Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** hingegen in der Linearführung **30**, **31** linear geführt, so dass die Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** entlang der Längserstreckung der Radachse **12** verschoben werden können.

[0053] Die Linearführungen **30**, **31** erstrecken sich jeweils rechts und links von der Mitte der Radachse **12** aus gesehen, wobei sich eine erste Linearführung **30** in Fahrtrichtung **17** gesehen links von der Gelenk-

verbindung **16** in Richtung des Rades **13** erstreckt und sich eine zweite Linearführung **31** in Fahrtrichtung **17** gesehen rechts von der Gelenkverbindung **16** in Richtung des Rades **13** erstreckt. Die Linearführungen **30**, **31** weisen in der Radachse **12** nutzförmige bzw. schlitzförmige Ausnehmungen **35** auf, in welchen jeweils ein Gleitelement **32** der Linearführungen **30**, **31** geführt sind. An den Gleitelementen **32** sind jeweils zwei der Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** über eine Drehgelenkverbindung befestigt, wobei die erste und zweite Verbindungsstange **26**, **28** zusammen an einem Gleitelement **32** der ersten Linearführung **30** über eine Drehgelenkverbindung befestigt sind und wobei die dritte und vierte Verbindungsstange **27**, **29** zusammen an einem Gleitelement **32** der zweiten Linearführung **31** über eine Drehgelenkverbindung befestigt sind.

[0054] Die Gelenkverbindung **16** weist hier ein Vertikaldrehgelenk **33** auf, wobei der erste Kragarm **14** und der zweite Kragarm **15** mit dem Vertikaldrehgelenk **33** verbunden sind. Das Vertikaldrehgelenk **33** weist eine Drehachse **34** auf, welche vertikal zur Längserstreckung bzw. vertikal zur Längsachse **24**, **25** der Kragarme **14**, **15** ausgebildet ist, so dass die Kragarme **14**, **15** bei Kurvenfahrten des Routenzuges **100** um das Vertikaldrehgelenk **33**, welches in Form einer Welle ausgebildet ist, bzw. um die Drehachse **34** des Vertikaldrehgelenks **33** verschwenkt werden können, wie in **Fig. 5** angedeutet ist. Bei einer Kurvenfahrt werden die entsprechenden Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** in der Linearführung **30**, **31** derart verschoben, dass mittels der Verbindungsstangen **26**, **27**, **28**, **29** der entsprechende Kragarm **14**, **15** hin zu der für die Kurvenfahrt notwendige Seite verschwenkt wird.

[0055] In **Fig. 6** und **Fig. 7** ist eine Ausführung einer Lenkvorrichtung gezeigt, bei welcher die Lenkvorrichtung in Form einer Getriebeeinheit ausgebildet ist.

[0056] Die Getriebeeinheit weist ein erstes Getrieberad **36**, ein zweites Getrieberad **37**, ein drittes Getrieberad **38** und ein viertes Getrieberad **39** auf, wobei alle Getrieberäder **36**, **37**, **38**, **39** hier als Zahnräder, insbesondere als Kegelräder, ausgebildet sind. Das erste Getrieberad **36** ist über ein Verbindungselement **40** mit dem ersten Kragarm **14** verbunden, wobei das erste Getrieberad **36** ein Antriebsrad bildet. Das zweite Getrieberad **37** ist über ein Verbindungselement **41** mit dem zweiten Kragarm **15** verbunden, wobei das zweite Getrieberad **37** ein Abtriebsrad bildet. Das erste Getrieberad **36** und das zweite Getrieberad **37** sind parallel zueinander an dem Vertikaldrehgelenk **33** der Gelenkverbindung **16** angeordnet. Das dritte Getrieberad **38** und das vierte Getrieberad **39**, welche gegenüberliegend zueinander angeordnet sind, sind jeweils mit der Radachse **12** bzw. dem Rahmen der Radachse **12** verbunden. Das dritte Getrieberad **38** und das vierte Getrie-

berad **39** sind jeweils zwischen dem ersten Getrieberad **36** und dem zweiten Getrieberad **37** angeordnet, so dass beispielsweise eine Drehbewegung des ersten Getrieberades **36** über das dritte und vierte Getrieberad **38, 39** an das zweite Getrieberad **37** übertragen werden kann. Dadurch, dass bei der hier gezeigten Ausgestaltung der Getriebeeinheit zwei Getrieberäder **38, 39**, welche mit der Radachse **12** verbunden sind und zwischen dem ersten Getrieberad **36** und dem zweiten Getrieberad **37** angeordnet sind, vorgesehen sind, ist eine symmetrische Krafteinleitung bei einer Drehbewegung der Getrieberäder **36, 37, 38, 39** in die Radachse **12** bzw. den Rahmen der Radachse **12** möglich.

[0057] Die Getriebeeinheit bildet eine Art „Minusgetriebe“ aus, welches eine Getriebestufe aufweist. Mittels der ineinander greifenden Getrieberäder **36, 37, 38, 39** kann eine Drehbewegung des ersten Kragarmes **14** beispielsweise im Uhrzeigersinn in eine Drehbewegung des zweiten Kragarmes **15** gegen den Uhrzeigersinn umgeformt werden und umgekehrt. Die 1:1-Übersetzung der Getriebeeinheit, welche durch die gleichen Teilkreisdurchmesser des als Antriebsrad ausgebildeten ersten Getrieberades **36** und des als Abtriebsrad ausgebildeten zweiten Getrieberades **37** realisiert ist, ermöglicht es, die Radachse **12** in eine winkelhalbierende Stellung zwischen dem ersten Kragarm **13** und dem zweiten Kragarm **15** zu lenken, so dass der erste, vordere Lenkwinkel α_v dem zweiten, hinteren Lenkwinkel α_h entspricht.

