

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
8. August 2013 (08.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/113839 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60F 1/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/051946

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Januar 2013 (31.01.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 201 572.8
2. Februar 2012 (02.02.2012) DE

(71) Anmelder: **BOMBARDIER TRANSPORTATION
GMBH** [DE/DE]; Schöneberger Ufer 1, 10785 Berlin
(DE).

(72) Erfinder: **FISCHER, Michael**; Jeneweingasse 29/7/8, A-
1210 Wien (AT).

(74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE BRESSEL UND
PARTNER**; Potsdamer Platz 10, 10785 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: MULTI-PURPOSE RAIL VEHICLE

(54) Bezeichnung : MEHRZWECK-SCHIENENFAHRZEUG

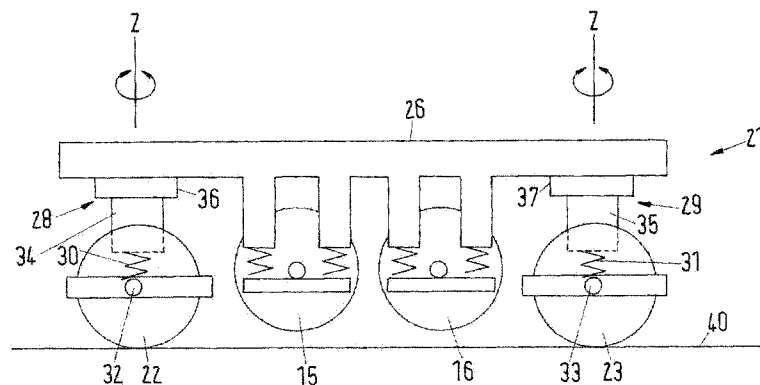


Fig.2b

(57) **Abstract:** The invention relates to a rail vehicle (1) that can optionally be driven on a road without a railway line, comprising rail wheels (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60) for operating the rail vehicle on rails, road wheels (22, 23; 71, 72, 73, 74) for operating the rail vehicle on a road, wherein the road wheels (22, 23; 71, 72, 73, 74) can be lowered relative to the rail wheels (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60) from an idle position in which the rail vehicle can be operated on rails to a working position in which the rail vehicle can be operated on the road and, in the working position, the road wheels protrude beyond the rail wheels in the direction of the road surface (40), and wherein one or more of the road wheels (101, 101') can be driven by means of one or more driven rail wheel axles (103, 103'). The invention further relates to a method for operating such a rail vehicle on a road.

(57) **Zusammenfassung:** Schienenfahrzeug (1), das optional auf einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Straße ohne Schienenweg fahrbar ist, aufweisend, - Schienenräder (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60) zum Betrieb des Schienenfahrzeugs auf Schienen, - Straßenräder (22, 23; 71, 72, 73, 74) zum Betrieb des Schienenfahrzeugs auf einer Straße, wobei die Straßenräder (22, 23; 71, 72, 73, 74) relativ zu den Schienenrädern (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60) aus einer Ruhelage, in der das Schienenfahrzeug auf Schienen betreibbar ist, in eine Arbeitslage, in der das Schienenfahrzeug auf der Straße betreibbar ist, absenkbar sind, und in der Arbeitslage die Straßenräder über die Schienenräder in Richtung der Straßenoberfläche 40 hervorstehen, und wobei eines oder mehrere der Straßenräder (101, 101') über eine oder mehrere angetriebene Schienenradachsen (103, 103') antreibbar sind, sowie Verfahren zum Betrieb eines solchen Schienenfahrzeugs auf einer Straße.

Mehrzweck-Schienenfahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schienenfahrzeug, das optional auf einer Straße ohne Schienenweg fahrbar ist.

Bestehende Schienenfahrzeugkonzepte für den urbanen Bereich sind routengebundene Fahrzeuge, die ausschließlich auf der dafür vorgesehenen Infrastruktur (Schienennetz, Oberleitung, Signaleinrichtung) betrieben werden können. Schienengebundene Transportsysteme im öffentlichen Personennahverkehr zeichnen sich aus durch hohe Beförderungsleistung, hohe Beförderungsgeschwindigkeit, soweit eigene Trasse vorhanden, Komfort und Umweltfreundlichkeit. Schienengebundene Systeme haben Schwächen bei der Bedienung der Fläche, da die erforderliche Infrastruktur nicht überall bereitgestellt werden kann. Eine vorab festgelegte Schienenstrecke löst nicht das Problem der Fahrgäste, dass sie vom Anfangspunkt ihres Weges, beispielsweise ihrem Zuhause, zur Schienenstrecke kommen müssen, und dass sie von der Schienenstrecke noch den Weg zu ihrem Zielpunkt (beispielsweise Arbeitsplatz) zurücklegen müssen. Dieses wird umschrieben als so genanntes "first-mile, last-mile"-Problem.

Es bedarf ferner hoher Infrastruktur-Investitionskosten, wenn neue Routen erschlossen werden sollen, was schienengebundene Transportsysteme relativ unflexibel macht.

Des Weiteren werden schienengebundene Transportsysteme aufgrund einer eingleisigen Auslegung meist taktgebunden geführt, womit sich meist eine gewisse Wartezeit an den Stationen ergibt.

Im Fall des Ausfalls eines Fahrzeugs im Netz ist der betroffene Abschnitt meist vollständig aus dem Fahrtaktbetrieb gesetzt und im Fall des Ausfalls der Infrastruktur ist ebenfalls der betroffene Abschnitt meist vollständig aus dem Fahrtaktbetrieb gesetzt.

Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, eine Lösung für einen oder mehrere der genannten Nachteile anzugeben.

Angegeben wird ein Schienenfahrzeug nach Anspruch 1, das optional auf einer Straße ohne Schienenweg fahrbar ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den

Unteransprüchen angegeben. Weiterhin stellt die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Schienenfahrzeugs auf der Straße ohne Schienenweg bereit.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schienenfahrzeug, das optional auf einer Straße ohne Schienenweg fahrbar ist, aufweisend,

- Schienenräder zum Betrieb des Schienenfahrzeugs auf Schienen,
 - Straßenräder zum Betrieb des Schienenfahrzeugs auf einer Straße,
- wobei die Straßenräder relativ zu den Schienenrädern aus einer Ruhelage, in der das Schienenfahrzeug auf Schienen betreibbar ist, in eine Arbeitslage, in der das Schienenfahrzeug auf der Straße betreibbar ist, absenkbar sind, und in der Arbeitslage die Straßenräder über die Schienenräder in Richtung der Straßenoberfläche hervorstehen, sodass die Straßenräder die Straßenoberfläche berühren. Wenn die Straßenräder in Arbeitslage sind, berühren die Schienenräder die Straßenoberfläche nicht.

Die Erfindung stellt ein Fahrzeugkonzept bereit, das spurgebunden auf einem Schienenweg als auch nicht-spurgebunden auf einer Straße einsetzbar ist. Die Erfindung ermöglicht es, die Architektur eines Schienenfahrzeugs, insbesondere einer Straßenbahn, Stadtbahn oder S-Bahn, noch spezieller einer Straßenbahn, Stadtbahn oder S-Bahn mit mehreren Gelenken, nicht nur für die "Schienenrad-Schiene"-Schnittstelle, sondern wahlweise auch für die "Straßenrad-Straße"-Schnittstelle zu verwenden.

