



(11)

EP 2 158 114 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.02.2017 Patentblatt 2017/05

(51) Int Cl.:
B61F 5/38^(2006.01) B61F 3/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08760038.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/056440

(22) Anmeldetag: **27.05.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/145641 (04.12.2008 Gazette 2008/49)

(54) SCHIENENFAHRZEUG MIT EINSTUFIGER FEDERUNG

RAIL VEHICLE WITH SINGLE-STAGE SUSPENSION

VÉHICULE SUR RAILS À SUSPENSION MONOÉTAGE

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

- **REUTER, Frank**
34253 Lohfelden (DE)
- **BLOESS, Bernhard**
34121 Kassel (DE)
- **PFETZING, Andreas**
63755 Alzenau (DE)

(30) Priorität: **29.05.2007 DE 102007025163**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.03.2010 Patentblatt 2010/09

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(60) Teilanmeldung:
12192212.4 / 2 559 605

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 649 782 EP-A- 0 803 426
EP-A1- 0 759 390 DE-C- 876 249
US-A- 4 823 706

(72) Erfinder:
• **AUER, Wolfgang**
34119 Kassel (DE)

EP 2 158 114 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 vorliegende Erfindung betrifft ein Schienenfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit einem Wagenkasten und einem ersten Fahrwerk, das wenigstens eine erste Radeinheit mit zwei drehzahlgekoppelten Rädern aufweist, wobei der Wagenkasten eine Längsachse, eine Querachse und eine Hochachse aufweist und der Wagenkasten über eine Federstufe direkt auf der ersten Radeinheit abgestützt ist.

[0002] Bei Schienenfahrzeugen, insbesondere der Lokomotiven, werden häufig Fahrwerke in Form von Drehgestellen mit einer zweistufigen Federung eingesetzt. Bei diesen Fahrwerken ist zunächst ein Drehgestellrahmen über eine so genannte Primärfederstufe auf den Radeinheiten abgestützt, während der Wagenkasten dann über eine so genannte Sekundärfederstufe auf dem Drehgestellrahmen abgestützt ist. Zwar kann hiermit ein gutes Ausdrehverhalten des Fahrwerks bezüglich des Wagenkastens erzielt werden, was beim Befahren von Gleisbögen von Vorteil ist. Die Gestaltung des Fahrwerks als Drehgestell hat jedoch zum einen den Nachteil, dass sie vergleichsweise aufwändig ist und vergleichsweise viel Bauraum beansprucht. Zum anderen sind bei der Zugkraftübertragung von den Rädern in den Wagenkasten vergleichsweise weite Strecken zurückzulegen und die Bauteile im Kraftfluss entsprechend zu dimensionieren.

[0003] Weiterhin sind Fahrzeuge in Niederflurbauart mit einer einstufigen Federung bekannt bei denen sich der Wagenkasten direkt über nur eine Federstufe auf den Radeinheiten des Fahrwerks abstützt. Ein solches gattungsgemäßes Fahrzeug ist beispielsweise die mit dem Namen "Citadis" bezeichnete Straßenbahn der Firma Alstom, FR, bei der mit dem Namen "Arpege" bezeichnete Fahrwerke zum Einsatz kommen. Bei diesen gattungsgemäßen Fahrzeugen sind die Radlager beider Radeinheiten eines Fahrwerks in Längsrichtung bei den Fahrwerksseiten jeweils über einen Längsträger gelenkig verbunden, sodass die beiden Radeinheiten in Querrichtung des Fahrzeugs relativ zueinander nach Art einer Parallelführung geführt sind. Dies hat den Nachteil, dass die Radeinheiten beim Befahren von Gleisbögen zwar dem jeweiligen Querversatz bezüglich des Wagenkastens folgen können, dabei aber vergleichsweise steile Anlaufwinkel der Radkränze an den Schienen entstehen, welche mit entsprechenden Verschleiß von Rad und Schiene und entsprechender Lärmentwicklung verbunden sind.

[0004] Schließlich ist aus der EP 0 177 460 A2 ein Schienenfahrzeug bekannt, bei dem ein Wagenkasten über eine Federstufe direkt auf Radeinheiten mit jeweils unabhängig voneinander drehbaren Rädern abgestützt ist. Die Radeinheiten sind dabei jeweils über eine zweiarmlige Kopplung um eine vertikale Drehachse schwenkbar am Wagenkasten angelenkt. Hierbei wird zwar beim Befahren von Gleisbögen eine Wendebewegung des jeweiligen Radsatzes um eine Hochachse erzielt, welche

den Anlaufwinkel der Radkränze an den Schienen etwas reduziert, dennoch sind auch hier die Anlaufwinkel noch vergleichsweise hoch.

[0005] Das Dokument US 4,823,706 A beschreibt ein gattungsgemäßes Schienenfahrzeug. Die Dokumente EP 0 649 782 A1, EP 0 803 425 A1 und DE 876 249 C beschreiben weitere Schienenfahrzeuge mit gekoppelten Radsätzen.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Schienenfahrzeug der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, welches die oben genannten Nachteile nicht oder zumindest in deutlich geringerem Maße aufweist und insbesondere bei einfacher und kostengünstiger Herstellbarkeit beim Befahren von Gleisbögen ein günstigeres Verschleißverhalten aufweist.

[0007] Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe ausgehend von einem Schienenfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die technische Lehre zu Grunde, dass man bei einem gattungsgemäßen Schienenfahrzeug bei einfacher und kostengünstiger Herstellbarkeit beim Befahren von Gleisbögen ein günstigeres Verschleißverhalten erzielt, wenn die erste Radeinheit so am Wagenkasten angelenkt ist, dass der ersten Radeinheit bei einer Verschiebung bezüglich des Wagenkastens in Richtung der Querachse, wie sie beim Befahren von Gleisbögen erfolgt, eine Wendebewegung um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Wendechse aufgeprägt wird. Durch diese Wendebewegung wird eine Verringerung des Anlaufwinkels erzielt, welche in vorteilhafter Weise durch die Drehzahlkopplung der Räder der ersten Radeinheit und das daraus resultierende, in dieselbe Richtung wirkende Wendemoment an der Radeinheit weiter unterstützt wird, sodass sich in Summe gegenüber den bekannten Schienenfahrzeugen eine deutliche Reduktion des Anlaufwinkels und damit des Verschleißes von Rad und Schiene sowie der Geräuschentwicklung resultiert.

[0009] Gemäß einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung daher ein Schienenfahrzeug mit einem Wagenkasten und einem ersten Fahrwerk, das wenigstens eine erste Radeinheit mit zwei drehzahlgekoppelten Rädern aufweist, wobei der Wagenkasten eine Längsachse, eine Querachse und eine Hochachse aufweist und der Wagenkasten über eine Federstufe direkt auf der ersten Radeinheit abgestützt ist. Die erste Radeinheit ist über eine Wendeeinrichtung an dem Wagenkasten angelenkt, wobei die Wendeeinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie der ersten Radeinheit bei einer Auslenkung eines Rades der ersten Radeinheit in Richtung der Längsachse des Wagenkastens eine Wendebewegung um eine Hochachse aufprägt.

[0010] Die Drehzahlkopplung der Räder der ersten Radeinheit kann auf beliebige geeignete Weise, beispielsweise über ein entsprechendes Getriebe erfolgen. Besonders einfach und robust ist die Gestaltung jedoch,

wenn die erste Radeinheit als Radsatz, also als Radeinheit mit einer die beiden Räder drehfest verbindenden Radsatzwelle ausgebildet ist. Dies gilt natürlich auch für alle weiteren im Folgenden erwähnten Radeinheiten.

[0011] Die Wendeeinrichtung kann an beliebiger geeigneter Stelle an der Radeinheit angelenkt sein. So kann sie beispielsweise im Zwischenraum zwischen den Rädern angreifen. Weiterhin kann sie an einer beliebigen Komponente der Radeinheit angreifen, beispielsweise im Fall eines Radsatzes über eine entsprechende Koppelung an der Radsatzwelle angreifen. Bevorzugt ist die Wendeeinrichtung an den Radsatzlagern der Radeinheit angelenkt, da hierbei eine besonders einfache Anlenkung mit einer hohen Stützbreite möglich ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die erste Radeinheit außen liegende Radlager aufweist und die Wendeeinrichtung an den Radlagern angelenkt ist.

[0012] Das erste Fahrwerk umfasst eine zweite Radeinheit mit zwei drehzahlgekoppeelten Rädern, insbesondere einen Radsatz, auf welcher der Wagenkasten direkt über eine Federstufe abgestützt ist. Die Wendeeinrichtung ist dann derart mit der zweiten Radeinheit verbunden, dass sie der zweiten Radeinheit bei einer Auslenkung eines Rades der zweiten Radeinheit in Richtung der Längsachse des Wagenkastens ebenfalls eine Wendebewegung um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Wendeachse aufprägt.

[0013] Die Wendeeinrichtung ist derart ausgebildet, dass sie der ersten Radeinheit und der zweiten Radeinheit gleichläufige Wendebewegungen aufprägt.

[0014] Die Wendeeinrichtung kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise gestaltet sein, um die gewünschte Wendebewegung bei der Auslenkung eines Rades der Radeinheiten in Richtung der Längsachse zu erzielen. Erfindungsgemäß weist die Wendeeinrichtung wenigstens einen ersten Querträger auf. Der erste Querträger erstreckt sich dabei in Querrichtung des Wagenkastens und weist ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende liegenden Mittenabschnitt auf. Der erste Querträger ist in seinem Mittenabschnitt um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Schwenkachse schwenkbar an dem Wagenkasten angelenkt, während er an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der ersten Radeinheit gekoppelt ist. Hierbei kann insbesondere auf besonders kurzem Wege über wenige Bauteile eine definierte Krafteinleitung von der ersten Radeinheit in den Wagenkasten erzielt werden, wodurch sich die Gestaltung der im Kraftfluss liegenden Bauteile und damit der Aufwand für das Fahrwerk erheblich reduziert.

[0015] Die Anlenkung des ersten Querträgers an der ersten Radeinheit kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise erfolgen. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass eine einfache ein- oder mehrachsige Gelenkverbindung zwischen dem ersten Querträger und der ersten Radeinheit vorgesehen ist. Erfindungsgemäß ist der erste Querträger an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der ersten Radeinheit über jeweils

eine erste Lenkereinrichtung gekoppelt. Hierbei werden vorzugsweise in hinlänglich bekannter Weise gestaltete Lenker mit Gummilagerelementen verwendet, welche in der Lage sind, Abstands- und/oder Winkelabweichungen auszugleichen. Weiter vorzugsweise umfasst die jeweilige erste Lenkereinrichtung einen ersten Längslenker, der im unbelasteten Zustand des Fahrwerks in einer Ebene verläuft, die parallel zur Längsmittenebene des Fahrzeugs verläuft, da hiermit eine besonders gute Krafteinleitung von der Radeinheit in den Querträger und damit in den Wagenkasten erzielt werden kann.

[0016] Bei vorteilhaften Varianten des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs ist eine weitere Radeinheit vorgesehen, welche ebenfalls an dem ersten Querträger angelenkt ist und welcher hierdurch eine entsprechende (in der Regel gleichlaufende) Wendebewegung aufgeprägt ist. Demgemäß umfasst das erste Fahrwerk eine zweite Radeinheit mit zwei drehzahlgekoppeelten Rädern, insbesondere einen Radsatz, wobei der Wagenkasten direkt über eine Federstufe auf der zweiten Radeinheit abgestützt ist. Der erste Querträger ist dann an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit gekoppelt.

[0017] Auch hier kann die Ankopplung des ersten Querträgers an die zweite Radeinheit wieder in beliebiger geeigneter Weise erfolgen. Bevorzugt ist doch hier der erste Querträger wiederum an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit über jeweils eine zweite Lenkereinrichtung gekoppelt ist. Vorzugsweise umfasst auch hier die jeweilige zweite Lenkereinrichtung einen zweiten Längslenker, der im unbelasteten Zustand des Fahrwerks in einer Ebene verläuft, die parallel zur Längsmittenebene des Fahrzeugs verläuft.

[0018] Bei anderen Varianten des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs kann aber auch ein separater zweiter Querträger der Wendeeinrichtung vorgesehen sein, über welchen der zweiten Radeinheit eine entsprechende Wendebewegung aufgeprägt wird. Dementsprechend umfasst das erste Fahrwerk hierbei eine zweite Radeinheit mit zwei drehzahlgekoppeelten Rädern, insbesondere einen Radsatz, auf welcher der Wagenkasten direkt über eine Federstufe abgestützt ist. Die Wendeeinrichtung weist dann wenigstens einen zweiten Querträger auf, der sich in Querrichtung des Wagenkastens erstreckt und ein erstes Ende, ein zweites Ende sowie einen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende liegenden Mittenabschnitt aufweist. Der zweite Querträger ist in seinem Mittenabschnitt um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Schwenkachse schwenkbar an dem Wagenkasten angelenkt ist und an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit gekoppelt.

[0019] Das Vorsehen separater Querträger für die beiden Radeinheiten hat den Vorteil, dass auf einfache Weise ein gewünschtes Verhältnis zwischen der Wendebewegung der ersten Radeinheit und der zweiten Radeinheit erzielt werden kann. Beispielsweise kann über eine

entsprechende Kopplung der beiden Querträger, beispielsweise ein entsprechendes Getriebe, eine nahezu beliebig vorgebbare Übersetzung zwischen den beiden Wendebewegungen erzielt werden.

[0020] Auch hier kann die Anlenkung des zweiten Querträgers an der zweiten Radeinheit wieder auf beliebige geeignete Weise erfolgen. Vorzugsweise ist auch hier wiederum vorgesehen, dass der zweite Querträger an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit über jeweils eine Lenkereinrichtung gekoppelt ist. Bevorzugt umfasst auch hier die jeweilige Lenkereinrichtung wegen der günstigen Krafteinleitung wiederum einen Längslenker, der im unbelasteten Zustand des ersten Fahrwerks in einer Ebene verläuft, die parallel Längsmittenebene des Fahrzeugs verläuft.

[0021] Der erste Querträger und der zweite Querträger können ohne gegenseitige mechanische Kopplung ausgestaltet sein, sodass die Wendebewegungen der ersten Radeinheit und der zweiten Radeinheit unabhängig voneinander sind. Vorzugsweise ist jedoch vorgesehen, dass der erste Querträger und der zweite Querträger über eine Koppereinrichtung miteinander gekoppelt sind, um eine gewünschte günstige Beziehung zwischen der Wendebewegung der ersten Radeinheit und der zweiten Radeinheit zu erzielen.

[0022] Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs weisen der erste Querträger und der zweite Querträger im unbelasteten Zustand des ersten Fahrwerks eine Neutralstellung auf. Die Koppereinrichtung umfasst dann wenigstens eine Koppelfeder einrichtung, die derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, dass sie einer um des ersten Querträgers und des zweiten Querträgers aus der Neutralstellung eine elastische Rückstellkraft entgegensetzt. Hierdurch ist beispielsweise beim Durchfahren von Gleisbögen eine bogenradiale Einstellung der Radeinheiten gegen die Rückstellkraft der Koppereinrichtung möglich, während die Koppereinrichtung im geraden Gleisabschnitt eine unter fahrdynamischen Gesichtspunkten vorteilhafte Rückstellung in die Neutralstellung bewirkt. Es versteht sich, dass die Koppereinrichtung in diesem Fall zusätzlich eine mit den beiden Querträger verbundene Dämpfereinrichtung umfassen kann, welche die Relativbewegungen zwischen den beiden Querträgern bedämpft und so zur Verbesserung der Laufeigenschaften im geraden Gleis beiträgt.

[0023] Die Koppereinrichtung kann grundsätzlich an beliebiger geeigneter Stelle an den beiden Querträgern angebunden sein. Dabei kann sie ausschließlich mit den Querträger verbunden sein. Bei vorteilhaften Varianten des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs erfolgt die schwenkbare Ankopplung wenigstens eines der Querträger an dem Wagenkasten über die Koppereinrichtung, die dann entsprechend schwenkbar an dem Wagenkasten angeordnet ist. Vorzugsweise ist daher die Koppereinrichtung über einen Drehzapfen um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Schwenkachse schwenkbar

an dem Wagenkasten angelenkt.

[0024] Um bei diesen Varianten eine definierte Bewegung des betreffenden Querträgers an dem Wagenkasten zu erzielen, ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Koppereinrichtung zumindest um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Achse im Wesentlichen starr mit dem ersten Querträger verbunden ist. Ein Ausgleich von Relativbewegungen zwischen dem Wagenkasten und der betreffenden Radeinheit in Richtung der Hochachse, wie sie beispielsweise beim Einfedern der Federstufe zwischen dem Wagenkasten und der Radeinheit entstehen, kann beispielsweise über eine entsprechende Gestaltung der jeweiligen Kopplung zwischen der Koppereinrichtung und dem ersten Querträger erfolgen. Beispielsweise kann eine um eine in Querrichtung verlaufende Achse schwenkbare Ankopplung vorgesehen sein. Insbesondere kann die Koppereinrichtung aber auch einstückig mit dem ersten Querträger ausgebildet sein. Ein Ausgleich von Relativbewegungen zwischen dem Wagenkasten und der betreffenden Radeinheit in Richtung der Hochachse kann dann beispielsweise über eine entsprechende Gestaltung des Drehzapfens erfolgen.

[0025] Die Verbindung zwischen dem zweiten Querträger und der Koppereinrichtung kann gegebenenfalls der Verbindung zwischen dem ersten Querträger unter Koppereinrichtung entsprechen. Bei anderen Varianten des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs ist vorgesehen, dass die Koppereinrichtung um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Achse schwenkbar mit dem zweiten Querträger verbunden ist. Hierdurch ist eine gegenläufige Kopplung zwischen der Wendebewegung der ersten Radeinheit und der Wendebewegung der zweiten Radeinheit möglich, welche beispielsweise eine bogenradiale Einstellung der Radeinheiten beim Durchfahren von Gleisbögen ermöglicht.

