

(19)



(11)

EP 2 361 815 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.04.2017 Patentblatt 2017/14

(51) Int Cl.:
B61F 5/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11154699.0**

(22) Anmeldetag: **16.02.2011**

(54) **Aktive Kopplung zwischen Fahrwerk und Wagenkasten bei einem Fahrzeug**

Active coupling between undercarriage and body of a motor vehicle

Couplage actif entre un train d'atterrissage et une caisse dans un véhicule

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

(30) Priorität: **18.02.2010 DE 102010008540**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.2011 Patentblatt 2011/35

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

(72) Erfinder: **Brundisch, Volker
57250, Netphen-Salchendorf (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 334 412 DE-A1- 4 426 166

EP 2 361 815 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 Verfahren zur Einstellung einer Kraftwirkung und/oder einer Relativposition zwischen einem Fahrwerk und einem Wagenkasten eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, bei dem über eine zwischen dem Fahrwerk, insbesondere einem Fahrwerksrahmen des Fahrwerks, und dem Wagenkasten wirkende Aktuatoreinrichtung eine Kraftwirkung und/oder eine Relativposition zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten in einer Wirkebene eingestellt wird, wobei die Wirkebene durch eine Fahrzeuglängsrichtung und eine Fahrzeugquerrichtung des Fahrzeugs definiert wird und die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von einer Einstellvorgabe zur Realisierung eines vorgebbaren Einstellkonzeptes für die Kraftwirkung und/oder die Relativposition erfolgt, wobei die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt. Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein entsprechendes Fahrzeug sowie eine Steuereinrichtung, welches bzw. welche sich zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet.

[0002] Bei Schienenfahrzeugen - aber auch bei anderen Fahrzeugen - ist der Wagenkasten in der Regel über eine oder mehrere Federstufen auf einem oder mehreren Fahrwerken (beispielsweise Radeinheiten mit Radpaaren oder Radsätzen, Drehgestellen etc.) abgestützt. Nicht zuletzt aufgrund der stetig steigenden Anforderungen an die Sicherheit der Fahrzeuge, den Komfort für die Passagiere sowie die Transportkapazität und die Lebensdauer der Fahrzeuge werden an derartige Fahrwerke zahlreiche fahrdynamische Anforderungen gestellt. Hierzu zählt unter anderem die Forderung nach ruhigem und stabilem Fahrzeuglauf, nach hoher Fahrsicherheit und hohem Komfort sowie nach geringer Fahrbahnbeanspruchung.

[0003] Mit üblichen mechanischen Baugruppen (Federn, Dämpfer) sind diese, einander zum Teil widersprechenden, Ziele jedoch nur teilweise und mit hohem Aufwand zu realisieren. So bewirken beispielsweise so genannte Schlingerdämpfer, welche einer Ausdrehbewegung des Fahrwerks gegenüber dem Wagenkasten um eine zur Fahrzeughöhenrichtung parallele Achse entgegenwirken insbesondere bei höheren Fahrgeschwindigkeiten einen ruhigeren Fahrzeuglauf und damit insoweit einen Komfortgewinn. Gleichzeitig verschlechtern sie aber durch den erhöhten Ausdrehwiderstand das Bogenlaufverhalten und bringen so Nachteile hinsichtlich des Verschleißverhaltens mit sich.

[0004] Um diese Nachteile zu reduzieren, wurde in der Vergangenheit vorgeschlagen, zu einzelnen fahrdynamischen Aspekten Verbesserungen über aktive Einstellkonzepte der Kraftwirkungen oder Relativbewegungen zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten zu erzielen. So ist es beispielsweise aus der EP 0 334 412 A1 bekannt, die Eigenschaften von Federn bzw. Dämpfern in Abhängigkeit von am Fahrzeug gemessenen Beschleunigungen aktiv einzustellen. Weiterhin wurde beispielsweise vorgeschlagen, den in Fahrzeugquerrichtung auftretenden hochfrequenten Querbewegungen zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten durch entsprechend angesteuerte Aktuatoren in der Fahrwerksmitte entgegenzuwirken (siehe zum Beispiel "Fahrversuche mit aktiver lateraler Sekundärfederung: eine Maßnahme zur Verbesserung des Fahrkomforts" in ZEVrail Glasers Annalen 132 (2008), Heft 10 Seiten 2 bis 10).

[0005] Als ein anderes Verfahren mit einem aktiven Einstellkonzept wurde vorgeschlagen, über einen nur in engen Gleisbögen aktiven Drehdämpfer die Ausdrehbewegung eines Drehgestells gegen den Widerstand der Sekundärfederung aktiv zu unterstützen und so einen verbesserten Bogenlauf bei geringerem Verschleiß zu erzielen (siehe "Der Aktive Drehdämpfer (ADD) - Ein innovatives Dämpferkonzept im Betriebseinsatz" in ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, Ausgabe 04/2007, Seiten 186 bis 189, DVV Media Group/Eurailpress, Hamburg, DE).

[0006] Diese Lösungen haben jedoch nach wie vor den Nachteil, dass sie jeweils nur fahrdynamische Einzelaspekte betrachten und die Komplexität der Fahrwerksanbindung am Wagenkasten nicht wesentlich reduzieren, sondern gegebenenfalls sogar gegenüber den vergleichsweise klein bauenden passiven Komponenten noch zu einem höheren Aufwand hinsichtlich des erforderlichen Bauraumes führen.

[0007] Aus der DE 44 26 166 A1 ist weiterhin ein gattungsgemäßes Verfahren bekannt, bei dem die Einstellung der Kraftwirkung bzw. Relativposition zwischen Fahrwerk und Wagenkasten in Abhängigkeit von der Querbewegung und der von der Gleisbogenkrümmung abhängigen Neigung des Wagenkastens erfolgt. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass es sich auf Einflüsse des Wagenkastens beschränkt, Einflüsse aus dem Fahrwerk jedoch unberücksichtigt lässt.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren bzw. ein Fahrzeug der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, welches die oben genannten Nachteile nicht oder zumindest in geringerem Maße aufweist und insbesondere auf einfache Weise bei kompakter, Platz sparender Gestaltung einen hohen Maß an Komfort für die Passagiere bei günstigen Verschleißseigenschaften ermöglicht.

[0009] Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe ausgehend von einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe weiterhin ausgehend von einem Fahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 11 angegebenen Merkmale.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt die technische Lehre zu Grunde, dass man auf einfache Weise bei kompakter, Platz sparender Gestaltung ein hohes Maß an Komfort für die Passagiere bei günstigen Verschleißseigenschaften er-

möglichst, wenn die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von mehreren unterschiedlichen Einstellvorgaben für mehrere unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt, wobei als eine von wenigstens zwei Einstellvorgaben eine Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe eines Winkelbeschleunigungseinstellkonzeptes verwendet wird, das die Minimierung einer Winkelbeschleunigung des Fahrwerks um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vorgegebenen Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich betrifft. So hat sich gezeigt, dass insbesondere bei geeigneter Gestaltung und Anordnung der Komponenten der Aktuatoreinrichtung mehrere fahrdynamische Einstellkonzepte mit derselben Aktuatoreinrichtung realisiert werden können, sodass durch diese Funktionsintegration gegebenenfalls mehrere passive Komponenten der bisherigen Fahrwerksanbindung ersetzt werden können. So kann demgemäß trotz der anspruchsvolleren Gestaltung der aktiven Komponenten eine sehr kompakte Gestaltung erzielt werden, die gegenüber den bekannten Gestaltungen gegebenenfalls sogar einen nennenswerten Bauraumgewinn ermöglicht.

[0011] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung daher ein durch die Merkmale des o.g. Anspruchs 1 definiertes Verfahren zur Einstellung einer Kraftwirkung und/oder einer Relativposition zwischen einem Fahrwerk und einem Wagenkasten eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, bei dem über eine zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten wirkende Aktuatoreinrichtung eine Kraftwirkung und/oder eine Relativposition zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten in einer Wirkebene eingestellt wird, wobei die Wirkebene durch eine Fahrzeuglängsrichtung und eine Fahrzeugquerrichtung des Fahrzeugs definiert wird. Die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition erfolgt in Abhängigkeit von einer Einstellvorgabe zur Realisierung eines vorgebbaren Einstellkonzeptes für die Kraftwirkung und/oder die Relativposition, wobei die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt. Als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben wird eine Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe eines Winkelbeschleunigungseinstellkonzeptes verwendet, das die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Winkelbeschleunigung des Fahrwerks um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vorgegebenen Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich betrifft.

[0012] Hiermit können in vorteilhafter Weise unerwünschte hochfrequente Drehschwingungen des Fahrwerks bezüglich des Wagenkastens (um eine zur Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse) erheblich reduziert, gegebenenfalls sogar vollständig eliminiert werden. Mithin integriert die Aktuatoreinrichtung hiermit die Funktion eines so genannten Schlingerdämpfers bzw. einer Drehhemmung, sodass auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten (insbesondere im geraden Gleis) ein stabiler Fahrzeuglauf erreicht wird.

[0013] Bei den weiteren Einstellkonzepten kann es sich um beliebige (unterschiedliche) Varianten des aktiven Eingriffs in die Kopplung zwischen Fahrwerk und Wagenkasten handeln, über welche die Erfüllung fahrdynamischer Vorgaben (beispielsweise die Verbesserung des Komforts, die Reduzierung des Verschleißes, am Fahrwerk und/oder am Fahrweg etc.) realisiert bzw. sichergestellt werden kann. Als Einstellvorgaben können beliebige Sollgrößen vorgegeben bzw. verwendet werden, bei deren Einhaltung sich am Wagenkasten und/oder am Fahrwerk ein Zustand einstellt, bei dem das mit dem zugehörigen Einstellkonzept verfolgte fahrdynamische Ziel erreicht wird. So können beispielsweise beliebige Sollwerte hinsichtlich einer oder mehrerer Beschleunigungen am Wagenkasten und/oder am Fahrwerk, hinsichtlich einer oder mehrerer Relativbewegungen zwischen dem Wagenkasten und dem Fahrwerk oder aber auch hinsichtlich einer oder mehrerer Kraftwirkungen (Kräfte und/oder Momente) vorgegeben werden.

[0014] Die beschriebene Funktionsintegration über die Aktuatoreinrichtung durch die Berücksichtigung unterschiedlicher Einstellvorgaben der unterschiedlichen Einstellkonzepte kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise erfolgen. So kann beispielsweise in einer Steuereinrichtung anhand eines zuvor ermittelten mathematischen Modells des Fahrzeugs (insbesondere eines Modells der Kopplung zwischen Wagenkasten und Fahrwerk) unter Verwendung der für das jeweilige Einstellkonzept erforderlichen Eingangsgrößen (häufig Messwerte, die für Beschleunigungen, Relativbewegungen, Kraftwirkungen etc. repräsentativ sind) und der unterschiedlichen Einstellvorgaben unmittelbar wenigstens eine sämtliche Einstellvorgaben berücksichtigende Ausgangsgröße generieren, die der Aktuatoreinrichtung als Eingangsgröße zugeführt wird, um eine entsprechende Komponente der Aktuatoreinrichtung in einer Weise anzusteuern, welche sämtliche Einstellvorgaben berücksichtigt.

[0015] Bei besonderen einfach gestalteten Varianten der vorliegenden Erfindung wird unter Verwendung jeder der wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben eine Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung ermittelt und der Aktuatoreinrichtung zugeführt wird. Die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition erfolgt dann in Abhängigkeit von den zugeführten Eingangsgrößen. Hierbei erfolgt bevorzugt eine einfache Überlagerung der zugeführten Eingangsgrößen, um die beschriebene Funktionsintegration, mithin also die gemeinsame Berücksichtigung sämtlicher Einstellvorgaben zu realisieren. In besonders einfach zu realisierenden Varianten erfolgt die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von einer Summe der zugeführten Eingangsgrößen.

[0016] Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine erste Einstellvorgabe eines ersten Einstellkonzeptes verwendet, wobei das erste Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, von ersten Schwingungen des Wagenkastens relativ zu dem Fahrwerk in der Fahrzeugquerrichtung in einem ersten Frequenzbereich betrifft. Der erste Frequenzbereich

kann auf beliebige geeignete Weise gewählt sein. Bevorzugt erstreckt sich der erste Frequenzbereich oberhalb von 0,5 Hz bis 1,0 Hz. Vorzugsweise erstreckt sich der erste Frequenzbereich von 1,0 Hz bis 15 Hz, weiter vorzugsweise von 1,0 Hz bis 6,0 Hz. Hiermit können in vorteilhafter Weise unerwünschte hochfrequente Querschwingungen des Wagenkastens (die in diesem ersten Frequenzbereich von den Passagieren als besonders störend empfunden werden) erheblich reduziert, gegebenenfalls sogar vollständig eliminiert werden. Mithin integriert die Aktuatoreinrichtung hiermit die Funktion eines Querdämpfers, sodass ein besonders hoher Fahrkomfort für die Passagiere erreicht wird.