Im Fall des Betriebs auf der Schiene wird die Antriebsenergie vorzugsweise aus einer Oberleitung erhalten, wobei es aber auch möglich ist, andere Energiequellen wie Verbrennungskraftmaschinen, Kondensatoren, insbesondere Hochleistungskondensatoren, Batterien, wie Hochleistungsbatterien, Akkumulatoren, insbesondere Hochleistungsakkumulatoren, oder Brennstoffzellen zum Antrieb einzusetzen.

Beim Betrieb auf der Straße wird die Antriebsenergie vorzugsweise aus Verbrennungskraftmaschinen, Kondensatoren, insbesondere Hochleistungskondensatoren, Batterien, wie Hochleistungsbatterien, Akkumulatoren, insbesondere Hochleistungsakkumulatoren, oder Brennstoffzellen bezogen. Es ist auch möglich, beim Betrieb auf der Straße die Energie aus einer Oberleitung zu beziehen, wenn in dem befahrenen Streckenabschnitt eine Oberleitung vorhanden ist. Eine weitere

Möglichkeit des Antriebs im Straßenbetrieb ist der Einsatz von Infrastrukturkonzepten mit Docking-Stationen, an denen ein Transportenergietransfer stattfindet, insbesondere ein Transfer elektrischer Energie zum Aufladen einer Batterie.

Die Straßenräder können angetriebene oder nicht angetriebene Straßenräder sein. Im Straßenbetrieb ist das Schienenfahrzeug vorzugsweise über eines oder mehrere der Straßenräder antreibbar. Somit ist/sind vorzugsweise eines oder mehrere der Straßenräder angetriebene Straßenräder. Das Schienenfahrzeug weist vorzugsweise ein oder mehrere angetriebene Straßenräder und auch nichtangetriebene Straßenräder auf.

Das erfindungsgemäße Fahrzeug ist so konzipiert, dass es auf bestehender Schieneninfrastruktur im urbanen Bereich für einen vollwertigen Passagier- und Warenbetrieb einsetzbar ist und damit den Nutzungsgrad bereits getätigter Investitionen erhöht. Durch die Möglichkeit des Betriebs auf Straße und Schiene kann das Fahrzeug auf bestehende alternative Energiespeichersysteme aufbauen.

Bei dem erfindungsgemäßen Fahrzeug sind vorzugsweise sowohl angetriebene Schienenräder als auch angetriebene Straßenräder vorhanden. Im Betrieb auf der Straße, wenn die Straßenräder sich in ihrer Arbeitslage befinden, erfolgt somit der Antrieb vorzugsweise über eines oder mehrere der Straßenräder.

In einer speziellen Ausführungsform ist/sind eines oder mehrere der Straßenräder mittels einer oder mehrerer angetriebener/angetriebenen Schienenradachse(n) antreibbar. Dies kann bedeuten, dass einer angetriebenen Schienenradachse ein oder mehrere Straßenräder zugeordnet sind, das/die über diese Achse antreibbar ist/sind. Es ist prinzipiell auch möglich, dass mehrere Schienenradachsen ein Straßenrad antreiben. In der Arbeitslage der Straßenräder bzw. beim Betrieb auf der Straße werden die Straßenräder mittels einer oder mehrerer angetriebener/angetriebenen Schienenradachse(n) angetrieben, vorzugsweise nur in der Arbeitslage.

Wenn ein Straßenrad über eine angetriebene Schienenradachse antreibbar ist, dann bedeutet dies insbesondere, dass von einem Motor eine Kraft an die angetriebene Schienenradachse geleitet wird, vorzugsweise über ein Getriebe, und dass von der angetriebenen Schienenradachse Kraft an das Straßenrad weitergeleitet wird, insbesondere an eine Achse des Straßenrads oder eine Radscheibe des Straßenrads.

Der Begriff „Schienenradachse“ umfasst alle bekannten Schienenradachsen. Die Schienenradachse kann beispielsweise eine durchgängige Schienenradachse sein, die zwei Schienenräder miteinander verbindet, insbesondere eine Radsatzwelle. Diese Variante wird vorzugsweise bei einem Achsantrieb der Schienenräder angewandt. Die Schienenradachse kann beispielsweise eine Losradachse sein, die insbesondere bei einzeln gelagerten und einzeln angetriebenen Schienenrädern Verwendung findet. Die Schienenradachse kann somit beispielsweise eine Schienenradachse für einen Einzelradantrieb oder eine Schienenradachse für einen Achsantrieb sein.

Bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform wird eine Schienenrad-Antriebsachse von einem oder mehreren Schienenrädern und einem oder mehreren Straßenrädern gemeinsam genutzt. Im Schienenbetrieb werden über die angetriebene Schienenradachse diejenigen Schienenräder angetrieben, die mit ihr verbunden sind oder an sie gekoppelt sind. Im Straßenbetrieb werden ein oder mehrere Straßenräder an die angetriebene Schienenradachse angekoppelt und von dieser Achse angetrieben. Es sind insbesondere eine oder mehrere Kupplungseinrichtungen vorgesehen, womit das/die Straßenrad/Straßenräder an die angetriebene Schienenradachse gekuppelt werden kann/können. In einer speziellen Variante ist einem angetriebenen Schienenrad mit einer angetriebenen Schienenradachse ein Straßenrad zugeordnet, das über die angetriebene Schienenradachse des zugeordneten Schienenrads antreibbar ist. Insbesondere sind solche einander zugeordnete Schienen- und Straßenräder nebeneinander angeordnet.

Insbesondere wird ein Schienenfahrzeug angegeben, bei dem

- mindestens einem Schienenrad mit einer angetriebenen Achse ein Straßenrad zugeordnet ist,
- das Straßenrad einen größeren Durchmesser hat als das Schienenrad, dem es zugeordnet ist,
- die Achse des Straßenrads in seiner Arbeitslage axial fluchtend ist zu der angetriebenen Achse des Schienenrads, dem es zugeordnet ist,
- eine Kupplungseinrichtung vorhanden ist, mittels der das Straßenrad in seiner Arbeitslage an die angetriebene Achse des Schienenrads kuppelbar ist, sodass das Straßenrad in der Arbeitslage über die Achse des Schienenrads antreibbar ist.

In dieser Ausführungsform sind jeweils ein Schienen- und ein Straßenrad so nebeneinander angeordnet, dass der Mittelpunkt des dem Schienenrad zugeordneten Straßenrads in der Arbeitslage des Straßenrads auf einer räumlichen Verlängerung der angetriebenen Achse des Schienenrads angeordnet ist. Diese Ausführungsform kann auf mehrere oder alle vorhandenen Straßenräder angewandt werden.

Die Verbindung zwischen der angetriebenen Achse des Schienenrads und dem Straßenrad wird in dieser Ausführungsform mit der Kupplungseinrichtung hergestellt, woraufhin das Straßenrad im Straßenbetrieb des Fahrzeugs über die Schienenradachse angetrieben wird.

Die Verbindung zwischen der angetriebenen Achse des Schienenrads und dem Straßenrad, mittels der Kupplungseinrichtung kann ohne Beschränkung auf verschiedene Weise erfolgen. Das Straßenrad kann direkt oder indirekt mit der angetriebenen Achse verbunden sein. Beispielsweise kann als indirekte Verbindung eine lösbare Verbindung von dem Straßenrad zum Schienenrad vorgesehen sein, bei der die Krafteinleitung von der angetriebenen Achse des Schienenrads über das Schienenrad, insbesondere über die Radscheibe des Schienenrads, zum Straßenrad, insbesondere zur Radscheibe des Straßenrads, erfolgt.