[0026] Endlich der Verbindung der Koppereinrichtung mit dem ersten Querträger kann auch hier die Koppereinrichtung zumindest um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Achse im Wesentlichen starr mit dem zweiten Querträger verbunden sein. Insbesondere kann auch hier die Koppereinrichtung einstückig mit dem zweiten Querträger ausgebildet sein.

[0027] Der erste Querträger und/oder der zweite Querträger können grundsätzlich in beliebiger geeigneter Weise gestaltet sein. Vorzugsweise weist der erste Querträger und/oder der zweite Querträger eine abgewinkelte Gestaltung mit einem in Richtung der zugehörigen Radeinheit weisenden ersten und zweiten Ende auf. Hierdurch kann ein günstiger Kraftfluss im Querträger erzielt werden.

[0028] Die Erfindung lässt sich sowohl für angetriebene als auch für nicht angetriebene Fahrwerke verwenden. Der Antrieb kann dabei auf beliebige Weise gestaltet sein. Insbesondere kann die Übertragung des Antriebsdrehmoments auf die Räder der Radeinheit auf beliebige bekannte Weise erfolgen. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Antriebsdrehmoment über ein

entsprechendes Getriebe von einem außerhalb des Fahrwerks angeordneten Motor auf die Räder der Radeinheit übertragen wird. Vorzugsweise ist ein fahrwerksinterner Antrieb vorgesehen. Bevorzugt ist hierzu eine an der ersten Radeinheit, beispielsweise über eine Tatzlagerung, abgestützte erste Antriebsmotoreinheit vorgesehen. In diesem Fall ist der erste Querträger vorzugsweise im Wesentlichen starr mit der ersten Antriebsmotoreinheit verbunden, sodass eine kompakte und robuste Einheit entsteht. Weiter vorzugsweise ist vorgesehen, dass der erste Querträger ein integraler Bestandteil der ersten Antriebsmotoreinheit ist, beispielsweise von dem Gehäuse der Antriebsmotoreinheit gebildet wird, um eine besonders Platz sparende Konfiguration zu erzielen.

[0029] Zur Abstützung des Antriebsdrehmoments kann die erste Antriebsmotoreinheit über eine erste Stützeinrichtung, insbesondere wenigstens eine erste Drehmomentstütze, an dem Wagenkasten abgestützt sein. Vorzugsweise ist die erste Stützeinrichtung dann insbesondere auf der der ersten Antriebsmotoreinheit abgewandten Seite des ersten Querträgers angeordnet. Hierdurch ergibt sich eine große Stützlänge und demgemäß eine geringere Stützkraft an der Drehmomentstütze, wodurch zum einen die an der Abstützung beteiligten Komponenten entsprechend einfacher gestaltet sein können. Weiterhin ist dies auch im Hinblick auf eine geringere (sich bei einer bestimmten Drehrichtung des Antriebs ergebenden) Reduktion der Radaufstandskräfte an der Radeinheit von Vorteil. Demgemäß kann stets eine hohe Traktionsleistung auf die Schienen übertragen werden.

[0030] Analog zum Antrieb der ersten Radeinheit kann auch für die zweite Radeinheit ein entsprechender Antrieb vorgesehen sein. Vorzugsweise ist auch hier wiederum eine an der zweiten Radeinheit abgestützte zweite Antriebsmotoreinheit vorgesehen, wobei der zweite Querträger im Wesentlichen starr mit der zweiten Antriebsmotoreinheit verbunden ist, insbesondere ein integraler Bestandteil der zweiten Antriebsmotoreinheit ist. Ebenso kann die zweite Antriebsmotoreinheit wiederum über eine zweite Stützeinrichtung, insbesondere wenigstens eine zweite Drehmomentstütze, an dem Wagenkasten abgestützt sein, wobei die zweite Stützeinrichtung insbesondere auf der der zweiten Antriebsmotoreinheit abgewandten Seite des zweiten Querträgers angeordnet ist.

[0031] Bei weiteren Schienenfahrzeugen umfasst die Wendeeinrichtung eine erste Wendeeinheit und eine zweite Wendeeinheit, wobei die erste Wendeeinheit und die zweite Wendeeinheit bezüglich der Längsmittenebene des Wagenkastens auf unterschiedlichen Seiten des Wagenkastens am Wagenkasten und an der ersten Radeinheit angelenkt sind. Die erste Wendeeinheit und die zweite Wendeeinheit sind über eine Koppereinheit derart mechanisch miteinander gekoppelt, dass sie der ersten Radeinheit bei einer Auslenkung eines Rades der ersten Radeinheit in Richtung der Längsachse des Wagenkastens eine Wendebewegung um eine Hochachse aufprä-

gen.

[0032] Die erste Wendeeinheit und die zweite Wendeeinheit sowie die Koppereinheit können auf beliebige geeignete Weise ausgebildet sein. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Wendeeinheiten durch jeweils einen einerseits am Wagenkasten und andererseits an der Radeinheit angelenkten Hydraulikzylinder gebildet sind, dessen Arbeitsräume über eine oder mehrere Hydraulikleitungen als Koppereinheit gegenläufig gekoppelt sind, um die gewünschte Wendebewegung zu bewirken. Ebenso können beliebige geeignete mechanische Getriebe vorgesehen sein, welche die gewünschte Wendebewegung erzeugen. Es versteht sich, dass natürlich auch beliebige Kombinationen hydraulischer und mechanischer Getriebe möglich sind. So kann beispielsweise die Koppereinheit als hydraulische Komponente ausgebildet sein, während die Wendeeinheiten als rein mechanische Komponenten sind.

[0033] Vorzugsweise umfasst die erste Wendeeinheit einen ersten Winkelhebel mit einem ersten freien Hebelende und einem zweiten freien Hebelende, während die zweite Wendeeinheit einen zweiten Winkelhebel mit einem dritten freien Hebelende und einem vierten freien Hebelende umfasst. Der jeweilige Winkelhebel ist um eine quer zur Längsachse verlaufende Schwenkachse schwenkbar am Wagenkasten angelenkt. Das erste Hebelende des ersten Winkelhebels ist, insbesondere über einen ersten Verbindungslenker, an der ersten Radeinheit angelenkt, während das dritte Hebelende des zweiten Winkelhebels, insbesondere über einen zweiten Verbindungslenker, an der ersten Radeinheit angelenkt ist. Das zweite Hebelende des ersten Winkelhebels und das vierte Hebelende des zweiten Winkelhebels sind wiederum über die Koppereinheit miteinander verbunden. Hierdurch wird eine besonders einfache, kleine bauende Gestaltung mit wenigen, robusten Komponenten erzielt.

[0034] Die Koppereinheit kann auf beliebige geeignete Weise gestaltet sein. Beispielsweise kann eine hydraulische Kopplung vorgesehen sein, indem das zweite Hebelende und das vierte Hebelende jeweils auf Hydraulikzylinder wirken, deren Arbeitsräume entsprechend gekoppelt sind. Ebenso kann eine rein mechanische Kopplung über eine einfache, sich in Querrichtung des Wagenkastens erstreckende Koppelstange oder dergleichen erfolgen. Vorzugsweise umfasst das erste Fahrwerk eine zweite Radeinheit mit zwei Rädern, insbesondere einen zweiten Radsatz, auf welcher der Wagenkasten direkt über eine Federstufe abgestützt ist und welche die Koppereinheit bildet. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise zum einen auf ein zusätzliches Bauteil zur Kopplung der Winkelhebel verzichtet werden. Zum anderen können die Winkelhebel die Querrührung der zweiten Radeinheit übernehmen.

[0035] Bei weiteren Schienenfahrzeugen weist die Wendeeinrichtung wenigstens eine Wendeeinheit mit einer ersten Koppelwelle, einem ersten Koppelhebel und einem zweiten Koppelhebel auf. Die Koppelwelle weist dabei eine Längsachse auf, die sich in Richtung der

Querachse des Wagenkastens erstreckt und um eine zur Querachse des Wagenkastens parallele Drehachse drehbar am Wagenkasten gelagert ist. Der erste Koppelhebel ist an einem ersten Ende der Koppelwelle angeordnet und an der ersten Radeinheit, insbesondere über einen ersten Koppellenker, angelenkt. Der zweite Koppelhebel ist an einem zweiten Ende der Koppelwelle angeordnet und an der ersten Radeinheit, insbesondere über einen zweiten Koppellenker, angelenkt. Der erste Koppelhebel und der zweite Koppelhebel sind bezüglich der Längsachse der Koppelwelle derart zueinander verdreht angeordnet, dass der ersten Radeinheit bei einer Auslenkung eines Rades der ersten Radeinheit in Richtung der Längsachse des Wagenkastens die Wendebewegung um die Hochachse aufgeprägt wird. Durch die Nutzung einer solchen Torsionswelle kann eine besonders platzsparende Konfiguration erzielt werden, da sich die Torsionswelle nur um ihre Längsachse drehen können muss, sodass für die Durchführung der Torsionswelle von der einen Fahrzeugseite zur anderen Fahrzeugseite nur wenig Bauraum erforderlich ist.

[0036] Der erste Koppelhebel und der zweite Koppelhebel können grundsätzlich um einen beliebigen geeigneten Winkel zueinander verdreht sein, solange sichergestellt ist, dass der ersten Radeinheit bei einer Drehung der Koppelwelle noch eine entsprechende Wendebewegung aufgeprägt wird. Bevorzugt sind der erste Koppelhebel und der zweite Koppelhebel bezüglich der Längsachse der Koppelwelle um wenigstens 60°, vorzugsweise wenigstens 120°, weiter vorzugsweise 180°, zueinander verdreht angeordnet. Bei einer von 180° abweichenden Anordnung der Hebel kann über sich daraus gegebenenfalls ergebenden Unterschiede in der Bewegung der beiden Radeinheiten ein günstiger Einfluss auf die Fahrdynamik und/oder das Verschleißverhalten genommen werden.

[0037] Die Wendeeinheit mit der Koppelwelle mit den Koppelhebeln kann für einzelne Radeinheiten verwendet werden. Besonders vorteilhaft lässt sie sich jedoch bei Fahrwerken mit mehreren Radeinheiten einsetzen, da sie in einfacher Weise eine nahezu frei wählbare Übersetzung zwischen der Wendebewegung in der ersten Radeinheit und einer benachbarten zweiten Radeinheit ermöglicht. Demgemäß ist bevorzugt vorgesehen, dass das erste Fahrwerk eine zweite Radeinheit mit zwei drehzahlgekoppelten Rädern, insbesondere einen Radsatz, umfasst, auf welcher der Wagenkasten direkt über eine Federstufe abgestützt ist, und die Wendeeinheit mit der zweiten Radeinheit gekoppelt ist.

[0038] Die Kopplung der Wendeeinheit mit der zweiten Radeinheit kann über weitere Koppelhebel erfolgen. Vorzugsweise ist jedoch vorgesehen, dass die erste Radeinheit über einen ersten Koppellenker mit dem ersten Koppelhebel und über einen zweiten Koppellenker mit dem zweiten Koppelhebel verbunden ist und die zweite Radeinheit über einen dritten Koppellenker mit dem ersten Koppelhebel und über einen vierten Koppellenker mit dem zweiten Koppellenker verbunden ist. Der radiale Ab-

stand der Anlenkpunkte der Koppellenker an dem ersten Koppelhebel und dem zweiten Koppelhebel zur Längsachse der Koppelwelle ist dann derart gewählt, dass sich eine vorgebbare Übersetzung zwischen der Wendebewegung der ersten Radeinheit und der Wendebewegung der zweiten Radeinheit ergibt.

[0039] Diese Kopplung lässt sich an beliebiger Stelle am Fahrzeug anwenden. Besonders vorteilhaft ist sie im Bereich eines Endfahrwerks des Fahrzeugs, da hiermit beispielsweise eine stärkere Wendebewegung der näher am Fahrzeugende gelegenen Radeinheit erzielt werden kann als bei der weiter vom Fahrzeugende entfernten Radeinheit. Dies führt letztlich beim Durchfahren von Gleisbögen zumindest zu einer Annäherung an eine vorteilhafte bogenradiale Einstellung der Radeinheiten. So ist die erste Radeinheit vorzugsweise eine einem Ende des Fahrzeugs nächstgelegene Radeinheit. Zur Erzielung einer Untersetzung zwischen der ersten Wendebewegung und der zweiten Wendebewegung ist der radiale Abstand der Anlenkpunkte des ersten Koppellenkers und des zweiten Koppellenkers an dem ersten Koppelhebel und den zweiten Koppelhebel dann größer ist als der radiale Abstand der Anlenkpunkte des dritten Koppellenkers und des vierten Koppellenkers an dem ersten Koppelhebel und dem zweiten Koppelhebel.

[0040] Die Koppellenker können wiederum in beliebiger Weise angeordnet sein. Vorzugsweise verlaufen auch sie wieder im unbelasteten Zustand des Fahrwerks jeweils in einer Ebene verlaufen, die parallel Längsmittenebene des Fahrzeugs verläuft, um eine günstige Krafteinleitung zu erzielen.

[0041] Die vorliegende Erfindung kann bei einer beliebigen Anzahl von Fahrwerken eines Schienenfahrzeugs zum Einsatz kommen. So ist es möglich, lediglich eines der Fahrwerke des Schienenfahrzeugs in der oben beschriebenen Weise am Wagenkasten anzubinden. Vorzugsweise sind jedoch mehrere Fahrwerke in der oben beschriebenen Weise am Wagenkasten angebunden. Bei vorteilhaften Varianten des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs ist ein zweites Fahrwerk vorgesehen, welches bezüglich einer zur Längsachse des Wagenkastens senkrechten Querebene des Wagenkastens im Wesentlichen symmetrisch zum ersten Fahrwerk ausgebildet und angeordnet ist. Die Radeinheiten der beiden Fahrwerke sind dann gegebenenfalls ebenfalls in zu der Querebene symmetrischer Weise über entsprechende Wendeeinrichtungen miteinander gekoppelt, sodass insbesondere bei Bogenfahrt unabhängig von der Fahrtrichtung des Fahrzeugs eine entsprechend günstige Einstellung der Radeinheiten erfolgt.

[0042] Die Federstufen, über welche der Wagenkasten direkt auf der jeweiligen Radeinheit abgestützt ist, können in beliebiger geeigneter Weise gestaltet und am Wagenkasten angebunden sein. Vorzugsweise ist wenigstens eine der Federstufen, über welche Wagenkasten direkt auf einer Radeinheit abgestützt ist, über eine Kippschiene mit dem Wagenkasten verbunden, wodurch das Ausdrehen der Radeinheit gegenüber dem Wagen-

kasten erleichtert wird.

[0043] Die vorliegende Erfindung lässt sich für beliebige Schienenfahrzeuge einsetzen. Von besonderem Vorteil ist die im Zusammenhang mit Lokomotiven einzusetzen. Vorzugsweise ist das erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs demgemäß nach Art einer Lokomotive ausgebildet.

[0044] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen bzw. der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt. Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs;

Figur 2 einen schematischen Schnitt entlang Linie II-II aus Figur 1;

Figur 3 einen schematischen Schnitt durch eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs;

Figur 4 einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Schienenfahrzeug, das nicht Teil der Erfindung ist;

Figur 5 einen schematischen Schnitt durch eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs;

Figur 6 einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Schienenfahrzeug, das nicht Teil der Erfindung ist;

Figur 7 einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Schienenfahrzeug, das nicht Teil der Erfindung ist;

Figur 8 einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Schienenfahrzeug, das nicht Teil der Erfindung ist;

Figur 9 eine schematische Seitenansicht eines weiteren Schienenfahrzeug, das nicht Teil der Erfindung ist;

Figur 10 einen schematischen Schnitt entlang Linie X-X aus Figur 9.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0045] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs beschrieben. Die Figuren 1 und 2 zeigen schematische Darstellungen eines Teils eines erfindungsgemäßen Schie-

nenfahrzeugs in Form einer Lokomotive 101. Das Fahrzeug 101 umfasst einen Wagenkasten 102, der auf mehreren Fahrwerken, unter anderem auf einem ersten Fahrwerk 103 abgestützt ist.

[0046] Der Wagenkasten 102 umfasst eine Längsachse 102.1, eine Querachse 102.2 und eine Hochachse 102.3, die in der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ruhelage des Fahrzeugs 101 im geraden horizontalen Gleis parallel zu den dargestellten Koordinatenachsen x, y, z verlaufen.

[0047] Der Wagenkasten 102 ist über eine einstufige Federung auf den Fahrwerken abgestützt, d. h. er stützt sich über eine einzige Federstufe 104 auf einer ersten Radeinheit in Form eines ersten Radsatzes 105 und über eine einzige Federstufe 106 auf einer zweiten Radeinheit in Form eines zweiten Radsatzes 107 ab. Die Federstufe 104 umfasst dabei eine erste Federeinheit 104.1, über die der Wagenkasten 102 direkt auf dem ersten Radsatzlager 105.1 des ersten Radsatzes 105 abgestützt ist, und eine zweite Federeinheit 104.2, über die der Wagenkasten 102 direkt auf dem zweiten Radsatzlager 105.2 des ersten Radsatzes 105 abgestützt ist. Analog umfasst die Federstufe 106 eine dritte Federeinheit 106.1, über die der Wagenkasten 102 direkt auf dem dritten Radsatzlager 107.1 des zweiten Radsatzes 107 abgestützt ist, und eine vierte Federeinheit 106.2, über die der Wagenkasten 102 direkt auf dem vierten Radsatzlager 107.2 des zweiten Radsatzes 107 abgestützt ist.

[0048] Zwischen den Federeinheiten 104.1, 104.2, 106.1, 106.2 und dem Wagenkasten ist jeweils eine hinlänglich bekannte Kippschiene 104.3 bzw. 106.3 vorgesehen, wodurch das Ausdrehen des jeweiligen Radsatzes 105, 106 gegenüber dem Wagenkasten 102 erleichtert wird.

