



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.07.2010 Patentblatt 2010/27

(51) Int Cl.:
B61D 3/10 (2006.01) **B61G 5/02** (2006.01)
B61F 5/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09179554.2**

(22) Anmeldetag: **17.12.2009**

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

(72) Erfinder: **Petz, Michael**
2102, Bisamberg (AT)

(30) Priorität: **31.12.2008 DE 102008063260**

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

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

(54) **Fahrzeug mit mehreren gelenkig verbundenen Wagenkästen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, mit einer ersten Wagenkasteneinheit (102), einer zweiten Wagenkasteneinheit (103) und einer dritten Wagenkasteneinheit (104), wobei die erste Wagenkasteneinheit mit der zweiten Wagenkasteneinheit über eine erste Gelenkeinrichtung (106) um eine erste Schwenkachse gelenkig verbunden ist und die zweite Wagenkasteneinheit mit der dritten Wagenkasteneinheit über eine zweite Gelenkeinrichtung (107) um eine zweite Schwenkachse gelenkig verbunden ist. Die erste Schwenkachse und die zweite

Schwenkachse verlaufen in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer ersten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel. Die erste Gelenkeinrichtung weist einen ersten Widerstand gegen eine Auslenkung um die erste Schwenkachse aus der Neutralstellung auf, während die zweite Gelenkeinrichtung einen zweiten Widerstand gegen eine Auslenkung um die zweite Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist. Die erste Gelenkeinrichtung und die zweite Gelenkeinrichtung sind derart ausgebildet, dass der erste Widerstand zumindest zeitweise einen anderen Wert aufweist als der zweite Widerstand.

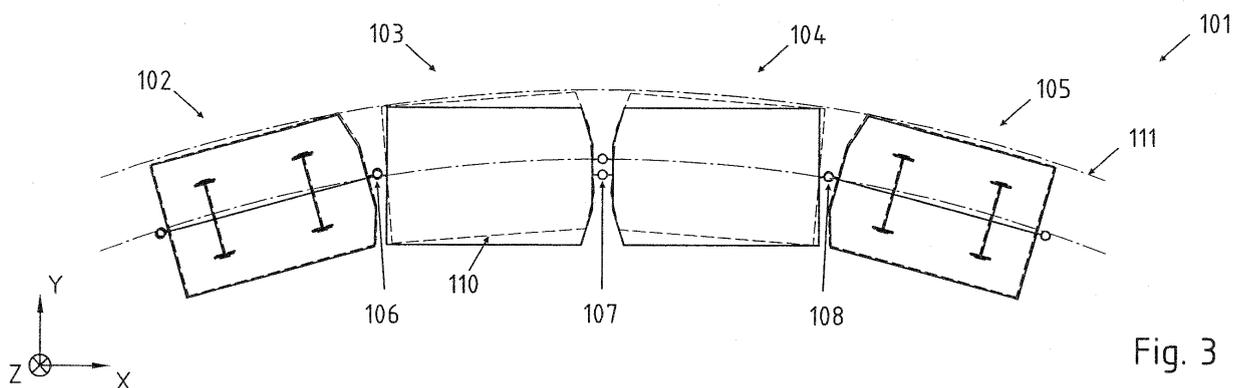


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, mit einer ersten Wagenkasteneinheit, einer zweiten Wagenkasteneinheit und einer dritten Wagenkasteneinheit, wobei die erste Wagenkasteneinheit mit der zweiten Wagenkasteneinheit über eine erste Gelenkeinrichtung um eine erste Schwenkachse gelenkig verbunden ist und die zweite Wagenkasteneinheit mit der dritten Wagenkasteneinheit über eine zweite Gelenkeinrichtung um eine zweite Schwenkachse gelenkig verbunden ist. Die erste Schwenkachse und die zweite Schwenkachse verlaufen in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer ersten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel. Die erste Gelenkeinrichtung weist einen ersten Widerstand gegen eine Auslenkung um die erste Schwenkachse aus der Neutralstellung auf, während die zweite Gelenkeinrichtung einen zweiten Widerstand gegen eine Auslenkung um die zweite Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist. Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Fahrzeugs.

[0002] Bei modernen Schienenfahrzeugen, wie sie insbesondere im städtischen Personennahverkehr eingesetzt werden, können nicht zuletzt aufgrund der fortschreitenden technischen Entwicklung immer größere zulässige Achslasten für die Fahrwerke der Fahrzeuge realisiert werden, sodass die Fahrwerksabstände steigen können. Mithin können also bei gleicher Fahrzeuglänge und damit im Wesentlichen gleichbleibender Transportkapazität weniger Fahrwerke eingesetzt werden bzw. bei gleicher Fahrwerksanzahl längere Fahrzeuge mit höherer Transportkapazität realisiert werden.

[0003] Problematisch hierbei ist die insbesondere im städtischen Bereich häufig sehr eng begrenzte so genannte Hüllkurve, welche den (insbesondere seitlich) begrenzten Raum definiert, der beim Befahren der jeweiligen Fahrstrecke für das Fahrzeug zur Verfügung steht und den das Fahrzeug nicht verlassen darf. Insbesondere bei Fahrstrecken mit engen Kurven führt eine Erhöhung der Fahrwerksabstände trotz des Einsatzes so genannter Brückenteile (also fahrwerksloser Wagenkästen, die beiderseits gelenkig an einem benachbarten Wagenkasten mit Fahrwerk abgestützt sind) häufig zu einer Verletzung der Hüllkurve, sodass kürzere Fahrwerksabstände gewählt werden müssen und damit die zulässigen Achslasten nicht ausgenutzt werden können und der Herstellungsaufwand für das Fahrzeug steigt.

[0004] Ein weiteres Problem liegt in der insbesondere im innerstädtischen Bereich häufig von Stadt zu Stadt bzw. von Streckennetz zu Streckennetz unterschiedlichen Hüllkurve, sodass unterschiedliche Hüllkurven jeweils eine separate Optimierung hinsichtlich der Fahrwerksabstände erforderlich ist. Dies ist unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus Sicht der Schienenfahrzeughersteller aber auch der Betreiber unterschiedlicher Streckennetze bzw. der Betreiber von Streckennetzen mit stark unterschiedlichen Teilabschnitten uner-

wünscht, da zum einen nur ein geringer Standardisierungsgrad erreicht werden kann und zum anderen die Verwendbarkeit der einzelnen Fahrzeuge in Streckenabschnitten mit unterschiedlichen Hüllkurven nur sehr begrenzt möglich ist.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Fahrzeug bzw. ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, welches die oben genannten Nachteile nicht oder zumindest in geringerem Maße aufweist und insbesondere bei einfachem, möglichst weit gehend standardisiertem Aufbau die Einhaltung einer Vielzahl von unterschiedlichen Hüllkurven unter möglichst weit gehender Ausnutzung der zulässigen Achslasten der Fahrwerke ermöglicht.

[0006] Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe ausgehend von einem Fahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Sie löst diese Aufgabe weiterhin ausgehend von einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 21 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 21 angegebenen Merkmale.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die technische Lehre zu Grunde, dass man bei weit gehend standardisiertem Aufbau die Einhaltung einer Vielzahl von unterschiedlichen Hüllkurven unter möglichst weit gehender Ausnutzung der zulässigen Achslasten der Fahrwerke ermöglicht, wenn die Gelenkeinrichtungen benachbarter Wagenkasteneinheiten mit einem zumindest zeitweise unterschiedlichen Widerstand gegen die Auslenkung aus ihrer Neutralstellung ausgeführt werden. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Neutralstellung des Fahrzeugs im Sinne der vorliegenden Erfindung den Zustand des Fahrzeugs auf einer geraden, ebenen Fahrstrecke bei Geradeausfahrt bezeichnen soll.

[0008] Hierdurch ist es unter anderem möglich, zwischen zwei mit Fahrwerken versehenen Stützeinheiten mehrere fahrwerkslose Brückeneinheiten vorzusehen, die sich dank des unterschiedlichen Widerstands der Gelenkeinrichtungen gegen die Auslenkung in einer definierten, gegebenenfalls sequenziellen Bewegung besser an die jeweilige Hüllkurve anpassen und damit größere Fahrwerksabstände und die damit einhergehende bessere Ausnutzung der zulässigen Achslasten ermöglichen. So kann über die unterschiedlichen Widerstände gegen die Auslenkung in vorteilhafter Weise erreicht werden, dass die Auslenkung zumindest zunächst vollständig oder zumindest hauptsächlich im Bereich der einen Gelenkeinrichtung (mit dem geringeren Widerstand gegen die Auslenkung) erfolgt, während die andere Gelenkeinrichtung (mit dem höheren Widerstand gegen die Auslenkung) keine oder nur eine untergeordnete bzw. erheblich geringere Auslenkung erfährt. Erst beim Durchfahren von Streckenabschnitten mit entsprechend starker Krümmung (also Kurven und/oder Kuppen bzw. Senken) kann dann vorgesehen sein, dass auch im Bereich der anderen Gelenkeinrichtung eine nennenswerte Auslenkung erfolgt.

[0009] Über die Einstellung des jeweiligen Widerstands der beiden Gelenkeinrichtungen gegen die Auslenkung kann mit demselben Fahrzeug zudem eine Anpassung an unterschiedliche Hüllkurven erreicht werden, wodurch der Standardisierungsgrad der Fahrzeuge sowie deren Einsatzflexibilität steigt und die Herstellungskosten für das jeweilige Fahrzeug sinken. Hierbei kann zudem eine aktive Verstellung zumindest eines der Widerstände vorgesehen sein, sodass gegebenenfalls sogar während der Fahrt eine Anpassung an die jeweilige Gestalt der Hüllkurve des aktuell zu durchfahrenden Streckenabschnitts möglich ist.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung daher ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, mit einer ersten Wagenkasteneinheit, einer zweiten Wagenkasteneinheit und einer dritten Wagenkasteneinheit, wobei die erste Wagenkasteneinheit mit der zweiten Wagenkasteneinheit über eine erste Gelenkeinrichtung um eine erste Schwenkachse gelenkig verbunden ist und die zweite Wagenkasteneinheit mit der dritten Wagenkasteneinheit über eine zweite Gelenkeinrichtung um eine zweite Schwenkachse gelenkig verbunden ist. Die erste Schwenkachse und die zweite Schwenkachse verlaufen in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer ersten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel. Die erste Gelenkeinrichtung weist einen ersten Widerstand gegen eine Auslenkung um die erste Schwenkachse aus der Neutralstellung auf, während die zweite Gelenkeinrichtung einen zweiten Widerstand gegen eine Auslenkung um die zweite Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist. Die erste Gelenkeinrichtung und die zweite Gelenkeinrichtung sind derart ausgebildet, dass der erste Widerstand zumindest zeitweise einen anderen Wert aufweist als der zweite Widerstand.