In einer anderen Variante ist mit der Kupplungseinrichtung eine Achse des Straßenrads mit der angetriebenen Achse des zugeordneten Schienenrads verkuppelbar. Hierbei ist die angetriebene Achse von dem Schienenrad und dem Straßenrad gemeinsam nutzbar. Durch die Verkupplung wird demgemäß eine verlängerte Achse hergestellt, wobei die angetriebene Achse des Schienenrads um die Achse des Straßenrads verlängert wird, was bei einer axial fluchtenden Lage beider Achsen sehr vorteilhaft realisierbar ist.

In einer Ausführungsform ist die genannte Kupplungseinrichtung auf der Stirnseite des Schienenrads angeordnet. Anders ausgedrückt ist die Kupplungseinrichtung seitlich der Radscheibe des Schienenrads angeordnet, vorzugsweise auf der Seite der Radscheibe des Schienenrads, die einem zugeordneten Straßenrad zugewandt ist, sodass die Kupplungseinrichtung zwischen dem Schienenrad und dem Straßenrad angeordnet ist.

Das erfindungsgemäße Fahrzeug weist vorzugsweise eine Hebe- und Senkeinrichtung für die Straßenräder auf. Diese Einrichtung kann einen Translations- und/oder

Rotationsmechanismus aufweisen. Wird das Fahrzeug vom Straßenbetrieb auf den Schienenbetrieb umgestellt, dann werden die Straßenräder angehoben und in ihre Ruhelage gebracht. In der Ruhelage der Straßenräder können die Schienenräder in Richtung der Schienenoberfläche über die Straßenräder hervorstehen, um eine Berührung des Untergrunds, insbesondere der Schiene, durch die Straßenräder zu verhindern, während die Schienenräder die Schiene kontaktieren. Es ist auch möglich, dass bei Ruhelage der Straßenräder die Schienenräder nicht über die Straßenräder in Richtung der Schienenoberfläche hervorstehen, z.B. wenn die Straßenräder seitlich neben den Schienenrädern, also auch neben der Schiene, angeordnet sind und frei in der Luft hängen.

Ein Beispiel für einen Rotationsmechanismus zum Absenken der Straßenräder sind Schwenkarme, die am Fahrzeug angelenkt und drehbeweglich gelagert sind, wobei an einem Schwenkarm ein oder mehrere Straßenräder drehbeweglich gelagert ist/sind. Die Schwenkarme sind über Stellmittel aus einer Ruhelage in eine Arbeitslage bewegbar. Beispielsweise kann ein Schwenkarm an einem Ende an dem Fahrzeug, insbesondere einem Untergestell, einem Fahrwerksrahmen oder einem Drehgestell, angelenkt sein, und an einem anderen Ende des Schwenkarms kann ein Straßenrad drehbeweglich gelagert sein.

Ein Translationsmechanismus zum Heben und Senken der Straßenräder arbeitet vorzugsweise nach dem hydraulischen oder pneumatischen Prinzip, und weist vorzugsweise einen Zylinder und einen dazu relativ beweglichen Kolben auf.

Die Straßenräder weisen vorzugsweise eine Luftbereifung auf, können aber auch andere Hartgummibeschichtungen haben.

Die Begriffe „(An)heben“ und „(Ab)senken“ beziehen sich auf ein Anheben und Absenken der Straßenräder relativ zum Untergestell und/oder Wagenkasten des Schienenfahrzeugs. Die Straßenräder verändern ihre Lage gegenüber dem Untergestell und/oder Wagenkasten des Schienenfahrzeugs, wenn sie von der Ruhelage in die Arbeitslage, und umgekehrt, gebracht werden. Dem gegenüber sind die Schienenräder, mit Ausnahme von Federwegen, gegenüber zum Untergestell und/oder Wagenkasten des Schienenfahrzeugs, vorzugsweise nicht nach oben oder unten bzw. von einer ersten vorgegebenen Position in eine zweite vorgegebene Position verstellbar.

In einer Ausführungsform der Erfindung sind die Schienenräder und die Straßenräder an einem gemeinsamen Träger befestigt. Der Träger kann beispielsweise rahmenförmig sein. Bei dem Träger kann es sich um einen Fahrwerksrahmen, oder einen Teil eines Fahrwerksrahmens, handeln. Der Fahrwerksrahmen, oder der Teil davon, kann an einem Untergestell und/oder Wagenkasten des Schienenfahrzeugs befestigt sein, oder Teil eines Untergestells und/oder Wagenkastens sein. In einer Variante ist der Träger Teil eines Drehgestells, insbesondere ein Rahmen eines Drehgestells. In dieser Variante weist das Schienenfahrzeug Drehgestelle auf, an denen Schienenräder und Straßenräder drehbar gelagert sind. Bei den Drehgestellen, die sowohl Schienenräder als auch Straßenräder aufweisen, kann es sich, bezogen auf den Antrieb der Schienenräder, um Triebdrehgestelle oder Laufdrehgestelle handeln. Wie bereits zuvor angedeutet, können eines oder mehrere der Straßenräder einen eigenen Antrieb aufweisen, sowohl wenn sie an einem Triebdrehgestell als auch wenn sie an einem Laufdrehgestell angeordnet sind. In einer speziellen Variante weist das Schienenfahrzeug Drehgestelle mit zwei Schienenradpaaren oder Schienenradsätzen auf, also vier Schienenräder. Jedem Schienenrad ist vorzugsweise ein Straßenrad zugeordnet. Vorzugsweise sind die Straßenräder in Fahrtrichtung vor oder hinter den Schienenrädern angeordnet. Insbesondere sind bei den in Fahrtrichtung vorderen Schienenrädern eines Drehgestells die Straßenräder in Fahrtrichtung vor den Schienenrädern angeordnet und bei den in Fahrtrichtung hinteren Schienenrädern sind die zugeordneten Straßenräder in Fahrtrichtung hinter den Schienenrädern angeordnet. Es ist aber auch möglich, Straßenräder seitlich neben den Schienenrädern anzuordnen, wobei vorzugsweise jedem Schienenrad ein Straßenrad zugeordnet ist.

Wenn das Schienenfahrzeug Drehgestelle mit Schienenrädern und Straßenrädern aufweist, so können eines oder mehrere der Drehgestelle, vorzugsweise alle Drehgestelle, relativ zu einem Untergestell und/oder einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs feststellbar sein, wenn das Schienenfahrzeug auf der Straße mit Hilfe der Straßenräder betrieben werden soll. Der Begriff "feststellbar" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Drehgestell relativ zum Untergestell und/oder Wagenkasten des Fahrzeugs nicht horizontal verdrehbar ist, d.h. nicht um eine vertikale Raumachse verdrehbar ist. Eine Feststellbarkeit von Drehgestellen mit Schienenrädern und Straßenrädern ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Lenkung des Fahrzeugs im Straßenbetrieb mittels der weiter unten beschriebenen Panzerlenkung erfolgen soll. Eine

Feststellbarkeit von Drehgestellen mit Schienenrädern und Straßenrädern ist auch dann vorteilhaft, wenn die Lenkung des Fahrzeugs im Straßenbetrieb mittels einer Knicklenkung erfolgen soll, beispielsweise bei einem Fahrzeug mit einem oder mehreren Gelenken.