[0017] Vorzugsweise wird zu diesem Zweck eine erste Erfassungsgröße erfasst, die für die auf den Wagenkasten in der Fahrzeugquerrichtung wirkenden Querbeschleunigung repräsentativ ist, während als erste Einstellvorgabe ein erster Sollwert verwendet wird, der für einen Querbeschleunigungssollwert repräsentativ ist. Unter Verwendung der ersten Erfassungsgröße und des ersten Sollwerts wird dann eine erste Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung ermittelt und der Aktuatoreinrichtung zugeführt. Für den Querbeschleunigungssollwert kann gegebenenfalls ein beliebiger Wert ungleich Null vorgegeben werden, solange dieser Wert von den Passagieren noch als nicht störend empfunden wird. Vorzugsweise ist vorgesehen, die Querbeschleunigung möglichst weit gehend zu reduzieren, sodass der Querbeschleunigungssollwert in diesen Fällen bevorzugt den Wert Null aufweist.

[0018] Bei weiteren bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine zweite Einstellvorgabe eines zweiten Einstellkonzeptes verwendet, wobei das zweite Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Positionsabweichung des Wagenkastens relativ zu dem Fahrwerk in der Fahrzeugquerrichtung in einem zweiten Frequenzbereich betrifft. Auch der zweite Frequenzbereich kann auf beliebige geeignete Weise gewählt sein. Bevorzugt erstreckt sich der zweite Frequenzbereich unterhalb von 0,5 Hz bis 2,0 Hz. Vorzugsweise erstreckt sich der zweite Frequenzbereich von 0 Hz bis 1,0 Hz, weiter vorzugsweise von 0 Hz bis 0,5 Hz. Hiermit können in vorteilhafter Weise niedrigfrequente Querbewegungen des Wagenkastens erheblich reduziert, gegebenenfalls sogar vollständig eliminiert werden, die zwar von den Passagieren nicht als störend empfunden werden, jedoch im Hinblick auf die Einhaltung des Lichtraumprofils (insbesondere bei höheren Fahrgeschwindigkeiten im Gleisbogen) unerwünscht sind. Mithin integriert die Aktuatoreinrichtung hiermit die Funktion einer Zentriereinrichtung.

[0019] Bevorzugt wird zu diesem Zweck eine zweite Erfassungsgröße erfasst, die für die Querauslenkung des Wagenkastens aus einer Sollposition in der Fahrzeugquerrichtung repräsentativ ist, während als zweite Einstellvorgabe ein zweiter Sollwert verwendet wird, der für einen Querauslenkungssollwert repräsentativ ist. Unter Verwendung der zweiten Erfassungsgröße und des zweiten Sollwerts wird eine zweite Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung ermittelt und der Aktuatoreinrichtung zugeführt. Für den Querauslenkungssollwert kann gegebenenfalls ein beliebiger Wert ungleich Null vorgegeben werden. Insbesondere kann der Querauslenkungssollwert in Abhängigkeit von dem jeweiligen aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs (Fahrgeschwindigkeit, Krümmung der Fahrstrecke etc.) variiert werden. Hierdurch ist es in vorteilhafter Weise möglich, eine Anpassung dieser niedrigfrequenten Auslenkung an das vorgegebene Lichtraumprofil vorzunehmen. Bei besonders einfach gestalteten Varianten der Erfindung ist vorgesehen, diese niedrigfrequente Querauslenkung möglichst weit gehend zu reduzieren, sodass der Querauslenkungssollwert in diesen Fällen den Wert Null aufweist.

[0020] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann der Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich in geeigneten Grenzen beliebig gewählt sein. Bevorzugt erstreckt sich der Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich oberhalb von 0,5 Hz bis 1,0 Hz. Vorzugsweise erstreckt sich der Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich von 1,0 Hz bis 15 Hz, weiter vorzugsweise von 3,0 Hz bis 9,0 Hz. Hiermit können in vorteilhafter Weise unerwünschte hochfrequente Drehschwingungen des Fahrwerks bezüglich des Wagenkastens (um eine zur Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse) erheblich reduziert, gegebenenfalls sogar vollständig eliminiert werden, die in diesem Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich besonders nachteilig für die Fahrstabilität des Fahrzeugs sind.

[0021] Zu diesem Zweck wird bevorzugt eine dritte Erfassungsgröße erfasst, die für die Winkelbeschleunigung des Fahrwerks um die Drehachse repräsentativ ist, während als Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe ein dritter Sollwert verwendet wird, der für einen Winkelbeschleunigungssollwert repräsentativ ist. Unter Verwendung der dritten Erfassungsgröße und des dritten Sollwerts wird dann eine dritte Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung ermittelt und der Aktuatoreinrichtung zugeführt. Auch hier kann für den Winkelbeschleunigungssollwert gegebenenfalls ein beliebiger Wert ungleich Null vorgegeben werden, solange bei diesem Wert noch die jeweils vorgegebenen Kriterien für einen ausreichend stabilen Fahrzeuglauf erfüllt werden. Gegebenenfalls kann der Winkelbeschleunigungssollwert in Abhängigkeit von dem aktuellen Fahrzustand (Fahrgeschwindigkeit, Krümmung des Fahrwegs etc.) variiert werden. Vorzugsweise ist vorgesehen, die Winkelbeschleunigung möglichst weit gehend zu reduzieren, sodass der Winkelbeschleunigungssollwert in diesen Fällen bevorzugt den Wert Null aufweist.

[0022] Bei weiteren bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird schließlich als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine vierte Einstellvorgabe eines vierten Einstellkonzeptes verwendet, wobei das vierte Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, eines durch eine Abstützeinrichtung des Wagenkastens auf dem Fahrwerk erzeugten Rückstellmoments um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vierten Frequenzbereich betrifft. Der vierte Frequenzbereich kann wiederum (in

geeigneten Grenzen) beliebig gewählt werden. Vorzugsweise erstreckt sich der vierte Frequenzbereich unterhalb von 0,5 Hz bis 2,0 Hz. Bevorzugt erstreckt sich der vierte Frequenzbereich von 0 Hz bis 1,0 Hz, weiter vorzugsweise von 0 Hz bis 0,5 Hz.

[0023] Hiermit können bei spurgeführten Fahrzeugen, wie beispielsweise Schienenfahrzeugen, in vorteilhafter Weise bei Bogenfahrt die niedrigfrequenten, so genannten quasi statischen Ausdrehbewegungen des Fahrwerks bezüglich des Wagenkastens berücksichtigt werden. Diese quasi statischen Ausdrehbewegungen entsprechend der aktuellen Krümmung des Fahrwegs. Sie müssen gegen das Rückstellmoment bzw. den Widerstand der Abstützeinrichtung (beispielsweise einer Sekundärfederung) ausgeführt werden, was zu einer entsprechenden Erhöhung der im Bereich des Rad-Schiene-Kontakts wirkenden Kontaktkräfte und damit des Verschleißes an Rad und Schiene führt. Durch die aktive Unterstützung der Ausdrehbewegung über die Aktuatoreinrichtung kann das Rückstellmoment der Abstützeinrichtung erheblich reduziert, gegebenenfalls sogar vollständig eliminiert werden, was zu einer erheblichen Reduktion des Verschleißes führt. Mithin integriert die Aktuatoreinrichtung hiermit die Funktion einer aktiven Lenkeinrichtung des Fahrwerks.

[0024] Zu diesem Zweck wird bevorzugt eine vierte Erfassungsgröße erfasst, die für das Rückstellmoment der Abstützeinrichtung repräsentativ ist, während als die vierte Einstellvorgabe ein vierter Sollwert verwendet wird, der für einen Rückstellmomentsollwert repräsentativ ist. Unter Verwendung der vierten Erfassungsgröße und des vierten Sollwerts wird dann eine vierte Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung ermittelt und der Aktuatoreinrichtung zugeführt. Hierbei kann für den Rückstellmomentsollwert gegebenenfalls ein beliebiger Wert ungleich Null vorgegeben werden, um beispielsweise ein bestimmtes Verschleißbild zu erzielen. Ebenso kann der Rückstellmomentsollwert in Abhängigkeit von beliebigen geeigneten Kriterien (beispielsweise abhängig von der Betriebsdauer des Fahrwerks) variiert werden, um beispielsweise ein bestimmtes Verschleißbild zu erzielen. Bei anderen Varianten ist vorgesehen, das Rückstellmoment möglichst weit gehend zu reduzieren, wobei der Rückstellmomentsollwert dann den Wert Null aufweist.

[0025] Es versteht sich, dass insbesondere die vorgenannten weiteren Einstellvorgaben in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden können, sodass gegebenenfalls in vorteilhafter Weise eine Vielzahl von Funktionen in der Aktuatoreinrichtung integriert sein können. Weiterhin versteht es sich, dass unterschiedliche Erfassungsgrößen gegebenenfalls aus denselben Messwerten abgeleitet sein können. So können beispielsweise die oben beschriebene dritte Erfassungsgröße (Winkelbeschleunigung) und die vierte Erfassungsgröße (Rückstellmoment) aus an dem Fahrwerk gemessenen Signalen ermittelt werden, welche für die am Fahrwerk wirkende Winkelbeschleunigung repräsentativ sind. Hierdurch ergibt sich eine weitere Vereinfachung des Gesamtsystems.

[0026] Schließlich können natürlich zusätzlich oder alternativ weitere Einstellkonzepte verfolgt werden. Eine weitere mögliche Anwendung der vorliegenden Erfindung liegt beispielsweise darin, als Einstellkonzept das Anlenken des Fahrwerkes (insbesondere bei mit Neigetechnik für den Wagenkasten ausgestatteten Fahrzeugen) derart zu gestalten, dass die Querkraft zwischen Fahrzeug und Fahrbahn (also beispielsweise dem Gleis) gleichmäßig über beide Radsätze übertragen wird.

[0027] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein durch die Merkmale des o.g. Anspruchs 11 definiertes Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, mit einem Wagenkasten, einem Fahrwerk und einer Steuereinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Wagenkasten auf dem Fahrwerk über eine Abstützeinrichtung abgestützt ist. Die Steuereinrichtung umfasst eine Aktuatoreinrichtung, die mit dem Wagenkasten und dem Fahrwerk verbunden ist und zur Einstellung einer Kraftwirkung und/oder einer Relativposition zwischen dem Wagenkasten und dem Fahrwerk in einer Wirkebene ausgebildet ist, wobei die Wirkebene durch eine Fahrzeuglängsrichtung und eine Fahrzeugquerrichtung des Fahrzeugs definiert wird. Die Steuereinrichtung ist zur Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von einer Einstellvorgabe zur Realisierung eines vorgebbaren Einstellkonzeptes für die Kraftwirkung und/oder die Relativposition ausgebildet, wobei die Steuereinrichtung weiterhin zur Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte ausgebildet ist. Die Steuereinrichtung ist dazu ausgebildet, als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe eines Winkelbeschleunigungseinstellkonzeptes zu verwenden, das die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Winkelbeschleunigung des Fahrwerks um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vorgegebenen Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich betrifft. Hiermit lassen sich die oben beschriebenen Varianten und Vorteile in demselben Maße realisieren, so dass insoweit lediglich auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

[0028] Die Aktuatoreinrichtung kann grundsätzlich in beliebiger geeigneter Weise gestaltet sein, um die oben beschriebenen Funktionen zu realisieren. Bevorzugt umfasst die Aktuatoreinrichtung wenigstens zwei in der Fahrzeugquerrichtung zwischen dem Wagenkasten und dem Fahrwerk wirkende Aktuatoreinheiten, da hiermit in besonders einfacher Weise sowohl Kräfte als auch Momente in der Wirkebene erzeugt werden können. Insbesondere erübrigen sich hierdurch gegebenenfalls weitere Widerlagerelemente oder dergleichen.

[0029] Bevorzugt sind die beiden Aktuatoreinheiten in Fahrzeuglängsrichtung zu beiden Seiten einer Fahrwerksmitte, insbesondere im Wesentlichen symmetrisch zu der Fahrwerksmitte, angeordnet sind, da hiermit eine besonders günstige Krafteinleitung erzielt werden kann. Vorzugsweise sind die beiden Aktuatoreinheiten im Bereich eines vorlaufenden

Endes und eines nachlaufenden Endes des Fahrwerks angeordnet sind, da hiermit besonders günstige Hebelverhältnisse erzielt werden.