[0011] Die jeweilige Wagenkasteneinheit an grundsätzlich in beliebiger geeigneter Weise aufgebaut sein. Insbesondere ist es möglich, dass einzelne Wagenkasteneinheiten wiederum mehrere, gegebenenfalls über weitere Gelenkeinrichtungen verbundene Wagenkästen aufweisen. Bei bevorzugten, besonders einfach gestalteten Ausführungen der vorliegenden Erfindung ist je Wagenkasteneinheit ein einziger Wagenkasten vorgesehen. Demgemäß ist bei diesen Varianten vorgesehen, dass die erste Wagenkasteneinheit einen ersten Wagenkasten umfasst, die zweite Wagenkasteneinheit einen zweiten Wagenkasten umfasst und die dritte Wagenkasteneinheit einen dritten Wagenkasten umfasst. Der erste Wagenkasten ist mit dem zweiten Wagenkasten über die erste Gelenkeinrichtung verbunden, während der zweite Wagenkasten mit dem dritten Wagenkasten über die zweite Gelenkeinrichtung verbunden ist.

[0012] Um die oben beschriebenen Vorteile hinsichtlich der definierten, gegebenenfalls sequenziellen Auslenkung der beiden Gelenkeinrichtungen zu erzielen kann grundsätzlich eine beliebige geeignete Abweichung des ersten und zweiten Widerstands vorgesehen sein. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der erste Widerstand um wenigstens 10% des zweiten Widerstands, vor-

zugsweise wenigstens 25% des zweiten Widerstands, weiter vorzugsweise wenigstens 50% des zweiten Widerstands, von dem zweiten Widerstand abweicht. Hierdurch kann eine besonders günstige, genau definierte zeitliche Aufteilung der Auslenkung der beiden Gelenkeinrichtungen beim Durchfahren von gekrümmten Streckenabschnitten erfolgen.

[0013] Wie bereits erwähnt wurde, ist bevorzugt vorgesehen, dass sich die Auslenkung bis zu einer Grenzauslenkung bzw. einem Grenzwinkel zunächst auf die "weichere" der beiden Gelenkeinrichtungen konzentriert, während oberhalb der Grenzauslenkung bzw. des Grenzwinkels auch oder sogar hauptsächlich eine Auslenkung an der anderen, "steiferen" Gelenkeinrichtung erfolgt. Vorzugsweise ist daher vorgesehen, dass die erste Gelenkeinrichtung und die zweite Gelenkeinrichtung derart ausgebildet sind, dass bei Einfahrt des Fahrzeugs in einen gekrümmten Streckenabschnitt bis zum Erreichen eines ersten Schwenkwinkels an einer der beiden Gelenkeinrichtungen zumindest primär im Bereich dieser Gelenkeinrichtung eine erste Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, während im Bereich der anderen der beiden Gelenkeinrichtungen höchstens eine geringe zweite Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse erfolgt.

[0014] Wie bereits erwähnt, kann hierbei eine gewisse Auslenkung im Bereich der "steiferen" Gelenkeinrichtung zugelassen werden oder sogar erwünscht sein. Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Fahrzeugs beträgt die zweite Winkelauslenkung höchstens 20% der ersten Winkelauslenkung, vorzugsweise höchstens 10% der ersten Winkelauslenkung, weiter vorzugsweise höchstens 5% der ersten Winkelauslenkung. Hierdurch lässt sich eine besonders günstige Anpassung an typische Hüllkurven erreichen.

[0015] Nach Erreichen dieser Grenzauslenkung bzw. dieses Grenzwinkels kann vorgesehen sein, dass beide Gelenkeinrichtungen eine nennenswerte, weitere Auslenkung erfahren. Bei besonders einfach zu realisierenden Varianten mit einem genau definierten Ablauf der jeweiligen Auslenkung ist jedoch vorgesehen, dass die zunächst "weichere" Gelenkeinrichtung zumindest zunehmend versteift, sodass die Auslenkung dann hauptsächlich an der bis dahin "steiferen" anderen Gelenkeinrichtung erfolgt. Vorzugsweise sind daher die erste Gelenkeinrichtung und die zweite Gelenkeinrichtung derart ausgebildet, dass nach Erreichen des ersten Schwenkwinkels an der einen der beiden Gelenkeinrichtungen zumindest primär im Bereich der anderen der beiden Gelenkeinrichtungen eine dritte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, während im Bereich der einen der beiden Gelenkeinrichtungen höchstens eine geringe vierte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse erfolgt.

[0016] Auch hierbei kann eine gewisse Auslenkung im Bereich der nunmehr "versteiften" Gelenkeinrichtung zugelassen werden oder sogar erwünscht sein. Bevorzugt beträgt die vierte Winkelauslenkung höchstens 20% der dritten Winkelauslenkung, vorzugsweise höchstens 10% der dritten Winkelauslenkung, weiter vorzugsweise höchstens 5% der dritten Winkelauslenkung, um eine besonders günstige Anpassung an typische Hüllkurven zu erreichen.

[0017] Der unterschiedliche Widerstand gegen die Auslenkung, mithin also die unterschiedliche Steifigkeit der beiden Gelenkeinrichtungen kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise erreicht werden. So kann der unterschiedliche Widerstand über elastische (mechanische und/oder pneumatische) Federn und/oder (hydraulisch, pneumatisch und/oder über mechanische Reibung wirkende) Dämpfer und/oder entsprechend aktive Stellantriebe etc. realisiert werden. Dabei können im Bereich der beiden Gelenkeinrichtungen unterschiedliche Wirkprinzipien bzw. beliebige geeignete Kombinationen solcher Wirkprinzipien realisiert sein (mithin kann also im Bereich der einen Gelenkeinrichtung ein anderes Wirkprinzip bzw. eine andere Wirkprinzipkombination realisiert sein als im Bereich der anderen Gelenkeinrichtung).

[0018] Bei bevorzugten, weil besonders einfach aufgebauten Varianten des erfindungsgemäßen Fahrzeugs werden die unterschiedliche Widerstände beispielsweise über elastische Federeinrichtungen im Bereich wenigstens einer der Gelenkeinrichtungen realisiert. Hierbei ist bevorzugt vorgesehen, dass die erste Gelenkeinrichtung eine erste Federeinrichtung umfasst, die eine erste Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, und die zweite Gelenkeinrichtung eine zweite Federeinrichtung umfasst, die eine zweite Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt, wobei die erste Federkonstante zumindest zeitweise von der zweiten Federkonstante abweicht. Hierbei ist bevorzugt vorgesehen, dass die erste Federkonstante um wenigstens 10% der zweiten Federkonstante, vorzugsweise wenigstens 25% der zweiten Federkonstante, weiter vorzugsweise wenigstens 50% der zweiten Federkonstante, von der zweiten Federkonstante abweicht, um den gewünschten genau definierten Ablauf der Auslenkung zu realisieren.

[0019] Das Vorsehen solcher Federeinrichtungen hat den Vorteil, dass über die jeweilige Federkonstante in einfacher Weise ein genau definiertes Verhältnis der Auslenkungen an den beiden Gelenkeinrichtungen eingestellt werden kann. Besonders variabel einsetzbare erfindungsgemäße Fahrzeuge zeichnen sich dadurch aus, dass die erste Federkonstante und/oder die zweite Federkonstante verstellbar ist. Vorzugsweise ist dann eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen der ersten Federkonstante und/oder der zweiten Federkonstante vorgesehen, um die Verstellung gegebenenfalls sogar während der Fahrt vornehmen zu können.

[0020] Bei weiteren bevorzugten Varianten des erfin-

dungsgemäßen Fahrzeugs umfasst die erste Gelenkeinrichtung eine erste Dämpfereinrichtung, die eine erste Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, während die zweite Gelenkeinrichtung eine zweite Dämpfereinrichtung umfasst, die eine zweite Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt. Die erste Dämpfungskonstante weicht zumindest zeitweise von der zweiten Dämpfungskonstante ab, um den gewünschten Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Widerstands zu erzielen.

[0021] Auch hier kann die jeweilige Dämpfungskonstante wiederum in beliebiger geeigneter Weise gewählt sein. Bevorzugt weicht die erste Dämpfungskonstante um wenigstens 10% der zweiten Dämpfungskonstante, vorzugsweise wenigstens 25% der zweiten Dämpfungskonstante, weiter vorzugsweise wenigstens 50% der zweiten Dämpfungskonstante ab, um einen besonders günstigen zeitlichen Verlauf der jeweiligen Auslenkung zu erzielen.

[0022] Auch hier kann wiederum die Verstellbarkeit wenigstens eines Widerstands vorgesehen sein, indem die erste Dämpfungskonstante und/oder die zweite Dämpfungskonstante verstellbar ist. Vorzugsweise ist wiederum eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen der ersten Dämpfungskonstante und/oder der zweiten Dämpfungskonstante vorgesehen, um die Verstellung gegebenenfalls sogar während der Fahrt vorzunehmen.