Die Lenkung eines Schienenfahrzeuges bei Betrieb auf der Schiene erfolgt vorzugsweise passiv über die horizontale Ausdrehung des Drehgestells oder Fahrwerks in Kombination mit dem Ausdrehwinkel von Gelenken um die Fahrzeughochachse. Dieses Prinzip ermöglicht dem Schienenfahrzeug ein möglichst reibungsarmes Folgen des Bogenradius der Gleisstraße.

Die Lenkung des Schienenfahrzeugs beim Betrieb auf der Straße, also beim Fahren auf den Straßenrädern, kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen, wobei die nachfolgend dargestellten Varianten in beliebiger Auswahl miteinander kombinierbar sind.

In einer Variante eines Schienenfahrzeugs sind bei einem oder mehreren der Straßenräder Lenkwinkel einstellbar, so dass das Schienenfahrzeug beim Betrieb auf der Straße lenkbar ist. Unter dem Lenkwinkel ist der Winkel zwischen der Radebene und der Geradeauslaufstellung zu verstehen.

In einer speziellen Variante weist das Schienenfahrzeug ein oder mehrere Fahrwerke, auch bezeichnet als Laufwerke, auf, an dem/denen Straßenräder, und vorzugsweise auch Schienenräder angebracht sind und eine oder mehrere Stellvorrichtungen, womit das/die Fahrwerk(e) relativ zu einem Untergestell und/oder einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs um eine vertikale Raumachse drehbar ist/sind. Durch Drehung des Fahrwerks wird der Lenkwinkel der daran angebrachten Straßenräder verändert und das Fahrzeug gelenkt.

Ein Fahrwerk weist mindestens ein Paar Straßenräder und vorzugsweise mindestens auch ein Paar Schienenräder auf. Straßenräder können beispielsweise als Radsatz mit einer Radsatzwelle gestaltet sein, oder einzeln aufgehängt sein. Schienenräder können beispielsweise als Radsatz mit einer Radsatzwelle gestaltet sein, oder einzeln aufgehängt sein. Ein Fahrwerk kann einen Satz Straßenräder und einen Satz Schienenräder aufweisen, oder mehrere Sätze Straßenräder und/oder mehrere Sätze Schienenräder.

Das Fahrwerk weist neben den genannten Radsätzen vorzugsweise auch Radsatzlager und eine Federung auf.

Insbesondere ist ein Fahrwerk so ausgestaltet, dass Schienenräder und Straßenräder an einem gemeinsamen Träger angebracht sind, welcher Teil des Fahrwerks ist. In einer speziellen Variante ist das Fahrwerk ein Drehgestell und der Träger ist der Träger des Drehgestells.

In dieser Variante kann die Lenkung im Straßenbetrieb über eine Drehung eines Drehgestells relativ zum Untergestell und/oder Wagenkasten des Fahrzeugs erfolgen, an dem die Straßenräder drehbar gelagert sind. In dieser Ausführungsform wird ein Drehgestell mit Straßenrädern und Schienenrädern im Betrieb des Fahrzeugs auf der Straße nicht festgestellt, wie an anderem Ort dieser Beschreibung beschrieben, sondern die Drehbarkeit des Drehgestells wird zum Zweck der Lenkung eingesetzt und der Drehwinkel des Drehgestells ist durch eine Stellvorrichtung einstellbar.

Weitere bevorzugte Lenkvarianten eines Fahrzeugs im Straßenbetrieb sind die Schwenkachslenkung, die Achsschenkellenkung, die Gabellenkung, die Panzerlenkung und die Knicklenkung.

Bei der Schwenkachslenkung, bekannt auch als Drehschemel-Lenkung, erfolgt die Lenkung durch das Schwenken einer Starrachse. Die drehbare Verbindung von Achse zum Fahrzeug kann mittels eines Bolzens oder eines Drehgestells erfolgen.

In einer bevorzugten Variante sind Straßenräder paarweise angeordnet, wobei bei einem Paar Räder eines der Räder rechts und das andere links der Schienenfahrzeuglängsachse angeordnet ist. Die Straßenräder eines Räderpaars sind vorzugsweise entlang einer realen, d.h. gegenständlichen, oder einer gedachten Achse, die quer zur Fahrzeuglängsrichtung steht, angeordnet. Eine Lenkung der Straßenräder erfolgt dann vorzugsweise über eine Zweiradlenkung, bei der die beiden Räder derselben Achse gelenkt werden. Wenn zwei Paare Straßenräder an einer gemeinsamen Trägerstruktur, insbesondere an einem Drehgestell wie oben beschrieben, angeordnet sind, dann kann das in Fahrtrichtung vordere Räderpaar lenkbar sein und/oder das in Fahrtrichtung hintere Räderpaar kann lenkbar sein. Die Lenkung eines Räderpaares kann insbesondere bei Vorhandensein einer Achse über eine Schwenkachslenkung erfolgen.

Insbesondere wenn keine Achse die Räder verbindet, kann die Lenkung eines Räderpaares über eine Achsschenkellenkung (Prinzip eines Automobils) oder eine Gabellenkung (Prinzip eines Fahrrades) erfolgen.

In einer weiteren Variante sind Straßenräder rechts und links der Schienenfahrzeuglängsachse angeordnet und das Schienenfahrzeug ist beim Betrieb auf der Straße durch unterschiedliche Drehzahlvorgaben der rechts und links der Fahrzeuglängsachse angeordneten Straßenräder lenkbar. Dieses Prinzip wird auch als Panzerlenkung bezeichnet. Die Drehzahlvorgabe kann durch Abbremsen oder Beschleunigen von Straßenrädern umgesetzt werden. Straßenräder sind vorzugsweise paarweise symmetrisch zur Fahrzeuglängsachse angeordnet. Bei dem beschriebenen Lenkprinzip entsteht kein Lenkeinschlag bzw. keine Verstellung des Lenkwinkels. Eine Kurvenfahrt wird vielmehr durch unterschiedliches Antreiben bzw. Bremsen der Räder an verschiedenen Fahrzeugseiten erreicht.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Schienenfahrzeug ein oder mehrere Gelenke auf, wobei eines oder mehrere der Gelenke, vorzugsweise alle Gelenke, eine oder mehrere Vorrichtungen zur Einstellung des Gelenkwinkels aufweist/aufweisen, so dass über die Einstellung des Gelenkwinkels das Schienenfahrzeug beim Betrieb auf einer Straße lenkbar ist. Dieses Lenkprinzip wird auch als Knicklenkung bezeichnet. Mit Hilfe der Vorrichtungen zur Einstellung des Gelenkwinkels ist der Gelenkwinkel gemäß einer Vorgabe einstellbar, um das Schienenfahrzeug wie gewünscht zu lenken.

Gelenke des Schienenfahrzeugs können auf bekannte Art und Weise ausgeführt sein. Im Bereich eines Gelenks ist vorzugsweise im Bodenbereich des Schienenfahrzeugs eine Drehscheibe angeordnet. Im Bereich des Gelenks sind Fahrzeugteile vorzugsweise mit einem Wellenbalg verbunden. Gelenke können im Untergestell oder Bodenbereich und/oder im Dachbereich des Schienenfahrzeugs angeordnet sein.