[0030] Die Aktuatoreinheiten können grundsätzlich in beliebiger geeigneter Weise gestaltet sein. Insbesondere können sie nach beliebigen Wirkprinzipien (elektrisch, fluidisch etc.) oder beliebigen Kombinationen aus diesen Wirkprinzipien arbeiten. Ebenso können sie beliebige Wirkbewegungen (translatorisch, rotatorisch) oder beliebige Kombinationen hieraus ausführen. Bei besonders einfach und robust gestalteten Varianten der Erfindung umfasst wenigstens eine der Aktuatoreinheiten einen zumindest hauptsächlich in der Fahrzeugquerrichtung ausgerichteten Linearaktuator, insbesondere einen Hydraulikzylinder. Bei weiteren bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Fahrzeugs umfasst die Aktuatoreinrichtung wenigstens eine Aktuatoreinheit mit einem ersten Aktuator und einem zweiten Aktuator, wobei der erste Aktuator dazu ausgebildet ist, Kräfte und/oder Stellbewegungen zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten in einem ersten Arbeitsfrequenzbereich zu erzeugen, der zweite Aktuator dazu ausgebildet ist, Kräfte und/oder Stellbewegungen zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten in einem zweiten Arbeitsfrequenzbereich zu erzeugen. Der erste Arbeitsfrequenzbereich liegt vorzugsweise zumindest teilweise, insbesondere vollständig, oberhalb des zweiten Arbeitsfrequenzbereichs. Hiermit ist es in einfacher Weise möglich, mit einer einzigen kompakten Aktuatoreinheit die oben beschriebenen Einstellungen in den unterschiedlichen Frequenzbereichen auszuführen. Bevorzugt erstreckt sich der zweite Arbeitsfrequenzbereich von 0 Hz bis 2 Hz, weiter vorzugsweise von 0,5 Hz bis 1,0 Hz. Zusätzlich oder alternativ erstreckt sich der erste Arbeitsfrequenzbereich vorzugsweise von 0,5 Hz bis 15 Hz, weiter vorzugsweise von 3,0 Hz bis 9,0 Hz, erstreckt.

[0031] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen bzw. der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Seitenansicht eines Teils einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung, mit welcher eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführt werden kann;

Figur 2 eine schematische Schnittansicht des Fahrzeugs entlang Linie II-II aus Figur 1;

Figur 3 eine schematische Seitenansicht eines Teils einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung;

Figur 4 eine schematische Draufsicht auf einen Teil einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0032] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrzeugs in Form eines Schienenfahrzeugs 101 beschrieben.

[0033] Das Fahrzeug 101 umfasst einen Wagenkasten 102, der im Bereich seiner beiden Enden jeweils auf einem Fahrwerk in Form eines Drehgestells 103 abgestützt ist. Es versteht sich jedoch, dass die vorliegende Erfindung auch in Verbindung mit anderen Konfigurationen eingesetzt werden kann, bei denen der Wagenkasten lediglich auf einem Fahrwerk abgestützt ist.

[0034] Zum einfacheren Verständnis der nachfolgenden Erläuterungen ist in den Figuren ein (durch die Radaufstandsebene des Drehgestells 103 vorgegebenes) Fahrzeug-Koordinatensystem x,y,z angegeben, in dem die x -Koordinate die Längsrichtung des Schienenfahrzeugs 101, die y -Koordinate die Querrichtung des Schienenfahrzeugs 101 und die z -Koordinate die Höhenrichtung des Schienenfahrzeugs 101 bezeichnen.

[0035] Das Drehgestell 103 umfasst zwei Radeinheiten in Form von Radsätzen 103.1, 103.2, auf denen sich jeweils über eine Primärfederung 103.3 ein Drehgestellrahmen 103.4 abstützt. Der Wagenkasten 102 ist wiederum über eine Sekundärfederung 103.5 auf dem Drehgestellrahmen 103.4 abgestützt. Die Primärfederung 103.3 und die Sekundärfederung 103.5 sind in Figur 1 vereinfachend als Schraubenfedern dargestellt. Es versteht sich jedoch, dass es sich bei der Primärfederung 103.3 bzw. Sekundärfederung 103.5 um eine beliebige geeignete Federeinrichtung handeln kann.

[0036] Das Fahrzeug 101 umfasst weiterhin eine Steuereinrichtung 105 mit einer Aktuatoreinrichtung 106, über die nach einem erfindungsgemäßen Verfahren eine Einstellung der Kraftwirkung zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 vorgenommen wird. Hierzu umfasst die Aktuatoreinrichtung 106 eine erste Aktuatoreinheit in Form eines ersten Hydraulikzylinders 106.1 und eine zweite Aktuatoreinheit in Form eines zweiten Hydraulikzylinders 106.2, die jeweils mit einem Ende an dem Drehgestellrahmen 103.4 und mit dem anderen Ende an dem Wagenkasten 102

angelenkt sind.

[0037] Die Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 werden über eine Energieversorgungseinrichtung 106.3 der Aktuatoreinrichtung 106 in Abhängigkeit von den Steuersignalen einer Steuereinheit 107 der Steuereinrichtung 105 separat mit hydraulischer Energie versorgt, wie nachfolgend noch näher erläutert werden wird.

[0038] Bei den Hydraulikzylindern 106.1, 106.2 handelt es sich jeweils um doppelt wirkende Hydraulikzylinder, die entlang ihrer Längsrichtung sowohl Zugkräfte als auch Druckkräfte erzeugen können. Die Längsachsen der beiden Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 verlaufen in dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ruhezustand des Fahrzeugs 101 (mit Nennbeladung im geraden, ebenen Gleis stehend) im wesentlichen parallel zu der Fahrzeugquerrichtung (y-Richtung), sodass über die Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 jeweils eine Kraft in einer Wirkebene ausgeübt werden kann, die parallel zu der Fahrzeuglängsrichtung (x-Richtung) und der Fahrzeugquerrichtung (y-Richtung) verläuft.

[0039] Die Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 sind in Fahrzeuglängsrichtung jeweils im Bereich eines der Enden des Drehgestellrahmens 103.4 angeordnet, wobei sie im Wesentlichen punktsymmetrisch zu einem Punkt auf der (zur Fahrzeughöhenrichtung parallelen) Mittenhochachse 103.6 des Drehgestells 103 angeordnet. Hierdurch ergeben sich besonders günstige kinematische Verhältnisse für den Kraftangriff.

[0040] Die Ansteuerung der Energieversorgungseinrichtung 106.3 durch die Steuereinheit 107 und damit die Einstellung der Kraftwirkung in den jeweiligen Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 erfolgt in Abhängigkeit von mehreren Einstellvorgaben, die zur Realisierung mehrerer Einstellkonzepte für die Kraftwirkung zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 dienen. Zu diesem Zweck ist in der Steuereinheit 107 jeweils ein entsprechendes Regelgesetz hinterlegt, nach welchem jeweils ein Ausgangssignal der Steuereinheit 107 generiert und der Energieversorgungseinrichtung 106.3 der Aktuatoreinheit 106 als Eingangsgröße zugeführt wird.

[0041] Die Energieversorgungseinrichtung 106.3 nimmt dann die Einstellung der Kraftwirkung in Abhängigkeit von den zugeführten Eingangsgrößen vor, wobei sie die zugeführten Eingangsgrößen einander durch eine einfache Summenbildung überlagert, um so eine Stellgröße für den jeweiligen Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 zu ermitteln, welche sämtlichen Einstellkonzepten gerecht wird.

[0042] Im gezeigten Beispiel wird als ein erstes Einstellkonzept die im Wesentlichen vollständige Eliminierung von ersten Schwingungen des Wagenkastens 102 relativ zu dem Fahrwerk 103 in der Fahrzeugquerrichtung (y-Richtung) in einem vorgegebenen ersten Frequenzbereich verfolgt. Der erste Frequenzbereich erstreckt sich im vorliegenden Beispiel von 1,0 Hz bis 6,0 Hz, mithin also in einem Bereich, in dem derartige Querschwingungen von den Passagieren des Fahrzeugs 101 üblicherweise als besonders störend empfunden werden.

[0043] Hierzu wird über eine (einen oder mehrere Beschleunigungssensoren umfassende und im Wagenkasten 103 angeordnete) erste Erfassungseinrichtung 108 der Steuereinrichtung 105 in hinlänglich bekannter Weise eine erste Erfassungsgröße E1 erfasst, die für die auf den Wagenkasten 102 in der Fahrzeugquerrichtung (y-Richtung) wirkende Querschleunigung repräsentativ ist. Diese erste Erfassungsgröße E1 wird an die Steuereinheit 107 übermittelt, welche über eine geeignete Filterung (beispielsweise einen Bandpassfilter oder dergleichen) die relevanten Anteile der ersten Erfassungsgröße E1 in dem ersten Frequenzbereich herausfiltert.

[0044] Als dem ersten Einstellkonzept zugeordnete erste Einstellvorgabe verwendet die Steuereinheit 107 einen ersten Sollwert S1, der für einen vorgegebenen Querschleunigungssollwert repräsentativ ist. Da die Querschleunigung im vorliegenden Beispiel idealerweise auf den Wert Null reduziert werden soll, weist der Querschleunigungssollwert (über den gesamten ersten Frequenzbereich) den Wert Null auf.

[0045] Unter Verwendung des gefilterten Anteils der ersten Erfassungsgröße E1 und des ersten Sollwerts S1 wird dann in der Steuereinheit 107 eine erste Eingangsgröße EA1 für die Energieversorgungseinheit 106.3 ermittelt und der Energieversorgungseinheit 106.3 zugeführt.

[0046] Im vorliegenden Beispiel wird als ein weiteres, zweites Einstellkonzept die im Wesentlichen vollständige Eliminierung einer Positionsabweichung des Wagenkastens 102 relativ zu dem Fahrwerk 102 in der Fahrzeugquerrichtung (y-Richtung) in einem vorgegebenen zweiten Frequenzbereich verfolgt. Der zweite Frequenzbereich erstreckt sich von 0 Hz bis 1 Hz. Hiermit werden niedrigfrequente Querbewegungen des Wagenkastens 102 zumindest erheblich reduziert, die zwar von den Passagieren nicht als störend empfunden werden, jedoch im Hinblick auf die Einhaltung des Lichtraumprofils (insbesondere bei höheren Fahrgeschwindigkeiten im Gleisbogen) unerwünscht sind.

[0047] Hierzu wird im vorliegenden Beispiel über in dem jeweiligen Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 integrierte Wegsensoren eine zweite Erfassungsgröße E2 erfasst, die für die Querauslenkung des Wagenkastens 102 aus einer Sollposition in der Fahrzeugquerrichtung (y-Richtung) repräsentativ ist. Diese zweite Erfassungsgröße E2 wird an die Steuereinheit 107 übermittelt, welche über eine geeignete Filterung (beispielsweise einen Tiefpassfilter oder dergleichen) die relevanten Anteile der zweiten Erfassungsgröße E2 in dem zweiten Frequenzbereich herausfiltert.

[0048] Als dem zweiten Einstellkonzept zugeordnete zweite Einstellvorgabe verwendet die Steuereinheit 107 einen zweiten Sollwert S2, der für einen vorgegebenen Querauslenkungssollwert repräsentativ ist. Da die Querauslenkung bzw. Positionsabweichung in der Fahrzeugquerrichtung im vorliegenden Beispiel idealerweise auf den Wert Null reduziert werden soll, weist der Querauslenkungssollwert im vorliegenden Beispiel (über den gesamten zweiten Frequenzbereich)

den Wert Null auf.

[0049] Unter Verwendung des gefilterten Anteils der zweiten Erfassungsgröße E2 und des zweiten Sollwerts S2 wird dann in der Steuereinheit 107 eine zweite Eingangsgröße EA2 für die Energieversorgungseinheit 106.3 ermittelt und der Energieversorgungseinheit 106.3 zugeführt.

[0050] Weiterhin wird im vorliegenden Beispiel als ein weiteres, drittes Einstellkonzept ein Winkelbeschleunigungseinstellkonzept verfolgt, bei dem die im Wesentlichen vollständige Eliminierung einer Winkelbeschleunigung des Wagenkastens 102 relativ zu dem Fahrwerk 103 um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung (z-Richtung) parallele Drehachse in einem vorgegebenen Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich bzw. dritten Frequenzbereich verfolgt wird. Der Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich bzw. dritte Frequenzbereich erstreckt sich wiederum von 3,0 Hz bis 9,0 Hz, um unerwünschte hochfrequente Drehschwingungen des Fahrwerks 103 bezüglich des Wagenkastens 102 zu verhindern, die besonders nachteilig für die Fahrstabilität des Fahrzeugs 101 sind.

[0051] Hierzu wird über eine (einen oder mehrere Beschleunigungssensoren umfassende und am Drehgestellrahmen 103.4 angeordnete) zweite Erfassungseinrichtung 109 der Steuereinrichtung 105 in hinlänglich bekannter Weise eine dritte Erfassungsgröße E3 erfasst, die für die Winkelbeschleunigung des Fahrwerksrahmens 103.4 um die Drehachse repräsentativ ist. Diese dritte Erfassungsgröße E3 wird ebenfalls an die Steuereinheit 107 übermittelt, welche über eine geeignete Filterung (beispielsweise einen Bandpassfilter oder dergleichen) die relevanten Anteile der dritten Erfassungsgröße E3 in dem dritten Frequenzbereich herausfiltert.