[0049] Der erste Radsatz 105 und der zweite Radsatz 108 sind weiterhin über eine Wendeeinrichtung 108 mit dem Wagenkasten 102 verbunden. Die Wendeeinrichtung 108 ist im Zwischenraum zwischen dem ersten Radsatz 105 und dem zweiten Radsatz 106 angeordnet.

[0050] Die Wendeeinrichtung umfasst einen ersten Querträger 108.1, der in seinem Mittenbereich um eine zur Hochachse 102.3 des Wagenkastens 102 parallele Schwenkachse schwenkbar auf einem am Wagenkasten 102 befestigten Drehzapfen 108.2 sitzt. Der erste Querträger 108.1 erstreckt sich dabei in Richtung der Querachse 102.2 des Wagenkastens von der einen Fahrzeuglängsseite zur anderen Fahrzeuglängsseite.

[0051] An seinem ersten Ende ist der erste Querträger 108.1 zum einen über eine erste Längslenkereinrichtung in Form eines ersten Längslenkers 108.3 mit dem ersten Radlager 105.1 des ersten Radsatzes 105 gekoppelt. Zum anderen ist der erste Querträger 108.1 an seinem ersten Ende über eine zweite Längslenkereinrichtung in Form eines zweiten Längslenkers 108.4 mit dem dritten Radlager 107.1 des zweiten Radsatzes 107 gekoppelt.

[0052] An seinem zweiten Ende ist der erste Querträger 108.1 zum einen über eine weitere erste Längslenkereinrichtung in Form eines weiteren ersten Längslen-

kers 108.5 mit dem zweiten Radlager 105.2 des ersten Radsatzes 105 gekoppelt. Zum anderen ist der erste Querträger 108.1 an seinem zweiten Ende über eine weitere zweite Längslenkereinrichtung in Form eines zweiten Längslenkers 108.6 mit dem vierten Radlager 107.2 des zweiten Radsatzes 107 gekoppelt.

[0053] Die Längslenker 108.3 bis 108.6 sind jeweils in hinlänglich bekannter Weise über elastische Elemente an dem ersten Querträger 108.1 bzw. dem betreffenden Radsatz 105, 107 angebunden. Dabei kann die Elastizität dieser Elemente in vorteilhafter Weise an die gewünschten Fahreigenschaften, insbesondere die gewünschten dynamischen Eigenschaften, angepasst werden. So kann beispielsweise über eine hohe Drehsteifigkeit der Elemente um die Hochachse eine gute Laufstabilität bei höheren Geschwindigkeiten erreicht werden, während über eine geringere Steifigkeit in Richtung der Längsachse eine bogenradiale Einstellung der Radsätze 105, 107 beim Befahren von Gleisbögen begünstigt wird.

[0054] Die Längslenker 108.3 bis 108.6 sind weiterhin jeweils in einer Ebene angeordnet, die (im dargestellten Ruhezustand) parallel zur Längsmittenebene des Wagenkastens 102, mithin also senkrecht zur Querachse 108.2 des Wagenkastens verläuft. Daher erlauben sie unter anderem sowohl eine Relativbewegung des betreffenden Radsatzes 105, 107 bezüglich des Wagenkastens 102 in Richtung der Querachse 102.2 und der Hochachse 102.3 des Wagenkastens 102.

[0055] Die Wendeeinrichtung 108 bewirkt zum einen, dass dem jeweiligen Radsatz 105, 107 bei einer Auslenkung eines der Räder eines der Radsätze 105, 107 in Richtung der Längsachse 102.1 eine definierte Wendebewegung um eine (im dargestellten Ruhezustand) zur Hochachse 102.3 des Wagenkastens parallele Wendachse aufgeprägt wird, was beim Durchfahren von Gleisbögen im Hinblick auf die Reduktion des Anlaufwinkels der Radkränze an der Schiene und damit den Verschleiß von Rad und Schiene sowie die Geräuschentwicklung von Vorteil ist.

[0056] Zum anderen wird über die Wendeeinrichtung über wenige Bauteile auf kurzer Strecke eine definierte Krafteinleitung von den Radsätzen 105, 107 in den Wagenkasten 102 erzielt. Dies ist insofern günstig als eine besonders kompakte Konstruktion mit wenigen, einfach gestalteten Bauteilen erzielt wird, welche im Fahrwerk 103 ausreichend Raum für weitere Komponenten, wie beispielsweise Antriebsmotoreinheiten 109 hoher Leistung, Bremsen (aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Figuren nicht dargestellt) etc. zur Verfügung stellt. Insbesondere bei Lokomotiven, bei denen eine hohe Antriebsleistung erforderlich ist, ist dies von besonderem Vorteil. Es versteht sich jedoch, dass diese Gestaltung natürlich auch bei einem Fahrwerk ohne fahrwerksinterne Antriebsmotoren zum Einsatz kommen kann.

[0057] Wie den Figuren 1 und 2 zu entnehmen ist, wird den beiden Radsätzen 105, 107 durch die Wendeeinrichtung 108 eine gleichläufige Wendebewegung um die Wendachse aufgeprägt. Diese Wendebewegung der

Radsätze 105, 107 weist im vorliegenden Beispiel dieselbe Größe auf, da die Anlenkpunkte der Längslenker 108.3 bis 108.6 identischen Abstand Entfernung von der Drehachse des Drehzapfens 108.2 aufweisen. Es versteht sich jedoch, dass beispielsweise über einen zwischen den ersten Längslenkern 108.3 und 108.5 und dem zweiten Längslenkern 108.4 und 108.6 abweichenden Abstand dieser Anlenkpunkte am ersten Querträger eine entsprechende Übersetzung bzw. Untersetzung zwischen der Wendebewegung des ersten Radsatzes 105 und des zweiten Radsatzes 107 erzielt werden kann. So kann beispielsweise über einen verringerten Abstand der Anlenkpunkte der ersten Längslenker 108.3 und 108.5 am ersten Querträger 108.1 (siehe gestrichelte Kontur 108.10 in Figur 2) und damit eine zur Längsachse 102.1 geneigte Anordnung der ersten Längslenker 108.3 und 108.5 erreicht werden, dass die Wendebewegung des ersten Radsatzes von der Wendebewegung des zweiten Radsatzes 107 abweicht. Hierdurch kann beispielsweise im Gleisbogen bei vorlaufendem ersten Radsatz 105 zumindest eine Annäherung an eine bogenradiale Ausrichtung der Radsätze 105, 107 erzielt werden. Ebenso können natürlich auch zusätzlich oder alternativ die zweiten Längslenkern 108.4 und 108.6 eine zur Längsachse 102.1 geneigte Anordnung aufweisen.

[0058] Die Antriebsmotoreinheiten 109 sind einerseits jeweils in hinlänglich bekannter Weise über eine Tatzlagerung auf der Radsatzwelle des jeweiligen Radsatzes 105, 107 abgestützt. Andererseits sind die Antriebsmotoreinheiten 109 jeweils über einen Stützhebel 109.1 und ein Motorpendel 109.2 als Drehmomentstütze an dem Wagenkasten 102 abgestützt. Der Stützhebel 109.1 erstreckt sich dabei so weit in Richtung der Längsachse 102.1 des Wagenkastens 102, dass das Motorpendel 109.2 auf der der Antriebsmotoreinheit 109 abgewandten Seite des ersten Querträgers 108.1 angeordnet ist. Hieraus resultiert eine große Stützlänge und demgemäß eine geringere vertikale Stützkraft an der Drehmomentstütze 109.2: Hiermit ergibt sich zum einen eine entsprechend einfache Gestaltung des Stützhebels 109.1 und des Motorpendels 109.2. Wie bereits vorstehend erläutert wurde, ist diese Gestaltung zum anderen unter dem Gesichtspunkt der übertragbaren Traktionsleistung von Vorteil. Aus der vergleichsweise geringen vertikalen Stützkraft an der Drehmomentstütze 109.2 ergibt sich (bei einer bestimmten Drehrichtung des jeweiligen Antriebs 109) im vertikalen Kräftegleichgewicht eine geringere Reduktion der Radaufstandskräfte an einem der Radsätze 105, 107. Demgemäß kann in vorteilhafter Weise stets eine hohe Traktionsleistung auf die Schienen übertragen werden.

[0059] Es versteht sich jedoch, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch auf der der Antriebsmotoreinheit 109 zugewandten Seite des ersten Querträgers 108.1, eine solche Drehmomentstütze angeordnet sein kann. In Figur 1 wäre in diesem Fall also die rechte Drehmomentstütze 109.2 dem (verkürzten) Stützhebel des Antriebs 109 am rechten, ersten Radsatz 105 und die

die linke Drehmomentstütze 109.2 dem (verkürzten) Stützhebel des Antriebs 109 am linken, zweiten Radsatz 107 zugeordnet (siehe gestrichelte Kontur 109.4 in Figur 2).

Zweites Ausführungsbeispiel

[0060] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figur 3 ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs in Form einer Lokomotive 201 beschrieben. Die Figur 3 zeigt die Lokomotive 201 dabei in einer der Figur 2 ähnlichen, schematischen Ansicht. Die Lokomotive 201 entspricht in ihrer grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise weitgehend der Lokomotive 101 aus den Figuren 1 und 2, sodass hier weitgehend auf die obigen Ausführungen verwiesen wird und lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Insbesondere sind identische oder ähnliche Komponenten mit um den Wert 100 erhöhten Bezugszeichen versehen.

[0061] Der Wagenkasten (nicht dargestellt) ist auch bei der Lokomotive 201 über eine einstufige Federung direkt auf einem ersten Fahrwerk 203 abgestützt, d. h. er stützt sich über eine einzige Federstufe 204 auf den Radlagern 205 und über eine einzige Federstufe 206 auf den Radlagern eines zweiten Radsatzes 207 ab.

[0062] Wie der Figur 3 zu entnehmen ist, besteht ein wesentlicher Unterschied zu der Ausführung aus Figur 1 darin, dass die mit den Radsätzen 205, 207 und dem Wagenkasten verbundene, zwischen den Radsätzen 205, 207 angeordnete Wendeeinrichtung 208 neben einem ersten Querträger 208.1 einen zweiten Querträger 208.7 umfasst.

[0063] Während der erste Querträger 208.1 in seinem Mittenbereich um eine zur Hochachse 202.3 des Wagenkastens 202 parallele Schwenkachse schwenkbar auf einem am Wagenkasten befestigten ersten Drehzapfen 208.2 sitzt, sitzt der zweite Querträger 208.7 in seinem Mittenbereich um eine zur Hochachse (z- Achse) des Wagenkastens parallele Schwenkachse schwenkbar auf einem am Wagenkasten befestigten zweiten Drehzapfen 208.8. Die Querträger 208.1, 208.7 erstrecken sich dabei jeweils in Richtung der Querachse 202.2 des Wagenkastens von der einen Fahrzeuglängsseite zur anderen Fahrzeuglängsseite.

[0064] Die Querträger 208.1, 208.7 weisen jeweils abgewinkelte Endbereiche auf, in deren Bereich sie mit dem jeweils zugehörigen Radsatz 205, 207 verbunden sind. So ist der erste Querträger 208.1 an seinem ersten Ende über einen ersten Längslenker 208.3 mit dem ersten Radlager 205.1 des ersten Radsatzes 205 gekoppelt, während der zweite Querträger 208.7 an seinem ersten Ende über einen zweiten Längslenker 208.4 mit dem dritten Radlager 207.1 des zweiten Radsatzes 207 gekoppelt ist. An seinem zweiten Ende ist der erste Querträger 208.1 über einen weiteren ersten Längslenker 208.5 mit dem zweiten Radlager 205.2 des ersten Radsatzes 205 gekoppelt, während der zweite Querträger 208.7 an sei-

nem zweiten Ende über einen weiteren zweiten Längslenker 208.6 mit dem vierten Radlager 207.2 des zweiten Radsatzes 207 gekoppelt ist.

[0065] Die Längslenker 208.3 bis 208.6 sind jeweils in hinlänglich bekannter Weise über elastische Elemente an dem ersten Querträger 208.1 bzw. dem betreffenden Radsatz 205, 207 angebunden. Die Längslenker 208.3 bis 208.6 sind weiterhin jeweils in einer Ebene angeordnet, die (im dargestellten Ruhezustand) parallel zur Längsmittenebene des Wagenkastens 202, mithin also senkrecht zur Querachse 208.2 des Wagenkastens verläuft. Daher erlauben sie unter anderem sowohl eine Relativbewegung des betreffenden Radsatzes 205, 207 bezüglich des Wagenkastens 202 in Richtung der Querachse 202.2 und der Hochachse 202.3 des Wagenkastens 202.

[0066] Es versteht sich jedoch, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch vorgesehen sein kann, dass die Längslenker 208.3 bis 208.6 fehlen und der erste Querträger 208.1 direkt mit den Radlagern 205.1, 205.2 des ersten Radsatzes 205 verbunden ist, während der zweite Querträger 208.7 direkt mit den Radlagern 207.1, 207.2 des zweiten Radsatzes 207 verbunden ist. Die Verbindung zwischen dem jeweiligen Querträger 208.1, 208.7 und dem zugehörigen Radsatz 205, 207 kann gelenkig ausgebildet sein. Insbesondere kann sie hierbei unter Verwendung von elastischen Elementen (Elastomerelemente, Schichtgummifedern etc.) erfolgen. Vorzugsweise ist die Verbindung zwischen dem jeweiligen Querträger 208.1, 208.7 und dem zugehörigen Radsatz 205, 207 im Wesentlichen starr ausgebildet, da hiermit eine besonders einfache Konfiguration erzielt werden kann.

[0067] Die Querbeweglichkeit (in Richtung der Querachse 202.2) und/oder Nickbeweglichkeit (um die Querachse 202.2) der Anordnung aus dem jeweiligen Querträger 208.1, 208.7 und dem zugehörigen Radsatz 205, 207 kann durch eine entsprechende Gestaltung der Drehzapfenanordnung mit dem jeweiligen Drehzapfen 208.2, 208.8 erzielt werden, beispielsweise eine entsprechende Elastizität der Drehzapfenanordnung und/oder ein entsprechendes Spiel innerhalb der Drehzapfenanordnung (z. B. in einem Langloch im Querträger geführter Drehzapfen).

[0068] Die Wendeeinrichtung 208 bewirkt zum einen, dass dem jeweiligen Radsatz 205, 207 bei einer Auslenkung eines der Räder eines der Radsätze 205, 207 in Richtung der Längsachse 202.1 eine definierte Wendebewegung um eine (im dargestellten Ruhezustand) zur Hochachse des Wagenkastens parallele Wendearchse aufgeprägt wird, was beim Durchfahren von Gleisbögen im Hinblick auf die Reduktion des Anlaufwinkels der Radkränze an der Schiene und damit den Verschleiß von Rad und Schiene sowie die Geräuscentwicklung von Vorteil ist.

[0069] Zum anderen wird über die Wendeeinrichtung über wenige Bauteile auf kurzer Strecke eine definierte Krafteinleitung von den Radsätzen 205, 207 in den Wa-

genkasten 202 erzielt. Dies ist insofern günstig als eine besonders kompakte Konstruktion mit wenigen, einfach gestalteten Bauteilen erzielt wird, welche im Fahrwerk 203 ausreichend Raum für weitere Komponenten, wie beispielsweise Antriebsmotoreinheiten hoher Leistung (wie sie in Figur 3 durch die gestrichelte Kontur 209 angedeutet sind), Bremsen (aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 3 nicht dargestellt) etc. zur Verfügung stellt. Insbesondere bei Lokomotiven, bei denen eine hohe Antriebsleistung erforderlich ist, ist dies von besonderem Vorteil. Es versteht sich jedoch, dass diese Gestaltung natürlich auch bei einem Fahrwerk ohne fahrwerksinterne Antriebsmotoren zum Einsatz kommen kann.

[0070] Die beiden Querträger 208.1 und 208.7 sind über eine Koppereinrichtung 210 miteinander gekoppelt. Die Koppereinrichtung 210 umfasst hierzu eine Koppelfedereinrichtung in Form einer Koppelfeder 210.1, welche einerseits mit dem ersten Querträger 208.1 und andererseits mit dem zweiten Querträger 208.7 verbunden ist. Weiterhin umfasst die Koppereinrichtung 210 einen Dämpfer 210.2, der ebenfalls einerseits mit dem ersten Querträger 208.1 und andererseits mit dem zweiten Querträger 208.7 verbunden ist.

[0071] Die Koppelfeder 210.1 setzt einer gegenseitigen Auslenkung des ersten Querträgers 208.1 und des zweiten Querträgers 208.7 aus der in Figur 3 dargestellten Neutralstellung eine elastische Rückstellkraft entgegen. Hierdurch ist beispielsweise beim Durchfahren von Gleisbögen eine zumindest annähernd bogenradiale Einstellung der Radsätze 205, 207 gegen die Rückstellkraft der Koppelfeder 210.1 möglich, während die Koppelfeder 210.1 im geraden Gleisabschnitt eine unter fahrdynamischen Gesichtspunkten vorteilhafte Rückstellung der Radsätze 205, 207 in die Neutralstellung bewirkt. Der Dämpfer 210.2 bedämpft dabei die Relativbewegungen zwischen den beiden Querträgern 208.1, 208.7 und trägt so in vorteilhafter Weise zur Verbesserung der Laufeigenschaften im geraden Gleis bei. Es versteht sich jedoch, dass die Koppelfeder 210.1 und/oder der Dämpfer 210.2 bei anderen erfindungsgemäßen Fahrzeugen, insbesondere Fahrzeugen, die für geringere Fahrgeschwindigkeiten gedacht sind, auch fehlen kann.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0072] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figur 4 ein drittes Schienenfahrzeug in Form einer Lokomotive 301 beschrieben. Die Figur 4 zeigt die Lokomotive 301 dabei in einer der Figur 2 ähnlichen, schematischen Ansicht. Die Lokomotive 301 entspricht in ihrer grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise weitgehend der Lokomotive 201 aus Figur 3, sodass hier weitgehend auf die obigen Ausführungen verwiesen wird und lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Insbesondere sind identische oder ähnliche Komponenten mit um den Wert 100 erhöhten Bezugszeichen versehen.