Die Vorrichtung zur Einstellung des Gelenkwinkels ist in einer Ausführungsform eine hydraulische Vorrichtung mit einem Zylinder, einem Kolben und einer Kolbenstange, wobei die hydraulische Vorrichtung seitlich der Schienenfahrzeuglängsachse zwischen zwei durch das Gelenk verbundenen Teilen des Schienenfahrzeugs angeordnet ist, und wobei der Gelenkwinkel durch eine vorgegebene Bewegung des Kolbens im Zylinder einstellbar ist. Der Kolben kann mittels einer Linearbewegung aus dem Zylinder

ausgefahren oder in den Zylinder eingefahren werden. Das Ausfahren des Kolbens und der Kolbenstange aus dem Zylinder wird auch als Vorhub bezeichnet und das Einfahren des Kolbens in den Zylinder als Rückhub.

Die hydraulische Vorrichtung kann so betrieben werden, dass durch Ausfahren oder Einfahren des Kolbens aus der oder in die Kolbenstange die Gesamtlänge der hydraulischen Vorrichtung verändert wird und dadurch die Winkelstellung der Fahrzeugteile zueinander verändert wird. Durch Vorhub oder Rückhub des Kolbens kann eine Bogenstellung des Gesamtfahrzeugs realisiert werden. Vorzugsweise weisen mehrere Gelenke derart steuerbare hydraulische Vorrichtungen auf. Zur Lenkung des Fahrzeugs nach rechts können beispielsweise hydraulische Vorrichtungen, die rechts von der Fahrzeuglängsachse angebracht sind, durch Rückhub verkürzt werden und hydraulische Vorrichtungen, die links der Fahrzeuglängsachse angebracht sind, können durch Vorhub verlängert werden. Dadurch nimmt das Fahrzeug eine nach rechts gekrümmte Stellung ein und fährt eine Rechtskurve.

Beispielsweise können hydraulische Vorrichtungen seitlich des unteren Gelenks des Fahrzeugs, vorzugsweise beidseitig der Fahrzeuglängsachse, montiert sein. Vorzugsweise sind Gelenkdämpfer zwischen quer verbauten Gelenkendträgern angeordnet und verbinden einen Gelenkendträger des einen Fahrzeugteils mit einem gegenüber liegenden Gelenkendträger des anderen Fahrzeugteils. Beispielsweise kann der Zylinder der hydraulischen Vorrichtung an ein erstes Fahrzeugteil angekoppelt sein, vorzugsweise an einem Gelenkendträger des ersten Fahrzeugteils, und der Kolben kann an ein zweites Fahrzeugteil angekoppelt sein, vorzugsweise an einen Gelenkendträger des zweiten Fahrzeugteils. Der Kolben ist vorzugsweise über eine Kolbenstange an eines der Fahrzeugteile angekoppelt.

Die hydraulische Vorrichtung kann eine hydraulische Dämpfungsvorrichtung sein, auch bezeichnet als Gelenkdämpfer, die zwischen zwei gelenkig miteinander verbundenen Fahrzeugteilen im Bereich des Gelenks angeordnet ist. Im Bereich eines Gelenks kommen Gelenkdämpfer zum Einsatz, um ein Schlingern der Fahrzeugteile zueinander bei schneller Fahrt in der Geraden zu unterbinden. Somit dienen die Gelenkdämpfer der Sicherstellung einer guten Laufgüte des Fahrzeugs und der Verhinderung von Schwingungen und Aufschaukelungen. In ihrer Funktion als Gelenkdämpfer sind die hydraulischen Vorrichtungen passiv dämpfende Vorrichtungen nach dem Wirkungsprinzip

eines Stoßdämpfers. In der speziellen Ausführungsform der Erfindung ist es nun vorgesehen, die Gelenkdämpfer aktiv zu betreiben, wie weiter oben für die hydraulische Vorrichtung beschrieben.

Das erfindungsgemäße Schienenfahrzeug ist insbesondere ein Schienenfahrzeug für den urbanen (städtischen) oder suburbanen (vorstädtischen) Bereich, insbesondere eine Straßenbahn, eine Stadtbahn, oder eine S-Bahn. Das Schienenfahrzeug, einschließlich der speziellen Beispiele, kann ein niederfluriges oder hochfluriges Fahrzeug sein, somit niederflurige oder hochflurige Ein-/Ausstiege aufweisen.

Die Schienenräder können mit den für Schienenfahrzeuge üblichen Bremssystemen versehen sein, beispielsweise mit Friktionsbremssystemen wie z.B. Scheibenbremsen.

Ein oder mehrere Straßenräder weisen vorzugsweise eine Bremsvorrichtung auf, insbesondere eine Friktionsbremsvorrichtung wie z.B. eine Scheibenbremse oder Trommelbremse. Es können zusätzlich auch elektrische Bremssysteme wie Retarder und ähnliches ergänzt werden.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Schienenfahrzeugs auf einer Straße ohne Schienenweg, wobei man bei dem Verfahren ein Schienenfahrzeug wie vorangehend beschrieben einsetzt und wobei bei dem Verfahren die Straßenräder relativ zu den Schienenrädern aus einer Ruhelage in eine Arbeitslage abgesenkt werden, wobei die Straßenräder über die Schienenräder in Richtung der Straßenoberfläche hervorstehen, sodass die Straßenräder die Straßenoberfläche berühren und die Schienenräder die Straßenoberfläche nicht berühren, und das Schienenfahrzeug auf der Straße betrieben wird. Für das Verfahren wird auf die gesamte vorangehende Offenbarung bezüglich des Schienenfahrzeugs verwiesen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 die Gesamtansicht eines Schienenfahrzeugs mit mehreren Gelenken,
- Fig. 2a die schematische Ansicht eines Drehgestells mit Schienenrädern und Straßenrädern, mit Straßenrädern in Ruhelage,

- Fig. 2b die schematische Ansicht eines Drehgestells mit Schienenrädern und Straßenrädern, mit Straßenrädern in Arbeitslage,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf zwei Drehgestelle, die Schienenräder und Straßenräder aufweisen,
- Fig. 4 den Übergangsbereich zwischen zwei Wagenteilen mit Drehgelenk, und
- Fig. 5 die Detailansicht eines Drehgelenks mit hydraulischen Vorrichtungen zur Einstellung des Gelenkwinkels.
- Fig. 6 die Gesamtansicht eines Schienenfahrzeugs bestehend aus drei Modulen,
- Fig. 7 ein Schienenfahrzeug bestehend aus einem Modul
- Fig. 8 ein weiteres Schienenfahrzeug bestehend aus einem Modul
- Fig. 9a die schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Drehgestells mit Schienenrädern und Straßenrädern, mit Straßenrädern in Ruhelage,
- Fig. 9b die schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Drehgestells mit Schienenrädern und Straßenrädern, mit Straßenrädern in Arbeitslage,
- Fig. 10 eine Übersicht über verschiedene Lenkvarianten der Straßenräder

Die Fig. 1 zeigt die Gesamtansicht einer Straßenbahn, die aus fünf Fahrzeugteilen 2, 3, 4, 5, 6 zusammengesetzt ist. Die endständigen Fahrzeugteile 2, 6 weisen Fahrerstände auf. Die Fahrzeugteile sind miteinander durch Gelenke 7, 8, 9, 10 verbunden, wobei im Bereich der Gelenke Wellenbälge 11, 12 zwischen den Fahrzeugteilen 2, 3, 4, 5, 6 angeordnet sind. Die Fahrzeugteile 2, 4, 6 weisen Schienenräder 15, 16, 17, 18, 19, 20 und Straßenräder (in Fig. 1 nicht gezeigt) auf.