[0052] Als dem dritten Einstellkonzept zugeordnete Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe bzw. dritte Einstellvorgabe wird ein dritter Sollwert S3 verwendet, der für einen vorgegebenen Winkelbeschleunigungssollwert repräsentativ ist. Da im die Winkelbeschleunigung im vorliegenden Beispiel möglichst eliminiert werden soll, weist der Winkelbeschleunigungssollwert ebenfalls den Wert Null auf.

[0053] Unter Verwendung des gefilterten Anteils der dritten Erfassungsgröße E3 und des dritten Sollwerts S3 wird dann in der Steuereinheit 107 eine dritte Eingangsgröße EA3 für die Energieversorgungseinheit 106.3 ermittelt und der Energieversorgungseinheit 106.3 zugeführt.

[0054] Schließlich wird im vorliegenden Beispiel als ein viertes Einstellkonzept die im Wesentlichen vollständige Eliminierung eines (beim Ausdrehen des Fahrwerks 103 bezüglich des Wagenkastens 102 aus der in Figur 1 und 2 gezeigten Neutralstellung) durch die Sekundärfederung 103.5 erzeugten Rückstellmoments um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vorgegebenen vierten Frequenzbereich verfolgt. Der vierte Frequenzbereich erstreckt sich von 0 Hz bis 1,0 Hz, sodass bei Bogenfahrt die niedrigfrequenten, der aktuellen Krümmung des Fahrwegs entsprechenden so genannten quasi statischen Ausdrehbewegungen des Fahrwerks 103 bezüglich des Wagenkastens 102 aktiv durch die Aktuatoreinrichtung 106 erzeugt werden können.

[0055] Zu diesem Zweck wird eine vierte Erfassungsgröße E4 erfasst, die für das Rückstellmoment der Sekundärfederung 103.5 repräsentativ ist. Hierzu wird im vorliegenden Fall als vierte Erfassungsgröße E4 der Ausdrehwinkel zwischen Wagenkasten 102 und Fahrwerk 103 verwendet, welcher bestimmt wird aus der Differenz der Signale der in den jeweiligen Hydraulikzylindern 106.1, 106.2 integrierten Wegsensoren. Diese vierte Erfassungsgröße E4 wird in der Steuereinheit 107 einer weiteren Filterung (beispielsweise einem Tiefpassfilter oder dergleichen) unterzogen, bei welcher die relevanten Anteile dieser Erfassungsgröße E4 in dem vierten Frequenzbereich herausgefiltert werden, welche letztlich dem quasi statischen Ausdrehwinkel des Fahrwerks 103 bezüglich des Wagenkastens 102 entsprechen. Aus den mechanischen Gegebenheiten der Sekundärfederung 103.5 kann hieraus dann auf das Rückstellmoment der Sekundärfederung 103.5 geschlossen werden.

[0056] Als dem vierten Einstellkonzept zugeordnete vierte Einstellvorgabe wird ein vierter Sollwert S4 verwendet, der für einen vorgegebenen Rückstellmomentsollwert repräsentativ ist. Da im vorliegenden Beispiel das insgesamt zwischen Wagenkasten 102 und Fahrwerk 103 wirkende Rückstellmoment möglichst eliminiert werden soll (also das aus der Auslenkung der Sekundärfederung 103.5 resultierende Rückstellmoment durch die Kraftwirkung der Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 möglichst kompensiert werden soll), weist der Rückstellmomentsollwert ebenfalls den Wert Null auf.

[0057] Unter Verwendung des gefilterten Anteils der vierten Erfassungsgröße E4 und des vierten Sollwerts S4 wird dann in der Steuereinheit 107 eine vierte Eingangsgröße EA4 für die Energieversorgungseinheit 106.3 ermittelt und der Energieversorgungseinheit 106.3 zugeführt.

[0058] Die Energieversorgungseinheit 106.3 überlagert die erste bis vierte Eingangsgröße EA1 bis EA4, indem sie diese nach der Gleichung:

$$EAS = \sum_{i=1}^4 EA_i \quad (1)$$

einfach zu einem Summenwert EAS aufsummiert. Aus diesem Summenwert EAS ermittelt die Energieversorgungseinheit 106.3 dann die jeweils zum aktuellen Zeitpunkt nach Betrag und Richtung in den ersten Hydraulikzylinder 106.1 und dem zweiten Hydraulikzylinder 106.2 einzustellenden Kraft und versorgt diese dementsprechend mit hydraulischer

Energie.

[0059] Hierdurch ist es in einfacher und vorteilhafter Weise möglich, in dieser durch die beiden Hydraulikzylinder 106.1, 106.2 realisierten aktiven mechanischen Kopplung zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 eine Reihe von fahrdynamisch relevanten Funktionen entsprechend den gewählten Einstellkonzepten zu integrieren. So wird über das erste Einstellkonzept die Funktion einer aktiven Querfederung integriert, mit welcher ein besonders hoher Fahrkomfort für die Passagiere erreicht wird. Über das zweite Einstellkonzept wird die Funktion einer Zentriereinrichtung integriert, die im Hinblick auf die Einhaltung des Luftraumprofils von Vorteil ist. Über das dritte Einstellkonzept wird die Funktion eines Schlingerdämpfers bzw. einer Drehhemmung integriert, über die auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten (insbesondere im geraden Gleis) ein stabiler Fahrzeuglauf erreicht wird. Schließlich wird über das vierte Einstellkonzept die Funktion einer aktiven Lenkeinrichtung des Fahrwerks 103 integriert, welche im Hinblick auf das Verschleißverhalten an Rad und Schiene von Vorteil ist.

[0060] Es versteht sich, dass zusätzlich oder anstelle des vorgenannten ersten, zweiten oder vierten Einstellkonzepts weitere Einstellkonzepte berücksichtigt werden können, sodass gegebenenfalls weitere bzw. andere Funktionen in der Aktuatoreinrichtung 106 integriert sein können.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0061] Eine weitere vorteilhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Fahrzeugs 201 ist in Figur 3 dargestellt. Das Fahrzeug 201 entspricht dabei in seiner grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise dem Fahrzeug 101 aus Figur 1 und 2, sodass hier lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Insbesondere sind identische Komponenten mit den identischen Bezugszeichen versehen, während gleichartige Komponenten mit um den Wert 100 erhöhten Bezugszeichen versehen sind. Sofern nachfolgend nichts Anderweitiges ausgeführt wird, wird hinsichtlich der Merkmale, Funktionen und Vorteile dieser Komponenten auf die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel verwiesen.

[0062] Der Unterschied zur Ausführung aus Figur 1 und 2 besteht in der Gestaltung der Steuereinrichtung 205. So sind bei diesem Ausführungsbeispiel die erste Aktuatoreinheit 206.1 und die zweite Aktuatoreinheit 206.2 jeweils von einer kompakten Einheit gebildet, welche eine eigene (nicht näher dargestellte) Energieversorgungseinheit und einen ersten Aktuator in Form eines ersten Hydraulikzylinders 206.3 und einen zweiten Aktuator in Form eines zweiten Hydraulikzylinders 206.4 umfasst. Jeder der Hydraulikzylinder 206.3, 206.4 wird über eine (nicht näher dargestellte) eigene erste bzw. zweite Ventileinheit der Energieversorgungseinheit gespeist.

[0063] Die erste Ventileinheit arbeitet dabei in einem ersten Arbeitsfrequenzbereich, sodass der erste Hydraulikzylinder 206.3 Kräfte zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 in dem ersten Arbeitsfrequenzbereich erzeugt. Die zweite Ventileinheit arbeitet in einem zweiten Arbeitsfrequenzbereich, sodass der zweite Hydraulikzylinder 206.4 Kräfte zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 in dem zweiten Arbeitsfrequenzbereich erzeugt.

[0064] Im vorliegenden Beispiel erstreckt sich der zweite Arbeitsfrequenzbereich von 0 Hz bis 2 Hz, während sich der erste Arbeitsfrequenzbereich von 0,5 Hz bis 15 Hz erstreckt. Hiermit ist es in einfacher Weise möglich, mit einer einzigen kompakten Aktuatoreinheit die oben beschriebenen Einstellungen in den teilweise unterschiedlichen ersten bis vierten Frequenzbereichen auszuführen.

[0065] Die Steuereinheit liefert hierzu die erste bis vierte Eingangsgröße EA1 bis EA4 an beide Aktuatoreinheiten 206.1 und 206.2, welche die oben beschriebene Überlagerung nach Gleichung (1) vornehmen, anschließend die zum aktuellen Zeitpunkt nach Betrag und Richtung in ihren Hydraulikzylindern 206.3, 206.4 einzustellenden Kräfte ermitteln und diese dementsprechend mit hydraulischer Energie versorgen. Es versteht sich jedoch, was anderen Varianten der Erfindung auch vorgesehen sein kann, dass die Ermittlung der einzustellenden Kräfte in der Steuereinheit 107 vorgenommen wird und dann bereits entsprechende Steuersignale an die jeweilige Aktuatoreinheit 206.1 und 206.2 übermittelt werden.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0066] Eine weitere vorteilhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Fahrzeugs 301 ist in Figur 3 dargestellt (deren Ansicht diejenigen aus Figur 2 entspricht). Das Fahrzeug 301 entspricht in seiner grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise dem Fahrzeug 101 aus Figur 1 und 2, sodass hier lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Insbesondere sind identische Komponenten mit den identischen Bezugszeichen versehen, während gleichartige Komponenten mit um den Wert 200 erhöhten Bezugszeichen versehen sind. Sofern nachfolgend nichts Anderweitiges ausgeführt wird, wird hinsichtlich der Merkmale, Funktionen und Vorteile dieser Komponenten auf die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel verwiesen.

[0067] Der Unterschied zur Ausführung aus Figur 1 und 2 besteht in der Gestaltung der Steuereinrichtung 305. So sind bei diesem Ausführungsbeispiel die erste Aktuatoreinheit in Form eines ersten Hydraulikzylinders 306.1 und die zweite Aktuatoreinheit in Form eines zweiten Hydraulikzylinders 306.2 sowie die zentrale Energieversorgungseinheit

106.3 zu einer kompakten Einheit zusammengefasst, welche an dem Wagenkasten 102 befestigt ist. Jeder der Hydraulikzylinder 306.1, 306.2 wird über eine (nicht näher dargestellte) eigene erste bzw. zweite Ventileinheit der Energieversorgungseinheit 106.3 gespeist.

[0068] Die Längsachse und damit die Wirkrichtung des jeweiligen Hydraulikzylinders 306.1, 306.2 verläuft im Wesentlichen parallel zu der Fahrzeuglängsrichtung (x-Richtung). Die Kraft bzw. Verschiebung des jeweiligen Hydraulikzylinders 306.1, 306.2 wird jeweils über ein einfaches Koppelgetriebe 306.5 bzw. 306.6 auf den Drehgestellrahmen 103.4 übertragen. Das Koppelgetriebe 306.5 bzw. 306.6 umfasst jeweils einen schwenkbar am Wagenkasten 102 angelenkten Winkelhebel 306.7 bzw. 306.8, über den erreicht wird, dass die übertragene Kraft bzw. Verschiebung in Fahrzeugquerrichtung auf den Drehgestellrahmen 103.4 wirkt (sodass eine Krafteinleitung in den Drehgestellrahmen 103.4 wie im ersten Ausführungsbeispiel erzielt wird). Insgesamt wird auch hier wieder eine (in der gezeigten Draufsicht) im Wesentlichen zu der Fahrwerksmittehochachse symmetrische Gestaltung realisiert.

[0069] Diese Gestaltung hat den Vorteil, dass vergleichsweise wenig Bauraum im Drehgestell 103 benötigt wird. So muss lediglich der Raum für die Anlenkung des Koppelgetriebes 306.5 bzw. 306.6 zur Verfügung gestellt werden. Dies ist im Hinblick auf die bei modernen Drehgestellen stark begrenzte Verfügbarkeit von Bauraum von besonderem Vorteil.

[0070] Die Energieversorgungseinheit 106.3 und die beiden Hydraulikzylinder 306.1, 306.2 können wie in dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben gestaltet sein. Insbesondere können die beiden Hydraulikzylinder 306.1, 306.2 identisch ausgeführt sein. Die erste Ventileinheit kann aber auch ähnlich wie im zweiten Ausführungsbeispiel in einem ersten Arbeitsfrequenzbereich arbeiten, sodass der erste Hydraulikzylinder 306.1 Kräfte zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 in dem ersten Arbeitsfrequenzbereich erzeugt. Die zweite Ventileinheit kann dann in einem zweiten Arbeitsfrequenzbereich arbeiten, sodass der zweite Hydraulikzylinder 306.2 Kräfte zwischen dem Fahrwerk 103 und dem Wagenkasten 102 in dem zweiten.