[0023] Bei besonders einfach zu realisierenden Varianten der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Gelenkeinrichtung eine erste Reibpaarung umfasst, die über ein erstes Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, während die zweite Gelenkeinrichtung eine zweite Reibpaarung umfasst, die über ein zweites Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt. Das erste Reibmoment weicht zumindest zeitweise von dem zweiten Reibmoment, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass das erste Reibmoment um wenigstens 10% des zweiten Reibmoments, vorzugsweise wenigstens 25% des zweiten Reibmoments, weiter vorzugsweise wenigstens 50% des zweiten Reibmoments, von dem zweiten Reibmoment abweicht.

[0024] Bevorzugt ist das erste Reibmoment und/oder das zweite Reibmoment verstellbar, wobei die Einstellung über die Geometrie der Reibfläche und/oder den Reibbeiwert der Paarung und/oder die Kontaktkraft zwischen den Reibpartnern erfolgen kann. Auch hier kann wiederum eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen des ersten Reibmoments und/oder des zweiten Reibmoments vorgesehen sein (beispielsweise eine Stelleinrichtung zum Verstellen der Kontaktkraft).

[0025] Die aktive Verstellung des jeweiligen Widerstands kann grundsätzlich in Abhängigkeit von einer oder mehreren beliebigen geeigneten Größen erfolgen, welche für die Gestalt der aktuell einzuhaltenden Hüllkurve repräsentativ ist bzw. sind. Bei besonders einfach ge-

stalteten Varianten des erfindungsgemäßen Fahrzeugs erfolgt die Verstellung in Abhängigkeit von der Krümmung des aktuell befahrenen Streckenabschnitts. Hierzu ist eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen des ersten Widerstands und/oder des zweiten Widerstands sowie eine Steuereinrichtung zum Ansteuern der Verstelleinrichtung vorgesehen. Die Verstelleinrichtung weist eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen wenigstens einer für eine Krümmung des aktuell befahrenen Streckenabschnitts repräsentativen Erfassungsgröße auf, während die Steuereinrichtung zum Ansteuern der Verstelleinrichtung in Abhängigkeit von dem aktuellen Wert der Erfassungsgröße ausgebildet ist.

[0026] Bei weiteren bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Fahrzeugs erfolgt die Einstellung in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Fahrzeugs. Hierzu ist eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen des ersten Widerstands und/oder des zweiten Widerstands sowie eine Steuereinrichtung zum Ansteuern der Verstelleinrichtung vorgesehen. Die Verstelleinrichtung weist eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen der Position des Fahrzeugs auf, während die Steuereinrichtung zum Ansteuern der Verstelleinrichtung in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Fahrzeugs ausgebildet ist.

[0027] Die vorliegende Erfindung lässt sich sowohl im Zusammenhang mit dem Knickbewegungen zwischen den Wagenkästen parallel zur Hochachse des Fahrzeugs als auch (zusätzlich oder alternativ) im Zusammenhang mit den Nickbewegungen zwischen den Wagenkästen parallel zur Querachse des Fahrzeugs einsetzen. Demgemäß handelt es sich bei der ersten Fahrzeugachse bevorzugt um die Fahrzeughochachse oder die Fahrzeugquerachse ist.

[0028] Vorzugsweise wird die Erfindung für Auslenkungen um mehrere Achsen mit unterschiedlichen Ausrichtungen eingesetzt. Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Fahrzeugs ist daher vorgesehen, dass die erste Wagenkasteneinheit mit der zweiten Wagenkasteneinheit über die erste Gelenkeinrichtung um eine dritte Schwenkachse gelenkig verbunden ist und die zweite Wagenkasteneinheit mit der dritten Wagenkasteneinheit über die zweite Gelenkeinrichtung um vierte Schwenkachse gelenkig verbunden ist. Die dritte Schwenkachse und die vierte Schwenkachse verlaufen in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer zweiten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel, wobei die erste Gelenkeinrichtung einen dritten Widerstand gegen eine Auslenkung um die dritte Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist und die zweite Gelenkeinrichtung einen vierten Widerstand gegen eine Auslenkung um die vierte Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist. Der dritte Widerstand weist zumindest zeitweise einen anderen Wert auf als der vierte Widerstand. Hierbei können für den dritten und vierten Widerstand die vorstehend im Zusammenhang mit dem ersten und zweiten Widerstand beschriebenen Varianten und Vorteile in gleichem Maße realisiert werden, sodass diesbezüglich

zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

[0029] Wie bereits erwähnt, ist vorzugsweise eine Kombination der Nutzung für Knickbewegungen und Nickbewegungen der Wagenkästen vorgesehen. Demgemäß handelt es sich bei der ersten Fahrzeugachse bevorzugt um die Fahrzeughochachse, während es sich bei der zweiten Fahrzeugachse um die Fahrzeugquerachse handelt.

[0030] Wie bereits eingangs erwähnt, kann mit der vorliegenden Erfindung eine vorteilhafte Gestaltung mit mehreren (gegebenenfalls fahrwerkslosen) Fahrzeugmodulen realisiert werden, die zwischen mit Fahrwerken versehenen Fahrzeugmodulen angeordnet sind. Ein im Hinblick auf die Einhaltung vorgegebener Hüllkurven besonders günstiger Verlauf der jeweiligen Auslenkung ist hierbei in einfacher Weise über eine im Hinblick auf den Widerstand symmetrische Gestaltung bezüglich der in der Mitte (der Fahrzeugmodulreihe) angeordneten Gelenkeinrichtung(en). Bevorzugt ist daher eine mit der dritten Wagenkasteneinheit über eine dritte Gelenkeinrichtung gekoppelte vierte Wagenkasteneinheit vorgesehen, wobei die dritte Gelenkeinrichtung identisch zur ersten Gelenkeinrichtung aufgebaut ist.

[0031] Besonders vorteilhaft diese Gestaltung wie erwähnt im Fall der Nutzung fahrwerksloser Brückenmodule. Demgemäß ist bevorzugt vorgesehen, dass die erste Wagenkasteneinheit auf einem ersten Fahrwerk abgestützt ist und die vierte Wagenkasteneinheit auf einem zweiten Fahrwerk abgestützt ist, während die zweite Wagenkasteneinheit und die dritte Wagenkasteneinheit bevorzugt als fahrwerkslose Einheiten ausgebildet sind.

[0032] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, mit einer ersten Wagenkasteneinheit, einer zweiten Wagenkasteneinheit und einer dritten Wagenkasteneinheit, wobei die erste Wagenkasteneinheit mit der zweiten Wagenkasteneinheit über eine erste Gelenkeinrichtung um eine erste Schwenkachse gelenkig verbunden ist und die zweite Wagenkasteneinheit mit der dritten Wagenkasteneinheit über eine zweite Gelenkeinrichtung um eine zweite Schwenkachse gelenkig verbunden ist. Die erste Schwenkachse und die zweite Schwenkachse verlaufen in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer ersten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel, wobei die erste Gelenkeinrichtung einen ersten Widerstand gegen eine Auslenkung um die erste Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist und die zweite Gelenkeinrichtung einen zweiten Widerstand gegen eine Auslenkung um die zweite Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist. Der erste Widerstand und/oder der zweite Widerstand werden derart eingestellt, dass der erste Widerstand zumindest zeitweise einen anderen Wert aufweist als der zweite Widerstand. Mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich die oben beschriebenen Vorteile und Varianten in demselben Maße realisieren, sodass zur Vermeidung von Wiederholungen lediglich auf die obigen Ausführungen

verwiesen wird.

[0033] 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 einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs in seiner Neutralstellung (im geraden, ebenen Gleis);

Figur 2 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug aus Figur 1 in der Neutralstellung;

Figur 3 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug aus Figur 1 in einem gekrümmten Gleisabschnitt in einem ersten Zustand;

Figur 4 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug aus Figur 1 in einem gekrümmten Gleisabschnitt in einem zweiten Zustand;

Figur 5 eine schematische Seitenansicht des Fahrzeugs aus Figur 1 bei Kuppenfahrt in einem dritten Zustand;

Figur 6 eine schematische Seitenansicht des Fahrzeugs aus Figur 1 bei Kuppenfahrt in einem vierten Zustand;

Figur 7 eine schematische Seitenansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs in seiner Neutralstellung (im geraden, ebenen Gleis);

Figur 8 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug aus Figur 7 in der Neutralstellung;

[0034] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 6 zunächst eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs in Form eines viergliedrigen Schienenfahrzeugs 101 beschrieben.

[0035] Wie den Figuren 1 und 2 zu entnehmen ist, weist das Schienenfahrzeug 101 eine erste Wagenkasteneinheit in Form eines ersten Wagenkastens 102 auf, der auf einem Fahrwerk in Form eines Drehgestells 102.1 abgestützt ist. Weiterhin weist das Schienenfahrzeug 101 eine zweite Wagenkasteneinheit in Form eines fahrwerkslosen zweiten Wagenkastens 103 auf sowie eine dritte Wagenkasteneinheit in Form eines ebenfalls fahrwerkslosen dritten Wagenkastens 104 und eine vierte Wagenkasteneinheit in Form eines vierten Wagenkastens 105, der wiederum auf einem Drehgestell 105.1 abgestützt ist.

[0036] Der erste Wagenkasten 102 ist mit dem zweiten Wagenkasten 103 über eine erste Gelenkeinrichtung

106 verbunden, während der zweiten Wagenkastens 103 mit dem dritten Wagenkasten 104 über eine zweite Gelenkeinrichtung 107 gekoppelt ist. Schließlich ist der dritte Wagenkasten 104 mit dem vierten Wagenkasten 105 über eine dritte Gelenkeinrichtung 108 verbunden.

[0037] Über die Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 sind die zugehörigen Wagenkästen 102 bis 105 jeweils um eine (in der Neutralstellung) zur Hochachse des Fahrzeugs 101 (z-Richtung) parallele erste Schwenkachse und eine (in der Neutralstellung) zur Querachse des Fahrzeugs 101 (y-Richtung) parallele zweite Schwenkachse gelenkig verbunden. Es versteht sich jedoch, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch eine beliebige andere Ausrichtung der jeweiligen ersten und zweiten Schwenkachse vorgesehen sein kann. Ebenso können eine oder mehrere Gelenkeinrichtungen eine andere Anzahl von Schwenkachsen zur Verfügung stellen.