[0058] In **Fig. 8** bis **Fig. 10** sind Ausgestaltungen der Lenkvorrichtung als Feder-Dämpfer-System gezeigt.

[0059] Bei der in **Fig. 8** gezeigten Ausgestaltung eines Feder-Dämpfer-Systems ist ein erstes Federelement **42** zwischen der Radachse **12** und dem ersten Kragarm **14** angeordnet. Ein zweites Federelement **43** ist zwischen der Radachse **12** und dem zweiten Kragarm **15** angeordnet. Sowohl das erste Federelement **42** als auch das zweite Federelement **43** sind hier als lineare Federn ausgebildet. Parallel zu dem zweiten Federelement **43** ist ferner ein Dämpferelement **44** zwischen der Radachse **12** und dem zweiten Kragarm **15** angeordnet. Durch das Dämpferelement **44** wird bei einer Kurvenfahrt des Routenzuges **100** der zweite Kragarm **15** langsamer gegenüber der Radachse **12** verdreht als der erste Kragarm **14**. Der erste, vordere Lenkwinkel α_v verändert sich damit bei einer Kurvenfahrt schneller als der zweite, hintere Lenkwinkel α_h , wobei jedoch auch das Feder-Dämpfer-System derart arbeitet, dass auch bei einer zeitweise unterschiedlichen Größe des ersten, vorderen Lenkwinkels α_v zu dem zweiten, hinteren Lenkwinkel α_h die Lenkvorrichtung bestrebt ist, die Radachse **12** in eine winkelhalbierende Stellung zwischen dem ersten Kragarm **14** und dem zweiten Kragarm **15** zu lenken.

[0060] Bei einer Geradeausfahrt des Routenzuges **100**, d. h. wenn der Knickwinkel $\gamma = 180^\circ$ beträgt, befinden sich die Federelemente **42, 43** in einem Kräftegleichgewicht. Bei einer Kurvenfahrt des Routenzuges **100** wird hingegen eines der Federelemente **42, 43** gespannt und das andere Federelemente **42, 43** entspannt, so dass ein Kräfteungleichgewicht entsteht, wobei die Federelemente **42, 43** jedoch bestrebt sind, dieses Kräfteungleichgewicht möglichst schnell wieder auszugleichen, indem die Radachse **12** wieder in eine winkelhalbierende Stellung zwischen dem ersten Kragarm **14** und dem zweiten Kragarm **15** gelenkt wird.

[0061] In **Fig. 9** und **Fig. 10** ist eine Ausgestaltung einer Lenkvorrichtung als Feder-Dämpfer-System gezeigt, bei welcher ebenfalls ein erstes Federelement **42** mit der Radachse **12** und dem ersten Kragarm **14** verbunden ist und ein zweites Federelement **43** mit der Radachse **12** und dem zweiten Kragarm **15** verbunden ist. Die beiden Federelemente **42, 43** sind hier als Drehfedern bzw. Torsionsfedern ausgebildet, welche an dem Vertikaldrehgelenk **33** der Gelenkverbindung **16** angeordnet sind. Ferner weist das in **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigte Feder-Dämpfer-System drei Dämpferelemente **45, 46, 47** auf, welche jeweils mit einem ersten Ende an der Radachse **12** und mit einem zweiten Ende an einem mit dem zweiten Kragarm **15** verbundenen Befestigungsrahmen **48** verbunden sind. Der Befestigungsrahmen **48** ist im Wesentlichen in einer Draufsicht von oben U-förmig ausgebildet. Ein erstes Dämpferelement **45** und ein zweites Dämpferelement **46** sind in einem Winkel $< 90^\circ$ zur Längserstreckung der Radachse **12** geneigt angeordnet und mit einer ersten, in Fahrtrichtung **17** gesehenen linken Seite der Radachse **12** verbunden. Ein drittes Dämpferelement **47** ist in einem Winkel von ca. 90° und damit vertikal zur Längserstreckung der Radachse **12** angeordnet und mit einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten, in Fahrtrichtung gesehenen rechten Seite der Radachse **12** verbunden.

[0062] Die beiden axial zueinander und zum Vertikaldrehgelenk **33** angeordneten Federelemente **42, 43** ermöglichen, dass die Radachse **12** in eine winkelhalbierende Stellung zwischen dem ersten Kragarm **14** und dem zweiten Kragarm **15** gelenkt wird. Das Erreichen der winkelhalbierenden Stellung soll jedoch bei Kurvenfahrten zeitverzögert erfolgen, um eine möglichst hohe Spurtreue zu erreichen. Beim Einfahren in die Kurve ist es daher vorteilhaft, wenn der zweite, hintere Lenkwinkel α_h für eine definierte Zeit größer ist als der erste, vordere Lenkwinkel α_v . Beim Ausfahren aus der Kurve ist es vorteilhaft, wenn der zweite, hintere Lenkwinkel α_h für eine definierte Zeit kleiner ist als der erste, vordere Lenkwinkel α_v . Diese Art der Verzögerung der Winkelteilung wird durch den Einsatz der linearen Dämpferelemente **45, 46, 47** realisiert. Die spezielle Anordnung und Positi-

on der Dämpferelemente **45, 46, 47**, wie sie in **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigt ist, ermöglicht die Ausnutzung der Kinematik des Achsmoduls **11**, um die Dämpferwirkung je nach Position der Radachse **12** „auszuschalten“. Dadurch wird ein ideales Nachlaufverhalten bzw. ein hohe Spurtreue des Routenzuges **100** bei einer Großzahl an Fahrmanövern realisiert.