[0073] Der Wagenkasten (nicht dargestellt) ist auch bei der Lokomotive 301 über eine einstufige Federung direkt auf einem ersten Fahrwerk 303 abgestützt, d. h. er stützt sich über eine einzige Federstufe 304 auf den Radlagern 305 und über eine einzige Federstufe 306 auf den Radlagern eines zweiten Radsatzes 307 ab.

[0074] Wie der Figur 4 zu entnehmen ist, besteht ein wesentlicher Unterschied zu der Ausführung aus Figur 3 darin, dass die Funktion des ersten und zweiten Querträgers der Wendeeinrichtung 308 von der jeweiligen Antriebsmotoreinheit 309.1 übernommen wird, mithin also der erste und zweite Querträger in der Wendeeinrichtung 308 integraler Bestandteil der jeweiligen Antriebsmotoreinheit 309.1 ist. Hierdurch entsteht eine besonders kompakte Anordnung mit wenigen Bauteilen.

[0075] Die Antriebsmotoreinheiten 309 sind dabei in bekannter Weise einerseits über eine Tatzlagerung auf dem zugehörigen Radsatz 305, 307 abgestützt. Andererseits sind sie über einen Stützhebel 309.1 jeweils um eine zur Hochachse (z- Achse) des Wagenkastens parallele Schwenkachse schwenkbar an einem am Wagenkasten befestigten ersten Drehzapfen 308.2 bzw. zweiten Drehzapfen 308.8 angelenkt.

[0076] Der jeweilige Stützhebel 309.1 der Antriebsmotoreinheiten 309 weist dabei ein Gelenk auf, welches unter anderem eine Schwenkachse 309.3 aufweist, die zur Querachse 302.2 des Wagenkastens (in der dargestellten Neutralstellung) parallel ist, während es um die Hochachse des Wagenkastens im Wesentlichen starr ist. Hierdurch wird beispielsweise ein Einfedern der jeweiligen Federstufe 304, 306 ermöglicht, während die definierte Wendebewegung des jeweiligen Radsatzes 305, 307 sichergestellt ist. Sitzt der jeweilige Drehzapfen beispielsweise in einem (in der dargestellten Neutralstellung) in Richtung der Querachse 302.2 verlaufenden Langloch im Stützhebel 309.1 sind auch Verschiebungen des jeweiligen Radsatzes 305, 307 in Richtung der Querachse möglich. Ebenso können solche Querbewegungen aber auch durch entsprechende Elastizitäten der jeweiligen Drehzapfenanordnung mit dem jeweiligen Drehzapfen 308.2, 308.8 aufgenommen werden.

[0077] Der jeweilige Stützhebel 309.1 ist weiterhin über ein im Bereich der Schwenkachse 309.3 angeordnetes Motorpendel 309.2 als Drehmomentstütze an dem Wagenkasten abgestützt. Dies hat den Vorteil, dass es beim Einfedern der jeweiligen Federstufe 304, 306 nicht zu Verspannungen kommt.

[0078] Es versteht sich jedoch, dass das Gelenk mit der Schwenkachse 309.3 bei anderen Varianten fehlen kann und die Nickbewegung beim Einfedern der jeweiligen Federstufe 304, 306 durch entsprechende Elastizitäten der Drehzapfenanordnung mit dem jeweiligen Drehzapfen 308.2, 308.8 aufgenommen werden kann.

[0079] Die in die Antriebsmotoreinheiten 309 integrierte Wendeeinrichtung 308 bewirkt zum einen, dass dem jeweiligen Radsatz 305, 307 bei einer Auslenkung eines der Räder eines der Radsätze 305, 307 in Richtung der Längsachse 302.1 eine definierte Wendebewegung um

eine (im dargestellten Ruhezustand) zur Hochachse des Wagenkastens parallele Wendeachse aufgeprägt wird, was beim Durchfahren von Gleisbögen im Hinblick auf die Reduktion des Anlaufwinkels der Radkränze an der Schiene und damit den Verschleiß von Rad und Schiene sowie die Geräuschentwicklung von Vorteil ist.

[0080] Zum anderen wird über die Wendeeinrichtung über wenige Bauteile auf kurzer Strecke eine definierte Krafteinleitung von den Radsätzen 305, 307 in den Wagenkasten 302 erzielt. Dies ist insofern günstig als eine besonders kompakte Konstruktion mit wenigen, einfach gestalteten Bauteilen erzielt wird, welche im Fahrwerk 303 ausreichend Raum für weitere Komponenten, wie beispielsweise Bremsen (aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 4 nicht dargestellt) etc. zur Verfügung stellt. Insbesondere bei Lokomotiven, bei denen eine hohe Antriebsleistung erforderlich ist, ist dies von besonderem Vorteil.

[0081] Die beiden Antriebsmotoreinheiten 309 sind wiederum über eine Koppereinrichtung 310 miteinander gekoppelt. Die Koppereinrichtung 310 umfasst hierzu eine Koppelfedereinrichtung in Form einer Koppelfeder 310.1, welche mit den beiden Antriebsmotoreinheiten 309 verbunden ist. Weiterhin umfasst die Koppereinrichtung 310 einen Dämpfer 310.2, der ebenfalls mit den beiden Antriebsmotoreinheiten 309 verbunden ist.

[0082] Die Koppelfeder 310.1 setzt einer gegenseitigen Auslenkung der Antriebsmotoreinheiten 309 aus der in Figur 4 dargestellten Neutralstellung eine elastische Rückstellkraft entgegen. Hierdurch ist beispielsweise beim Durchfahren von Gleisbögen eine zumindest annähernd bogenradiale Einstellung der Radsätze 305, 307 gegen die Rückstellkraft der Koppelfeder 310.1 möglich, während die Koppelfeder 310.1 im geraden Gleisabschnitt eine unter fahrdynamischen Gesichtspunkten vorteilhafte Rückstellung der Radsätze 305, 307 in die Neutralstellung bewirkt. Der Dämpfer 310.2 bedämpft dabei die Relativbewegungen zwischen den beiden Antriebsmotoreinheiten 309 und trägt so in vorteilhafter Weise zur Verbesserung der Laufeigenschaften im geraden Gleis bei. Es versteht sich jedoch, dass die Koppelfeder 310.1 und/oder der Dämpfer 310.2 bei anderen Fahrzeugen, insbesondere Fahrzeugen, die für geringere Fahrgeschwindigkeiten gedacht sind, auch fehlen kann.

Viertes Ausführungsbeispiel

[0083] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figur 5 ein viertes bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs in Form einer Lokomotive 401 beschrieben. Die Figur 5 zeigt die Lokomotive 401 dabei in einer der Figur 2 ähnlichen, schematischen Ansicht. Die Lokomotive 401 entspricht in ihrer grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise weitgehend der Lokomotive 201 aus Figur 3, sodass hier weitgehend auf die obigen Ausführungen verwiesen wird und lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll.

Insbesondere sind identische oder ähnliche Komponenten mit um den Wert 200 erhöhten Bezugszeichen versehen.

[0084] Der Wagenkasten (nicht dargestellt) ist auch bei der Lokomotive 401 über eine einstufige Federung direkt auf einem ersten Fahrwerk 403 abgestützt, d. h. er stützt sich über eine einzige Federstufe 404 auf den Radlagern 405 und über eine einzige Federstufe 406 auf den Radlagern eines zweiten Radsatzes 407 ab.

[0085] Wie der Figur 4 zu entnehmen ist, besteht der Unterschied zu der Ausführung aus Figur 3 darin, dass die um die Hochachse (z- Achse) schwenkbare Anlenkung des ersten Querträgers 408.1 und des zweiten Querträgers 408.7 am Wagenkasten über die Koppereinrichtung 410 erfolgt, welche den ersten Querträger 408.1 und den zweiten Querträger 408.7 miteinander koppelt.

[0086] Hierzu sitzt ein Koppелеlement 410.3 um die Hochachse (z- Achse) schwenkbar auf einem am Wagenkasten befestigten Drehzapfen 408.2. Das Koppелеlement 410.3 ist einerseits mit dem ersten Querträger 408.1 und andererseits mit dem zweiten Querträger 408.7 verbunden. Da die beiden Querträger 408.1, 408.7 wiederum über Längslenker 408.3 bis 408.6 mit den beiden Radsätzen 405, 407 verbunden sind, kann das Koppелеlement 410.3 starr mit den beiden Querträgern verbunden sein, sodass den beiden Radsätzen eine gleichläufige Wendebeziehung aufgeprägt wird.

[0087] Im gezeigten Beispiel ist das Koppелеlement 410.3 jedoch über ein erstes Koppelgelenk 410.4 um die Hochachse (z-Achse) schwenkbar mit dem ersten Querträger 408.1 verbunden. Hierdurch ist es möglich, dass die beiden Querträger 408.1, 408.7 gegenläufige oder zumindest unterschiedliche Wendebeziehungen ausführen. Es versteht sich sicher bei, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch vorgesehen sein kann, dass das erste Koppelgelenk 410.4 mit dem Drehzapfen 408.2 zusammenfällt, mithin also beide Querträger 408.1, 408.7 schwenkbar an dem Drehzapfen 408.2 angelenkt sind.

[0088] Eine Koppelfeder 410.1 der Koppereinrichtung 410 setzt wiederum einer gegenseitigen Auslenkung der Querträger 408.1 und 408.7 aus der in Figur 5 dargestellten Neutralstellung eine elastische Rückstellkraft entgegen. Hierdurch ist beispielsweise beim Durchfahren von Gleisbögen eine zumindest annähernd bogenradiale Einstellung der Radsätze 405, 407 gegen die Rückstellkraft der Koppelfeder 410.1 möglich, während die Koppelfeder 410.1 im geraden Gleisabschnitt eine unter fahrdynamischen Gesichtspunkten vorteilhafte Rückstellung der Radsätze 405, 407 in die Neutralstellung bewirkt. Der Dämpfer 410.2 bedämpft dabei die Relativbewegungen zwischen den beiden Querträger 408.1 und 408.7 und trägt so in vorteilhafter Weise zur Verbesserung der Laufeigenschaften im geraden Gleis bei. Es versteht sich jedoch, dass die Koppelfeder 410.1 und/oder der Dämpfer 410.2 bei anderen erfindungsgemäßen Fahrzeugen, insbesondere Fahrzeugen, die für geringere Fahrgeschwindigkeiten gedacht sind, auch

fehlen kann.

[0089] Weiterhin versteht es sich, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch vorgesehen sein kann, dass die beiden Querträger nicht über die Längslenker 408.2 bis 408.6 sondern (wie schon oben im Zusammenhang mit dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben) direkt, insbesondere im Wesentlichen starr, an den Radsätzen 405, 407 angebunden sein können. In diesem Fall kann neben dem ersten Koppelgelenk 410.4 ein zweites Koppelgelenk vorgesehen sein (in Figur 5 durch die gestrichelte Kontur 410.5 angedeutet), über das das Koppellement 410.3 mit dem zweiten Querträger 408.7 verbunden ist. In diesem Fall sind das erste und zweite Koppelgelenk 410.4, 410.5 so gestaltet, dass sie ein Einfedern der Federstufen 404, 406 ermöglichen. Hierzu kann das zweite Koppelgelenk 410.5 beispielsweise (wie in Figur 5 dargestellt) eine Schwenkachse aufweisen, die (in der dargestellten Neutralstellung) parallel zur Querachse 402.2 verläuft. Ebenso kann auch vorgesehen sein, dass das erste Koppelgelenk 410.4 und das zweite Koppelgelenk 410.5 identisch ausgebildet sind. Mithin kann also zu beiden Seiten des Drehzapfens 408.2 jeweils ein Koppelgelenk nach Art des ersten Koppelgelenks 410.4 oder jemals ein Koppelgelenk nach Art des zweiten Koppelgelenks 410.5 vorgesehen sein.

[0090] Hierbei versteht es sich, dass die jeweiligen Schwenkachsen der Koppelgelenke 410.4, 410.5 natürlich nicht über physische Schwenkachsen zur Verfügung gestellt sein müssen. Vielmehr können die Schwenkachsen wiederum durch eine entsprechende Elastizität des betreffenden Gelenkkörpers (Elastomerelement, Gummischichtfeder etc.) realisiert sein.

[0091] Eine Querbeweglichkeit (in Richtung der Querachse 402.2) und/oder Nickbeweglichkeit (um die Querachse 402.2) der gesamten Anordnung aus den Querträgern 408.1, 408.7 und den zugehörigen Radsätzen 405, 407 kann im Übrigen durch eine entsprechende Gestaltung der Drehzapfenanordnung mit dem Drehzapfen 408.2 erzielt werden, beispielsweise eine entsprechende Elastizität der Drehzapfenanordnung und/oder ein entsprechendes Spiel innerhalb der Drehzapfenanordnung (z. B. in einem Langloch im geführten Drehzapfen).

[0092] Die Wendeeinrichtung 408 bewirkt zum einen, dass dem jeweiligen Radsatz 405, 407 bei einer Auslenkung eines der Räder eines der Radsätze 405, 407 in Richtung der Längsachse 402.1 eine definierte Wendebewegung um eine (im dargestellten Ruhezustand) zur Hochachse des Wagenkastens parallele Wendechse aufgeprägt wird, was beim Durchfahren von Gleisbögen im Hinblick auf die Reduktion des Anlaufwinkels der Radkränze an der Schiene und damit den Verschleiß von Rad und Schiene sowie die Geräuschentwicklung von Vorteil ist.

[0093] Wie in Figur 5 durch die gestrichelten Konturen 409 angedeutet, können in das Fahrwerk 403 wiederum Antriebsmotoreinheiten integriert sein. Insbesondere können diese mit dem zugehörigen Querträger 408.1, 408.7 gekoppelt sein, wobei bei einer starren Kopplung

zwischen der Antriebsmotoreinheit 409 und dem jeweiligen Querträger 408.1, 408.7 dann natürlich eine im Wesentlichen starre Kopplung zwischen den Querträger 408.1, 408.7 und dem zugehörigen Radsatz 405, 407 vorliegt und vorzugsweise eine der oben für diesen Fall geschilderten Gestaltungsvarianten der Koppereinrichtung 410 gewählt wird. In diesem Fall ist weiterhin bevorzugt vorgesehen, dass der jeweilige Querträger 408.1, 408.7 über eine Drehmomentstütze in Form eines Motorpendels 409.2 an dem Wagenkasten abgestützt ist.

Fünftes Ausführungsbeispiel

[0094] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 6 bis 8 ein fünftes Schienenfahrzeug in Form einer Lokomotive 501 beschrieben. Die Figur 6 zeigt die Lokomotive 501 dabei in einer der Figur 2 ähnlichen, schematischen Ansicht. Die Lokomotive 501 entspricht in ihrer grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise weit gehend der Lokomotive 101 aus den Figuren 1 und 2, sodass hier weit gehend auf die obigen Ausführungen verwiesen wird und lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Insbesondere sind identische oder ähnliche Komponenten mit um den Wert 300 erhöhten Bezugszeichen versehen.

[0095] Der Wagenkasten (nicht dargestellt) ist auch bei der Lokomotive 501 über eine einstufige Federung direkt auf einem ersten Fahrwerk 503 abgestützt, d. h. er stützt sich über eine einzige Federstufe 504 auf den Radlagern 505 und über eine einzige Federstufe 506 auf den Radlagern eines zweiten Radsatzes 507 ab.

[0096] Wie der Figur 6 zu entnehmen ist, besteht ein wesentlicher Unterschied zu der Ausführung aus Figur 1 darin, dass die mit den Radsätzen 505, 507 und dem Wagenkasten verbundene, zwischen den Radsätzen 505, 507 angeordnete Wendeeinrichtung 508 lediglich zwei Wendeeinheiten 508.9, 508.10 umfasst, die auf beiden Seiten des Fahrwerks 503 angeordnet sind und über den zweiten Radsatz 507 als Koppereinheit gekoppelt sind.

[0097] Die erste Wendeeinheit 508.9 umfasst einen ersten Winkelhebel 508.11 mit einem ersten freien Hebelende und einem zweiten freien Hebelende, während die zweite Wendeeinheit 508.10 einen zweiten Winkelhebel 508.12 mit einem dritten freien Hebelende und einem vierten freien Hebelende umfasst. Der jeweilige Winkelhebel 508.11, 508.12 ist zwischen seinen freien Hebelenden um eine quer zur Längsachse 502.1 verlaufende Schwenkachse schwenkbar am Wagenkasten angelenkt. Im vorliegenden Beispiel verläuft diese Schwenkachse (in der dargestellten Neutralstellung) jeweils parallel zur Hochachse (z-Achse).

[0098] Das erste Hebelende des ersten Winkelhebels 508.11 ist über den ersten Längslenker bzw. Verbindungslenker 508.3 an den ersten Radsatz 505 angelenkt, während das dritte Hebelende des zweiten Winkelhebels 508.12 über den zweiten Längslenker bzw. Verbindungs-

lenker 508.5 an dem ersten Radsatz 505 angelenkt ist. Das zweite Hebelende des ersten Winkelhebels 508.11 und das vierte Hebelende des zweiten Winkelhebels 508.12 sind an dem zweiten Radsatz 507 angelenkt, mithin also über den zweiten Radsatz 507 als Koppereinheit miteinander verbunden. Hierdurch wird eine besonders einfache, kleine bauende Gestaltung mit wenigen, robusten Komponenten erzielt.

[0099] Die Längslenker 508.3 und 508.5 sind jeweils in hinlänglich bekannter Weise über elastische Elemente an dem jeweiligen Winkelhebel 508.11, 508.12 bzw. dem ersten Radsatz 505 angebunden. Die Längslenker 508.3 bis 508.6 sind weiterhin jeweils in einer Ebene angeordnet, die (im dargestellten Ruhezustand) parallel zur Längsmittenebene des Wagenkastens 502, mithin also senkrecht zur Querachse 508.2 des Wagenkastens verläuft. Daher erlauben sie unter anderem sowohl eine Relativbewegung des ersten Radsatzes 505 bezüglich des Wagenkastens in Richtung der Querachse 502.2 und der Hochachse 502.3 des Wagenkastens.