In der Fig. 2a ist ein Drehgestell 21 abgebildet, an dessen Rahmen 26 Schienenräder 15, 16 und Straßenräder 22, 23 angebracht sind. Die schematische Ansicht zeigt z.B. ein Drehgestell, wie es am Untergestell des Wagenteils 2 der Fig. 1 angebracht sein kann. Gleichartige Drehgestelle wie jenes von Wagenteil 2 sind an den Wagenteilen 4 und 6 der Fig. 1 angebracht. Die Zeichnung ist lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu. So ist beispielsweise der Abstand der Schienenräder 15, 16 unterschiedlich zu der Darstellung in der Fig. 1. Der Rahmen 26 kann in einer anderen Ausführungsform auch eine Rahmenstruktur sein, die starr mit dem Untergestell eines Fahrzeugteils verbunden ist oder Teil des Untergestells ist. Die Schienenräder 15, 16 sind über Achslager 24 und Primärfedern 25 mit dem Rahmen 26 verbunden. Nicht dargestellt sind Sekundärfedern und eine Drehpfanne des Drehgestells 21. Das Schienenrad 15 ist Teil eines Radsatzes, wobei das zweite zugehörige Schienenrad des Radsatzes in der gewählten Ansicht hinter

dem Schienenrad 15 liegt und von diesem verdeckt ist. In gleicher Weise ist das Schienenrad 16 Teil eines Radsatzes.

Die Schienenräder 15, 16 sind in Kontakt mit der Schiene 27, während die Straßenräder 22, 23 in ihre Ruhestellung angehoben sind und keinen Kontakt mit dem Untergrund haben. Das Schienenrad 22 ist über eine Heb- und Senkeinrichtung 28 mit dem Rahmen 26 verbunden und das Schienenrad 23 ist über eine Heb- und Senkeinrichtung 29 mit dem Rahmen 26 verbunden. Die Heb- und Senkeinrichtungen 28, 29 sind jeweils über eine Feder 30, 31 mit der Achse 32, 33 der Straßenräder 22, 23 verbunden. Die Heb- und Senkeinrichtungen 28, 29 arbeiten hydraulisch und weisen Kolben 34, 35 auf, die im gezeigten Zustand der Fig. 2a in Zylinder 36, 37 eingefahren sind. Die Straßenräder 22, 23 bilden, ebenso wie die Schienenräder 15, 16, mit einem jeweils weiteren Straßenrad, das in der vorliegenden Abbildung verdeckt ist und hinter der Zeichnungsebene liegt, ein Radpaar. Ein Radpaar kann jeweils zueinander unabhängig, oder über eine Welle miteinander verbunden, oder auf einer Achse montiert sein.

Die Fig. 2b zeigt die Straßenräder 22, 23 in ihrer Arbeitslage. Die Straßenräder 22, 23 berühren die Straßenoberfläche 40 und stehen über die Schienenräder 15, 16 in Richtung der Straßenoberfläche 40 hervor, so dass die Schienenräder 15, 16 die Oberfläche 40 der Straße nicht berühren. Zum Absenken der Straßenräder 22, 23 wurden die Kolben 34, 35 der hydraulischen Vorrichtungen 28, 29 nach unten ausgefahren, was durch Pfeile in den Fig. 2a und 2b angedeutet ist. Die Straßenräder 22, 23 sind um die senkrechten z-Achsen drehbar, wodurch der Lenkwinkel der Straßenräder 22, 23 einstellbar ist. Entsprechend sind die Lenkwinkel weiterer Straßenräder einstellbar, die in dieser Abbildung nicht gezeigt sind, weil sie durch die Straßenräder 22, 23 verdeckt sind. Die Fig. 2b zeigt die Straßenräder 22, 23 in der Geradeauslaufstellung mit einem Lenkwinkel Null.

Die Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Gezeigt ist in schematischer Darstellung ein Schienenfahrzeug 1 aus zwei Fahrzeugteilen 50, 51, die durch ein Gelenk 52, das ebenfalls nur schematisch gezeigt ist, verbunden sind. Die Ansicht der Fig. 3 ist eine Ansicht der Unterseite des Fahrzeugs 1. Jeder Fahrzeugteil 50, 51 ist mit je einem Drehgestell 54, 55 versehen. Beide Drehgestelle 54, 55 sind identisch, weshalb nachfolgend nur das Drehgestell 54 erläutert wird. Am Rahmen 56 des Drehgestells 54 sind Schienenräder 57, 58, 59, 60 angebracht, wobei die Räder 57, 58 über die Achse 61 verbunden sind und mit dieser einen Radsatz bilden und die Schienenräder 59, 60 über

die Achse 62 verbunden sind und mit dieser einen Radsatz bilden. Jedem Radsatz ist eine Bremsanlage 63, 64 zugeordnet, die an Bremsscheiben 65, 66 angreift. Weiterhin ist jedem Radsatz ein Motor 67, 68 und ein Getriebe 69, 70 zugeordnet.

Am Rahmen 56 des Drehgestells 54 sind außerdem Straßenräder 71, 72, 73, 74 angebracht. Die Straßenräder 71, 72 sind paarweise einander zugeordnet und wahlweise, wie in Fig. 3 gezeigt, über eine Achse 75 miteinander verbunden. Ebenso sind die Straßenräder 73, 74 einander paarweise zugeordnet und über eine Achse 76 miteinander verbunden. Die Achse 75 der Straßenräder 71, 72 ist über einen Schwenkarm 77 mit der Achse 61 der Schienenräder 57, 58 verbunden. Der Schwenkarm 77 ist an der Achse 61 schwenkbar gelagert und der Schwenkarm 78 an der Achse 62. Mit Hilfe der Schwenkarme 77, 78 sind die Straßenräder 71, 72, 73, 74 aus ihrer Ruhelage in die Arbeitslage schwenkbar, in der sie eine Straßenoberfläche berühren. Die Bewegung der Straßenräder 71, 72, 73, 74 aus der Ruhelage in die Arbeitslage ist in der gewählten Darstellung eine Bewegung in Richtung des Betrachters.

In der Ausführungsform der Fig. 3 ist jedem Schienenrad ein Straßenrad zugeordnet. Das Schienenrad 58 und das Straßenrad 72, das Schienenrad 57 und das Straßenrad 71, das Schienenrad 60 und das Straßenrad 74 und das Schienenrad 59 und das Straßenrad 73 sind jeweils einander zugeordnet, wobei die Straßenräder 71, 72 in Fahrtrichtung vor den Schienenrädern 57, 58 angeordnet sind und die Straßenräder 73, 74 in Fahrtrichtung hinter den Schienenrädern 59, 60 angeordnet sind, wenn die Fahrtrichtung so gewählt wird, wie in der Fig. 3 durch den Pfeil gezeigt.

Anhand der Fig. 3 können verschiedene mögliche Lenkprinzipien des Schienenfahrzeugs 1 im Straßenbetrieb verdeutlicht werden.