[0063] Bei Einfahrt in eine Kurve wird der erste Kragarm **14** ausgelenkt, wodurch das erste Federelement **42** gespannt wird. Eine dadurch zwischen dem ersten Federelement **42** und dem zweiten Federelement **43** resultierende Momentendifferenz zwingt die Radachse **12** zur Bewegung, wobei durch die Dämpferelemente **45, 46, 47** die Radachse **12** in ihrer Bewegung bzw. Drehbewegung verzögert wird. Erhöht sich die Größe des ersten, vorderen Lenkwinkels α_v nimmt die Wirkung der Dämpferelemente **45, 46, 47** aufgrund sich reduzierender Momentendifferenzen in den Federelementen **42, 43** und zusätzlicher Wirkung der Kinematik ab, bis wieder eine winkelhalbierende Stellung der Radachse **12** erreicht wird, bei welcher der erste, vordere Lenkwinkel α_v gleich dem zweiten, hinteren Lenkwinkel α_h ist.

[0064] In **Fig. 11** ist noch einmal eine Detaildarstellung einer Anbindung eines Radgestells **19** an das letzte Achsmodul **11** des Routenzuges **100** gezeigt. Das Radgestell **19**, insbesondere die Radachse **20** des Radgestells **19**, ist ebenso wie die Radachse **12** des letzten Achsmoduls **11** gegenüber dem zweiten Kragarm **15** um eine Drehachse vertikal zur Längserstreckung des zweiten Kragarmes **15** verdrehbar. Zwischen der Radachse **12** des letzten Achsmoduls **11** und dem Radgestell **19** bzw. der Radachse **20** des Radgestells **19** ist eine Lenkkinematik, hier in Form eines Lenkgestelles **50**, derart ausgebildet, dass das Radgestell **19** mit einem gleichgroßen aber entgegengesetzt gerichteten Winkel gegenüber dem Kragarm **15** verdreht wird wie die Radachse **12** des letzten Achsmoduls **11**.

[0065] Bei dem in **Fig. 12** gezeigten Achsmodul **11** weist die Gelenkverbindung **16** zusätzlich ein Horizontaldrehgelenk **51** auf, welches hier in dem zweiten Kragarm **15** selber angeordnet ist, so dass der zweite Kragarm **15** in zwei zueinander bewegliche Teilelemente **52, 53** unterteilt ist. Das Horizontaldrehgelenk **51** ist hier in Form einer Welle ausgebildet, welche quer zur Längserstreckung bzw. Längsachse **25** des zweiten Kragarmes **15** angeordnet ist. Das Horizontaldrehgelenk **51** weist somit eine Drehachse **54** auf, welche sich zumindest bei einer Geradeausfahrt des Routenzuges **100** quer zur Fahrtrichtung **17** des Routenzuges **100** erstreckt bzw. welche sich quer zur Längsachse **24, 25** des jeweiligen Kragarmes **14, 15**, an welchem das Horizontaldrehgelenk **51** angeordnet ist, erstreckt.

[0066] Vorzugsweise ist der Abstand a zwischen dem Horizontaldrehgelenk **51** und der Radachse **12** möglichst klein ausgebildet. Bei der in **Fig. 12** gezeigten Ausgestaltung ist der Abstand $a > 0$. Besonders bevorzugt ist es, wenn der Abstand $a = 0$ ist, wobei dann das Horizontaldrehgelenk **51** zwischen dem jeweiligen Kragarm **14, 15** und der Radachse **12** vorzugsweise in Form eines Kardangelenks ausgebildet wäre.

[0067] **Fig. 13** zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Achsmoduls **11**, bei welchem die Gelenkverbindung **16** nicht nur ein Vertikaldrehgelenk, sondern ein erstes Vertikaldrehgelenk **33a** und ein zweites Vertikaldrehgelenk **33b** aufweist. Der erste Kragarm **14** ist über das erste Vertikaldrehgelenk **33a** mittelbar mit der Radachse **12** verbunden und der zweite Kragarm **15** ist über das zweite Vertikaldrehgelenk **33b** mittelbar mit der Radachse **12** verbunden, wobei das erste Vertikaldrehgelenk **33a** und das zweite Vertikaldrehgelenk **33b** auf einer gemeinsamen Platte **55** angeordnet sind, welche wiederum fest mit der Radachse **12** verbunden ist.

