



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**31.08.2011 Patentblatt 2011/35**

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

(21) Anmeldenummer: **11154699.0**

(22) Anmeldetag: **16.02.2011**

(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**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

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

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

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

(71) Anmelder: **Bombardier Transportation GmbH**  
**10785 Berlin (DE)**

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

(57) 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 (103), insbesondere einem Fahrwerksrahmen (103.4) des Fahrwerks (103), und dem Wagenkasten (102) wirkende Aktuatoreinrichtung (106) eine Kraftwirkung und/oder eine Relativposition zwischen dem Fahrwerk (103) und dem Wagenkasten (102) in einer Wirkebene einge-

stellt 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 erfolgt, wobei die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt.

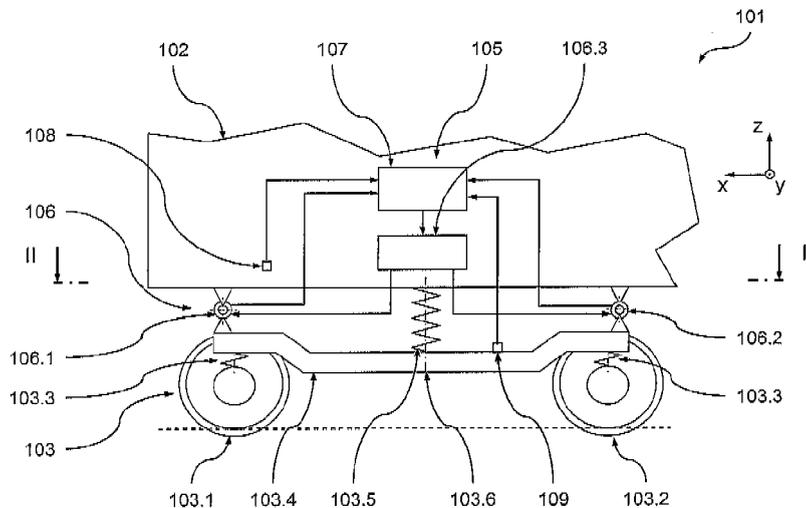


Fig. 1

## 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 Fahrzeughöhenrichtung 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. 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 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 gattungsgemäßes 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, DW 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]** 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 Verschleißeigenschaften ermöglicht.

**[0008]** 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.

**[0009]** 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 Verschleißeigenschaften ermöglicht, wenn die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von mehreren unterschiedlichen Einstellvorgaben für mehrere unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt. 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.

**[0010]** Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung daher ein Verfahren zur Einstellung einer Kraft-

wirkung 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 Aktuator-  
einrichtung eine Kraftwirkung und/oder eine Relativposition zwischen dem Fahrwerk und dem Wagenkasten in einer  
Wirkebene eingestellt wird, wobei die Wirkebene durch eine Fahrzeuginnenrichtung 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 unterschied-  
lichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt.

**[0011]** Bei den unterschiedlichen 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 vorge-  
geben 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, hin-  
sichtlich einer oder mehrerer Relativbewegungen zwischen dem Wagenkasten und dem Fahrwerk oder aber auch  
hinsichtlich einer oder mehrerer Kraftwirkungen (Kräfte und/oder Momente) vorgegeben werden.

**[0012]** Die beschriebene Funktionsintegration über die Aktuatoreinrichtung durch die Berücksichtigung unterschied-  
licher Einstellvorgaben der unterschiedlichen Einstellkonzepte kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise erfol-  
gen. 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, Relativ-  
bewegungen, Kraftwirkungen etc. repräsentativ sind) und der unterschiedlichen Einstellvorgaben unmittelbar wenigstens  
eine sämtliche Einstellvorgaben berücksichtigende Ausgangsgröße generieren, die der Aktuatoreinrichtung als Ein-  
gangsgröße zugeführt wird, um eine entsprechende Komponente der Aktuatoreinrichtung in einer Weise anzusteuern,  
welche sämtliche Einstellvorgaben berücksichtigt.

**[0013]** 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 Abhän-  
gigkeit 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.

**[0014]** Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als eine der wenigstens zwei Einstellvor-  
gaben 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  
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 Wagen-  
kastens (die in diesem ersten Frequenzbereich von den Passagieren als besonders störend empfunden werden) er-  
heblich 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.