[0038] Bei den Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 handelt es sich jeweils um Gelenkeinrichtungen, deren jeweiliger Widerstand gegen die Auslenkung aus der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Neutralstellung aktiv verstellbar werden kann. Hierzu ist eine (nur in Figur 1 dargestellte) zentrale Steuereinrichtung 109 vorgesehen, die jeweils mit den Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 verbunden ist.

[0039] In Figur 3 ist das Fahrzeug 101 in einem Gleisbogen (also in einem um die z-Achse gekrümmten Gleisabschnitt) dargestellt, wobei sich das Fahrzeug 101 in einem ersten Zustand befindet. In diesem ersten Zustand ist der zweite Widerstand gegen die Auslenkung um die erste Schwenkachse bei der zweiten Gelenkeinrichtung 107 größer eingestellt als der erste Widerstand bei der ersten Gelenkeinrichtung 106 und der zweite Widerstand bei der dritten Gelenkeinrichtung 108. Dies hat den Vorteil, dass hierdurch eine besonders günstige, genau definierte zeitliche Aufteilung der Auslenkung der Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 beim Durchfahren von solchen gekrümmten Streckenabschnitten erfolgt.

[0040] Wie Figur 3 zu entnehmen ist, sind die Widerstände in dem ersten Zustand des Fahrzeugs 101 so eingestellt, dass die Auslenkung primär im Bereich der ersten und dritten Gelenkeinrichtung 106 und 108 erfolgt, während im Bereich der zweiten Gelenkeinrichtung 107 lediglich eine geringe Auslenkung erfolgt.

[0041] Über die Einstellung des jeweiligen Widerstands der Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 gegen die Auslenkung kann mit dem Fahrzeug 101 jeweils eine Anpassung an unterschiedliche Hüllkurven erreicht werden, wodurch der Standardisierungsgrad der Fahrzeuge sowie deren Einsatzflexibilität steigt und die Herstellungskosten für das jeweilige Fahrzeug sinken.

[0042] Hierbei ist bevorzugt vorgesehen, dass sich die Auslenkung bis zu einer Grenzauslenkung bzw. einem Grenzwinkel zunächst auf die "weiche" beiden Gelenkeinrichtungen 106 und 108 konzentriert, während oberhalb der Grenzauslenkung bzw. des Grenzwinkels auch oder sogar hauptsächlich eine Auslenkung an der "steiferen" Gelenkeinrichtung 107 erfolgt. In dem ersten

Zustand erfolgt bei Einfahrt des Fahrzeugs 101 in einen gekrümmten Streckenabschnitt bis zum Erreichen eines ersten Schwenkwinkels an den beiden Gelenkeinrichtungen 106 und 108 primär im Bereich dieser Gelenkeinrichtungen 106 und 108 eine erste Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse, während im Bereich der zweiten Gelenkeinrichtung 107 höchstens eine geringe zweite Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse erfolgt.

[0043] So ist beispielsweise im in Figur 3 dargestellten ersten Zustand gegenüber einem Fahrzeug mit etwa gleichem Widerstand aller Gelenkeinrichtungen (wie es in Figur 3 durch die gestrichelte Kontur 110 angedeutet ist) möglich, eine engere äußere Hüllkurve 111 einzuhalten als mit einem solchen herkömmlichen Fahrzeug 110.

[0044] Um die oben beschriebenen Vorteile hinsichtlich der definierten, gegebenenfalls sequenziellen Auslenkung der Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 zu erzielen kann grundsätzlich eine beliebige geeignete Abweichung des ersten, zweiten und dritten Widerstands vorgesehen sein. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der erste und dritte Widerstand um wenigstens 50% des zweiten Widerstands von dem zweiten Widerstand abweicht.

[0045] Wie bereits erwähnt, kann hierbei eine gewisse Auslenkung im Bereich der "steiferen" zweiten Gelenkeinrichtung 107 zugelassen werden oder sogar erwünscht sein. Im vorliegenden Beispiel beträgt die zweite Winkelauslenkung höchstens 5% der ersten Winkelauslenkung. Hierdurch lässt sich eine besonders günstige Anpassung an typische Hüllkurven erreichen.

[0046] Nach Erreichen dieser Grenzauslenkung bzw. dieses Grenzwinkels kann vorgesehen sein, dass beide Gelenkeinrichtungen eine nennenswerte, weitere Auslenkung erfahren. Im vorliegenden Beispiel versteifen die zunächst "weicheren" Gelenkeinrichtungen 106 und 108 zunehmend, sodass die Auslenkung dann hauptsächlich an der bis dahin "steiferen" Gelenkeinrichtung 107 erfolgt. Mithin erfolgt nach Erreichen des ersten Schwenkwinkels an den beiden Gelenkeinrichtungen 106 und 108 zumindest primär im Bereich der zweiten Gelenkeinrichtung 107 eine dritte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse, während im Bereich der anderen beiden Gelenkeinrichtungen 106 und 108 höchstens eine geringe vierte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten um die zugehörige Schwenkachse erfolgt.

[0047] Auch hierbei kann eine gewisse Auslenkung im Bereich der nunmehr "versteiften" Gelenkeinrichtungen 106 und 108 zugelassen werden oder sogar erwünscht sein. Im vorliegenden Beispiel beträgt die vierte Winkelauslenkung höchstens 5% der dritten Winkelauslenkung, um eine besonders günstige Anpassung an typische Hüllkurven zu erreichen.

[0048] Die aktive Verstellung des ersten, zweiten und dritten Widerstands kann gegebenenfalls sogar während

der Fahrt erfolgen, sodass eine Anpassung an die jeweilige Gestalt der Hüllkurve des aktuell zu durchfahrenden Streckenabschnitts möglich ist. Hierzu kann eine mit der Steuereinrichtung 109 verbundene Erfassungseinrichtung 112 vorgesehen sein, über welche ein oder mehrere für die Hüllkurve des aktuell zu durchfahrenden Streckenabschnitts repräsentativer Größen erfasst und an die Steuereinrichtung 109 weitergegeben wird. Die Steuereinrichtung steuert die jeweiligen Widerstände dann entsprechend dem aktuellen Bedarf.

[0049] Bei besonders einfach gestalteten Varianten des erfindungsgemäßen Fahrzeugs erfolgt die Verstellung in Abhängigkeit von der Krümmung des aktuell befahrenen Streckenabschnitts. Die Erfassungseinrichtung 112 erfasst dann wenigstens eine für eine Krümmung des aktuell befahrenen Streckenabschnitts repräsentative Erfassungsgröße, während die Steuereinrichtung 109 die Verstelleinrichtung der jeweiligen Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 in Abhängigkeit von dem aktuellen Wert der Erfassungsgröße ansteuert.

[0050] Bei weiteren Varianten des Fahrzeugs 101 erfolgt die Einstellung in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Fahrzeugs 101. Hierzu erfasst die Erfassungseinrichtung 112 dann die Position des Fahrzeugs 101, während die Steuereinrichtung 109 die Verstelleinrichtung der jeweiligen Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Fahrzeugs ansteuert.

[0051] Der unterschiedliche Widerstand gegen die Auslenkung, mithin also die unterschiedliche Steifigkeit der Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise erreicht werden. So kann der unterschiedliche Widerstand über elastische (mechanische und/oder pneumatische) Federn und/oder (hydraulisch, pneumatisch und/oder über mechanische Reibung wirkende) Dämpfer und/oder entsprechend aktive Stellantriebe etc. realisiert werden. Dabei können im Bereich der Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 unterschiedliche Wirkprinzipien bzw. beliebige geeignete Kombinationen solcher Wirkprinzipien realisiert sein (mithin kann also im Bereich der einen Gelenkeinrichtung ein anderes Wirkprinzip bzw. eine andere Wirkprinzipkombination realisiert sein als im Bereich der anderen Gelenkeinrichtung).

[0052] So können die unterschiedlichen Widerstände beispielsweise über elastische Federeinrichtungen im Bereich der Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 realisiert sein. Hierbei umfassen die erste Gelenkeinrichtung 106 und die dritte Gelenkeinrichtung 108 dann eine erste Federeinrichtung, die eine erste Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, während die zweite Gelenkeinrichtung 107 eine zweite Federeinrichtung umfasst, die eine zweite Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt. Die erste Federkonstante weicht in den ersten Zustand von der zweiten Federkonstante ab. Hierbei ist bevorzugt vorgesehen, dass die erste Federkonstante um wenigstens 50% der zweiten

Federkonstante von der zweiten Federkonstante abweicht, um den gewünschten genau definierten Ablauf der Auslenkung zu realisieren.

[0053] Das Vorsehen solcher Federeinrichtungen hat den Vorteil, dass über die jeweilige Federkonstante in einfacher Weise ein genau definiertes Verhältnis der Auslenkungen an den Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 eingestellt werden kann.

[0054] Zusätzlich oder alternativ können die erste und dritte Gelenkeinrichtung 106 und 108 eine erste Dämpfereinrichtung umfassen, die eine erste Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten und dritten Widerstand erzeugt, während die zweite Gelenkeinrichtung 107 eine zweite Dämpfereinrichtung umfasst, die eine zweite Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt. Die erste Dämpfungskonstante weicht in dem ersten Zustand von der zweiten Dämpfungskonstante ab, um den gewünschten Unterschied zwischen dem ersten und dritten Widerstand und dem zweiten Widerstand zu erzielen.

[0055] Auch hier kann die jeweilige Dämpfungskonstante wiederum in beliebiger geeigneter Weise gewählt sein. Im vorliegenden Beispiel weicht in dem ersten Zustand die erste Dämpfungskonstante um wenigstens 50% der zweiten Dämpfungskonstante von der zweiten Dämpfungskonstante ab, um einen besonders günstigen zeitlichen Verlauf der jeweiligen Auslenkung zu erzielen.