[0068] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von den dargestellten Lösungen auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehenden Ausgestaltungen und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiven Einzelheiten, räumliche Anordnungen und Verfahrensschritte, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

100	Routenzug
10	Transportmodul
11	Achsmodul
12	Radachse
13	Rad
14	Erster Kragarm
15	Zweiter Kragarm
16	Gelenkverbindung
17	Fahrtrichtung
18	Schleppfahrzeug
19	Radgestell
20	Radachse
21	Rad
22	Verbindungselement
23	Verbindungselement
24	Längsachse
25	Längsachse
26	Erste Verbindungsstange
27	Ditte Verbindungsstange
28	Zweite Verbindungsstange
29	Vierte Verbindungsstange

30	Linearführung
31	Linearführung
32	Gleitelement
33	Vertikaldrehgelenk
33a	Vertikaldrehgelenk
33b	Vertikaldrehgelenk
34	Drehachse
35	Ausnehmung
36	Erstes Getrieberad
37	Zweites Getrieberad
38	Drittes Getrieberad
39	Viertes Getrieberad
40	Verbindungselement
41	Verbindungselement
42	Erstes Federelement
43	Zweites Federelement
44	Dämpferelement
45	Dämpferelement
46	Dämpferelement
47	Dämpferelement
48	Befestigungsrahmen
49	Winkelprofil
50	Lenkgestell
51	Horizontaldrehgelenk
52	Teilelement
53	Teilelement
54	Drehachse
55	Platte

Patentansprüche

1. Gleisloser Routenzug (100), mit mindestens einem Transportmodul (10) und mindestens zwei Achsmodulen (11), wobei jedes Transportmodul (10) zwischen zwei Achsmodulen (11) angeordnet ist, wobei jedes Achsmodul (11) eine Radachse (12) und eine Lenkvorrichtung zum Lenken der Radachse (12) aufweist, wobei jede Lenkvorrichtung eines Achsmoduls (11) jeweils derart ausgebildet ist, dass die Lenkvorrichtung das ihm zugeordnete Achsmodul (11) unabhängig von einer Lenkvorrichtung eines anderen Achsmoduls (11) lenkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsmodule (11) jeweils einen ersten Kragarm (14) und einen zweiten Kragarm (15) aufweisen, wobei der erste Kragarm (14) und der zweite Kragarm (15) über eine Gelenkverbindung (16) mit der Radachse (12) verbunden sind.

2. Gleisloser Routenzug (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gelenkverbindung (16) mindestens ein Vertikaldrehgelenk (33, 33a, 33b) aufweist, wobei das Vertikaldrehgelenk (33, 33a, 33b) eine Drehachse (34) aufweist, welche vertikal zur Längserstreckung der Kragarme (14, 15) ausgebildet ist.

3. Gleisloser Routenzug (100) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gelenkverbindung (16) genau ein Vertikaldrehgelenk (33) aufweist, wobei der erste Kragarm (14) und der zweite Kragarm (15) mit dem einen Vertikaldrehgelenk (33) verbunden sind.

4. Gleisloser Routenzug (100) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gelenkverbindung (16) ein erstes Vertikaldrehgelenk (33a) und ein zweites Vertikaldrehgelenk (33b) aufweist, wobei der erste Kragarm (14) über das erste Vertikaldrehgelenk (33a) mit der Radachse (12) verbunden ist und wobei der zweite Kragarm (15) über das zweite Vertikaldrehgelenk (33b) mit der Radachse (12) verbunden ist.

5. Gleisloser Routenzug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gelenkverbindung (16) ein Horizontaldrehgelenk (51) aufweist, wobei das Horizontaldrehgelenk (51) eine Drehachse (54) aufweist, welche sich zumindest bei einer Geradeausfahrt des Routenzuges (100) quer zur Fahrtrichtung (17) des Routenzuges (100) erstreckt.

6. Gleisloser Routenzug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lenkvorrichtung derart ausgebildet ist, dass die Lenkvorrichtung die Radachse (12) in eine winkelhalbierende Stellung zwischen dem ersten Kragarm (14) und dem zweiten Kragarm (15) lenkt.

7. Gleisloser Routenzug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lenkvorrichtung mindestens zwei Verbindungsstangen (26, 28) aufweist, wobei eine erste Verbindungsstange (26) mit einem ersten Ende mit dem ersten Kragarm (14) und mit einem zweiten Ende mit der Radachse (12) verbunden ist und wobei eine zweite Verbindungsstange (28) mit einem ersten Ende mit dem zweiten Kragarm (15) und mit einem zweiten Ende mit der Radachse (12) verbunden ist, wobei die Verbindungsstangen (26, 28) jeweils mit ihrem ersten Ende oder ihrem zweiten Ende in einer Linearführung (30, 31) verschiebbar geführt sind.

8. Gleisloser Routenzug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lenkvorrichtung in Form einer Getriebeeinheit ausgebildet ist.

9. Gleisloser Routenzug (100) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Getriebeeinheit ein erstes mit dem ersten Kragarm (14) verbundenes Getrieberad (36), ein zweites mit dem zweiten Kragarm (15) verbundenes Getrieberad (37) und mindestens ein drittes mit der Radachse (12) verbundenes Getrieberad (38) aufweist, wobei das erste Getrieberad (36) und das zweite Getrieberad (37) über das

mindestens eine dritte Getrieberad (38) drehbeweglich verbunden sind.

10. Gleisloser Routenzug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lenkvorrichtung in Form eines Feder-Dämpfer-Systems ausgebildet ist.