**[0015]** Vorzugsweise wird zu diesem Zweck eine erste Erfassungsgröße erfasst, die für die auf den Wagenkasten in  
der Fahrzeugquerrichtung wirkenden Querschleunigung repräsentativ ist, während als erste Einstellvorgabe ein erster  
Sollwert verwendet wird, der für einen Querschleunigungssollwert 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 Querschleunigungssollwert kann gegebenenfalls ein beliebiger Wert un-  
gleich Null vorgegeben werden, solange dieser Wert von den Passagieren noch als nicht störend empfunden wird.  
Vorzugsweise ist vorgesehen, die Querschleunigung möglichst weit gehend zu reduzieren, sodass der Querschleu-  
nigungssollwert in diesen Fällen bevorzugt den Wert Null aufweist.

**[0016]** Bei weiteren bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als eine der wenigstens zwei  
Einstellvorgaben eine zweite Einstellvorgabe eines zweiten Einstellkonzeptes verwendet, wobei das zweite Einstellkon-  
zept 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 Querbewe-

gungen 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.

5 **[0017]** 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.

10 **[0018]** Bei weiteren Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine dritte Einstellvorgabe eines dritten Einstellkonzeptes verwendet wird, wobei das dritte Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Winkelbeschleunigung des Fahrwerks um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem dritten Frequenzbereich betrifft. Auch hier kann der dritte Frequenzbereich in geeigneten Grenzen beliebig gewählt sein. Bevorzugt erstreckt sich der dritte Frequenzbereich oberhalb von 0,5 Hz bis 1,0 Hz. Vorzugsweise erstreckt sich der dritte Frequenzbereich 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 insbesondere in diesem dritten Frequenzbereich besonders nachteilig für die Fahrstabilität des Fahrzeugs sind. 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.

20 **[0019]** Zu diesem Zweck wird bevorzugt eine dritte Erfassungsgröße erfasst, die für die Winkelbeschleunigung des Fahrwerks um die Drehachse repräsentativ ist, während als dritte Einstellvorgabe 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.

30 **[0020]** 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.

40 **[0021]** 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.

50 **[0022]** Zu diesem Zweck wird bevorzugt eine vierte Erfassungsgröße erfasst wird, 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 wird. Hierbei kann für den Rückstellmomentsollwert gegebenenfalls ein beliebiger Wert ungleich Null vorgegeben werden,

um beispielsweise ein bestimmtes Vorschleißbild 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.

5 **[0023]** Es versteht sich, dass insbesondere die vorgenannten 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.

10 **[0024]** Schließlich können natürlich zusätzlich oder alternativ weitere Einstellkonzepten 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.

15 **[0025]** Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein 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. Hiermit lassen sich die oben beschriebenen Varianten und Vorteile in demselben Maße realisieren, so dass insoweit lediglich auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

20 **[0026]** 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.

25 **[0027]** 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.

30 **[0028]** 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 Linearaktor, insbesondere einen Hydraulikzylinder.

35 **[0029]** 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.

40 **[0030]** Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Steuereinrichtung zur Einstellung einer Kraftwirkung und/oder einer Relativposition zwischen einem Fahrwerk und einem Wagenkasten eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, mit den vorstehend im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. erfindungsgemäßen

Fahrzeug beschriebenen Merkmalen.

**[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:

- 5
- 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;
- 10
- 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;
- 15
- Figur 4 eine schematische Draufsicht auf einen Teil einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs mit einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung.

20 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.

25 **[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.

30 **[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.

35 **[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.

40 **[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.

45 **[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.

50 **[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.

55 **[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 Einstellvor-

gaben, 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.

5 **[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.

10 **[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.

15 **[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.

20 **[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.

25 **[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.

30 **[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.

35 **[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.

40 **[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.

45 **[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.

50 **[0050]** Weiterhin wird im vorliegenden Beispiel als ein weiteres, drittes Einstellkonzept 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 dritten Frequenzbereich verfolgt. Der 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.

55 **[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 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 Ausdrachwinkel 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 Zentrierinrichtung 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 der vorgenannten Einstellkonzepte 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 Aktuatereinheit 206.1 und die zweite Aktuatereinheit 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 Aktuatereinheit 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 Aktuatereinheiten 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 Aktuatereinheit 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 Aktuatereinheit in Form eines ersten Hydraulikzylinders 306.1 und die zweite Aktuatereinheit 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 Fahrzeuginnenrichtung (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 Fahrzeuginnenrichtung auf den Drehgestellrahmen 103.4 wirkt (sodass eine Kräfteinleitung 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 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,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Einstellung der Kraftwirkung und/oder der Relativposition in Abhängigkeit von wenigstens zwei unterschiedlichen Einstellvorgaben für wenigstens zwei vorgebbare unterschiedliche Einstellkonzepte erfolgt.