Für ein erstes Lenkprinzip wird ein Gelenk 52 eingesetzt, um das die Fahrzeugteile 50, 51 gegeneinander gedreht werden können. Das Gelenk 52 weist, wenn dieses Lenkprinzip verwirklicht wird, eine Vorrichtung zur Einstellung des Gelenkwinkels zwischen den beiden Fahrzeugteilen 50, 51 auf. Eine solche Vorrichtung ist in der Fig. 3 nicht abgebildet, wird aber anhand der Fig. 5 erläutert.

Ein weiteres Lenkprinzip ist wie folgt gestaltet: X bezeichnet die Längsachse des Schienenfahrzeugs und die Fahrtrichtung des Fahrzeugs sei in der gewählten Abbildung

von rechts nach links, so dass das Fahrzeugteil 50 das vordere Fahrzeugteil ist. Die Fahrtrichtung ist durch einen Pfeil unterhalb des Fahrzeugs 1 dargestellt. Straßenräder 72, 74 sind in Fahrtrichtung links der Längsachse X angeordnet (links, weil die Sicht des Betrachters von unten auf den Boden des Schienenfahrzeugs fällt) und Straßenräder 71, 73 sind in Fahrtrichtung rechts der Längsachse X angeordnet. Wenn bei den Straßenrädern 71, 73 eine höhere Drehzahl vorgegeben wird als bei den Straßenrädern 72, 74, beispielsweise durch Beschleunigen der Straßenräder 71, 73 und/oder Abbremsen der Straßenräder 72, 74, dann wird das Fahrzeug 1 in Fahrtrichtung nach links gelenkt. Umgekehrt wird das Fahrzeug nach rechts gelenkt, wenn bei den Straßenrädern 72, 74 eine höhere Drehzahl vorgegeben wird als bei den Straßenrädern 71, 73, jeweils vorausgesetzt dass sich die Straßenräder in der Arbeitsstellung befinden.

Ein weiteres Lenkprinzip, das hierin als Drehgestelllenkung bezeichnet wird und das anhand der Fig. 3 dargestellt werden soll, basiert auf der Drehung des Drehgestells 54 im Betrieb auf der Straße. Das Drehgestell 54 kann um eine senkrecht zur Zeichnungsebene stehende Raumachse, die mit einem Plus-Zeichen (+) markiert ist, verdreht werden. Dies geschieht mit einer Stellvorrichtung, die in der Fig. 3 nicht gezeigt ist.

Bei noch einer weiteren Lenkvariante, der Schwenkachslenkung, wird die Achse 75 und/oder die Achse 76 um eine Raumachse geschwenkt, die senkrecht zur Zeichnungsebene steht und mit einem "x" auf den Achsen 75, 76 markiert ist.

Bei noch einem weiteren Lenkprinzip werden Straßenräder 71, 72, 73, 74 einzeln gelenkt, wie in der Fig. 2b gezeigt. In einer Variante wird das vorlaufende Räderpaar 71, 72 gelenkt. In einer weiteren Variante wird das in Fahrtrichtung hintere Räderpaar 73, 74 gelenkt und in noch einer Variante werden alle Straßenräder 71, 72, 73, 74 gelenkt.

Die vorangehend beschriebenen Lenkprinzipien können einzeln zur Anwendung kommen oder auch miteinander in beliebiger Auswahl kombiniert werden.

In der Fig. 4 ist der Übergangsbereich zwischen zwei Fahrzeugteilen gezeigt. Es kann sich beispielsweise um einen Übergangsbereich zwischen den Fahrzeugteilen 2 und 3 oder 3 und 4 oder 4 und 5 oder 5 und 6 der Fig. 1 handeln oder um einen Übergangsbereich zwischen den Fahrzeugteilen 50 und 51 der Fig. 3. Im Übergangsbereich befindet sich ein Wellenbalg 80, der von einem weiteren äußeren

Wellenbalg (nicht dargestellt) umgeben sein kann. Im oberen Bereich befindet sich ein oberes Gelenk 81, das den oberen Querträger 82 eines ersten Fahrzeugteils mit dem oberen Querträger 83 eines zweiten Fahrzeugteils verbindet, wobei die oberen Querträger 82, 83 in den oberen Bereichen der Wagenkästen angeordnet sind. Ein weiteres Gelenk ist unter der Drehscheibe 84 angeordnet und in der Fig. 5 erläutert.

Das Gelenk 85 in Fig. 5 verbindet die Gelenkendträger 86 und 87. Der Gelenkendträger 86 ist Teil des Untergestells eines ersten Fahrzeugteils und der Gelenkendträger 87 ist Teil des Untergestells eines zweiten Fahrzeugteils. In der Fig. 5 ist die Längsachse des Fahrzeugs mit "X" bezeichnet. In der gezeigten Darstellung sind die Fahrzeugteile nicht gegeneinander verdreht. Das Fahrzeug befindet sich in der Geradeaus-Fahrstellung. Seitlich des Gelenks 85, links und rechts der Längsachse X, sind hydraulische Vorrichtungen 88, 89 zwischen den Gelenkendträgern 86, 87 angebracht. Die Gelenkendträger 86, 87 sind über die hydraulischen Vorrichtungen 88, 89, zusätzlich zu dem Gelenk 85, miteinander verbunden. Jede der hydraulischen Vorrichtungen 88, 89 weist einen Zylinder 90, 91 und einen Kolben 92, 93 auf, der jeweils in dem zugeordneten Zylinder bewegbar ist. Die Fahrtrichtung ist in der Fig. 5 mit einem Pfeil eingezeichnet. Um das Fahrzeug nach rechts zu lenken, wird der Kolben 92 aus dem Zylinder 90 ausgefahren und der Kolben 93 wird in den Zylinder 91 eingefahren. Umgekehrt wird für die Lenkung nach links der Kolben 92 in den Zylinder 90 eingefahren und der Kolben 93 aus dem Zylinder 91 ausgefahren.

Die gegengleiche Bewegung der hydraulischen Vorrichtungen 88 und 89 können durch aktiven Betrieb beider Vorrichtungen oder durch aktiven Betrieb einer der beiden Vorrichtungen erreicht werden. In letzterem Falle ist die Bewegung der jeweils nicht aktiv betätigten hydraulischen Vorrichtung die kinematische Reaktion auf die Bewegung der jeweils anderen, aktiv betätigten hydraulischen Vorrichtung um das Gelenk 85.

Die gezeigten hydraulischen Vorrichtungen 88, 89 sind gleichzeitig Gelenkdämpfer, die passiv betrieben werden können, um ein Schlingern der Fahrzeugteile zueinander bei schneller Fahrt in der Geraden zu unterbinden.

Die Fig. 6 zeigt die Gesamtansicht einer Straßenbahn, die aus drei Fahrzeugteilen 2, 3, 6, auch bezeichnet als Module, zusammengesetzt ist. Die endständigen Fahrzeugteile 2, 6 weisen Fahrerstände auf. Die Fahrzeugteile sind miteinander durch Gelenke 7, 8

verbunden, wobei in den Bereichen der Gelenke Wellenbälge 11, 12 zwischen den Fahrzeugteilen 2, 3 und 3, 6 angeordnet sind. Das Fahrzeug der Fig. 6 weist am Wagenteil 2 und am Wagenteil 6 insbesondere jeweils ein solches Drehgestell auf, wie in der Fig. 3 gezeigt. Am mittleren Fahrzeugteil 3 sind keine Räder vorgesehen.