11. Gleisloser Routenzug (100) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Feder-Dämpfer-System ein erstes mit dem ersten Kragarm (14) und der Radachse (12) verbundenes Federelement (42), ein zweites mit dem zweiten Kragarm (15) und der Radachse (12) verbundenes Federelement (43) und mindestens ein Dämpferelement (44, 45, 46, 47) aufweist.

12. Gleisloser Routenzug (100) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Dämpferelement (44) mit der Radachse (12) und dem ersten Kragarm (14) oder dem zweiten Kragarm (15) verbunden ist.

13. Gleisloser Routenzug (100) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Feder-Dämpfer-System drei Dämpferelemente (45, 46, 47) aufweist, welche jeweils mit einem ersten Ende an der Radachse (12) und mit einem zweiten Ende an einem mit der Gelenkverbindung (16) verbundenen Befestigungsrahmen (48) verbunden sind, wobei ein erstes Dämpferelement (45) und ein zweites Dämpferelement (46) in einem Winkel $< 90^\circ$ zur Längserstreckung der Radachse (12) geneigt angeordnet sind und mit einer ersten Seite der Radachse (12) verbunden sind und wobei ein drittes Dämpferelement (47) vertikal zur Längserstreckung der Radachse (12) angeordnet ist und mit einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite der Radachse (12) verbunden ist.

14. Gleisloser Routenzug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lenkvorrichtung einen motorischen Antrieb aufweist, welcher mittels einer elektronischen Steuereinheit gesteuert ist.

15. Gleisloser Routenzug (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein in Fahrtrichtung (17) des Routenzuges (100) gesehenes letztes Achsmodul (11) mit seinem ersten Kragarm (14) mit einem Transportmodul (10) und mit seinem zweiten Kragarm (15) mit einem mindestens ein Rad (21) aufweisenden Radgestell (19) verbunden ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