[0100] Weiterhin liegen der Schwenkpunkt des jeweiligen Winkelhebels 508.11, 508.12 und sein Anlenkpunkt an dem zweiten Radsatz 507 im dargestellten Ruhezustand bzw. der dargestellten Neutralstellung in einer zur Querachse 508.2 des Wagenkastens senkrechten Ebene. Demgemäß bilden die beiden Winkelhebel 508.11, 508.12 eine Querführung des zweiten Radsatzes 507, welche eine Relativbewegung des zweiten Radsatzes 507 bezüglich des Wagenkastens 502 in Richtung der Querachse 502.2 und der Hochachse 502.3 des Wagenkastens 502.

[0101] Die Wendeeinrichtung 508 bewirkt zum einen, dass dem ersten Radsatz 505 bei einer Auslenkung eines seiner Räder in Richtung der Längsachse 502.1 eine definierte Wendebewegung um eine (im dargestellten Ruhezustand) zur Hochachse des Wagenkastens parallele Wendeachse aufgeprägt wird. Der zweite Radsatz 507 wird dabei in Richtung der Querachse 502.2 verschoben. Beides ist beim Durchfahren von Gleisbögen im Hinblick auf die Reduktion des Anlaufwinkels der Radkränze an der Schiene und damit den Verschleiß von Rad und Schiene sowie die Geräuschentwicklung von Vorteil.

[0102] Hierbei versteht es sich, dass durch eine Neigung der Ebene, in welcher der Schwenkpunkt des jeweiligen Winkelhebels 508.11, 508.12 und sein Anlenkpunkt an dem zweiten Radsatz 507 liegen, (in der Neutralstellung) zur Querachse 508.2 des Wagenkastens erreicht werden kann, dass der zweite Radsatz ebenfalls eine Wendebewegung um eine Hochachse ausführt. Werden beispielsweise, wie in Figur 6 durch die gestrichelte Kontur 508.13 angedeutet, die Schwenkpunkte der Winkelhebel 508.11, 508.12 bezüglich des Anlenkpunkts an dem zweiten Radsatz 507 weiter nach innen in Richtung der Längsmittenebene versetzt, führen die beiden Radsätze 505, 507 (mit einer gewissen durch den Versatz beeinflussbaren Übersetzung) eine gleichlaufende Wendebewegung aus.

[0103] Werden die Schwenkpunkte der Winkelhebel 508.11, 508.12 jedoch weiter nach außen versetzt, kommt es zu einer gegenläufigen Wendebewegung der Radsätze 505, 507

5 **[0104]** Zum anderen wird über die Wendeeinrichtung über wenige Bauteile auf kurzer Strecke eine definierte Krafteinleitung von den Radsätzen 505, 507 in den Wagenkasten 502 erzielt. Dies ist insofern günstig als eine besonders kompakte Konstruktion mit wenigen, einfach gestalteten Bauteilen erzielt wird, welche im Fahrwerk 503 ausreichend Raum für weitere Komponenten, wie beispielsweise Antriebsmotoreinheiten hoher Leistung (wie sie in Figur 6 durch die gestrichelte Kontur 509 angedeutet sind), Bremsen (aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 6 nicht dargestellt) etc. zur Verfügung stellt. Insbesondere durch die Nutzung des zweiten Radsatzes 507 als Koppereinheit zwischen den beiden Wendeeinheiten 508.9 und 508.10 ergibt sich eine weitere Bauraumeinsparung. Insbesondere bei Lokomotiven, bei denen eine hohe Antriebsleistung erforderlich ist, ist dies von besonderem Vorteil. Es versteht sich jedoch, dass diese Gestaltung natürlich auch bei einem Fahrwerk ohne fahrwerksinterne Antriebsmotoren zum Einsatz kommen kann.

25 **[0105]** Die Figur 7 zeigt Alternativen der Koppereinheit zwischen den beiden Wendeeinheiten 508.9, 508.10. So kann zum einen eine separate Koppelstange vorgesehen sein, wie dies in Figur 7 durch die gestrichelte Kontur 508.14 angedeutet ist. Ebenso kann aber auch eine hydraulische Koppereinheit 508.15 vorgesehen sein, bei der ein freies Hebelende der jeweiligen Hebels 508.11, 508.12 (der dann, wie Figur 7 zu entnehmen ist, nicht notwendigerweise ein Winkelhebel sein muss) auf einen Hydraulikzylinder 508.16, 508.17 wirkt, deren Arbeitsräume entsprechend hydraulisch gekoppelt sind.

35 **[0106]** Hierbei versteht es sich weiterhin, dass bei anderen Varianten die Längslenker 508.3, 508.5 und die Hebel 508.11, 508.12 auch fehlen können und die hydraulisch gekoppelten Hydraulikzylinder 508.16, 508.17 (wie in Figur 7 durch die gestrichelte Kontur 508.22 angedeutet) einerseits direkt am Wagenkasten und andererseits direkt an dem zugehörigen Radsatzlager 505.1, 505.2 angreifen können. Hierdurch kann eine besonders kompakte Gestaltung erzielt werden.

45 **[0107]** Die Figur 8 zeigt die vierachsige Lokomotive 501, deren Wagenkasten 502 auf zwei identischen Fahrwerken 503 abgestützt ist, wie sie in Figur 6 dargestellt sind. Die beiden Fahrwerke 503 sind (in der dargestellten Neutralstellung) symmetrisch zu einer zur Längsachse 502.1 senkrechten Quermittenebene des Wagenkastens 502 angeordnet. Beim Durchfahren von Gleisbögen erfahren die beiden äußeren, den Fahrzeugenden nächstgelegenen Radsätze jeweils eine Wendebewegung, während die beiden mittleren Radsätze lediglich eine Verschiebung in Richtung der Querachse 502.2 erfahren. Dies im Hinblick auf die Reduktion des Anlaufwinkels der Radkränze an der Schiene und damit den Verschleiß von Rad und Schiene sowie die Geräusch-

entwicklung von Vorteil.

Sechstes Ausführungsbeispiel

[0108] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 9 und 10 ein sechstes Schienenfahrzeug in Form einer Lokomotive 601 beschrieben. Die Figuren 9 bzw. 10 zeigen die Lokomotive 601 dabei in einer der Figur 1 bzw. 2 ähnlichen, schematischen Ansicht. Die Lokomotive 601 entspricht in ihrer grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise weit gehend der Lokomotive 101 aus den Figuren 1 und 2, sodass hier weit gehend auf die obigen Ausführungen verwiesen wird und lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Insbesondere sind identische oder ähnliche Komponenten mit um den Wert 500 erhöhten Bezugszeichen versehen.

[0109] Der Wagenkasten 602 ist auch bei der Lokomotive 601 über eine einstufige Federung direkt auf einem ersten Fahrwerk 603 abgestützt, d. h. er stützt sich über eine einzige Federstufe 604 auf den Radlagern 605 und über eine einzige Federstufe 606 auf den Radlagern eines zweiten Radsatzes 607 ab.

[0110] Wie der Figur 9 und 10 zu entnehmen ist, besteht ein wesentlicher Unterschied zu der Ausführung aus Figur 1 darin, dass die mit den Radsätzen 605, 607 und dem Wagenkasten verbundene, zwischen den Radsätzen 605, 607 angeordnete Wendeeinrichtung 608 eine Wendeeinheit 608.18 mit einer Koppelwelle 608.19, einem ersten Koppelhebel 608.20 und einem zweiten Koppelhebel 608.21 auf.

[0111] Die Koppelwelle 608.19 weist eine Längsachse auf, die sich in Richtung der Querachse 602.2 des Wagenkastens 602 erstreckt. Die Koppelwelle 608.19 ist um eine zur Querachse 602.2 des Wagenkastens 602 parallele Drehachse drehbar am Wagenkasten 602 gelagert. Der erste Koppelhebel 608.20 ist drehfest auf einem ersten Ende der Koppelwelle 608.19 angeordnet und an dem ersten Radsatz 605 über einen Längslenker bzw. Koppellenker 608.3 angelenkt sowie an dem zweiten Radsatz 607 über einen Längslenker bzw. Koppellenker 608.4 angelenkt. Der zweite Koppelhebel 608.21 ist drehfest auf dem anderen, zweiten Ende der Koppelwelle 608.19 angeordnet und an den ersten Radsatz 605 einen Längslenker bzw. Koppellenker 608.5 angelenkt sowie an dem zweiten Radsatz 607 über einen Längslenker bzw. Koppellenker 608.6 angelenkt.

[0112] Der erste Koppelhebel 608.20 und der zweite Koppelhebel 608.21 sind bezüglich der Längsachse der Koppelwelle 608.19 um 180° zueinander verdreht angeordnet, wobei der erste Koppelhebel 608.20 in der gezeigten Neutralstellung nach in Richtung der Hochachse 602.3 des Wagenkastens nach oben weist. Hierdurch wird erreicht, dass dem ersten Radsatz 605 und dem zweiten Radsatz 607 bei einer Auslenkung eines ihrer Räder in Richtung der Längsachse 602.1 des Wagenkastens 602 eine (im vorliegenden Beispiel gleichläufige) Wendebewegung um eine in Richtung der Hochachse 602.3 verlaufende Wendeachse aufgeprägt wird. Durch

die Nutzung der eine Torsionswelle darstellenden Koppelwelle 608.19 kann eine besonders Platz sparende Konfiguration erzielt werden, da sich die Koppelwelle 608.19 nur um ihre Längsachse drehen können muss, sodass für die Durchführung der Koppelwelle 608.19 von der einen Fahrzeugseite zur anderen Fahrzeugseite nur wenig Bauraum erforderlich ist.

[0113] Der erste Koppelhebel 608.20 und der zweite Koppelhebel 608.21 können grundsätzlich um einen beliebigen geeigneten Winkel zueinander verdreht sein, solange sichergestellt ist, dass den Radsätzen 605, 607 bei einer Drehung der Koppelwelle 608.19 noch eine entsprechende Wendebewegung aufgeprägt wird.

[0114] Über den jeweiligen Abstand zwischen der Drehachse der Koppelwelle 608.19 und den der Anlenkpunkten der Koppellenker 608.3, 608.5 zum ersten Radsatz 605 bzw. der Koppellenker 608.4, 608.6 zum zweiten Radsatz 607 ist in einfacher Weise eine nahezu frei wählbare Übersetzung zwischen der Wendebewegung des ersten Radsatzes 605 und des zweiten Radsatzes 607 möglich. Insbesondere ist es auch möglich, sofern die Anlenkpunkte der Koppellenker 608.3, 608.5 zum ersten Radsatz 605 und die Anlenkpunkte der Koppellenker 608.4, 608.6 zum zweiten Radsatz 607 auf unterschiedlichen Seiten bezüglich der Drehachse der Koppelwelle 608.19 angeordnet sind, eine gegenläufige Wendebewegung der beiden Radsätze 605, 607 zu erzielen.

[0115] Die Koppellenker 608.3 bis 608.6 sind jeweils in hinlänglich bekannter Weise über elastische Elemente an dem jeweiligen Koppelhebel 608.20, 608.21 bzw. dem betreffenden Radsatz 605, 607 angebunden. Die Längslenker 608.3 bis 608.6 sind weiterhin jeweils in einer Ebene angeordnet, die (im dargestellten Ruhezustand) parallel zur Längsmittenebene des Wagenkastens 602, mithin also senkrecht zur Querachse 608.2 des Wagenkastens verläuft. Daher erlauben sie unter anderem sowohl eine Relativbewegung der Radsätze 605, 607 bezüglich des Wagenkastens in Richtung der Querachse 602.2 und der Hochachse 602.3 des Wagenkastens.

[0116] Die Wendeeinrichtung 608 bewirkt wie erwähnt zum einen, dass den Radsätzen 605, 607 bei einer Auslenkung eines ihrer Räder in Richtung der Längsachse 602.1 eine definierte Wendebewegung um eine (im dargestellten Ruhezustand) zur Hochachse des Wagenkastens parallele Wendeachse aufgeprägt wird. Dies ist beim Durchfahren von Gleisbögen im Hinblick auf die Reduktion des Anlaufwinkels der Radkränze an der Schiene und damit den Verschleiß von Rad und Schiene sowie die Geräuschentwicklung von Vorteil.

[0117] Zum anderen wird über die Wendeeinrichtung über wenige Bauteile auf kurzer Strecke eine definierte Krafteinleitung von den Radsätzen 605, 607 in den Wagenkasten 602 erzielt. Dies ist insofern günstig als eine besonders kompakte Konstruktion mit wenigen, einfach gestalteten Bauteilen erzielt wird, welche im Fahrwerk 603 ausreichend Raum für weitere Komponenten, wie beispielsweise Antriebsmotoreinheiten 609 hoher Leistung, Bremsen (aus Gründen der Übersichtlichkeit in Fi-

gur 6 nicht dargestellt) etc. zur Verfügung stellt. Insbesondere bei Lokomotiven, bei denen eine hohe Antriebsleistung erforderlich ist, ist dies von besonderem Vorteil. Es versteht sich jedoch, dass diese Gestaltung natürlich auch bei einem Fahrwerk ohne fahrwerksinterne Antriebsmotoren zum Einsatz kommen kann.

[0118] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend ausschließlich anhand von Beispielen einer Lokomotive beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung jedoch auch bei beliebigen anderen Schienenfahrzeugen zur Anwendung kommen kann.

Patentansprüche

1. Schienenfahrzeug mit

- einem Wagenkasten (102; 202; 402) und
- einem ersten Fahrwerk (103; 203; 403), das wenigstens eine erste Radeinheit (105; 205; 405) mit zwei drehzahlgekoppelten Rädern und eine zweite Radeinheit (107; 207; 407) mit zwei drehzahlgekoppelten Rädern aufweist, wobei
- der Wagenkasten (102; 202; 402) eine Längsachse (102.1; 202.1; 402.1), eine Querachse (102.2; 202.2; 402.2) und eine Hochachse (102.3; 202.3; 402.3) aufweist,
- der Wagenkasten (102; 202; 402) jeweils über eine Federstufe (104; 204; 404) direkt auf der ersten Radeinheit (105; 205; 405) und direkt auf der zweiten Radeinheit (107; 207; 407) abgestützt ist, und
- die erste Radeinheit (105; 205; 405) über eine Wendeeinrichtung (108; 208; 408) an dem Wagenkasten (102; 202; 402) angelenkt ist, wobei
- die Wendeeinrichtung (108; 208; 408) derart ausgebildet ist, dass sie der ersten Radeinheit (105; 205; 405) bei einer Auslenkung eines Rades der ersten Radeinheit (105; 205; 405) in Richtung der Längsachse (102.1; 202.1; 402.1) des Wagenkastens (102; 202; 402) eine Wendebewegung um eine in Richtung der Hochachse (102.3; 202.3; 402.3) des Wagenkastens (102; 202; 402) verlaufende Wendeachse aufprägt, und
- die Wendeeinrichtung (108; 208; 408) derart mit der zweiten Radeinheit (107; 207; 407) verbunden ist, dass sie der zweiten Radeinheit (107; 207; 407) bei einer Auslenkung eines Rades der zweiten Radeinheit (107; 207; 407) in Richtung der Längsachse (102.1; 202.1; 402.1) des Wagenkastens (102; 202; 402) eine Wendebewegung um eine Hochachse aufprägt, wobei
- die Wendeeinrichtung (108; 208; 408) derart ausgebildet ist, dass sie der ersten Radeinheit (105; 205; 405) und der zweiten Radeinheit (107; 207; 407) gleichläufige Wendebewegun-

gen aufprägt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Wendeeinrichtung (108; 208; 408) wenigstens einen ersten Querträger (108.1; 208.1; 408.1) aufweist, wobei
- der erste Querträger (108.1; 208.1; 408.1) sich in Querrichtung des Wagenkastens (102; 202; 402) erstreckt,
- der erste Querträger (108.1; 208.1; 408.1) ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende liegenden Mittenabschnitt aufweist,
- der erste Querträger (108.1; 208.1; 408.1) zum Erzeugen der Wendebewegung der ersten Radeinheit (105; 205; 405) in seinem Mittenabschnitt um eine in Richtung der Hochachse (102.3; 202.3; 402.3) verlaufende Schwenkachse schwenkbar an dem Wagenkasten (102; 202; 402) angelenkt ist und
- der erste Querträger (108.1; 208.1; 408.1) an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der ersten Radeinheit (105; 205; 405) gekoppelt ist, wobei
- der erste Querträger (108.1; 208.1; 408.1) an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der ersten Radeinheit (105; 205; 405) über jeweils eine erste Lenkereinrichtung (108.3, 108.5; 208.3, 208.5; 408.3, 408.5) gekoppelt ist.

2. Schienenfahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die erste Radeinheit (105; 205; 405) als Radsatz mit einer die beiden Räder verbindenden Radsatzwelle ausgebildet ist und/oder
- die erste Radeinheit (105; 205; 405) außen liegende Radlager aufweist und die Wendeeinrichtung (108; 208; 408) an den Radlagern angelenkt ist.

3. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die zweite Radeinheit (107; 207; 407) ein Radsatz ist.

4. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die jeweilige erste Lenkereinrichtung (108.3, 108.5; 208.3, 208.5; 408.3, 408.5) einen ersten Längslenker umfasst, der im unbelasteten Zustand des Fahrwerks in einer Ebene verläuft, die parallel zur Längsmittenebene des Fahrzeugs verläuft.

5. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der erste Querträger (108.1) an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit (107) gekoppelt ist, wobei 5
- insbesondere der erste Querträger (108.1) an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit (107) über jeweils eine zweite Lenkereinrichtung (108.4, 108.6) gekoppelt ist, wobei die jeweilige zweite Lenkereinrichtung (108.4, 108.6) insbesondere einen zweiten Längslenker umfasst, der im unbelasteten Zustand des Fahrwerks in einer Ebene verläuft, die parallel zur Längsmittenebene des Fahrzeugs verläuft. 10 15

6. Schienenfahrzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Wendeeinrichtung (208; 408) wenigstens einen zweiten Querträger (208.7; 408.7) aufweist, wobei 20
- der zweite Querträger (208.7; 408.7) sich in Querrichtung des Wagenkastens (202; 402) erstreckt, 25
- der zweite Querträger (208.7; 408.7) ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende liegenden Mittenabschnitt aufweist, 30
- der zweite Querträger (208.7; 408.7) in seinem Mittenabschnitt um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Schwenkachse schwenkbar an dem Wagenkasten (202; 402) angelenkt ist und 35
- der zweite Querträger (208.7; 408.7) an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit (207; 407) gekoppelt ist, wobei 40
- insbesondere der zweite Querträger (208.7; 408.7) an seinem ersten Ende und seinem zweiten Ende mit der zweiten Radeinheit (207; 407) über jeweils eine Lenkereinrichtung (208.4, 208.6; 408.4, 408.6) gekoppelt ist, wobei die jeweilige Lenkereinrichtung (208.4, 208.6; 408.4, 408.6) insbesondere einen Längslenker umfasst, der im unbelasteten Zustand des ersten Fahrwerks in einer Ebene verläuft, die parallel zur Längsmittenebene des Fahrzeugs verläuft. 45 50

7. Schienenfahrzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Querträger (208.1; 408.1) und der zweite Querträger (208.7; 408.7) über eine Koppereinrichtung (210; 410) miteinander gekoppelt sind, wobei 55

- insbesondere der erste Querträger (208.1; 408.1) und der zweite Querträger (208.7; 408.7)

im unbelasteten Zustand des ersten Fahrwerks (203; 403) eine Neutralstellung aufweisen und die Koppereinrichtung (210; 410) wenigstens eine Koppelfedereinrichtung (210.1; 410.1) umfasst, wobei die Koppelfedereinrichtung (210.1; 410.1) derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, dass sie einer Auslenkung des ersten Querträgers (208.1; 408.1) und des zweiten Querträgers (208.7; 408.7) aus der Neutralstellung eine elastische Rückstellkraft entgegensetzt, und/oder

- insbesondere die Koppereinrichtung (410) über einen Drehzapfen um eine in Richtung der Hochachse (402.3) verlaufende Schwenkachse schwenkbar an dem Wagenkasten (402) angelenkt ist, wobei

- die Koppereinrichtung (210; 410) insbesondere zumindest um eine in Richtung der Hochachse (202.3; 402.3) verlaufende Achse im Wesentlichen starr mit dem ersten Querträger (208.1; 408.1) verbunden ist, insbesondere einstückig mit dem ersten Querträger (208.1; 408.1) ausgebildet ist und/oder
- die Koppereinrichtung (210; 410) insbesondere um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Achse schwenkbar mit dem zweiten Querträger (208.7; 408.7) verbunden ist oder
- die Koppereinrichtung (210; 410) insbesondere zumindest um eine in Richtung der Hochachse verlaufende Achse im Wesentlichen starr mit dem zweiten Querträger (208.7; 408.7) verbunden ist, insbesondere einstückig mit dem zweiten Querträger (208.7; 408.7) ausgebildet ist.

8. Schienenfahrzeug nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Querträger (208.1) und/oder der zweite Querträger (208.7) eine abgewinkelte Gestaltung mit einem in Richtung der zugehörigen Radeinheit (205, 207) weisenden ersten und zweiten Ende aufweist.

9. Schienenfahrzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine an der ersten Radeinheit abgestützte erste Antriebsmotoreinheit (209; 309; 409) vorgesehen ist und

- der erste Querträger (208.1; 408.1) im Wesentlichen starr mit der ersten Antriebsmotoreinheit (209; 409) verbunden ist, insbesondere ein integraler Bestandteil der ersten Antriebsmotoreinheit (209; 409) ist, und/oder
- die erste Antriebsmotoreinheit (109; 209; 409)

- über eine erste Stützeinrichtung, insbesondere wenigstens eine erste Drehmomentstütze, an dem Wagenkasten (102; 202; 402) abgestützt ist, wobei
- die erste Stützeinrichtung insbesondere auf der der ersten Antriebsmotoreinheit abgewandten Seite des ersten Querträgers angeordnet ist.
10. Schienenfahrzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine an der zweiten Radeinheit abgestützte zweite Antriebsmotoreinheit (109; 209; 409) vorgesehen ist und
- der zweite Querträger (208.7; 408.7) im Wesentlichen starr mit der zweiten Antriebsmotoreinheit (209; 409) verbunden ist, insbesondere ein integraler Bestandteil der zweiten Antriebsmotoreinheit (209; 409) ist, und/oder
 - die zweite Antriebsmotoreinheit (109; 209; 409) über eine zweite Stützeinrichtung, insbesondere wenigstens eine zweite Drehmomentstütze, an dem Wagenkasten (102; 202; 402) abgestützt ist, wobei
 - die zweite Stützeinrichtung insbesondere auf der der zweiten Antriebsmotoreinheit abgewandten Seite des zweiten Querträgers angeordnet ist.
11. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- ein zweites Fahrwerk (503) vorgesehen ist, welches bezüglich einer Längsachse des Wagenkastens (502) senkrechten Querebene des Wagenkastens (502) im Wesentlichen symmetrisch zum ersten Fahrwerk (503) ausgebildet und angeordnet ist, und/oder
 - wenigstens eine der Federstufen (104, 106; 604, 606) über welche Wagenkasten (102; 602) direkt auf einer Radeinheit (105, 107; 605, 607) abgestützt ist, über eine Kippschiene (104.1, 106.1; 604.1, 606.1) mit dem Wagenkasten (102; 602) verbunden ist, und/oder
 - es nach Art einer Lokomotive ausgebildet ist.

Claims

1. Rail vehicle with

- a car body (102; 202; 402); and
- a first running gear (103; 203; 403) comprising at least a first wheel unit (105; 205; 405) having two speed-coupled wheels and a second wheel unit (107; 207; 407) having two speed-coupled

wheels;

- the car body (102; 202; 402) having a longitudinal axis (102.1; 202.1; 402.1), a transverse axis (102.2; 202.2; 402.2), and a height axis (102.3; 202.3; 402.3)
- the car body (102; 202; 402) being supported directly on the first wheel unit (105; 205; 405) and directly on the second wheel unit (107; 207; 407) via a spring stage (104; 204; 404); and
- the first wheel unit (105; 205; 405) is articulated to the car body (102; 202; 402) by means of a turning device (108; 208; 408); wherein
- the turning device (108; 208; 408) is configured such that it imposes, upon a deflection of a wheel of the first wheel unit (105; 205; 405) in the direction of the longitudinal axis (102.1; 202.1; 402.1) of the wagon body (102; 202; 402), a turning motion on the first wheel unit (105; 205; 405) about a turning axis extending in the direction of the height axis (102.3; 202.3; 402.3) of the wagon body (102; 202; 402), and
- the turning device (108; 208; 408) is connected to the second wheel unit (107; 207; 407) such that it imposes, upon a deflection of a wheel of the second wheel unit (107; 207; 407) in the direction of the longitudinal axis (102.1; 202.1; 402.1) of the wagon body (102; 202; 402), a turning motion on the second wheel unit (107; 207; 407) about a height axis, wherein
- the turning device (108; 208; 408) is designed such that it imposes concurrent turning movements on the first wheel unit (105; 205; 405) and the second wheel unit (107; 207; 407),

characterized in that

- the turning device (108; 208; 408) has at least a first transverse beam (108.1; 208.1; 408.1);
- the first transverse beam (108.1, 208.1, 408.1) extends in the transverse direction of the wagon body (102; 202; 402),
- the first transverse beam (108.1; 208.1; 408.1) has a first end, a second end, and a middle portion lying between the first end and the second end,
- the first transverse beam (108.1; 208.1; 408.1), for generating the turning motion of the first wheel unit (105; 205; 405), is articulated, in its middle portion, to the vehicle body (102; 202; 402) to be pivotable about a pivot axis extending in the direction of the height axis, and
- the first transverse beam (108.1; 208.1; 408.1) is coupled at its first end and at its second end to the first wheel unit (105; 205; 405), wherein
- the first transverse beam (108.1; 208.1; 408.1) is coupled, at its first end and its second end, to the first wheel unit (105; 205; 405) via a respective first link device (108.3, 108.5, 208.3, 208.5,

- 408.3, 408.5).
2. Rail vehicle according to claim 1, **characterized in that**
 - the first wheel unit (105; 205; 405) is designed as a wheel set with a wheel set shaft connecting the two wheels and/or
 - the first wheel unit (105; 205; 405) has external wheel bearings and the turning device (108; 208; 408) is articulated to the wheel bearings.
 3. Rail vehicle according to one of the preceding claims, **characterized in that**
 - the second wheel unit (107; 207; 407) is a wheel set,
 4. The rail vehicle as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that**
 - the respective first link device (108.3, 108.5, 208.3, 208.5, 408.3, 408.5) comprises a first longitudinal link which, in the unloaded condition of the running gear, extends in a plane parallel to the longitudinal center plane of the vehicle.
 5. Rail vehicle according to one of the preceding claims, **characterized in that**
 - the first transverse beam (108.1) is coupled, at its first end and its second end, to the second wheel unit (107),
 - the first transverse beam (108.1), in particular, being coupled, at its first end and its second end, to the second wheel unit (107) via a respective second link device (108.4, 108.6), the respective second link device (108.4, 108.6), in particular, comprises a second longitudinal link which, in the unloaded condition of the running gear, extends in a plane parallel to the longitudinal center plane of the vehicle.
 6. The rail vehicle according to claim 4, **characterized in that**
 - the turning device (208; 408) has at least one second transverse beam (208.7; 408.7), wherein
 - the second transverse beam (208.7; 408.7) extends in the transverse direction of the car body (202; 402)
 - the second transverse beam (208.7; 408.7) has a first end, a second end, and a middle portion lying between the first end and the second end;
 - the second transverse beam (208.7; 408.7) is articulated, in its middle portion, to the vehicle

body (202; 402) to be pivotable about a pivot axis extending in the direction of the height axis, and

- the second transverse beam (208.7; 408.7) is coupled at its first end and at its second end to the second wheel unit (207; 407), wherein
- (208.4, 208.6; 408.4, 408.6) is coupled at its first end and its second end to the second wheel unit via a respective link device (208.4, 208.6; 408.4, 408.6), the respective link device (208.4, 208.6, 408.4, 408.6) comprises, in particular, a longitudinal guide which, in the unloaded state of the first running gear, runs in a plane running parallel to the longitudinal center plane of the vehicle.
- the second transverse beam (208.7; 408.7), in particular, being coupled, at its first end and its second end, to the second wheel unit (207; 407) via a respective link device (208.4, 208.6, 408.4, 408.6), the respective link device (208.4, 208.6, 408.4, 408.6), in particular, comprises a longitudinal link which, in the unloaded condition of the running gear, extends in a plane parallel to the longitudinal center plane of the vehicle.

7. The rail vehicle according to claim 6, **characterized in that** the first transverse beam (208.1; 408.1) and the second transverse beam (208.7; 408.7) are coupled to one another via a coupling device (210; 410),
 - the first transverse beam (208.1; 408.1) and the second transverse beam (208.7; 408.7) have a neutral setting in the unloaded state of the first running gear (203, 403), and the coupling device (210; 410) comprises at least one coupling spring device (210.1; 410.1), wherein the coupling spring device (210.1, 410.1) is designed and/or arranged in such a way that it counteracts a deflection of the first transverse beam (208.1, 408.1) and of the second transverse beam (208.7; 408.7) from the neutral setting by an elastic resetting force, and/or
 - the coupling device (410), in particular, is articulated to the vehicle body (402) by means of a pivot pin to be pivotable about a pivot axis extending in the direction of the height axis (402.3), wherein
 - the coupling device (210; 410), in particular, is connected to the first transverse beam (208.1; 408.1) in a manner essentially rigid at least about one axis running in the direction of the height axis (202.3; 402.3), in particular, is monolithic with the first transverse beam (208.1; 408.1), and/or
 - the coupling device (210; 410), in particu-

- lar, is connected to the second transverse beam (208.7; 408.7) in a pivotable manner about one axis running in the direction of the height axis (202.3; 402.3),
or
- the coupling device (210; 410), in particular, is connected to the second transverse beam (208.7; 408.7) in a manner essentially rigid at least about one axis running in the direction of the height axis (202.3; 402.3), in particular, is monolithic with the second transverse beam (208.7; 408.7).
8. The rail vehicle as claimed in claim 6 or 7, **characterized in that** the first transverse beam (208.1) and/or the second transverse beam (208.7) has an angled configuration with a first and second end pointing in the direction of the associated wheel unit (205, 207), respectively.
9. The rail vehicle according to one of claims 4 to 8, **characterized in that** a first drive motor unit (209; 309; 409) is provided, which is supported on the first wheel unit, and
- the first transverse beam (208.1; 408.1) is substantially rigidly connected to the first drive motor unit (209; 409), in particular, is an integral component of the first drive motor unit (209; 409) and or
 - the first drive motor unit (109; 209; 409) is supported on the car body (102; 202; 402) via a first support device, in particular at least a first torque support, wherein
 - the first support device is arranged, in particular, on the side of the first transverse beam facing away from the first drive motor unit.
10. The rail vehicle according to one of claims 6 to 8, **characterized in that** a second drive motor unit (109; 209; 409) is provided, which is supported on the second wheel unit, and
- the second transverse beam (208.7; 408.7) is substantially rigidly connected to the second drive motor unit (209; 409), in particular, is an integral component of the second drive motor unit (209; 409) and or
 - the second drive motor unit (109; 209; 409) is supported on the car body (102; 202; 402) via a second support device, in particular at least a second torque support, wherein
 - the second support device is arranged, in particular, on the side of the second transverse beam facing away from the second drive motor unit.

11. The rail vehicle as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that**

- a second running gear (503) is provided, which is formed and arranged substantially symmetrically to the first running gear (503) with respect to a transverse plane perpendicular to the longitudinal axis of the car body (502), and/or
- at least one of the spring stages (104, 106; 604, 606), via which the car body (102; 602) is supported directly on a wheel unit (105, 107; 605, 607), is connected to the car body (102; 602) by means of a tilting rail (104.1, 106.1; 604.1, 606.1) and/or
- it is designed in the manner of a locomotive.

20 Revendications

1. Véhicule ferroviaire avec

- un corps (102; 202; 402) et
- un premier train de roulement (103; 203; 403) comprenant au moins une première unité de roue (105; 205; 405) avec deux roues de vitesse couplée et une deuxième unité de roue (107; 207; 407) avec deux roues de vitesse couplée,
- la caisse du wagon (102; 202; 402) ayant un axe longitudinal (102.1; 202.1; 402.1), un axe transversal (102.2; 202.2; 402.2) et un axe de hauteur (102.3; 202.3; 402.3), qui
- la caisse de wagon (102; 202; 402) étant supportée, à travers un étage de ressorts (104; 204; 404), directement sur la première unité de roue (105; 205; 405) et directement sur la deuxième unité de roue (107; 207; 407), et
- la première unité de roue (105; 205; 405) étant articulée à la caisse de wagon (102; 402; 202) par l'intermédiaire d'un dispositif de retournement (108; 208; 408), dans lequel
- dispositif de retournement (108; 208; 408) est formé de telle manière qu'il impose, au cas d'un déplacement d'une roue de la première unité de roue (105; 205; 405) dans la direction de l'axe longitudinal (102.1; 202.1; 402.1) de la caisse de wagon (102; 202; 402), un mouvement tournant à la première unité de roue (105; 205; 405) autour d'un axe de tournement s'étendant dans le sens de l'axe de hauteur (102.3; 202.3; 402.3) de la caisse de wagon (102; 202; 402), et
- dispositif de retournement (108; 208; 408) est connecté de telle manière à la deuxième unité de roue (107; 207; 407) qu'il impose, au cas d'un déplacement d'une roue de la deuxième unité de roue (107; 207; 407) dans la direction de l'axe longitudinal (102.1; 202.1; 402.1) de la caisse

de wagon (102; 202; 402), un mouvement tournant à la deuxième unité de roue (107; 207; 407) autour d'un axe de hauteur, dans lequel

- le dispositif de retournement (108; 208; 408) est conçu de telle sorte qu'il impose des mouvements tournants concurrents la première unité de roue (105; 205; 405) et la deuxième unité de roue (107; 207; 407),

caractérisé en ce que

- le dispositif de retournement (108; 208; 408) au moins une première poutre transversale (108.1; 208.1; 408.1), dans lequel
- la première poutre transversale (108.1; 208.1; 408.1) s'étend dans la direction transversale de la caisse de wagon (102; 202; 402),
- la première poutre transversale (108.1; 208.1; 408.1) a une première extrémité, une deuxième extrémité et une partie médiane comprise entre la première extrémité et la deuxième extrémité,
- la première poutre transversale (108.1; 208.1; 408.1), pour générer le mouvement tournant de la première unité de roue (105; 205; 405), est articulée, dans sa partie médiane, à la caisse de wagon (102; 202; 402) pour être pivotable autour d'un l'axe de pivot s'étendant dans le sens de l'axe de hauteur (102.3; 202.3; 402.3), et
- la première poutre transversale (108.1; 208.1; 408.1), à sa première extrémité et sa deuxième extrémité, est couplé à la première unité de roue (105; 205; 405), dans lequel
- la première poutre transversale (108.1; 208.1; 408.1), à sa première extrémité et sa deuxième extrémité, est couplé à la première unité de roue (105; 205; 405) par l'intermédiaire d'un premier dispositif de lien (108.3, 108.5, 208.3, 208.5, 408.3, 408.5). respectif.