[0056] Zusätzlich oder alternativ zu den vorgeschriebenen Varianten können die erste und dritte Gelenkeinrichtung eine erste Reibpaarung umfassen, die über ein erstes Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem ersten bzw. dritten Widerstand erzeugt, während die zweite Gelenkeinrichtung 107 eine zweite Reibpaarung umfasst, die über ein zweites Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt. Das erste Reibmoment weicht in dem ersten Zustand von dem zweiten Reibmoment ab, wobei das erste Reibmoment vorzugsweise um wenigstens 50% des zweiten Reibmoments von dem zweiten Reibmoment abweicht.

[0057] Bevorzugt ist das erste Reibmoment und/oder das zweite Reibmoment verstellbar, wobei die Einstellung über die Geometrie der Reibfläche und/oder den Reibbeiwert der Paarung und/oder die Kontaktkraft zwischen den Reibpartnern erfolgen kann. Auch hier kann wiederum eine durch die Steuereinrichtung 109 aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen des ersten Reibmoments und/oder des zweiten Reibmoments vorgesehen sein (beispielsweise eine Stelleinrichtung zum Verstellen der Kontaktkraft).

[0058] Mit der vorliegenden Erfindung ist es unter anderem möglich, zwischen den beiden mit den Fahrwerken 102.1 und 105.1 versehenen Stützeinheiten 102 und 105 mehrere fahrwerkslose Brückeneinheiten 103 und 104 vorzusehen, die sich dank des unterschiedlichen Widerstands der Gelenkeinrichtungen 106 bis 108 gegen die Auslenkung in einer definierten, gegebenenfalls sequenziellen Bewegung besser an die jeweilige Hüllkurve

anpassen und damit größere Fahrwerksabstände und die damit einhergehende bessere Ausnutzung der zulässigen Achslasten ermöglichen.

[0059] In Figur 4 ist das Fahrzeug 101 in einem zweiten Zustand (mit einer gegenüber dem ersten Zustand vertauschte Rollenverteilung) dargestellt, in dem die beiden Gelenkeinrichtungen 106 und 108 einen höheren Widerstand gegen die Auslenkung um die Hochachse bzw. z-Achse aufweisen als die zweite Gelenkeinrichtung 107. Hierdurch erfolgt zunächst primär eine Auslenkung im Bereich der "weicher" eingestellten zweiten Gelenkeinrichtung 107, während die Auslenkung im Bereich der "steifer" eingestellten ersten und dritten Gelenkeinrichtung 106 und 108 hauptsächlich erst oberhalb einer bestimmten Grenzauslenkung erfolgt. Die Einstellung der Widerstände erfolgt also lediglich mit gegenüber dem ersten Zustand vertauschten Rollen, sodass diesbezüglich der Vermeidung von Wiederholungen lediglich auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

[0060] In dem in Figur 4 dargestellten zweiten Zustand kann gegenüber dem Fahrzeug 110 mit etwa gleichem Widerstand aller Gelenkeinrichtungen eine engere innere Hüllkurve 113 eingehalten werden.

[0061] Die vorliegende Erfindung lässt sich sowohl im Zusammenhang mit den in den Figuren 3 und 4 dargestellten Knickbewegungen zwischen den Wagenkästen parallel zur Hochachse des Fahrzeugs 101 als auch zusätzlich oder alternativ im Zusammenhang mit den Nickbewegungen zwischen den Wagenkästen parallel zur Querachse des Fahrzeugs 101 einsetzen, wie dies in den Figuren 5 und 6 dargestellt ist. Auch für diese Nickbewegungen erfolgt die Einstellung analog zu den oben im Zusammenhang mit den Figuren 3 und 4 beschriebenen Vorgehensweisen, so dass diesbezüglich der Vermeidung von Wiederholungen lediglich auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

[0062] Mit dem in den Figuren 1 bis 6 dargestellten Fahrzeug 101 können beispielsweise Hüllkurven eingehalten werden, bei denen herkömmliche Fahrzeuge mit fünf Wagenkästen und drei Fahrwerken erforderlich sind.

[0063] Es versteht sich, dass bei anderen Varianten der Erfindung an Stelle der aktiven Verstellung der einzelnen Widerstände bei einzelnen oder allen Gelenkeinrichtungen auch nur eine passive Verstellbarkeit bzw. nur eine einmalige Einstellbarkeit des jeweiligen Widerstands vorgesehen sein kann.

[0064] Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass in den Seitenansichten der Figuren 5 und 6 aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich jeweils ein Gelenk im Bodenbereich des betreffenden Wagenkastens dargestellt wurde. Es versteht sich jedoch, dass gegebenenfalls im Dachbereich des jeweiligen Wagenkastens ebenfalls ein die beiden benachbarten Wagenkästen verbindendes Gelenk vorgesehen sein kann, welches natürlich so ausgebildet ist, dass es dem oben beschriebenen Bewegungsablauf der erfindungsgemäßen Gestaltung folgen kann. Hierbei können natürlich beliebige Gelenke zu Einsatz kommen. Vorzugsweise finden im Dachbereich so

genannte Gerber-Gelenke Anwendung.

[0065] Die Figuren 7 und 8 zeigen eine weitere bevorzugt Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrzeugs 201, welches in seiner grundsätzlichen Gestaltung und Funktionsweise dem Fahrzeug 101 entspricht, so dass hier nur auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Insbesondere sind gleichartige Komponenten mit um den Wert 100 erhöhten Bezugszeichen versehen. Sofern nachfolgend keine anderweitigen Ausführungen getroffen werden, wird hinsichtlich der Eigenschaften dieser Komponenten ausdrücklich auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0066] Der Unterschied zu dem Fahrzeug 101 besteht lediglich darin, dass bei dem Fahrzeug 201 zwei weitere Brückeneinheiten 204 und 203 und eine weitere Stützeinheit 202 vorgesehen sind. Mit einem solchen Fahrzeug 201 lassen sich bei einer vorgegebenen Hüllkurve herkömmliche Fahrzeuge ersetzen, bei denen zur Einhaltung der Hüllkurve sieben Wagenkästen mit vier Fahrwerken erforderlich sind.

[0067] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend ausschließlich anhand von Beispielen im Zusammenhang mit Schienenfahrzeugen beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht nur in Verbindung mit Schienenfahrzeugen sondern auch für beliebige andere Fahrzeuge verwendet werden kann, bei denen eine möglichst gute Auslastung zulässiger Radsatzlasten erwünscht und von Vorteil ist.

Patentansprüche

1. Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, mit

- einer ersten Wagenkasteneinheit (102), einer zweiten Wagenkasteneinheit (103) und einer dritten Wagenkasteneinheit (104), wobei
 - die erste Wagenkasteneinheit (102) mit der zweiten Wagenkasteneinheit (103) über eine erste Gelenkeinrichtung (106) um eine erste Schwenkachse gelenkig verbunden ist,
 - die zweite Wagenkasteneinheit (103) mit der dritten Wagenkasteneinheit (104) über eine zweite Gelenkeinrichtung (107) um eine zweite Schwenkachse gelenkig verbunden ist,
 - die erste Schwenkachse und die zweite Schwenkachse in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer ersten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel verlaufen,
 - die erste Gelenkeinrichtung (106) einen ersten Widerstand gegen eine Auslenkung um die erste Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist und
 - die zweite Gelenkeinrichtung (107) einen zweiten Widerstand gegen eine Auslenkung um die zweite Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**

- die erste Gelenkeinrichtung (106) und die zweite Gelenkeinrichtung (107) derart ausgebildet sind, dass der erste Widerstand zumindest zeitweise einen anderen Wert aufweist als der zweite Widerstand.

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

- die erste Wagenkasteneinheit einen ersten Wagenkasten (102) umfasst,
- die zweite Wagenkasteneinheit einen zweiten Wagenkasten (103) umfasst und
- die dritte Wagenkasteneinheit einen dritten Wagenkasten (104) umfasst, wobei
- der erste Wagenkasten (102) mit dem zweiten Wagenkasten (103) über die erste Gelenkeinrichtung (106) verbunden ist und der zweite Wagenkasten (103) mit dem dritten Wagenkasten (104) über die zweite Gelenkeinrichtung (107) verbunden ist.

3. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Widerstand um wenigstens 10% des zweiten Widerstands, vorzugsweise wenigstens 25% des zweiten Widerstands, weiter vorzugsweise wenigstens 50% des zweiten Widerstands, von dem zweiten Widerstand abweicht.

4. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Gelenkeinrichtung (106) und die zweite Gelenkeinrichtung (107) derart ausgebildet sind, dass bei Einfahrt des Fahrzeugs in einen gekrümmten Streckenabschnitt bis zum Erreichen eines ersten Schwenkwinkels an einer der beiden Gelenkeinrichtungen (106, 107)

- zumindest primär im Bereich dieser Gelenkeinrichtung (106, 107) eine erste Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (102, 103; 103, 104) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, während
- im Bereich der anderen der beiden Gelenkeinrichtungen (107, 106) höchstens eine geringe zweite Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (103, 104; 102, 103) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, wobei
- die zweite Winkelauslenkung insbesondere höchstens 20% der ersten Winkelauslenkung, vorzugsweise höchstens 10% der ersten Winkelauslenkung, weiter vorzugsweise höchstens 5% der ersten Winkelauslenkung, beträgt.

5. Fahrzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Gelenkeinrichtung (106) und die

zweite Gelenkeinrichtung (107) derart ausgebildet sind, dass nach Erreichen des ersten Schwenkwinkels an der einen der beiden Gelenkeinrichtungen (106, 107)

- zumindest primär im Bereich der anderen der beiden Gelenkeinrichtungen (107, 106) eine dritte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (103, 104; 102, 103) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, während

- im Bereich der einen der beiden Gelenkeinrichtungen (106, 107) höchstens eine geringe vierte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (103, 104; 102, 103) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, wobei

- die vierte Winkelauslenkung insbesondere höchstens 20% der dritten Winkelauslenkung, vorzugsweise höchstens 10% der dritten Winkelauslenkung, weiter vorzugsweise höchstens 5% der dritten Winkelauslenkung, beträgt.

6. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die erste Gelenkeinrichtung (106) eine erste Federeinrichtung umfasst, die eine erste Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, und

- die zweite Gelenkeinrichtung (107) eine zweite Federeinrichtung umfasst, die eine zweite Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt, wobei

- die erste Federkonstante zumindest zeitweise von der zweiten Federkonstante abweicht,

- insbesondere die erste Federkonstante um wenigstens 10% der zweiten Federkonstante, vorzugsweise wenigstens 25% der zweiten Federkonstante, weiter vorzugsweise wenigstens 50% der zweiten Federkonstante, von der zweiten Federkonstante abweicht,

- insbesondere die erste Federkonstante und/oder die zweite Federkonstante verstellbar ist, wobei insbesondere eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen der ersten Federkonstante und/oder der zweiten Federkonstante vorgesehen ist.

und/oder

- die erste Gelenkeinrichtung (106) eine erste Dämpfereinrichtung umfasst, die eine erste Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, und

- die zweite Gelenkeinrichtung (107) eine zweite Dämpfereinrichtung umfasst, die eine zweite Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand er-

zeugt, wobei

- die erste Dämpfungskonstante zumindest zeitweise von der zweiten Dämpfungskonstante abweicht,

- insbesondere die erste Dämpfungskonstante um wenigstens 10% der zweiten Dämpfungskonstante, vorzugsweise wenigstens 25% der zweiten Dämpfungskonstante, weiter vorzugsweise wenigstens 50% der zweiten Dämpfungskonstante, von der zweiten Dämpfungskonstante abweicht,

- insbesondere die erste Dämpfungskonstante und/oder die zweite Dämpfungskonstante verstellbar ist, wobei insbesondere eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen der ersten Dämpfungskonstante und/oder der zweiten Dämpfungskonstante vorgesehen ist; und/oder

- die erste Gelenkeinrichtung (106) eine erste Reibpaarung umfasst, die über ein erstes Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, und

- die zweite Gelenkeinrichtung (107) eine zweite Reibpaarung umfasst, die über ein zweites Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt, wobei

- das erste Reibmoment zumindest zeitweise von dem zweiten Reibmoment abweicht,

- insbesondere das erste Reibmoment um wenigstens 10% des zweiten Reibmoments, vorzugsweise wenigstens 25% des zweiten Reibmoments, weiter vorzugsweise wenigstens 50% des zweiten Reibmoments, von dem zweiten Reibmoment abweicht,

- insbesondere das erste Reibmoment und/oder das zweite Reibmoment verstellbar ist, wobei insbesondere eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen des ersten Reibmoments und/oder des zweiten Reibmoments vorgesehen ist.

7. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine aktiv ansteuerbare Verstelleinrichtung zum Verstellen des ersten Widerstands und/oder des zweiten Widerstands vorgesehen ist und

- eine Steuereinrichtung (109) zum Ansteuern der Verstelleinrichtung vorgesehen ist, wobei - die Verstelleinrichtung eine Erfassungseinrichtung (112) zum Erfassen wenigstens einer für eine Krümmung des aktuell befahrenen Streckenabschnitts repräsentativen Erfassungsgröße aufweist und

- die Steuereinrichtung (109) zum Ansteuern der Verstelleinrichtung in Abhängigkeit von dem aktuellen Wert der Erfassungsgröße ausgebildet

- ist.
und/oder
- die Verstelleinrichtung eine Erfassungseinrichtung (112) zum Erfassen der Position des Fahrzeugs aufweist,
- die Steuereinrichtung (109) zum Ansteuern der Verstelleinrichtung in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Fahrzeugs ausgebildet ist.
8. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Fahrzeugachse die Fahrzeughochachse oder die Fahrzeugquerachse ist.
9. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die erste Wagenkasteneinheit (102) mit der zweiten Wagenkasteneinheit (103) über die erste Gelenkeinrichtung (106) um eine dritte Schwenkachse gelenkig verbunden ist,
 - die zweite Wagenkasteneinheit (103) mit der dritten Wagenkasteneinheit (104) über die zweite Gelenkeinrichtung (107) um vierte Schwenkachse gelenkig verbunden ist,
 - die dritte Schwenkachse und die vierte Schwenkachse in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer zweiten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel verlaufen,
 - die erste Gelenkeinrichtung (106) einen dritten Widerstand gegen eine Auslenkung um die dritte Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist und
 - die zweite Gelenkeinrichtung (107) einen vierten Widerstand gegen eine Auslenkung um die vierte Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist, wobei
 - der dritte Widerstand zumindest zeitweise einen anderen Wert aufweist als der vierte Widerstand,
 - insbesondere die erste Fahrzeugachse die Fahrzeughochachse ist und die zweite Fahrzeugachse die Fahrzeugquerachse ist.
10. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- eine mit der dritten Wagenkasteneinheit (104) über eine dritte Gelenkeinrichtung (103) gekoppelte vierte Wagenkasteneinheit (105) vorgesehen ist, wobei
 - die dritte Gelenkeinrichtung (108) identisch zur ersten Gelenkeinrichtung (106) aufgebaut ist,
 - insbesondere die erste Wagenkasteneinheit (102) auf einem ersten Fahrwerk (102.1) abgestützt ist und die vierte Wagenkasteneinheit (105) auf einem zweiten Fahrwerk (105.1) abgestützt ist, wobei insbesondere die zweite Wa-
- genkasteneinheit (103) und die dritte Wagenkasteneinheit (104) als fahrwerkslose Einheiten ausgebildet sind.
11. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, mit
- einer ersten Wagenkasteneinheit (102), einer zweiten Wagenkasteneinheit (103) und einer dritten Wagenkasteneinheit (104), wobei
 - die erste Wagenkasteneinheit (102) mit der zweiten Wagenkasteneinheit (103) über eine erste Gelenkeinrichtung (106) um eine erste Schwenkachse gelenkig verbunden ist,
 - die zweite Wagenkasteneinheit (103) mit der dritten Wagenkasteneinheit (104) über eine zweite Gelenkeinrichtung (107) um eine zweite Schwenkachse gelenkig verbunden ist,
 - die erste Schwenkachse und die zweite Schwenkachse in einer Neutralstellung des Fahrzeugs zu einer ersten Fahrzeugachse im Wesentlichen parallel verlaufen,
 - die erste Gelenkeinrichtung (106) einen ersten Widerstand gegen eine Auslenkung um die erste Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist und
 - die zweite Gelenkeinrichtung (107) einen zweiten Widerstand gegen eine Auslenkung um die zweite Schwenkachse aus der Neutralstellung aufweist, wobei
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- der erste Widerstand und/oder der zweite Widerstand derart eingestellt werden, dass der erste Widerstand zumindest zeitweise einen anderen Wert aufweist als der zweite Widerstand.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Widerstand und/oder der zweite Widerstand zumindest zeitweise derart eingestellt werden, dass der erste Widerstand um wenigstens 10% des zweiten Widerstands, vorzugsweise wenigstens 25% des zweiten Widerstands, weiter vorzugsweise wenigstens 50% des zweiten Widerstands, von dem zweiten Widerstand abweicht.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Widerstand und/oder der zweite Widerstand zumindest zeitweise derart eingestellt werden, dass bei Einfahrt des Fahrzeugs in einen gekrümmten Streckenabschnitt bis zum Erreichen eines ersten Schwenkwinkels an einer der beiden Gelenkeinrichtungen (106, 107)
- zumindest primär im Bereich dieser einen Gelenkeinrichtung (106, 107) eine erste Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (102, 103; 103,

- 104) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, während
- im Bereich der anderen der beiden Gelenkeinrichtungen (107, 106) höchstens eine geringe zweite Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (103, 104; 102, 103) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, wobei
 - die zweite Winkelauslenkung insbesondere höchstens 20% der ersten Winkelauslenkung, vorzugsweise höchstens 10% der ersten Winkelauslenkung, weiter vorzugsweise höchstens 5% der ersten Winkelauslenkung, beträgt.
- 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Widerstand und/oder der zweite Widerstand zumindest zeitweise derart eingestellt werden, dass nach Erreichen des ersten Schwenkwinkels an der einen der beiden Gelenkeinrichtungen (106, 107)
- zumindest primär im Bereich der anderen der beiden Gelenkeinrichtungen (107, 106) eine dritte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (103, 104; 102, 103) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, während
 - im Bereich der einen der beiden Gelenkeinrichtungen (106, 107) höchstens eine geringe vierte Winkelauslenkung zwischen den hierüber verbundenen Wagenkasteneinheiten (102, 103; 103, 104) um die zugehörige Schwenkachse erfolgt, wobei
 - die vierte Winkelauslenkung insbesondere höchstens 20% der dritten Winkelauslenkung, vorzugsweise höchstens 10% der dritten Winkelauslenkung, weiter vorzugsweise höchstens 5% der dritten Winkelauslenkung, beträgt.
- 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass**
- die erste Gelenkeinrichtung (106) eine erste Federeinrichtung umfasst, die eine erste Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, und
 - die zweite Gelenkeinrichtung (107) eine zweite Federeinrichtung umfasst, die eine zweite Federkonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt, wobei
 - die erste Federkonstante und/oder die zweite Federkonstante derart eingestellt wird, dass die erste Federkonstante zumindest zeitweise von der zweiten Federkonstante abweicht,
 - insbesondere die erste Federkonstante um wenigstens 10% der zweiten Federkonstante, vorzugsweise wenigstens 25% der zweiten Federkonstante, weiter vorzugsweise wenigstens
- 50% der zweiten Federkonstante, von der zweiten Federkonstante abweicht.
- und/oder
- die erste Gelenkeinrichtung (106) eine erste Dämpfereinrichtung umfasst, die eine erste Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, und
 - die zweite Gelenkeinrichtung (107) eine zweite Dämpfereinrichtung umfasst, die eine zweite Dämpfungskonstante aufweist und zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt, wobei
 - die erste Dämpfungskonstante und/oder die zweite Dämpfungskonstante derart eingestellt wird, dass die erste Dämpfungskonstante zumindest zeitweise von der zweiten Dämpfungskonstante abweicht,
 - insbesondere die erste Dämpfungskonstante um wenigstens 10% der zweiten Dämpfungskonstante, vorzugsweise wenigstens 25% der zweiten Dämpfungskonstante, weiter vorzugsweise wenigstens 50% der zweiten Dämpfungskonstante, von der zweiten Dämpfungskonstante abweicht.
- und/oder
- die erste Gelenkeinrichtung (106) eine erste Reibpaarung umfasst, die über ein erstes Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem ersten Widerstand erzeugt, und
 - die zweite Gelenkeinrichtung (107) eine zweite Reibpaarung umfasst, die über ein zweites Reibmoment zumindest einen Beitrag zu dem zweiten Widerstand erzeugt, wobei
 - das erste Reibmoment und/oder das zweite Reibmoment derart eingestellt wird, dass das erste Reibmoment zumindest zeitweise von dem zweiten Reibmoment abweicht,
 - insbesondere das erste Reibmoment um wenigstens 10% des zweiten Reibmoments, vorzugsweise wenigstens 25% des zweiten Reibmoments, weiter vorzugsweise wenigstens 50% des zweiten Reibmoments, von dem zweiten Reibmoment abweicht.
- 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass**
- wenigstens eine für eine Krümmung des aktuell befahrenen Streckenabschnitts repräsentative Erfassungsgröße erfasst wird und
 - der erste Widerstand und/oder der zweite Widerstand in Abhängigkeit von dem aktuellen Wert der Erfassungsgröße eingestellt wird.
- und/oder
- die Position des Fahrzeugs erfasst wird und
 - der erste Widerstand und/oder der zweite Widerstand in Abhängigkeit von der aktuellen Po-