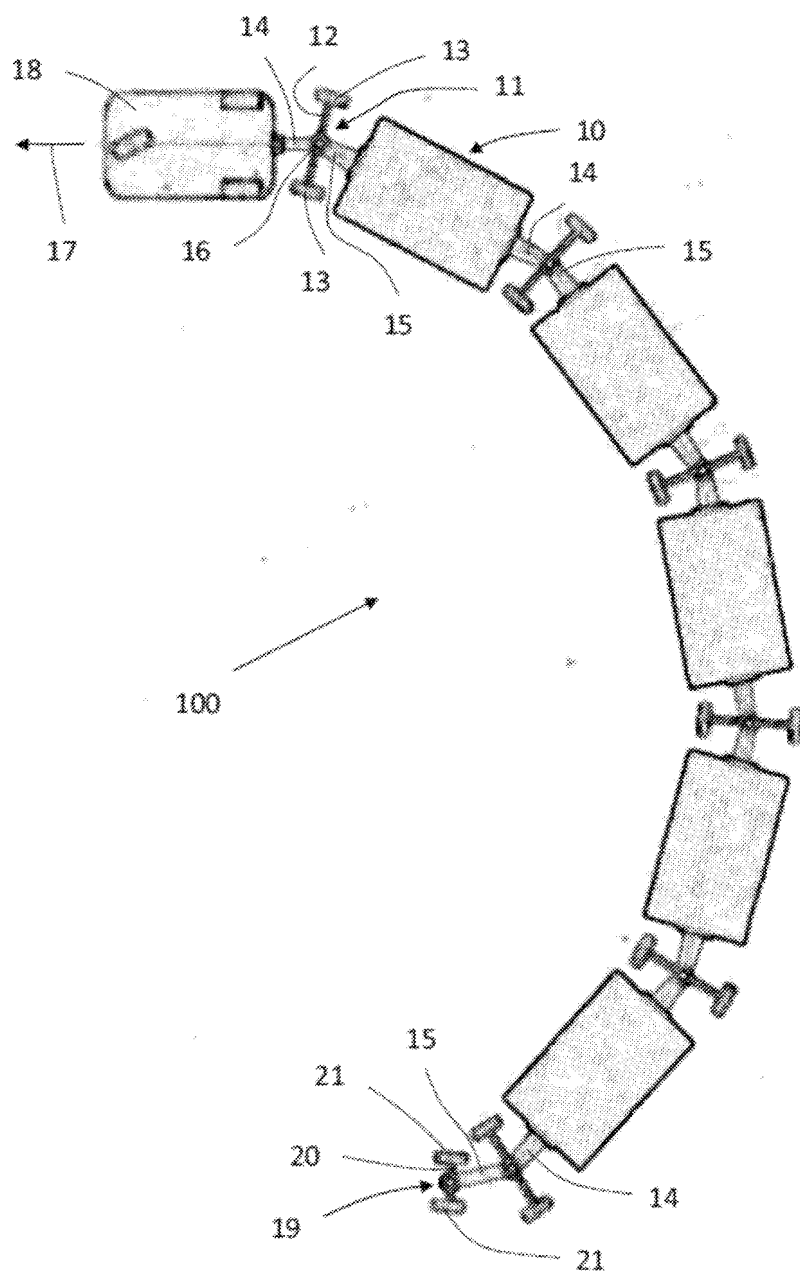


Fig. 1

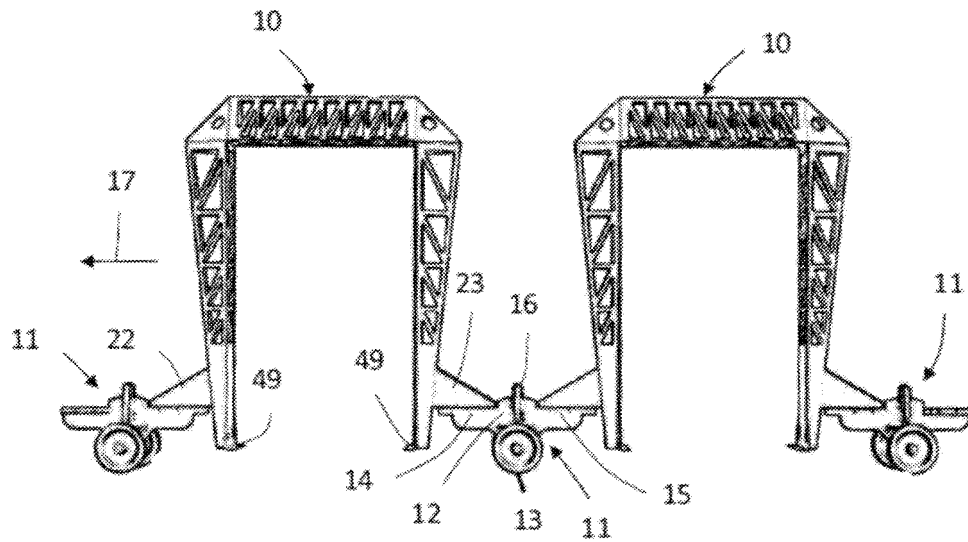


Fig. 2

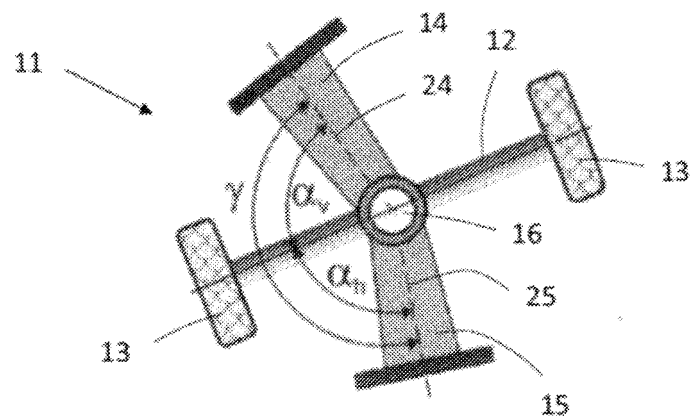


Fig. 3

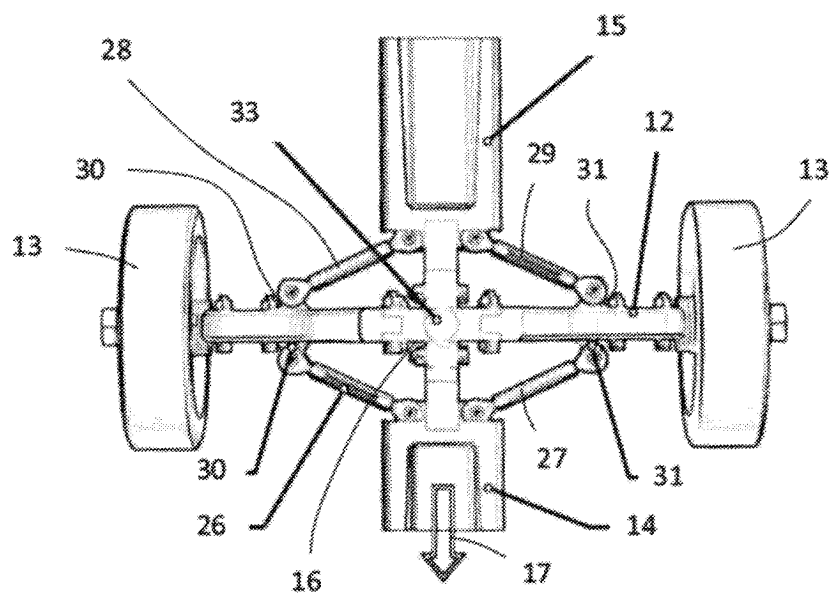


Fig. 4