[0071] Auch hier kann sich der zweite Arbeitsfrequenzbereich von 0 Hz bis 2 Hz erstrecken, während sich der erste Arbeitsfrequenzbereich von 0,5 Hz bis 15 Hz erstrecken kann. Hiermit ist es in einfacher Weise möglich, mit einer einzigen kompakten Aktuatoreinheit die oben beschriebenen Einstellungen in den teilweise unterschiedlichen ersten bis vierten Frequenzbereichen auszuführen.

[0072] Die Steuereinheit 107 liefert auch im vorliegenden Beispiel wiederum die erste bis vierte Eingangsgröße EA1 bis EA4 an die Energieversorgungseinheit 106.3, welche die oben beschriebene Überlagerung nach Gleichung (1) vornimmt, anschließend die zum aktuellen Zeitpunkt nach Betrag und Richtung in ihren Hydraulikzylindern 306.1, 306.2 einzustellenden Kräfte ermittelt und diese dementsprechend mit hydraulischer Energie versorgt.

[0073] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend anhand von Beispielen beschrieben, bei denen für das jeweilige Einstellkonzept ein konkreter Sollwert vorgegeben wurde. Es versteht sich jedoch, dass für das jeweilige Einstellkonzept gegebenenfalls auch von den genannten Beispielen abweichende Sollwerte vorgegeben werden können. Entscheidend ist lediglich, dass der konkrete Sollwert in einer geeigneten Weise gewählt ist, dass das mit dem Einstellkonzept verfolgte Ziel erreicht wird.

[0074] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend ausschließlich anhand von Beispielen beschrieben, bei denen eine Kraftwirkung zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten eingestellt wurde. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung auch in Verbindung mit der Einstellung einer vorgegebenen Relativposition zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten zum Einsatz kommen kann. Ebenfalls können natürlich Kombinationen aus der Einstellung von vorgegebenen Kräften und Relativpositionen zwischen Fahrwerk und Wagenkasten realisiert werden.

[0075] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend ausschließlich anhand von Beispielen für Schienenfahrzeuge beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung auch in Verbindung mit beliebigen anderen Fahrzeugen zum Einsatz kommen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung einer Kraftwirkung und/oder einer Relativposition zwischen einem Fahrwerk und einem Wagenkasten eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, bei dem

- über eine zwischen dem Fahrwerk (103), insbesondere einem Fahrwerksrahmen (103.4) des Fahrwerks (103), und dem Wagenkasten (102) wirkende Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) eine Kraftwirkung und/oder eine Relativposition zwischen dem Fahrwerk (103) und dem Wagenkasten (102) in einer Wirkebene eingestellt wird, wobei
- die Wirkebene durch eine Fahrzeuglängsrichtung und eine Fahrzeugquerrichtung des Fahrzeugs definiert wird,
- die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von einer Einstellvorgabe zur Realisierung eines vorgebbaren Einstellkonzeptes für die Kraftwirkung und/oder die Relativposition erfolgt und
- die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe eines Winkelbeschleunigungseinstellkonzeptes verwendet wird, das die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Winkelbeschleunigung des Fahrwerks (103) um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vorgegebenen Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich betrifft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- unter Verwendung jeder der wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben eine Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206) ermittelt wird und der Aktuatoreinrichtung (106; 206) zugeführt wird und
- die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von den zugeführten Eingangsgrößen, insbesondere in Abhängigkeit von einer Überlagerung der zugeführten Eingangsgrößen, vorzugsweise in Abhängigkeit von einer Summe der zugeführten Eingangsgrößen, erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine erste Einstellvorgabe eines ersten Einstellkonzeptes verwendet wird, wobei
- das erste Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, von ersten Schwingungen des Wagenkastens (102) relativ zu dem Fahrwerk (103) in der Fahrzeugquerrichtung in einem ersten Frequenzbereich betrifft, wobei
- sich der erste Frequenzbereich insbesondere oberhalb von 0,5 Hz bis 1,0 Hz, vorzugsweise von 1,0 Hz bis 15 Hz, weiter vorzugsweise von 1,0 Hz bis 6,0 Hz, erstreckt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine erste Erfassungsgröße erfasst wird, die für die auf den Wagenkasten (102) in der Fahrzeugquerrichtung wirkenden Querbeschleunigung repräsentativ ist,
- als die erste Einstellvorgabe ein erster Sollwert verwendet wird, der für einen Querbeschleunigungssollwert repräsentativ ist, und
- unter Verwendung der ersten Erfassungsgröße und des ersten Sollwerts eine erste Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt wird und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zugeführt wird, wobei
- der Querbeschleunigungssollwert insbesondere den Wert Null aufweist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine zweite Einstellvorgabe eines zweiten Einstellkonzeptes verwendet wird, wobei
- das zweite Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Positionsabweichung des Wagenkastens (102) relativ zu dem Fahrwerk (103) in der Fahrzeugquerrichtung in einem zweiten Frequenzbereich betrifft, wobei
- sich der zweite Frequenzbereich insbesondere unterhalb von 0,5 Hz bis 2,0 Hz, vorzugsweise von 0 Hz bis 1,0 Hz, weiter vorzugsweise von 0 Hz bis 0,5 Hz, erstreckt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine zweite Erfassungsgröße erfasst wird, die für die Querauslenkung des Wagenkastens (102) aus einer Sollposition in der Fahrzeugquerrichtung repräsentativ ist,
- als die zweite Einstellvorgabe ein zweiter Sollwert verwendet wird, der für einen Querauslenkungssollwert repräsentativ ist, und
- unter Verwendung der zweiten Erfassungsgröße und des zweiten Sollwerts eine zweite Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt wird und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zugeführt wird, wobei
- der Querauslenkungssollwert insbesondere den Wert Null aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- sich der Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich oberhalb von 0,5 Hz bis 1,0 Hz, vorzugsweise von 1,0 Hz bis 15 Hz, weiter vorzugsweise von 3,0 Hz bis 9,0 Hz, erstreckt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine dritte Erfassungsgröße erfasst wird, die für die Winkelbeschleunigung des Fahrwerks (103) um die Drehachse repräsentativ ist,
- als die Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe ein dritter Sollwert verwendet wird, der für einen Winkelbeschleunigungssollwert repräsentativ ist, und
- unter Verwendung der dritten Erfassungsgröße und des dritten Sollwerts eine dritte Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt wird und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zugeführt wird, wobei
- der Winkelbeschleunigungssollwert insbesondere den Wert Null aufweist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine vierte Einstellvorgabe eines vierten Einstellkonzeptes verwendet wird, wobei
- das vierte Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, eines durch eine Abstützeinrichtung (103.5) des Wagenkastens (102) auf dem Fahrwerk (103) erzeugten Rückstellmoments um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vierten Frequenzbereich betrifft, wobei
- sich der vierte Frequenzbereich insbesondere unterhalb von 0,5 Hz bis 2,0 Hz, vorzugsweise von 0 Hz bis 1,0 Hz, weiter vorzugsweise von 0 Hz bis 0,5 Hz, erstreckt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine vierte Erfassungsgröße erfasst wird, die für das Rückstellmoment der Abstützeinrichtung (103.5) repräsentativ ist,
- als die vierte Einstellvorgabe ein vierter Sollwert verwendet wird, der für einen Rückstellmomentsollwert repräsentativ ist, und
- unter Verwendung der vierten Erfassungsgröße und des vierten Sollwerts eine vierte Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt wird und der Aktuatoreinrichtung (106; 206) zugeführt wird, wobei
- der Rückstellmomentsollwert insbesondere den Wert Null aufweist.

11. Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, mit

- einem Wagenkasten (102),
- einem Fahrwerk (103) und
- einer Steuereinrichtung (105; 205; 305) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- der Wagenkasten auf dem Fahrwerk (103) über eine Abstützeinrichtung (103.5) abgestützt ist,
- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) eine Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) umfasst, die mit dem Wagenkasten (102) und dem Fahrwerk (103), insbesondere einem Fahrwerksrahmen (103.4) des Fahrwerks (103), verbunden ist und zur Einstellung einer Kraftwirkung und/oder einer Relativposition zwischen dem Wagenkasten (102) und dem Fahrwerk (103) in einer Wirkebene ausgebildet ist, wobei
- die Wirkebene durch eine Fahrzeuginnenrichtung und eine Fahrzeugaußenrichtung des Fahrzeugs definiert wird und
- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) zur Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von einer Einstellvorgabe zur Realisierung eines vorgebbaren Einstellkonzeptes für die Kraftwirkung und/oder die Relativposition ausgebildet ist,
- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) zur Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte ausgebildet ist.

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) dazu ausgebildet ist, als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben

eine Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe eines Winkelbeschleunigungseinstellkonzeptes zu verwenden, das die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Winkelbeschleunigung des Fahrwerks (103) um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem vorgegebenen Winkelbeschleunigungsfrequenzbereich betrifft.

12. Fahrzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) dazu ausgebildet ist, unter Verwendung jeder der wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben eine Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zu ermitteln und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zuzuführen und
- die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zur Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von den zugeführten Eingangsgrößen, insbesondere in Abhängigkeit von einer Überlagerung der zugeführten Eingangsgrößen, vorzugsweise in Abhängigkeit von einer Summe der zugeführten Eingangsgrößen, erfolgt.

13. Fahrzeug nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) eine erste Erfassungseinheit (108) zur Erfassung einer ersten Erfassungsgröße in einem ersten Frequenzbereich aufweist, welche für die auf den Wagenkasten (102) in der Fahrzeugquerrichtung wirkende Querbewegung repräsentativ ist, die Steuereinrichtung (105; 205; 305) als eine erste Einstellvorgabe einen ersten Sollwert verwendet, der für einen Querbewegungssollwert repräsentativ ist, und die Steuereinrichtung (105; 205; 305) unter Verwendung der ersten Erfassungsgröße und des ersten Sollwerts eine erste Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zuführt, wobei der Querbewegungssollwert insbesondere den Wert Null aufweist, und/oder
- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) eine zweite Erfassungseinheit zur Erfassung einer zweiten Erfassungsgröße in einem zweiten Frequenzbereich aufweist, welche für eine Querauslenkung des Wagenkastens aus einer Sollposition in der Fahrzeugquerrichtung repräsentativ ist, die Steuereinrichtung (105; 205; 305) als eine zweite Einstellvorgabe einen zweiten Sollwert verwendet, der für einen Querauslenkungssollwert repräsentativ ist, und die Steuereinrichtung (105; 205; 305) unter Verwendung der zweiten Erfassungsgröße und des zweiten Sollwerts eine zweite Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zuführt, wobei der Querauslenkungssollwert insbesondere den Wert Null aufweist, und/oder
- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) eine dritte Erfassungseinheit (109) zur Erfassung einer dritten Erfassungsgröße in einem dritten Frequenzbereich aufweist, welche für eine Winkelbeschleunigung des Fahrwerks (103) um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse repräsentativ ist, die Steuereinrichtung als Winkelbeschleunigungseinstellvorgabe einen dritten Sollwert verwendet, der für einen Winkelbeschleunigungssollwert repräsentativ ist, und die Steuereinrichtung (105; 205; 305) unter Verwendung der dritten Erfassungsgröße und des dritten Sollwerts eine dritte Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zuführt, wobei der Winkelbeschleunigungssollwert insbesondere den Wert Null aufweist, und/oder
- die Steuereinrichtung (105; 205; 305) eine vierte Erfassungseinheit (109) zur Erfassung einer vierten Erfassungsgröße in einem vierten Frequenzbereich aufweist, welche für ein durch die Abstützeinrichtung (103.5) erzeugtes Rückstellmoment um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse repräsentativ ist, die Steuereinrichtung (105; 205; 305) als eine vierte Einstellvorgabe einen vierten Sollwert verwendet, der für einen Rückstellmomentsollwert repräsentativ ist, und die Steuereinrichtung (105; 205; 305) unter Verwendung der vierten Erfassungsgröße und des vierten Sollwerts eine vierte Eingangsgröße für die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) ermittelt und der Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) zuführt, wobei der Rückstellmomentsollwert insbesondere den Wert Null aufweist.

14. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Aktuatoreinrichtung (106; 206; 306) wenigstens zwei in der Fahrzeugquerrichtung zwischen dem Wagenkasten (102) und dem Fahrwerk (103) wirkende Aktuatoreinheiten (106.1, 106.2; 206.1, 206.2; 306.1, 306.2) umfasst, wobei
- die beiden Aktuatoreinheiten (106.1, 106.2; 206.1, 206.2) in Fahrzeuginnenrichtung insbesondere zu beiden

Seiten einer Fahrwerksmitte, insbesondere im Wesentlichen symmetrisch zu der Fahrwerksmitte, angeordnet sind, vorzugsweise im Bereich eines vorlaufenden Endes und eines nachlaufenden Endes des Fahrwerks (103) angeordnet sind,
und/oder

- wenigstens eine der Aktuatoreinheiten (106.1, 106.2; 206.1, 206.2) einen zumindest hauptsächlich in der Fahrzeugquerrichtung ausgerichteten Linearaktor, insbesondere einen Hydraulikzylinder, umfasst.

15. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Aktuatoreinrichtung (206; 306) wenigstens eine Aktuatoreinheit (206.1; 306.1, 306.2) mit einem ersten Aktuator (206.3) und einem zweiten Aktuator (206.4) umfasst, wobei
- der erste Aktuator (206.3) dazu ausgebildet ist, Kräfte und/oder Stellbewegungen zwischen dem Fahrwerk (103) und dem Wagenkasten (102) in einem ersten Arbeitsfrequenzbereich zu erzeugen,
- der zweite Aktuator (206.4) dazu ausgebildet ist, Kräfte und/oder Stellbewegungen zwischen dem Fahrwerk (103) und dem Wagenkasten (102) in einem zweiten Arbeitsfrequenzbereich zu erzeugen,
- der erste Arbeitsfrequenzbereich insbesondere zumindest teilweise, insbesondere vollständig, oberhalb des zweiten Frequenzbereichs liegt
und/oder
- sich der zweite Arbeitsfrequenzbereich insbesondere von 0 Hz bis 2 Hz, vorzugsweise von 0,5 Hz bis 1,0 Hz, erstreckt,
und/oder
- sich der erste Arbeitsfrequenzbereich insbesondere von 0,5 Hz bis 15 Hz, vorzugsweise von 3,0 Hz bis 9,0 Hz, erstreckt.

Claims

1. A method for adjusting a force effect and/or a relative position between a running gear and a wagon body of a vehicle, in particular a rail vehicle, in which

- a force and/or a relative position between the running gear (103), in particular a frame (103.4) of the running gear (103), and the wagon body (102) is adjusted via an actuator device (106; 206; 306) acting between the running gear (103) and the body (102) in a plane of action, wherein
 - the plane of action is defined by a vehicle longitudinal direction and vehicle lateral direction of the vehicle,
 - the adjustment of the force effect and/or the relative position is made as a function of an adjustment directive for realizing a predeterminable adjustment concept for the force effect and/or the relative position, and
 - the adjustment of the force effect and/or the relative position is made as a function of at least two different adjustment directives for at least two predeterminable different adjustment concepts.
- characterized in that,**
- as one of the at least two adjustment directives, an angular acceleration adjustment directive of an angular acceleration adjustment concept is used, which relates to the minimization, in particular, the substantially complete elimination, of an angular acceleration of the running gear (103) about a rotational axis parallel to a vehicle height direction in a predefined angular acceleration frequency range.

2. The method according to claim 1, **characterized in that,**

- using each of the at least two different adjustment directives, an input value to the actuator device (106; 206) is determined and supplied the actuator device (106; 206) is, and
- the adjustment of the force effect and/or the relative position is made as a function of the supplied input variables, in particular as a function of a superposition of the input variables supplied, preferably as a function of a sum of the supplied input variables.

3. The method of claim 1 or 2, **characterized in that**

- a first adjustment directive of a first adjustment concept is used as one of the at least two adjustment directives, wherein
- the first adjustment concept relates to the minimization, in particular, the substantially complete elimination, of first vibrations of the wagon body (102) relative to the running gear (103) in the vehicle transverse direction

in a first frequency range, wherein

- the first frequency range, in particular, is above 0.5 Hz to 1.0 Hz, preferably 1.0 Hz to 15 Hz, more preferably 1.0 Hz to 6.0 Hz, extends.

5 **4. The method according to claim 3, characterized in that**

- a first capturing parameter is captured, which is representative of the transverse acceleration acting on the wagon body (102) in the vehicle transverse direction,

10 - as the first adjustment directive a first setpoint value is used, which is representative of a transverse acceleration setpoint value, and

- using the first capturing parameter and the first setpoint value, a first input variable for the actuator device (106; 206; 306) is determined and supplied to the actuator device (106; 206; 306), wherein

- the transverse acceleration setpoint value, in particular, has the value zero.

15 **5. Method according to one of the preceding claims, characterized in that**

- a second adjustment directive of a second adjustment concept is used as one of the at least two adjustment directives, wherein

20 - the second adjustment concept relates to the minimization, in particular, the substantially complete elimination, of a positional deviation of the wagon body (102) relative to the running gear (103) in the vehicle transverse direction in a second frequency range, wherein

- the second frequency range, in particular, is below 0.5 Hz to 2.0 Hz, preferably from 0 Hz to 1.0 Hz, more preferably from 0 Hz to 0.5 Hz, extends.

25 **6. The method according to claim 5, characterized in that**

- a second capturing parameter is captured, which is representative of the transverse deflection of the wagon body (102) from a desired position in the vehicle transverse direction,

30 - as the second adjustment directive a second setpoint value is used, which is representative of a transverse deflection setpoint value, and

- using the second capturing parameter and the second setpoint value, a second input variable for the actuator device (106; 206; 306) is determined and supplied to the actuator device (106; 206; 306), wherein

- the transverse deflection setpoint value, in particular, has the value zero.

35 **7. The method according to one of the preceding claims, characterized in that**

- the angular acceleration frequency range is above 0.5 Hz to 1.0 Hz, preferably 1.0 Hz to 15 Hz, more preferably 3.0 Hz to 9.0 Hz.

40 **8. The method according to one of the preceding claims, characterized in that**

- a third capturing parameter is captured, which is representative of the angular acceleration of the running gear (103) about the rotational axis,

45 - as the angular acceleration adjustment directive a third setpoint value is used, which is representative of an angular acceleration setpoint value, and

- using the third capturing parameter and the third setpoint value, a third input variable for the actuator device (106; 206; 306) is determined and supplied to the actuator device (106; 206; 306), wherein

- the angular acceleration setpoint value, in particular, has the value zero.

50 **9. The method according to one of the preceding claims, characterized in that**

- a fourth adjustment directive of a fourth adjustment concept is used as one of the at least two adjustment directives, wherein

55 - the fourth adjustment concept relates to the minimization, in particular, the substantially complete elimination of a restoring torque generated by a support device (103.5) of the wagon body (102) on the running gear (103) about an rotational axis parallel to a vehicle height direction of the rotational axis in a fourth frequency range, wherein

- the fourth frequency range, in particular, is below 0.5 Hz to 2.0 Hz, preferably 0 Hz to 1.0 Hz, more preferably

0 Hz to 0.5 Hz.

10. The method according to claim 9, characterized in that

- a fourth capturing parameter is captured, which is representative of the restoring torque of the support device (103.5),
- as the fourth adjustment directive a fourth setpoint value is used, which is representative of a restoring torque setpoint value, and
- using the fourth capturing parameter and the fourth setpoint value, a fourth input variable for the actuator device (106; 206; 306) is determined and supplied to the actuator device (106; 206), wherein
- the restoring torque setpoint value, in particular, has the value zero.

11. Vehicle, in particular rail vehicle, with

- a wagon body (102),
 - a running gear (103) and
 - a control device (105; 205; 305) for performing the method according to any one of the preceding claims, wherein
 - the wagon body is supported on the running gear (103) via a support device (103.5),
 - the control device (105; 205; 305) comprises an actuator device (106; 206; 306) which is connected with the wagon body (102) and the running gear (103), in particular, with a frame (103.4) of the running gear (103) and which is configured to adjust a force effect and/or a relative position between the wagon body (102) and the running gear (103) in a plane of action, wherein
 - the plane of action is defined by a vehicle longitudinal direction and vehicle lateral direction of the vehicle and
 - the control device (105; 205; 305) is configured to adjust the force effect and/or the relative position as a function of an adjustment directive for realizing a predeterminable adjustment concept for the force effect and/or the relative position,
 - the control device (105; 205; 305) is configured to adjust the force effect and/or the relative position as a function of at least two different adjustment directives for at least two predeterminable different adjustment concepts.
- characterized in that**
- the control device (105; 205; 305) is configured to use as one of the at least two adjustment directives, an angular acceleration adjustment directive of an angular acceleration adjustment concept, which relates to the minimization, in particular, the substantially complete elimination, of an angular acceleration of the running gear (103) about a rotational axis parallel to a vehicle height direction in a predefined angular acceleration frequency range.

12. Vehicle according to claim 11, characterized in that

- the control device (105; 205; 305) is configured to, using each of the at least two different adjustment directives, determine an input value to the actuator device (106; 206; 306) and to supply the actuator device (106; 206; 306) with the input value and
- the actuator device (106; 206; 306) for adjusting the force effect and/or the relative position is made as a function of the supplied input variables, in particular as a function of a superposition of the input variables supplied, preferably as a function of a sum of the supplied input variables.

13. Vehicle according to claim 11 or 12, characterized in that

- the control device (105; 205; 305) comprises a first capturing unit (108) for capturing a first capturing parameter in a first frequency range, which is representative of the transverse acceleration acting on the wagon body (102) in the vehicle transverse direction, the control device (105; 205 ; 305) uses as a first adjustment directive a first setpoint value which is representative of a transverse acceleration setpoint value, and **in that** the control device (105; 205; 305) determines a first input variable for the actuator device (106; 206; 306) and supplies it to the actuator device (106; 206; 306) by using the first capturing parameter and the first setpoint value, wherein the transverse acceleration setpoint value, in particular, has the value zero,
- and/or
- the control device (105; 205; 305) comprises a second capturing unit for capturing a second capturing parameter in a second frequency range, which is representative of a transverse deflection of the wagon body from a desired position in the vehicle transverse direction, the control device (105; 205; 305) uses as a second adjustment

directive a second setpoint value, which is representative of a transverse deflection setpoint value, and **in that** the control device (105; 205; 305) determines a second input variable for the actuator device (106; 206; 306) and supplies it to the actuator device (106; 206; 306) by using the second capturing parameter and the second setpoint value, , wherein the transverse deflection setpoint value, in particular, has the value zero,

and/or

- the control device (105; 205; 305) has a third capturing unit (109) for capturing a third capturing parameter in a third frequency range, which is representative of an angular acceleration of the running gear (103) about a rotational axis parallel to a vehicle height direction , the control device uses a third setpoint value as an angular acceleration adjustment directive, which is representative of an angular acceleration setpoint value, and the control device (105; 205; 305) determines a third input variable for the actuator device (106; 206; 306) and supplies it to the actuator device (106; 206; 306) by using the third capturing parameter and the third setpoint value, wherein the angular acceleration setpoint value, in particular, has the value zero,

and/or

- the control device (105; 205; 305) comprises a fourth capturing unit (109) for capturing a fourth capturing parameter in a fourth frequency range, which is representative of a restoring torque generated by a support device (103.5) about an rotational axis parallel to a vehicle height direction of the rotational axis, the control device (105; 205; 305) uses as a fourth adjustment directive a fourth setpoint value which is representative of a restoring torque setpoint value, and **in that** the control device (105; 205; 305) determines a fourth input variable for the actuator device (106; 206; 306) and supplies it to the actuator device (106; 206; 306) by using the fourth capturing parameter and the fourth setpoint value, wherein the restoring torque setpoint value, in particular, has the value zero.

14. Vehicle according to one of claims 11 to 13, **characterized in that**

- the actuator device (106; 206; 306) comprises at least two actuator units (106.1, 106.2; 206.1, 206.2; 306.1, 306.2) which act in the transverse vehicle direction between the wagon body (102) and the running gear (103)), wherein

- the two actuator units (106.1, 106.2; 206.1, 206.2) are situated in the longitudinal vehicle direction in particular on both sides of a running gear center, in particular substantially symmetrically with respect to the running gear center, preferably in the region of a leading end and a trailing end of the running gear (103),

and/or

- at least one of the actuator units (106.1, 106.2; 206.1, 206.2) comprises at least one linear actuator, in particular, a hydraulic cylinder which is mainly oriented in the transverse vehicle direction, .

15. Vehicle according to one of claims 11 to 14, **characterized in that**

- the actuator device (206; 306) comprises at least one actuator unit (206.1; 306.1, 306.2) with a first actuator device (206.3) and a second actuator device (206.4), wherein

- the first actuator device (206.3) is configured to generate forces and/or adjusting movements between the running gear (103) and the wagon body (102) in a first operating frequency range,

- the second actuator device (206.4) is configured to generate forces and/or adjusting movements between the running gear (103) and the wagon body (102) in a second operating frequency range,

- the first operating frequency range, in particular, is at least partially, in particular completely, above the second frequency range

and/or

- the second operating frequency range, in particular, is 0 Hz to 2 Hz, preferably 0.5 Hz to 1.0 Hz,

and/or

- the first operating frequency range, in particular, is 0.5 Hz to 15 Hz, preferably 3.0 Hz to 9.0 Hz.