2. Véhicule ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

- la première unité de roue (105; 205; 405) est conçu comme un jeu de roues avec un axe de jeu de roue reliant les deux roues et/ou
- la première unité de roue (105; 205; 405) a des paliers de roue extérieurs et le dispositif de retournement (108; 208; 408) est articulé sur les paliers de roue.

3. Véhicule ferroviaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- la deuxième unité de roue (107; 207; 407) est un jeu de roues.

4. Véhicule ferroviaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- le premier dispositif de lien (108.3, 108.5; 208.3, 208.5; 408.3, 408.5) respectif comprend un premier lien longitudinal, qui s'étend, à l'état déchargé du train de roulement, dans un plan qui est parallèle au plan longitudinal médian du véhicule.

5. Véhicule ferroviaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- la première poutre transversale (108.1) est couplée à sa première extrémité et sa deuxième extrémité à la deuxième unité de roue (107), dans lequel
- en particulier, la première poutre transversale (108.1) est couplé à sa première extrémité et sa deuxième extrémité à la deuxième unité de roue (107) par l'intermédiaire d'un deuxième dispositif de lien (108.4, 108.6), dans lequel le deuxième dispositif de lien (108.4, 108.6), en particulier, comprend un deuxième lien longitudinal qui s'étend, à l'état déchargé du train de roulement, dans un plan qui est parallèle au plan longitudinal médian du véhicule.

6. Véhicule ferroviaire selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**

- le dispositif de retournement (208; 408) a au moins une deuxième poutre transversale (208.7; 408.7), dans lequel
- la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7) s'étend dans la direction transversale de la caisse de wagon (202; 402),
- la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7) ayant une première extrémité, une deuxième extrémité et une partie médiane comprise entre la première extrémité et la deuxième extrémité,
- la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7) est articulée, dans sa partie médiane, à la caisse de wagon (102; 202; 402) pour être pivotable autour d'un l'axe de pivot s'étendant dans le sens de l'axe de hauteur (102.3; 202.3; 402.3), et
- la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7) est couplée à sa première extrémité et sa deuxième extrémité à la deuxième unité de roue (207; 407), dans lequel
- est couplé, les moyens de liaison respectifs (208.4, à sa première extrémité et sa deuxième extrémité à la deuxième unité de roue (207; 407) par un moyen de bras respectifs (408.4, 408.6 208.4, 208.6), en particulier la deuxième traverse (408.7 208.7) - 208.6; 408.4, 408.6), en particulier comprenant un bras oscillant longitudinal

qui se prolonge à l'état déchargé du premier train de roulement dans un plan qui est parallèle au plan médian longitudinal du véhicule.

- en particulier, la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7) est couplé à sa première extrémité et sa deuxième extrémité à la deuxième unité de roue (207; 407) par l'intermédiaire d'un dispositif de lien (208.4, 208.6; 408.4, 408.6), dans lequel le dispositif de lien (208.4, 208.6; 408.4, 408.6) respectif, en particulier, comprend un lien longitudinal qui s'étend, à l'état déchargé du train de roulement, dans un plan qui est parallèle au plan longitudinal médian du véhicule.

7. Véhicule ferroviaire selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la première poutre transversale (208.1; 408.1) et la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7) sont couplés via un dispositif de couplage (210; 410), dans lequel

- en particulier, la première poutre transversale (208.1; 408.1) et la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7), dans l'état non chargé du premier train de roulement (203; 403), ont une position neutre et le dispositif de couplage (210; 410) comprend au moins un dispositif de ressort de couplage (210.1; 410.1), dans lequel le dispositif de ressort de couplage (210.1; 410.1) est conçu et/ou disposé d'une manière qu'il oppose une force élastique de rappel au déplacement de la première poutre transversale (208.1; 408.1) et la deuxième poutre transversale (208.7; 408.7) de la position neutre, et/ou

- en particulier, le dispositif de couplage (410) est articulé à la caisse de wagon (402) à travers d'un pivot de manière pivotable autour d'un axe de pivot s'étendant dans la direction de l'axe de hauteur (402.3), dans lequel

- le dispositif de couplage (210; 410) est relié, en particulier, à la première poutre transversale (208.1; 408.1) de manière sensiblement rigide au moins autour d'un axe orienté dans la direction de l'axe de hauteur (202.3 ; 402.3), en particulier, est reliée de manière monolithique à la première poutre transversale (408.1 208.1), et/ou

- le dispositif de couplage (210; 410) est relié, en particulier, à la deuxième poutre transversale (208.7, 408.7) de manière pivotable autour d'un axe orienté dans la direction de l'axe de hauteur (202.3 ; 402.3), ou

- le dispositif de couplage (210; 410) est relié, en particulier, à la deuxième poutre transversale (208.7, 408.7) de manière sen-

siblement rigide au moins autour d'un axe orienté dans la direction de l'axe de hauteur (202.3 ; 402.3), en particulier, est reliée de manière monolithique à la deuxième poutre transversale (208.7, 408.7).

8. Véhicule ferroviaire selon l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la première poutre transversale (208.1) et/ou la deuxième poutre transversale (208,7) a une configuration coudée avec une première et une deuxième extrémité faisant face direction de l'unité de roue (205, 207) correspondante.

9. Véhicule ferroviaire selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce qu'une** première unité de moteur d'entraînement (209; 309; 409) est prévu, qui est supportée sur la première unité de roue, et

- la première poutre transversale (208.1 ; 408.1) est relié de manière essentiellement rigide à la première unité de moteur d'entraînement (209; 409), en particulier, est une partie intégrale de la première unité de moteur d'entraînement (209; 409), et/ou

- la première unité de moteur d'entraînement (109; 209; 409) est supporté sur la caisse de wagon (102; 202; 402) par l'intermédiaire d'un premier dispositif de support, en particulier au moins un premier support de couple, dans lequel - le premier dispositif de support est agencé, en particulier, sur le côté de la première unité de moteur d'entraînement opposé à la première poutre transversale.

10. Véhicule ferroviaire selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce qu'une** deuxième unité de moteur d'entraînement (109; 209; 409) est prévu, qui est supportée sur la deuxième unité de roue, et

- la deuxième poutre transversale (208,7; 408,7) est relié de manière essentiellement rigide à la deuxième unité de moteur d'entraînement (209; 409), en particulier, est une partie intégrale de la deuxième unité de moteur d'entraînement (209; 409),

- est relié, en particulier, une partie intégrante de la deuxième unité de moteur d'entraînement de la traverse essentiellement de manière rigide à la deuxième unité de moteur d'entraînement (409 209) (209; 409) est.

et/ou

- la deuxième unité de moteur d'entraînement (109; 209; 409) est supporté sur la caisse de wagon (102; 202; 402) par l'intermédiaire d'un deuxième dispositif de support, en particulier au moins un deuxième support de couple, dans le-

quel

- le deuxième dispositif de support est agencé, en particulier, sur le côté de la deuxième unité de moteur d'entraînement opposé à la deuxième poutre transversale.

5

11. Véhicule ferroviaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que

- un deuxième train de roulement (503) est prévu lequel est conçu et disposée, par rapport à un plan un perpendiculaire à l'axe longitudinal de la caisse de wagon (502), d'une manière sensiblement symétrique par rapport au premier train de roulement (503),

10

15

et/ou

- au moins une des étages de ressort (104, 106; 604, 606), par laquelle la caisse de wagon (102; 602) est supportée directement sur une unité de roue (105, 107; 605, 607), est reliée à la caisse de wagon (102; 602) par un rail basculant (104.1, 106.1; 604.1, 606.1),

20

et/ou

- il a été conçu à la manière d'une locomotive.