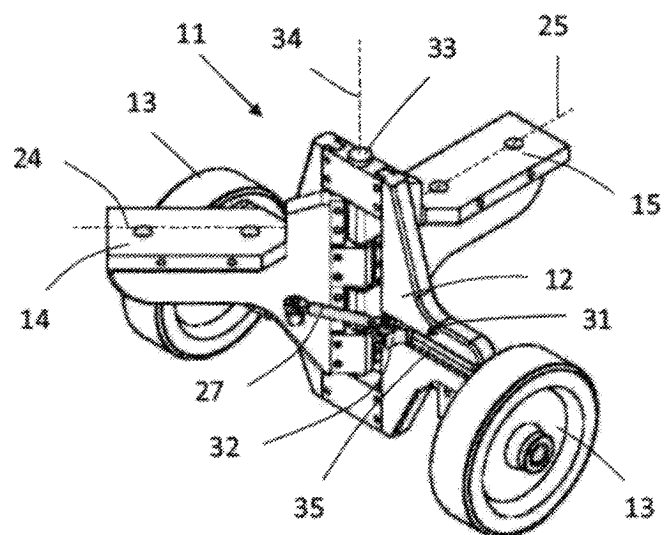


Fig. 5

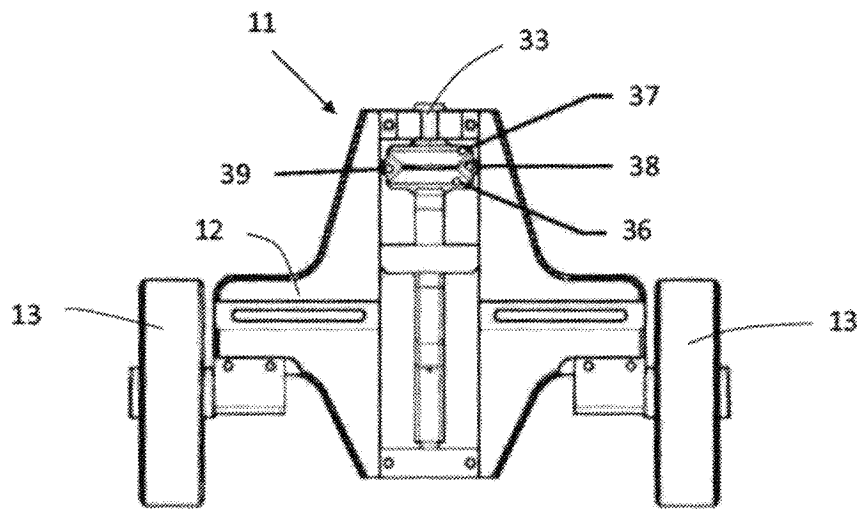


Fig. 6

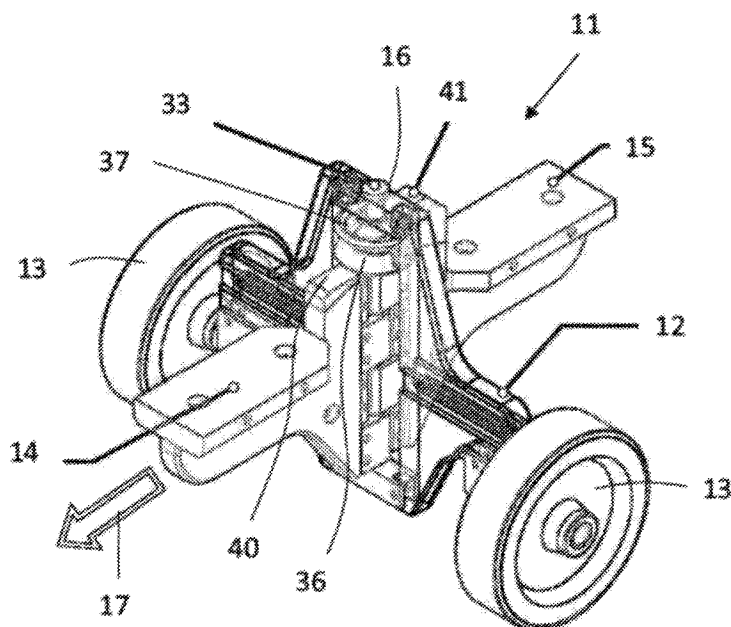


Fig. 7

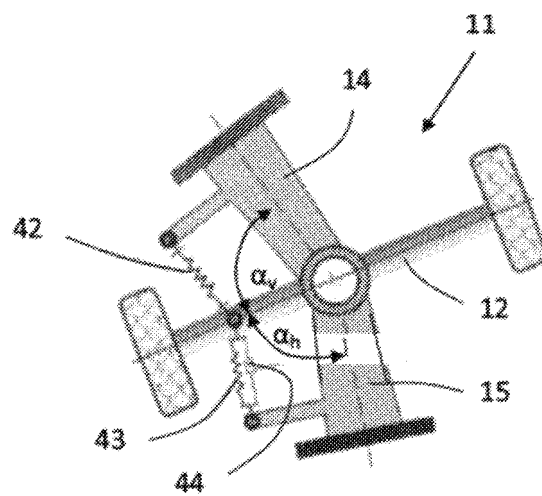


Fig. 8

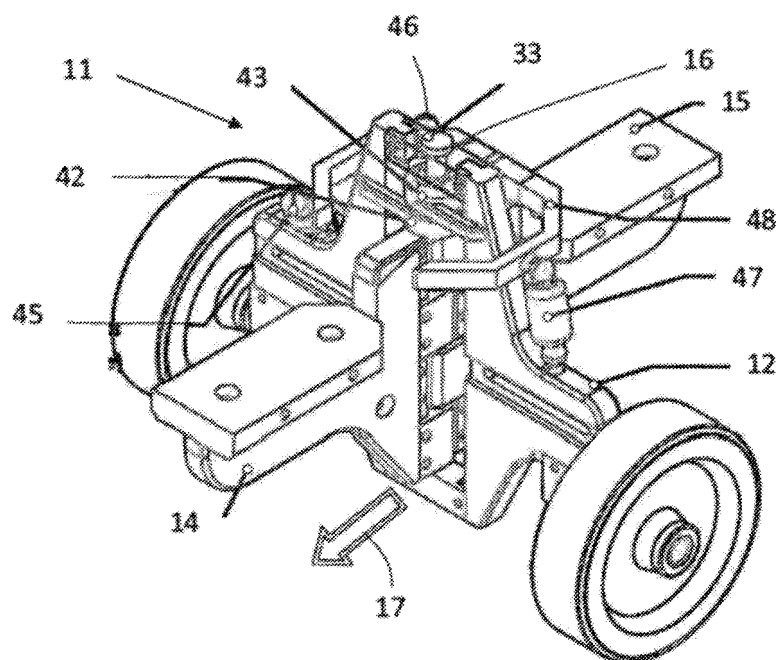