Revendications

1. Procédé pour ajuster d'un effet de force et/ou une position relative entre un châssis et une caisse de wagon d'un véhicule, notamment un véhicule ferroviaire, dans lequel

- un effet de force et/ou une position relative est ajusté entre le châssis (103), en particulier un cadre (103.4) du châssis (103), et la caisse de wagon (102) par un dispositif d'actionnement (106; 206; 306) agissant entre le châssis (103) et la caisse de wagon (102) dans un plan d'action, dans lequel

- le plan d'action est défini par une direction longitudinale de véhicule et une direction latérale de véhicule du véhicule,
 - l'ajustement de l'effet de force et/ou de la position relative est fait en fonction d'une directive d'ajustement pour réaliser un concept d'ajustement prédéterminable pour l'effet de force et/ou la position relative, et
 - l'ajustement de l'effet de force et/ou la position relative est fait en fonction d'au moins deux directives d'ajustement différentes pour au moins deux concepts d'ajustement différents prédéterminables,
caractérisé en ce que,
 - comme l'une des au moins deux directives d'ajustement, une directive d'ajustement d'accélération angulaire d'un concept d'ajustement d'accélération angulaire est utilisée, qui concerne la minimisation, en particulier, l'élimination sensiblement complète, d'une accélération angulaire du châssis (103) autour d'un axe de rotation parallèle à la direction de hauteur de véhicule dans une plage de fréquence d'accélération angulaire prédéterminée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que,

- en utilisant chacune des au moins deux directives d'ajustement différentes, une variable d'entrée au dispositif d'actionnement (106; 206) est déterminée et fournie au dispositif d'actionnement (106; 206), et
 - l'ajustement de l'effet de force et/ou de la position relative est fait en fonction des variables d'entrée fournies, notamment en fonction d'une superposition des variables d'entrée fournies, de préférence en fonction d'une somme des variables d'entrée fournies.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que

- une première directive d'ajustement d'un premier concept d'ajustement est utilisée comme l'une des au moins deux directives d'ajustement, dans lequel
 - le premier concept d'ajustement concerne la minimisation, en particulier, l'élimination sensiblement complète, des vibrations premières de la caisse de wagon (102) par rapport au châssis (103) dans la direction transversale du véhicule dans une première plage de fréquences, dans lequel
 - la première plage de fréquences, en particulier, étant supérieure à 0,5 Hz à 1,0 Hz, de préférence de 1,0 Hz à 15 Hz, de préférence de 1,0 Hz à 6,0 Hz.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que

- un premier paramètre d'enregistrement est enregistré, qui est représentatif de l'accélération transversale agissant sur la caisse de wagon (102) dans la direction transversale du véhicule,
 - comme la première directive d'ajustement une première valeur de consigne est utilisée, qui est représentative d'une valeur de consigne d'accélération transversale, et
 - utilisant le premier paramètre d'enregistrement et la première valeur de consigne, une première grandeur d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) est déterminée et fournie au dispositif d'actionnement (106; 206; 306), dans lequel
 - la valeur de consigne d'accélération transversale, en particulier, est nul.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que

- une seconde directive d'ajustement d'un second concept d'ajustement est utilisée comme l'une des au moins deux directives d'ajustement dans lequel
 - le second concept d'ajustement concerne la minimisation, en particulier, l'élimination sensiblement complète, d'un écart de position de la caisse de wagon (102) par rapport au châssis (103) dans la direction transversale du véhicule dans une seconde plage de fréquences, dans lequel
 - la seconde plage de fréquences, en particulier, est inférieure à une valeur de 0,5 Hz à 2,0 Hz, de préférence de 0 Hz à 1,0 Hz, de préférence de 0 Hz à 0,5 Hz.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que

- un second paramètre d'enregistrement est enregistré, qui est représentatif de la déviation transversale de la caisse de wagon (102) à partir d'une position de consigne dans la direction transversale du véhicule,
 - comme la seconde directive d'ajustement une seconde valeur de consigne est utilisée, qui est représentative d'une valeur de consigne de déviation transversale et,

- utilisant le second paramètre d'enregistrement et la seconde valeur de consigne, une seconde variable d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) est déterminée et fournie au dispositif d'actionnement (106; 206; 306), dans lequel
- la valeur de consigne de déviation transversale, en particulier, est nulle.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- la plage de fréquence d'accélération angulaire est supérieure à 0,5 Hz à 1,0 Hz, de préférence de 1,0 Hz à 15 Hz, de préférence de 3,0 Hz à 9,0 Hz, se prolonge.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que**

- un troisième paramètre d'enregistrement est enregistré, qui est représentatif de l'accélération angulaire du châssis (103) autour de l'axe de rotation,
- comme la directive d'ajustement d'accélération angulaire une troisième valeur de consigne est utilisée, qui est représentative d'une valeur de consigne d'accélération angulaire, et
- utilisant le troisième paramètre d'enregistrement et la troisième valeur de consigne, une troisième variable d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) est déterminée et fournie au dispositif d'actionnement (106; 206; 306), dans lequel
- la valeur de consigne d'accélération angulaire, en particulier, est nulle.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

- une quatrième directive d'ajustement d'un quatrième concept d'ajustement est utilisé comme l'une des au moins deux directives d'ajustement dans lequel
- le premier quatrième concept d'ajustement concerne la minimisation, en particulier, l'élimination sensiblement complète, du moment de rétablissement généré par un dispositif de support (103.5) de la caisse de wagon (102) sur le châssis (103) autour d'un axe de rotation parallèle à une direction de hauteur de véhicule dans une quatrième plage de fréquences,
- la quatrième plage de fréquences, en particulier, est inférieure à une valeur de 0,5 Hz à 2,0 Hz, de préférence de 0 Hz à 1,0 Hz, de préférence de 0 Hz à 0,5 Hz.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que**

- un quatrième paramètre d'enregistrement est enregistré, qui est représentatif du moment de rétablissement du dispositif de support (103.5)
- comme la quatrième directive d'ajustement une quatrième valeur de consigne est utilisée, qui est représentative d'une valeur de consigne de moment de rétablissement, et
- utilisant le quatrième paramètre d'enregistrement et la quatrième valeur de consigne, une quatrième variable d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) est déterminée et fournie au dispositif d'actionnement (106; 206),
- la valeur de consigne de couple de rétablissement, en particulier, est nul.

11. Véhicule, notamment véhicule ferroviaire, avec

- une caisse de wagon (102),
- un châssis (103), et
- un dispositif de commande (105; 205; 305) destiné à exécuter un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel
- la caisse de wagon est supporté sur le châssis (103) par l'intermédiaire d'un dispositif de support (103.5),
- le dispositif de commande (105; 205; 305) comprend un dispositif d'actionnement (106; 206; 306) connecté avec la caisse de wagon (102) et le châssis (103) et configuré pour ajuster un effet de force et/ou une position relative entre le châssis (103), en particulier un cadre (103.4) du châssis (103), et la caisse de wagon (102) dans un plan d'action, dans lequel
- le plan d'action est défini par une direction longitudinale de véhicule et une direction latérale de véhicule du véhicule,
- le dispositif de commande (105; 205; 305) est conçu pour ajuster l'effet de force et/ou la position relative en fonction d'au moins deux directives d'ajustement différentes pour au moins deux concepts d'ajustement diffé-

rents prédéterminables

caractérisé en ce que

- le dispositif de commande (105; 205; 305) est conçu pour utiliser, comme l'une des au moins deux directives d'ajustement, une directive d'ajustement d'accélération angulaire d'un concept d'ajustement d'accélération angulaire, qui concerne la minimisation, en particulier, l'élimination sensiblement complète, d'une accélération angulaire du châssis (103) autour d'un axe de rotation parallèle à la direction de hauteur de véhicule dans une plage de fréquence d'accélération angulaire prédéterminée.

12. Véhicule selon la revendication 11, caractérisé en ce que

- le dispositif de commande (105; 205; 305) est conçu pour déterminer, en utilisant chacune des au moins deux directives d'ajustement différentes, une variable d'entrée au dispositif d'actionnement (106; 206) et pour fournir la dernière au dispositif d'actionnement (106; 206), et

- le dispositif d'actionnement (106; 206) est conçu pour l'ajustement de l'effet de force et/ou de la position relative est fait en fonction des variables d'entrée fournies, notamment en fonction d'une superposition des variables d'entrée fournies, de préférence en fonction d'une somme des variables d'entrée fournies.

13. Véhicule selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que

- le dispositif de commande (105; 205; 305) comprend un premier dispositif d'enregistrement (108) pour enregistrer un premier paramètre d'enregistrement, qui est représentatif de l'accélération transversale agissant sur la caisse de wagon (102) dans la direction transversale du véhicule, le dispositif de commande (105; 205; 305) utilise comme la première directive d'ajustement une première valeur de consigne est utilisée, qui est représentative d'une valeur de consigne d'accélération transversale, et le dispositif de commande (105; 205; 305) en utilisant le premier paramètre d'enregistrement et la première valeur de consigne, détermine une première grandeur d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) et fournit la dernière au dispositif d'actionnement (106; 206; 306), dans lequel la valeur de consigne d'accélération transversale, en particulier, est nul, et/ou

- le dispositif de commande (105; 205; 305) comprend un second dispositif d'enregistrement pour enregistrer un second paramètre d'enregistrement, qui est représentatif de la déviation transversale de la caisse de wagon (102) à partir d'une position de consigne dans la direction transversale du véhicule, le dispositif de commande (105; 205; 305) utilise comme la seconde directive d'ajustement une seconde valeur de consigne est utilisée, qui est représentative d'une valeur de consigne de déviation transversale et, le dispositif de commande (105; 205; 305), en utilisant le second paramètre d'enregistrement et la seconde valeur de consigne, détermine une seconde variable d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) et fournit la dernière au dispositif d'actionnement (106; 206; 306), dans lequel la valeur de consigne de déviation transversale, en particulier, est nulle.

et/ou

- le dispositif de commande (105; 205; 305) comprend un troisième dispositif d'enregistrement pour enregistrer un troisième paramètre d'enregistrement dans une troisième plage de fréquence, qui est représentatif de l'accélération angulaire du châssis (103) autour de l'axe de rotation, et le dispositif de commande (105; 205; 305), en utilisant le troisième paramètre d'enregistrement et la troisième valeur de consigne, détermine une troisième variable d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) et fournit la dernière au dispositif d'actionnement (106; 206; 306), dans lequel la valeur de consigne d'accélération angulaire, en particulier, est nulle.

et/ou

- le dispositif de commande (105; 205; 305) comprend un troisième dispositif d'enregistrement pour enregistrer un quatrième paramètre d'enregistrement, qui est représentatif du moment de rétablissement du dispositif de support (103.5), le dispositif de commande (105; 205; 305) utilise comme la quatrième directive d'ajustement une quatrième valeur de consigne est utilisée, qui est représentative d'une valeur de consigne de moment de rétablissement, et le dispositif de commande (105; 205; 305), en utilisant le quatrième paramètre d'enregistrement et la quatrième valeur de consigne, détermine une quatrième variable d'entrée pour le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) et fournit la dernière au dispositif d'actionnement (106; 206), la valeur de consigne de couple de rétablissement, en particulier, est nul.

14. Véhicule selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que

- le dispositif d'actionnement (106; 206; 306) comprend au moins deux unités d'actionnement (106,1, 106,2, 206,1, 206,2, 306,1, 306,2) agissant dans la direction transversale du véhicule entre la caisse de wagon (102)

et le châssis (103), dans lequel

- les deux unités d'actionnement (106.1, 106.2; 206.1, 206.2), dans la direction longitudinale du véhicule, en particulier, sont disposées des deux côtés d'un centre de châssis, en particulier, sensiblement symétriquement par rapport au centre du châssis, de préférence, sont disposés dans la région d'une extrémité avant et une

extrémité arrière du châssis (103),

et/ou

- au moins une des unités d'actionnement (106.1, 106.2; 206.1, 206.2), en particulier, comprend un actionneur linéaire, en particulier, un vérin hydraulique, au moins un principalement orienté dans le sens transversal du véhicule,.