25

30

35

40

45

50

55

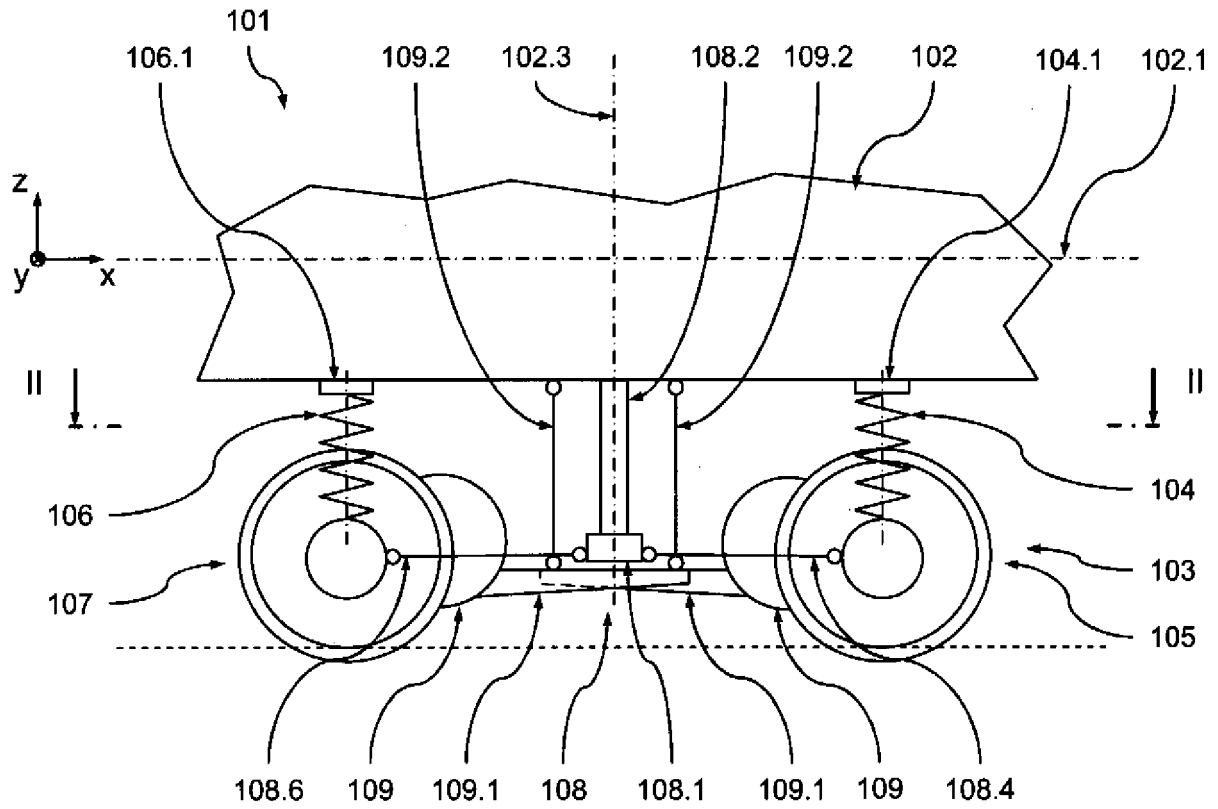


Fig. 1

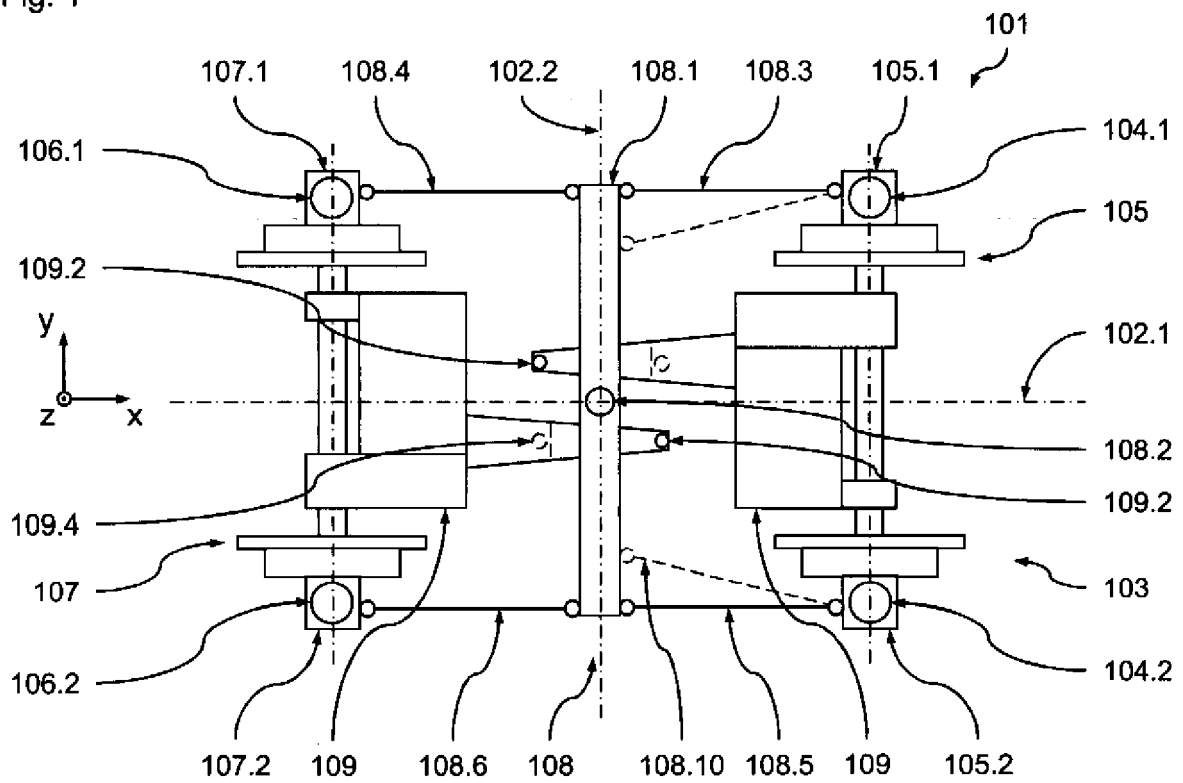


Fig. 2

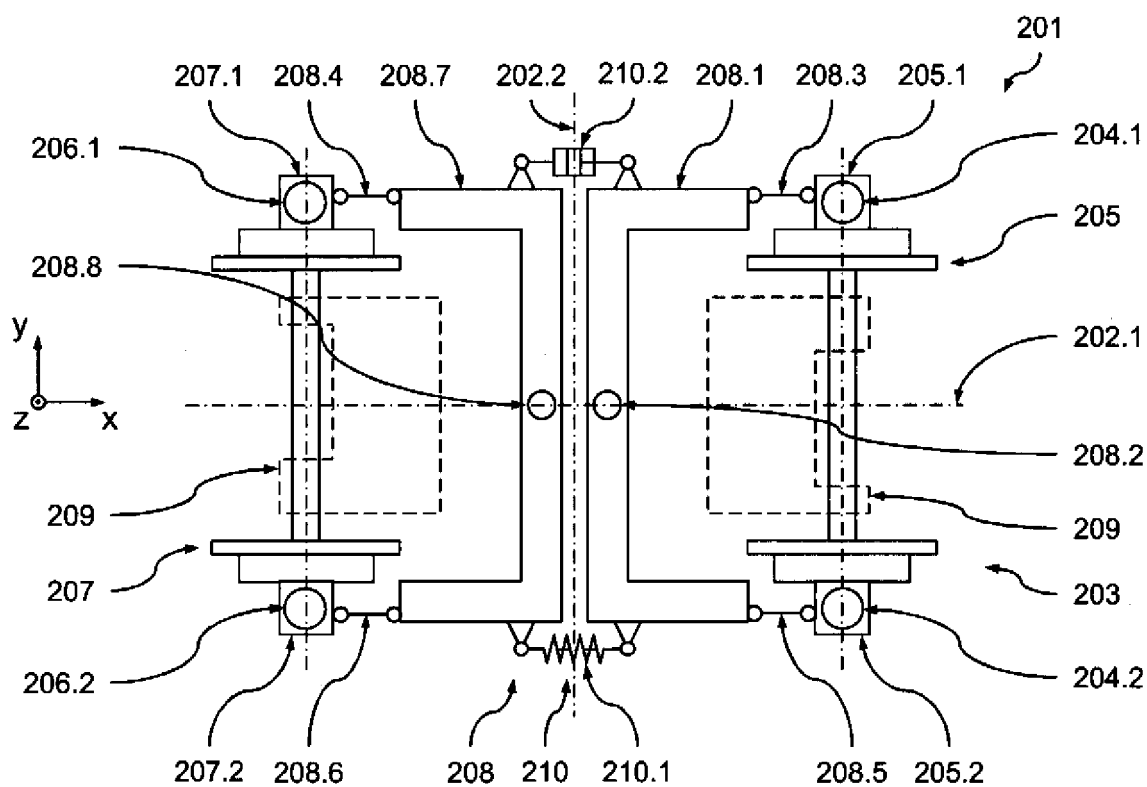


Fig. 3

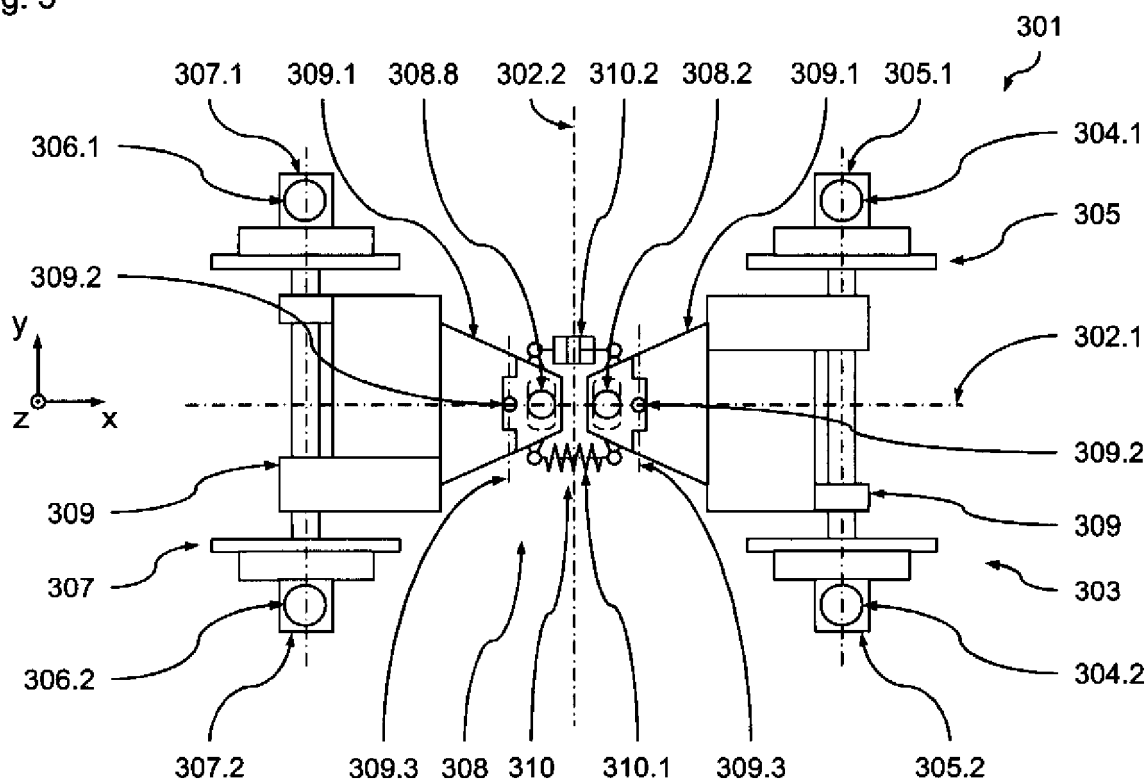


Fig. 4

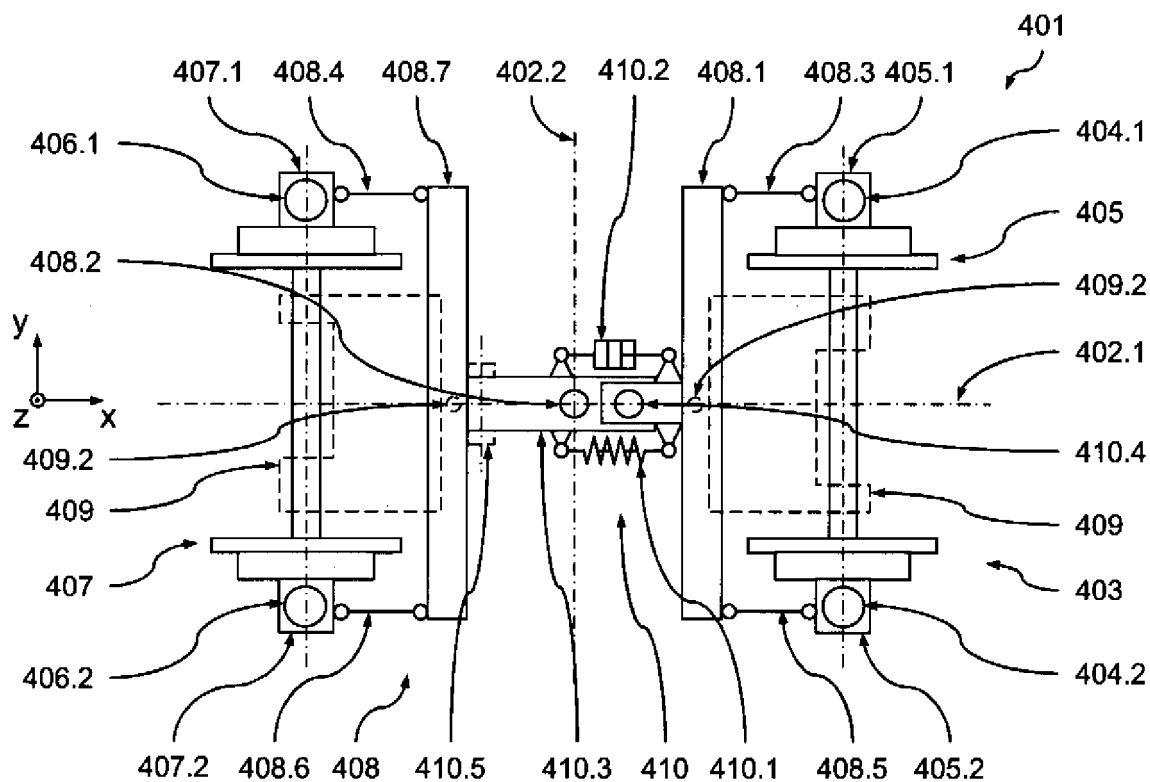


Fig. 5

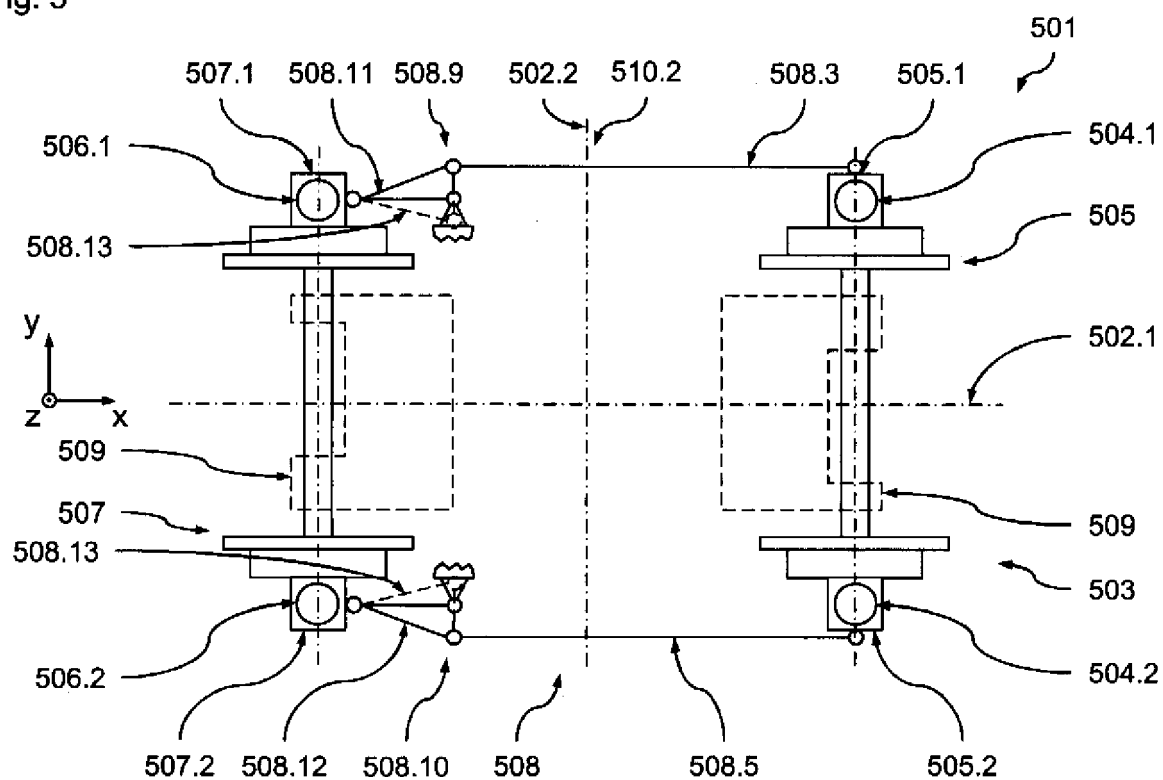


Fig. 6

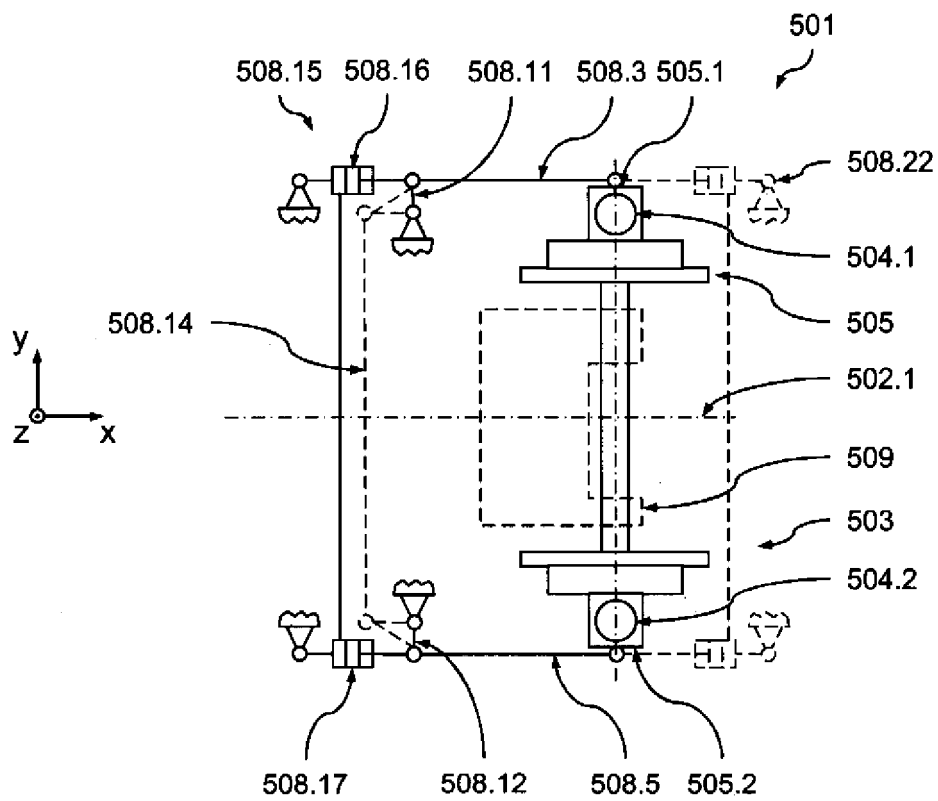


Fig. 7

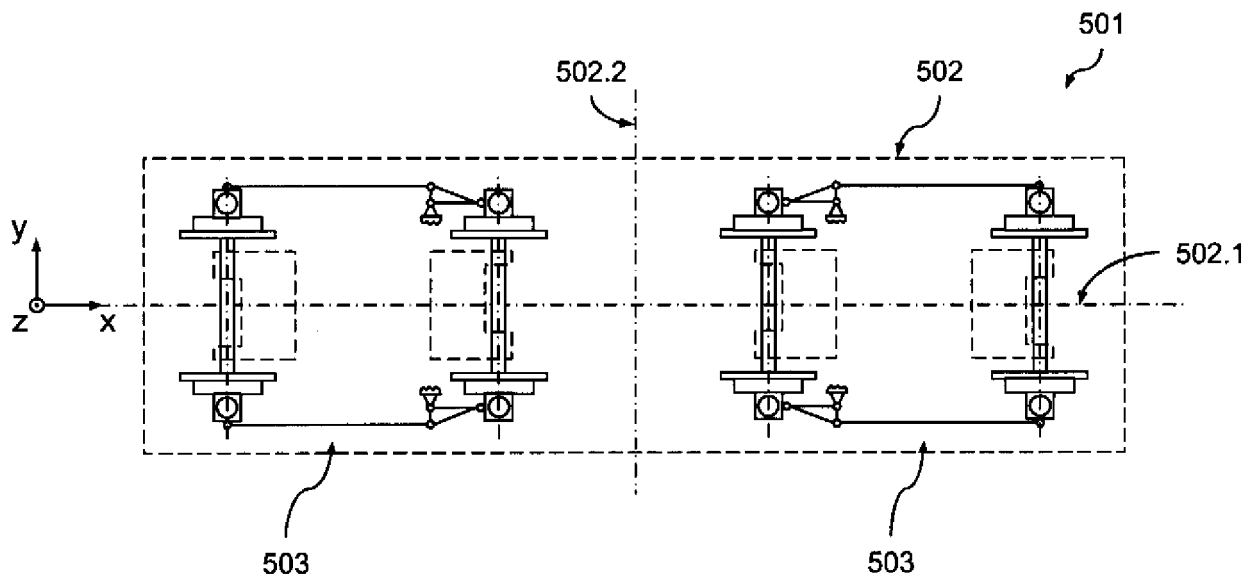


Fig. 8

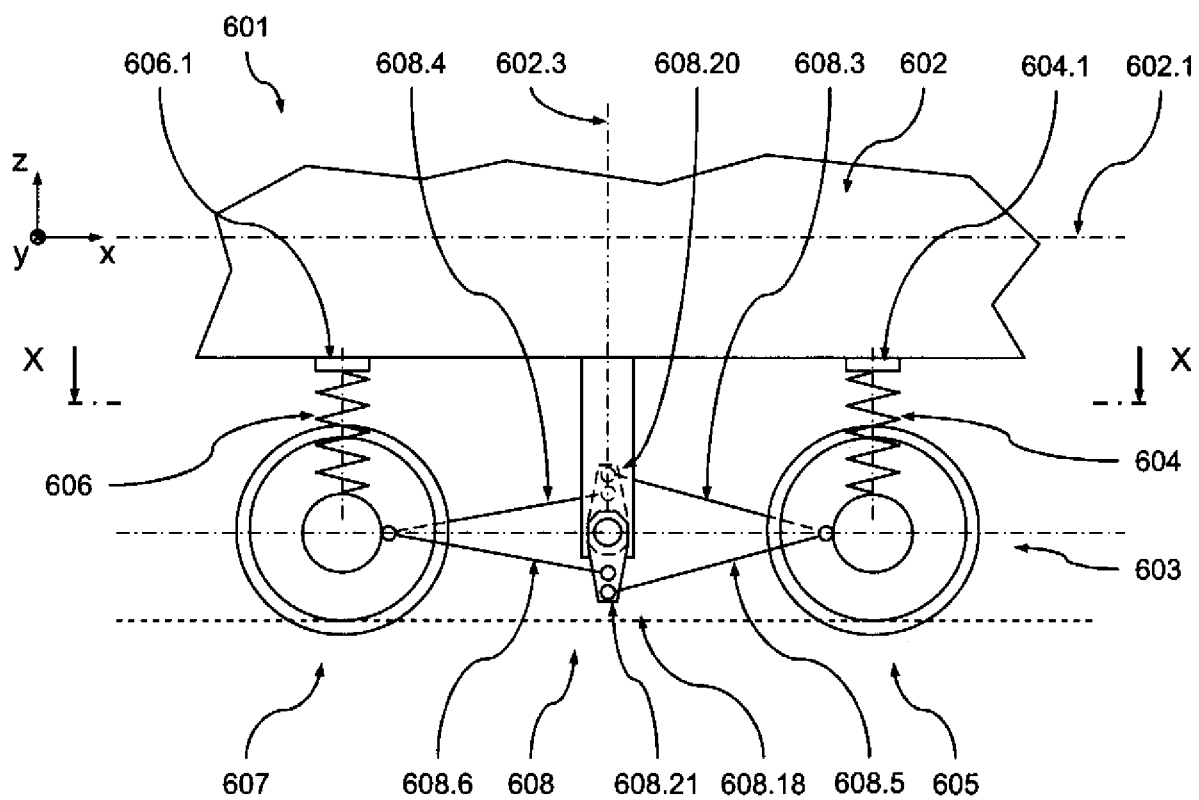


Fig. 9

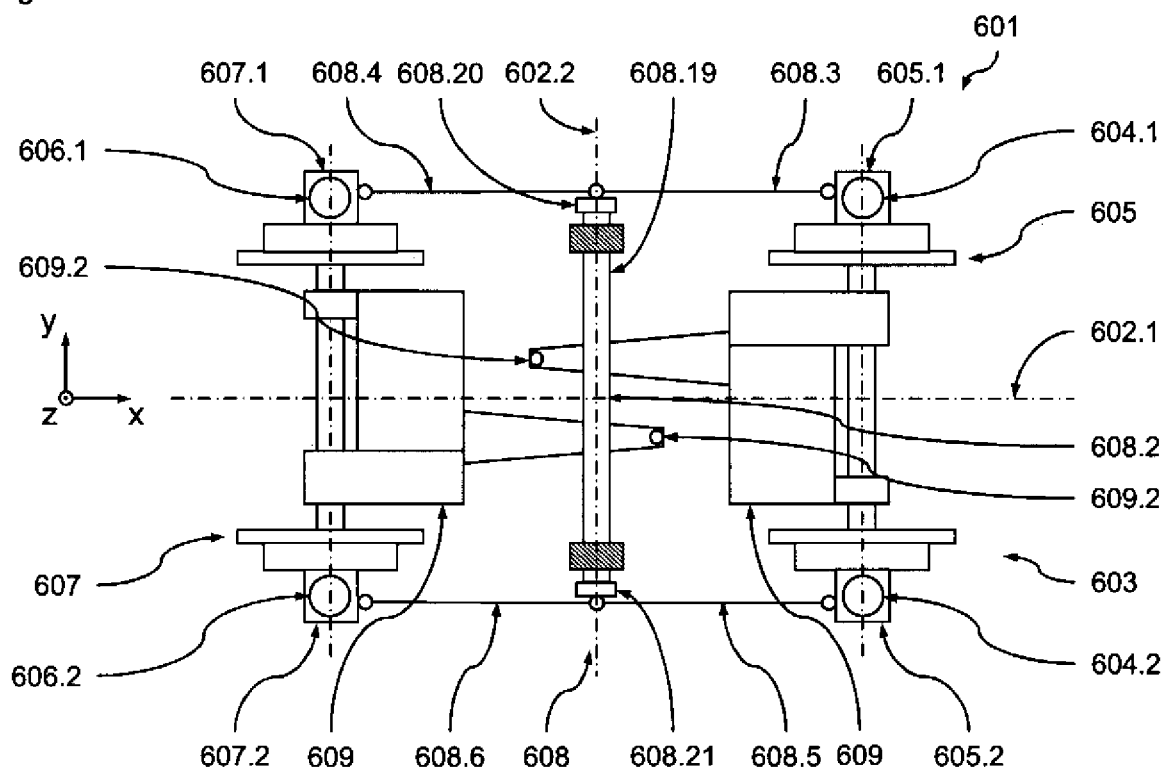


Fig. 10

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

- EP 0177460 A2 [0004]
- US 4823706 A [0005]
- EP 0649782 A1 [0005]
- EP 0803425 A1 [0005]
- DE 876249 C [0005]