Fig. 9

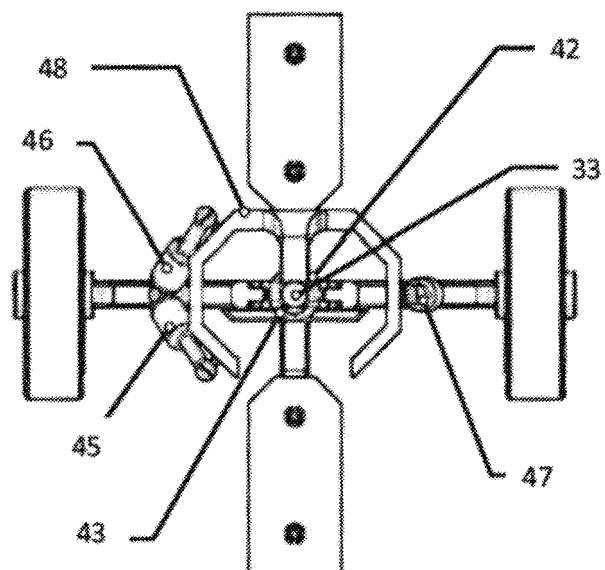


Fig. 10

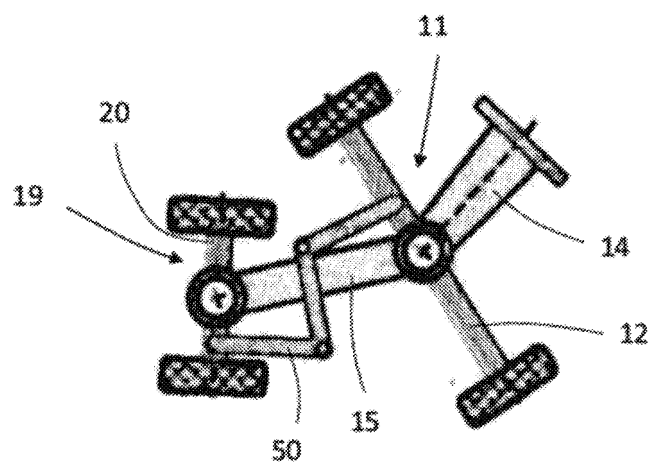


Fig. 11

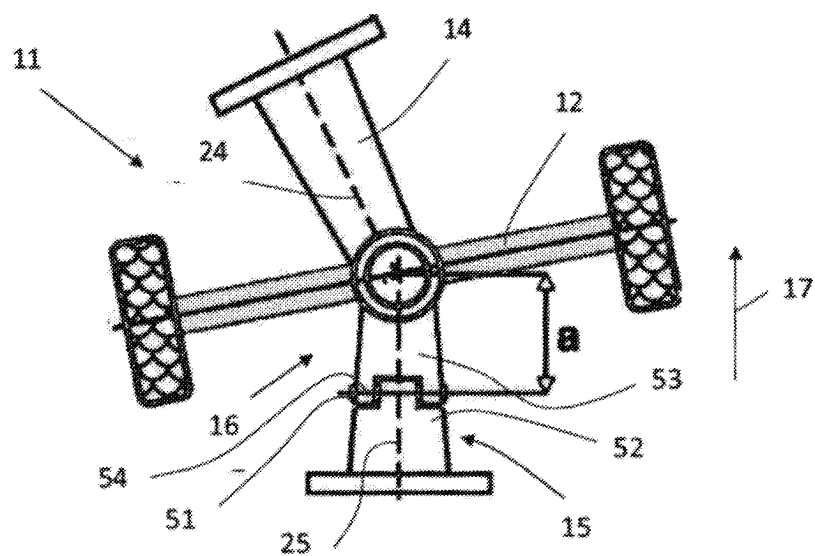


Fig. 12

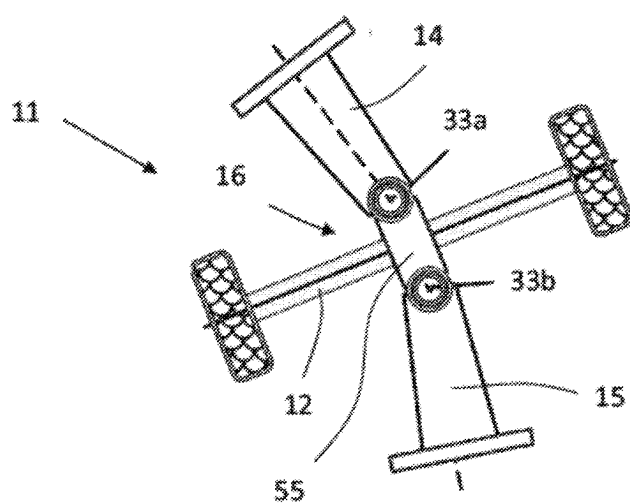


Fig. 13