sition des Fahrzeugs eingestellt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

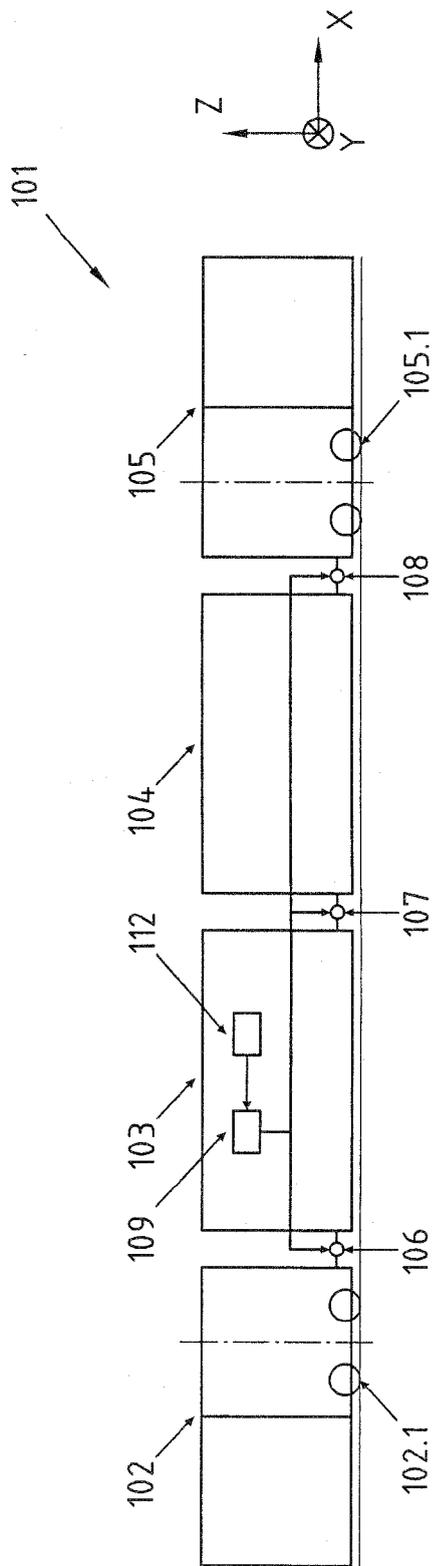


Fig. 1

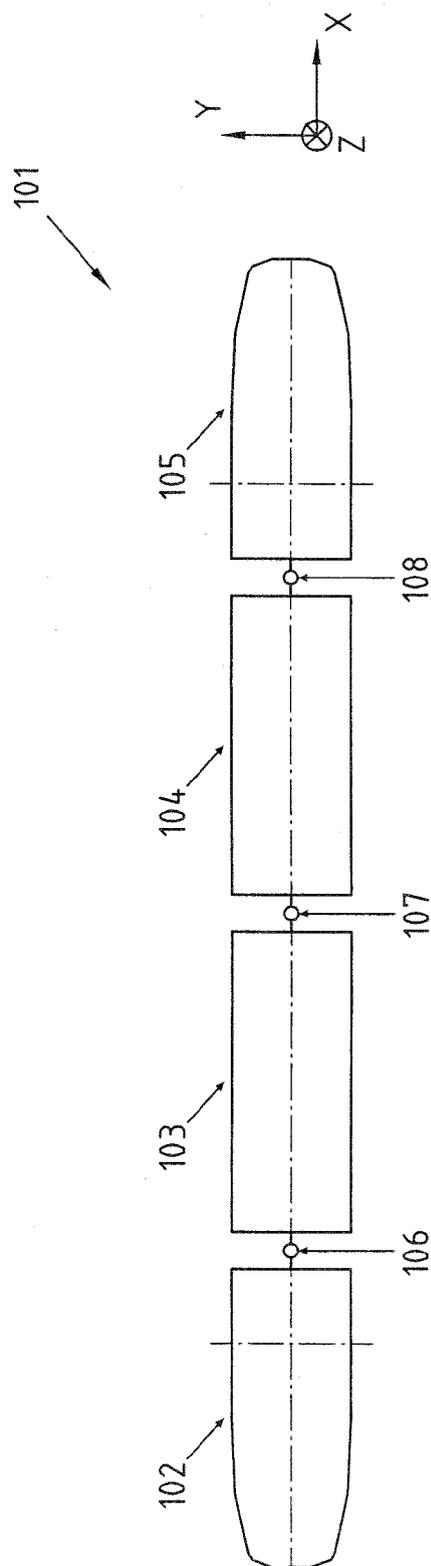
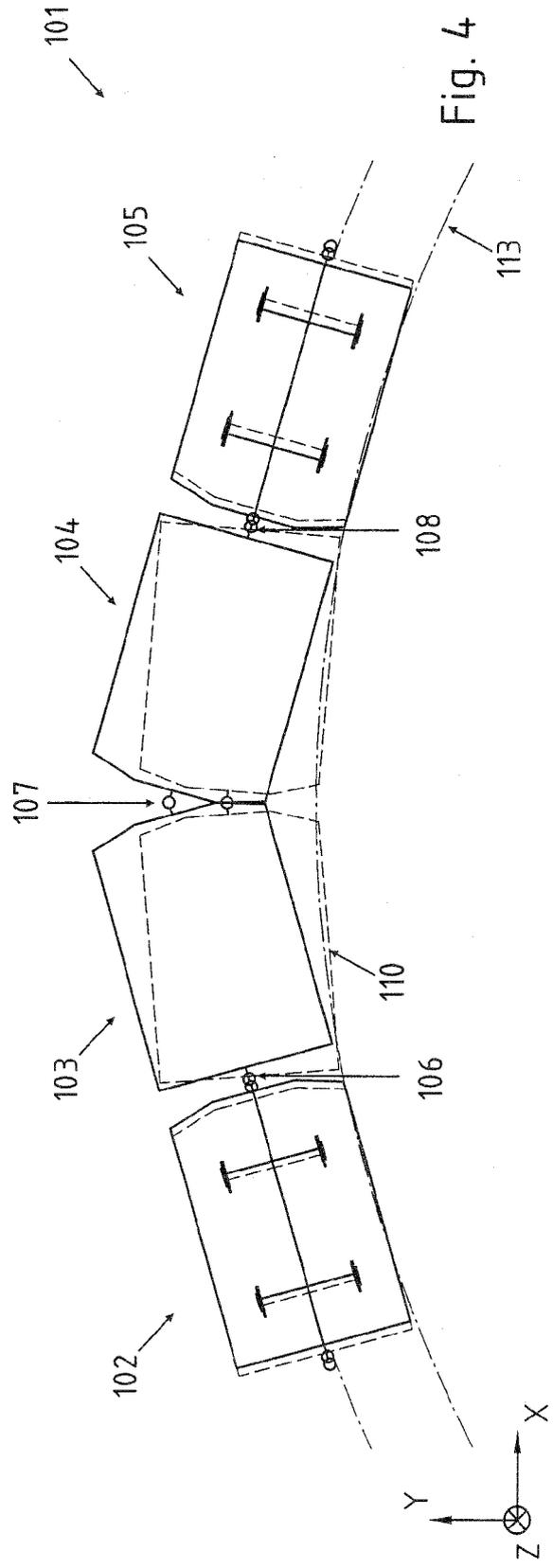