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**

- als eine der wenigstens zwei Einstellvorgaben eine dritte Einstellvorgabe eines dritten Einstellkonzeptes verwendet wird, wobei
- das dritte Einstellkonzept die Minimierung, insbesondere die im Wesentlichen vollständige Eliminierung, einer Winkelbeschleunigung des Fahrwerks (103) um eine zu einer Fahrzeughöhenrichtung parallele Drehachse in einem dritten Frequenzbereich betrifft, wobei
- sich der dritte Frequenzbereich insbesondere 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 Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine dritte Erfassungsgröße erfasst wird, die für die Winkelbeschleunigung des Fahrwerks (103) um die Drehachse repräsentativ ist,
- als die dritte Einstellvorgabe 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**

- 5
- 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

15 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.
- 20

25 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 Fahrzeugquerrichtung 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,
- 30
- 35
- 40

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 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.
- 45

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.
- 50
- 55

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

5 - 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 Querschleunigung repräsentativ ist, die Steuereinrichtung (105; 205; 305) als eine erste Einstellvorgabe einen ersten Sollwert verwendet, der für einen Querschleunigungssollwert 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 Querschleunigungssollwert insbesondere den Wert Null aufweist,

10 und/oder

15 - 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,

20 und/oder

25 - 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 eine dritte Einstellvorgabe 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

30 - 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.

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

45 - 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

50 - 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,

55 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

## EP 2 361 815 A1

(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.

**16.** Steuereinrichtung zur Einstellung einer Kraftwirkung und/oder einer Relativposition zwischen einem Fahrwerk (103) und einem Wagenkasten (102) eines Fahrzeugs (101; 201), insbesondere eines Schienenfahrzeugs, die als die Steuereinrichtung (105; 205) des Fahrzeugs (101; 201) nach einem der Ansprüche 11 bis 15 ausgebildet ist.