15. Véhicule selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que

- le dispositif d'actionnement (206; 306) comprend au moins une unité d'actionnement (206.1; 306.1, 306.2) comportant un premier actionneur (206.3) et un second actionneur (206.4), dans lequel

- le premier actionneur (206.3) est adapté pour générer des forces et/ou des mouvements de réglage entre le châssis (103) et la caisse de wagon (102) dans une première plage de fréquences d'opération,

- le second actionneur (206.4) est adapté pour générer des forces et/ou des mouvements de réglage entre le châssis (103) et la caisse de wagon (102) dans une seconde plage de fréquences d'opération,

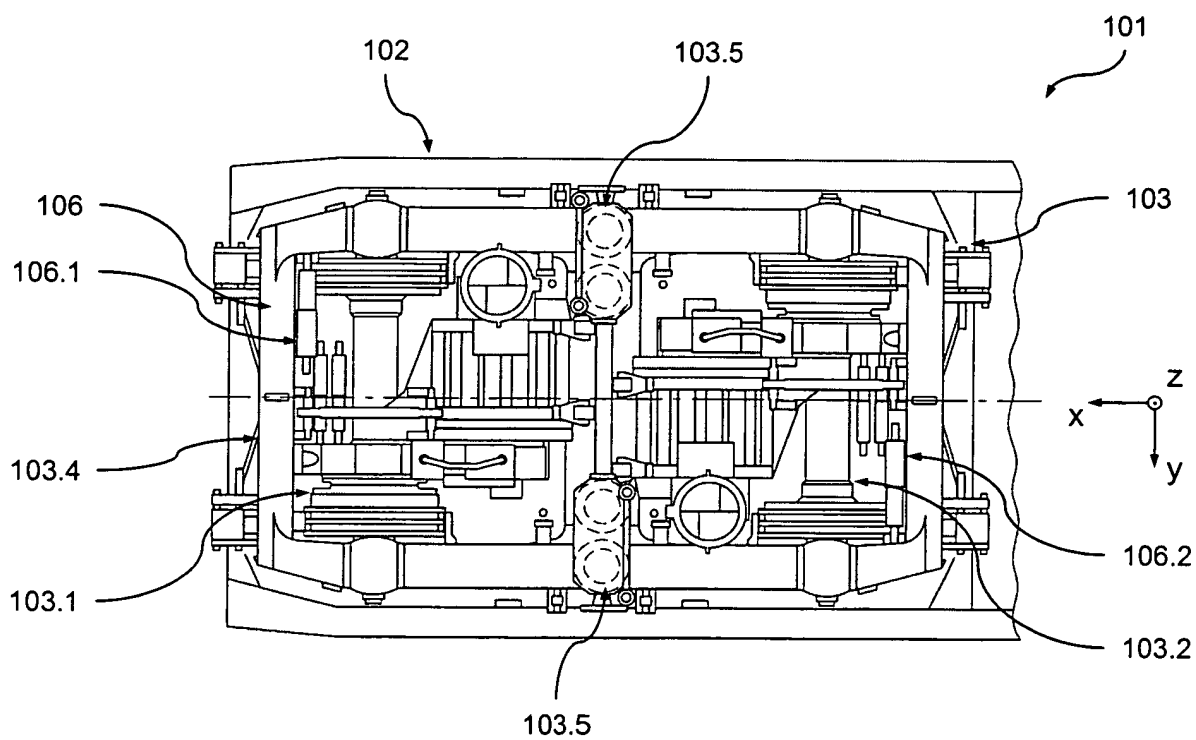
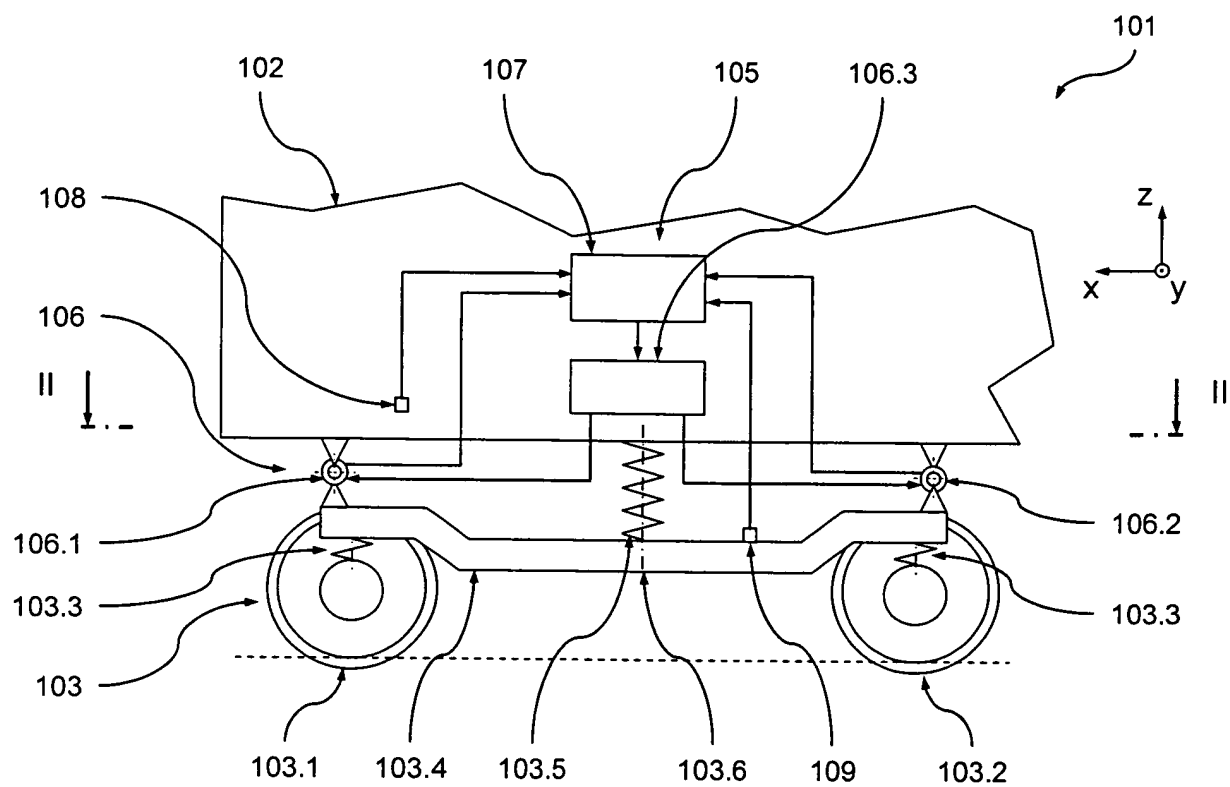
- la première gamme de fréquences d'opération, en particulier, étant au moins partiellement, notamment entièrement, au-dessus de la seconde plage de fréquences d'opération

et/ou

- la seconde plage de fréquences d'opération, en particulier, étant de 0 Hz à 2 Hz, de préférence de 0,5 Hz à 1,0 Hz, ,

- et/ou

- la première gamme de fréquences d'opération, en particulier, étant de 0,5 Hz à 15 Hz, de préférence de 3,0 Hz à 9,0 Hz.



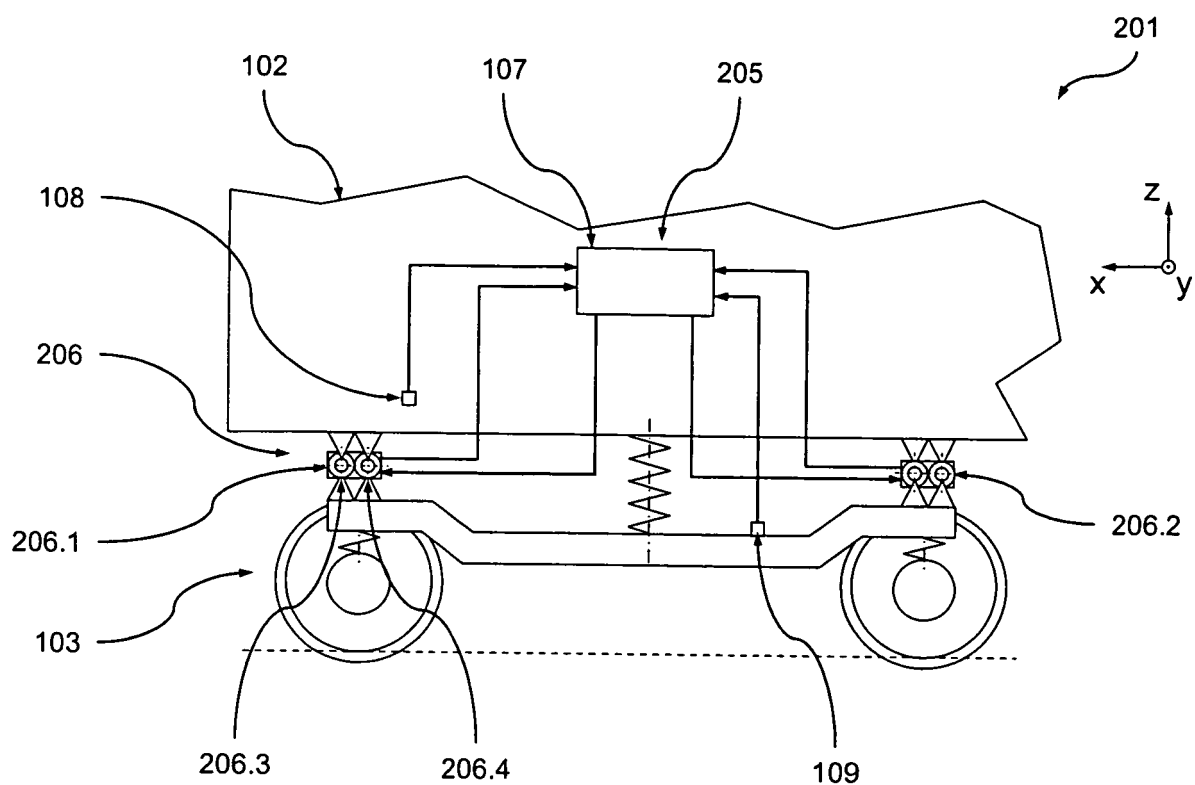


Fig. 3

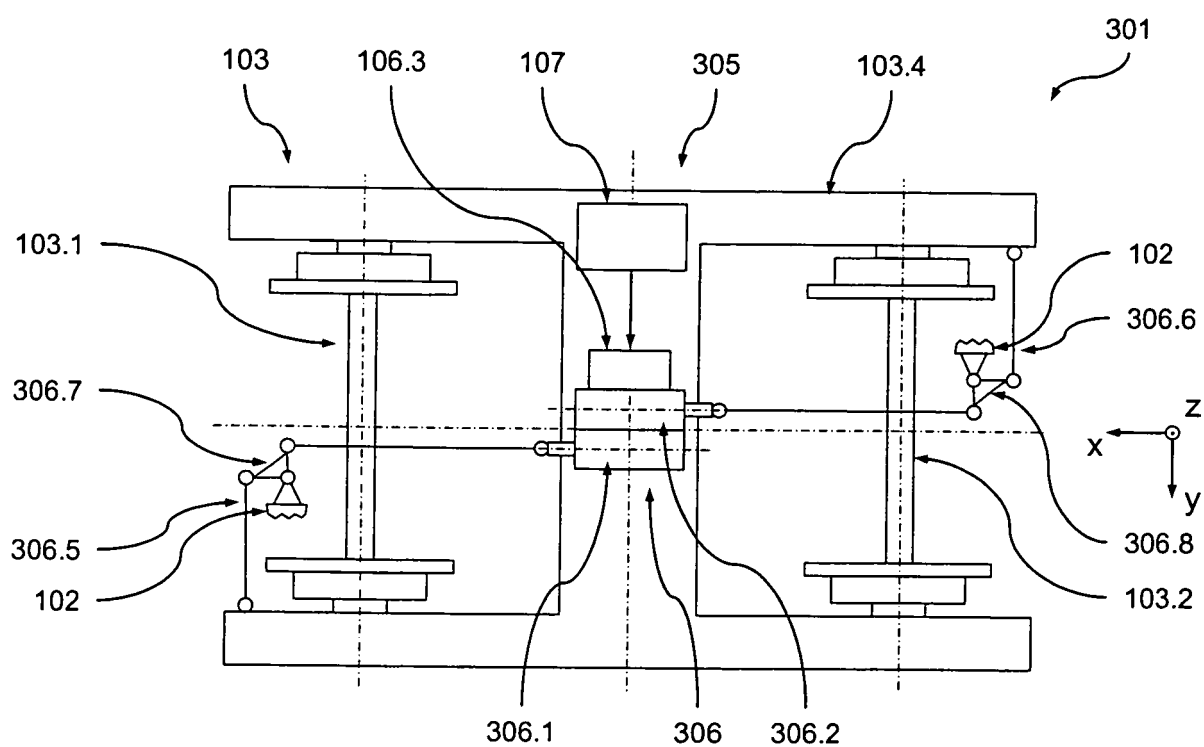


Fig. 4

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 0334412 A1 [0004]
- DE 4426166 A1 [0007]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Fahrversuche mit aktiver lateraler Sekundärfeder-
ung: eine Maßnahme zur Verbesserung des
Fahrkomforts. *ZEVRail Glasers Annalen*, 2008, vol.
132, 2-10 [0004]
- Der Aktive Drehdämpfer (ADD) - Ein innovatives
Dämpferkonzept im Betriebseinsatz. ETR - Eisen-
bahntechnische Rundschau. DVV Media
Group/Eurailpress, 186-189 [0005]