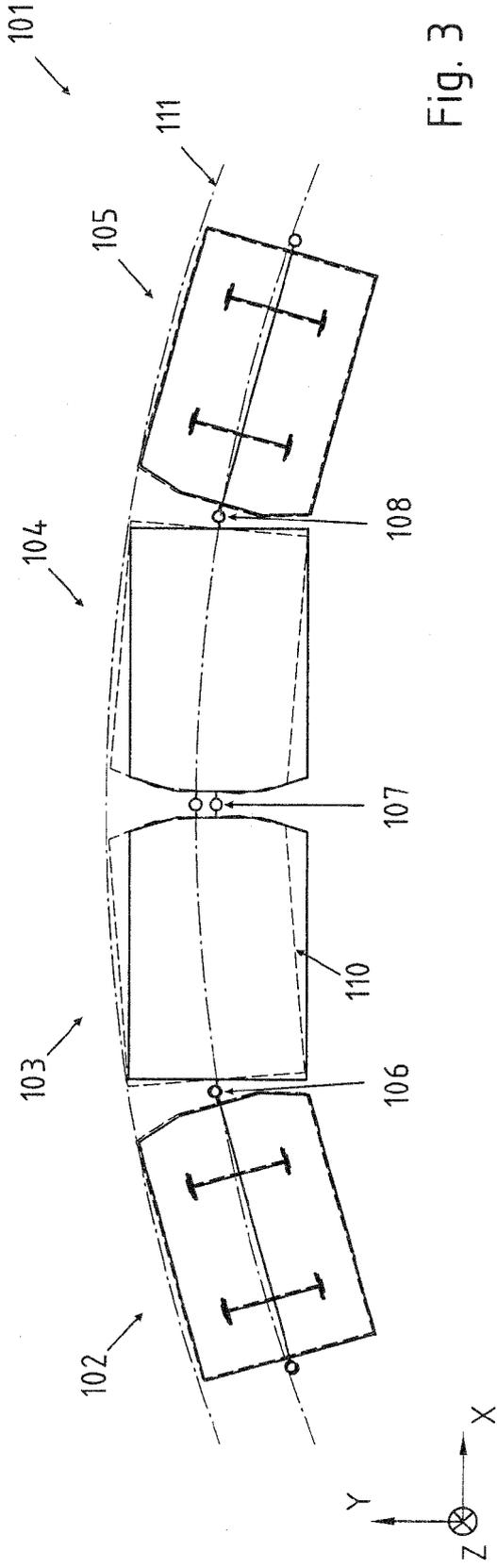
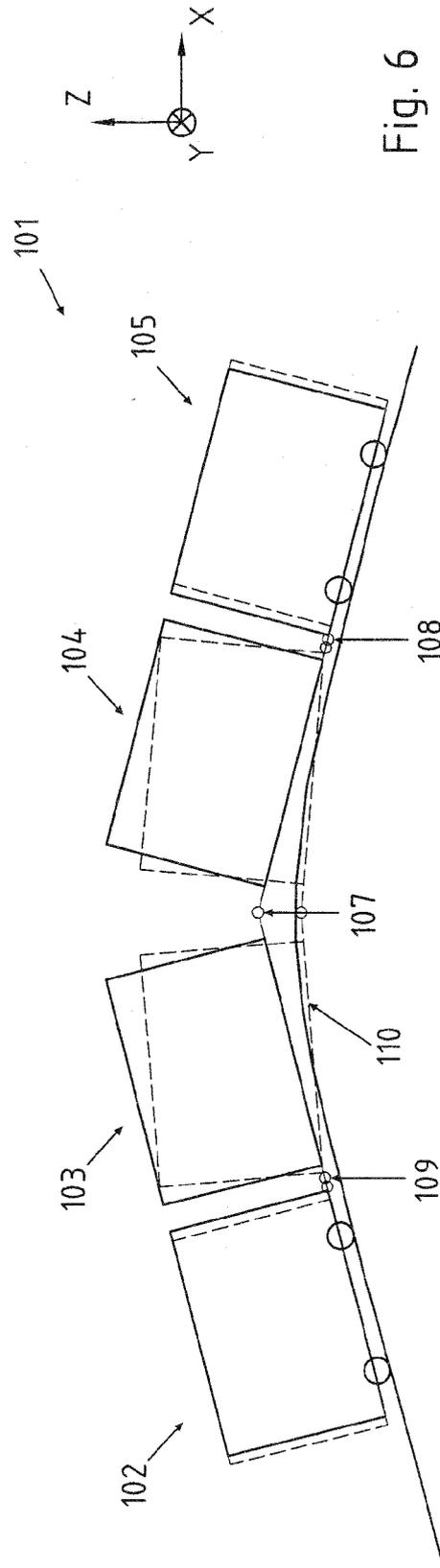
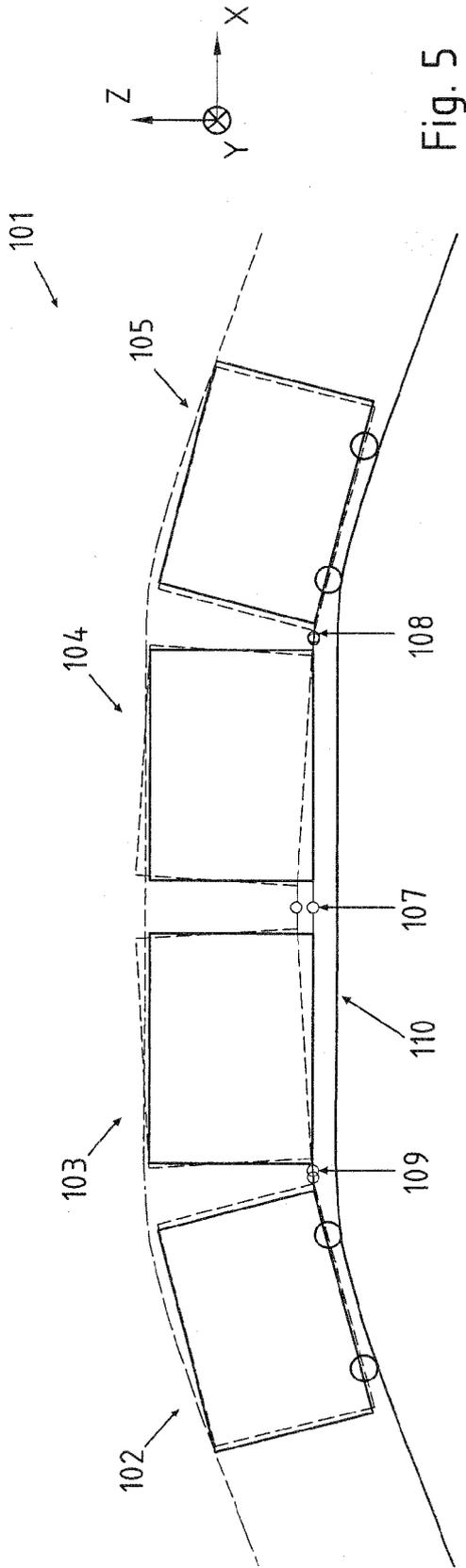


Fig. 2





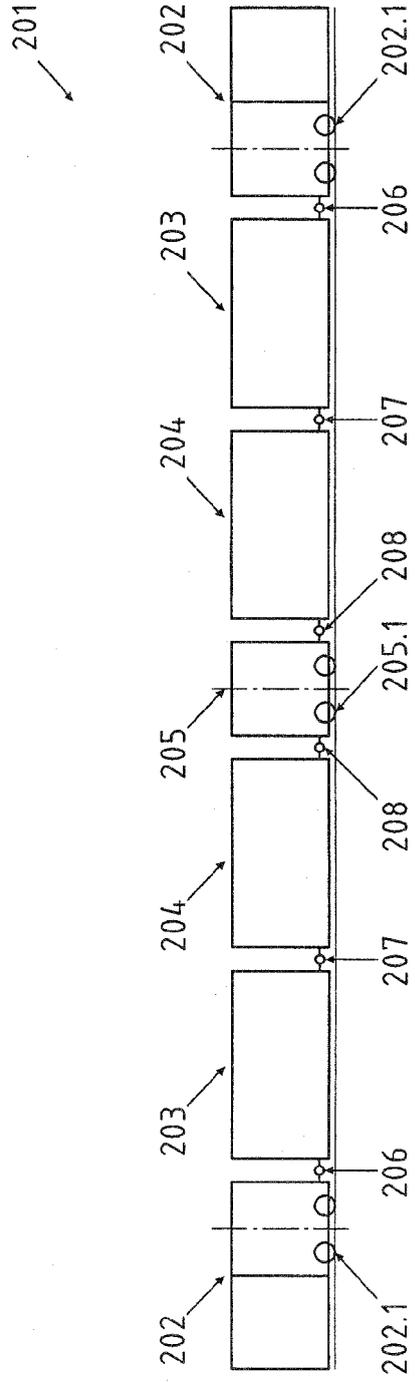


Fig. 7

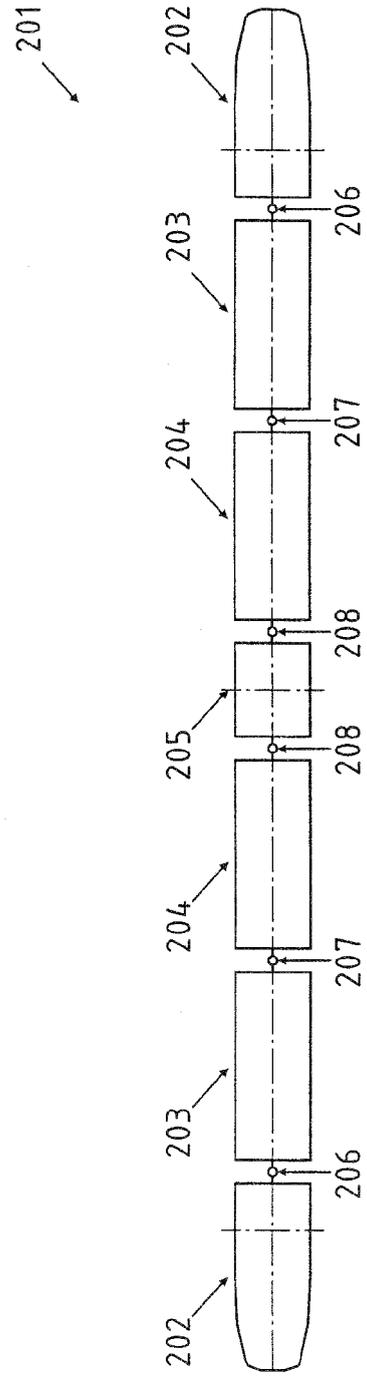


Fig. 8