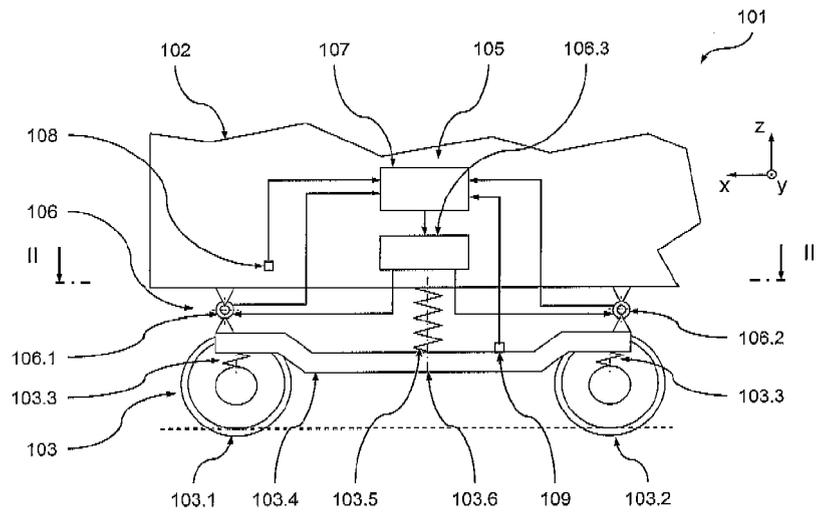


Fig. 1

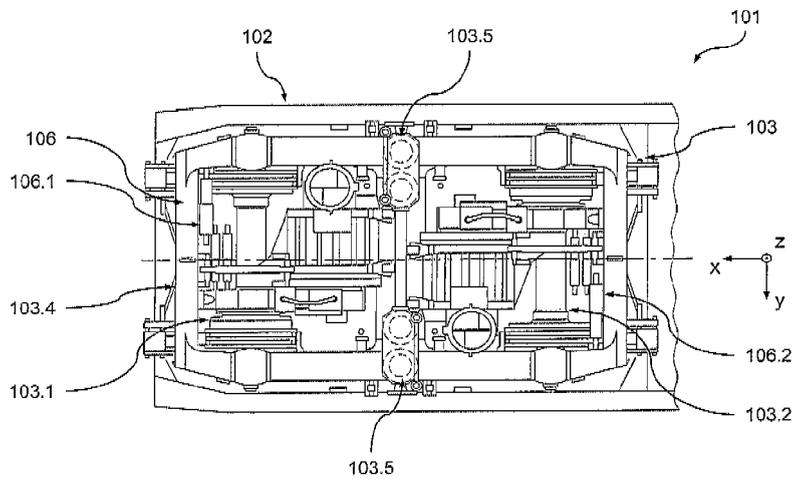


Fig. 2

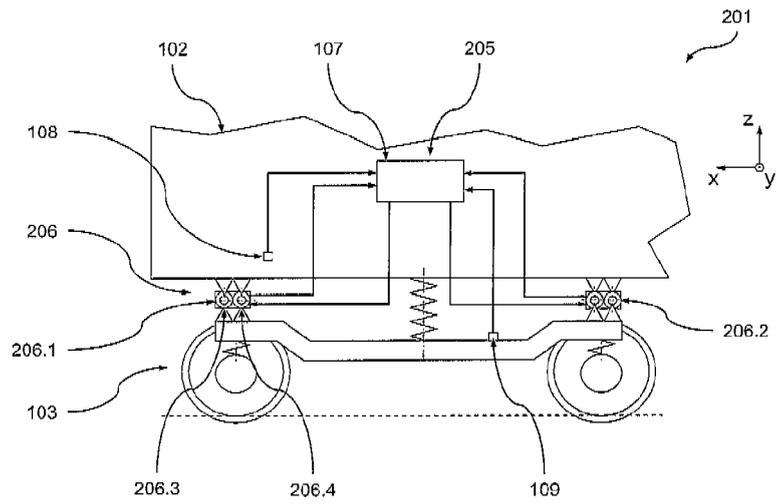


Fig. 3

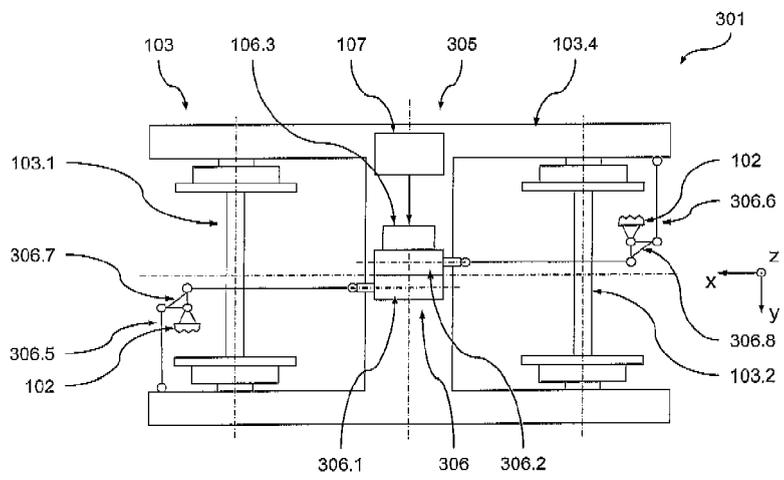


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Numer der Anmeldung  
EP 11 15 4699

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 44 26 166 A1 (HABERSTOCK FERDINAND DR ING [DE]) 18. April 1996 (1996-04-18)  * Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 19; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 * -----	1,2,4,6, 11,12, 14,16	INV. B61F5/22
A	EP 0 334 412 A1 (SOCIMI [IT]) 27. September 1989 (1989-09-27) * Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 6, Zeile 22; Abbildungen 1-5 * -----	1,11,16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61F B61D B60G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6. Juli 2011</b>	Prüfer <b>Chlosta, Peter</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 15 4699

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-07-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4426166 A1	18-04-1996	AT 171426 T	15-10-1998
		BG 100521 A	31-03-1997
		WO 9603303 A1	08-02-1996
		CZ 9601177 A3	14-08-1996
		EP 0720556 A1	10-07-1996
		FI 961275 A	20-03-1996
		HU 77506 A2	28-05-1998
		NO 961177 A	22-03-1996
		PL 313516 A1	08-07-1996
-----	-----	-----	-----
EP 0334412 A1	27-09-1989	IT 1216147 B	22-02-1990
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 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. DW Media  
Group/Eurailpress, April 2007, 186-189 **[0005]**