Die Fig. 7 zeigt ein einmoduliges Fahrzeug ohne Gelenk. Dieses Fahrzeug weist keine Drehgestelle auf. Stattdessen sind in den Bereichen A und B jeweils ein Radpaar, oder ein Radsatz, Straßenräder und ein Radpaar, oder ein Radsatz, Schienenräder unter dem Wagenkasten angebracht. D.h. pro Halbzug ist ein Radpaar, oder ein Radsatz, Straßenräder und ein Radpaar, oder ein Radsatz, Schienenräder vorgesehen. Der Begriff „Radpaar“ bezeichnet hier zwei symmetrisch zur Fahrzeug-Längsachse und beidseitig der Längsachse angeordnete Räder. Beispielsweise kann es sich um einzeln aufgehängte Räder handeln. In der gezeigten Ansicht ist das jeweils zweite Rad eines Radpaars oder Radsatzes verdeckt, wie auch in den Fig. 6 und 8.

Beispielsweise sind die Straßenradpaare oder -sätze näher zu den Fahrerständen hin angeordnet und die Schienenradpaare oder -sätze in Richtung der Fahrzeugmitte, aber es sind auch die umgekehrte Anordnung oder unsymmetrische Anordnungen denkbar. Bei zumindest einem Straßenradpaar oder -satz ist der Lenkwinkel einstellbar, beispielsweise durch eine Schwenkachslenkung oder einer Achsschenkellenkung. Es können auch bei beiden Straßenradpaaren oder -sätzen, die in den Bereichen A und B angeordnet sind, Lenkwinkel der Straßenräder einstellbar sein. Trotz der geringen Anzahl Radpaare/Radsätze ist die Achslast aufgrund der kurzen Bauweise des Fahrzeugs und daraus resultierender relativ geringer Masse gering.

In der Fig. 8 ist ein einmoduliges Fahrzeug gezeigt, das im Vergleich zum Fahrzeug der Fig. 7 länger gestaltet ist. In den Bereichen C und D ist insbesondere jeweils ein solches Drehgestell angebracht, wie in der Fig. 3 gezeigt. Daher weist das Fahrzeug pro Fahrzeughälfte zwei Straßenradpaare und zwei Schienenradpaare oder entsprechende Radsätze auf. Vorzugsweise erfolgt die Lenkung im Straßenbetrieb durch Drehung des gesamten Drehgestells relativ zum Wagenkasten. Aber auch andere Lenkvarianten, die anhand der Fig. 3 beschrieben sind, sind denkbar.

In der Fig. 9a ist schematisch ein Teil eines Drehgestells mit einem Rahmen 26, Schienenrädern 100, 100' und Straßenrädern 101, 101' gezeigt. In der gezeigten Ansicht

fällt der Blick des Betrachters von innen nach außen, d.h. von der Längsachse des Fahrzeugs seitlich nach außen. Aus dieser Perspektive sind zunächst die kleineren Schienenräder 100, 100' zu sehen und dahinter liegend die größeren Straßenräder 101, 101'. Dem Schienenrad 100 ist das Straßenrad 101 zugeordnet und dem Schienenrad 100' ist das Straßenrad 101' zugeordnet. Gezeigt ist der Zustand des Schienenbetriebs des Fahrzeugs, in dem die Schienenräder 100, 100' in Kontakt mit der Schiene 27 sind. Die Schienenräder 100, 100' sind über Achslager 24 und Primärfedern 25 mit dem Rahmen 26 verbunden. Mittels einer nicht mehr dargestellten Heb- und Senkeinrichtung, die beispielsweise wie in der Fig. 2a und 2b ausgeführt sein kann, ist jedes Straßenrad 101, 101' aus der in der Fig. 9a gezeigten Position in die in der Fig. 9b gezeigte Position absenkbar. Dadurch wird die Arbeitsstellung der Straßenräder 101, 101' erreicht, worin diese die Oberfläche 40 einer Straße berühren, während die Schienenräder 100, 100' keinen Kontakt zur Straße haben. Gezeigt sind Federn 30 der Straßenräder.

In der Darstellung der Fig. 9b ist die Achse 102, 102' jedes Straßenrads 101, 101' (siehe Fig. 9a) axial fluchtend zu der angetriebenen Achse 103, 103' des zugeordneten Schienenrads 100, 100'. Dem Straßenrad 101 ist das Schienenrad 100 zugeordnet. Dem Straßenrad 101' ist das Schienenrad 100' zugeordnet. In der Fig. 9b fällt der Blick des Betrachters entlang der axialen Flucht. Mittels einer in Fig. 9b schematisch dargestellten Kupplungseinrichtung 110, die in dieser Perspektive vom Schienenrad 100 verdeckt ist und daher gestrichelt dargestellt ist, wird die Achse 102 des Straßenrads 101 mit der Achse 103 des zugeordneten Schienenrads 100 verkuppelt. In der Fig. 9a ist die Kupplungseinrichtung 110 aus Gründen der besseren Übersicht lediglich nicht dargestellt aber ebenso vorhanden wie in Fig. 9b. Beispielsweise ist die Kupplungseinrichtung 110 auf einer Stirnseite des Schienenrads 100 angeordnet, d.h. die Kupplungseinrichtung 110 ist seitlich der Radscheibe des Schienenrads 100 auf der Seite der Radscheibe angeordnet, die dem zugeordneten Straßenrad 101 zugewandt und vom Betrachter der Fig. 9b abgewandt ist. Anders ausgedrückt ist in diesem Beispiel die Kupplungseinrichtung 110 zwischen dem Schienenrad 100 und dem Straßenrad 101 angeordnet, weshalb die Kupplungseinrichtung 110 in dieser Ansicht verdeckt ist. In analoger Weise wird mittels einer in Fig. 9b schematisch dargestellten Kupplungseinrichtung 110', die beispielsweise zwischen dem Schienenrad 100' und dem Straßenrad 101' angeordnet ist, die Achse 102' des Straßenrads 101' mit der Achse 103' des zugeordneten Schienenrads 100' verkuppelt. Im Ergebnis wird das Straßenrad 101 über die Achse 103 des zugeordneten Schienenrads 100 angetrieben, und das

Straßenrad 101' wird über die Achse 103' des zugeordneten Schienenrads 100' angetrieben. In der Fig. 9a ist die Kupplungseinrichtung 110' aus Gründen der besseren Übersicht lediglich nicht dargestellt aber ebenso vorhanden wie in Fig. 9b.

Bei der gezeigten Ausführungsform kann auch nur eine der Achsen 103, 103' angetrieben sein. Das Prinzip dieser Ausführungsform ist die gemeinsame Nutzung der Schienenräderantriebsachsen. Das Straßenrad wird präzise auf die Rotationsachse des zugeordneten Schienenrads hingeführt. Die stirnseitig des Schienenrads 100 angeordnete Kupplungseinrichtung 110 verbindet die Achse 102 des Straßenrads 101 mit der Achse 103 des zugeordneten Schienenrads 100 und die stirnseitig des Schienenrads 100' angeordnete Kupplungseinrichtung 110' verbindet die Achse 102' des Straßenrads 101' mit der Achse 103' des zugeordneten Schienenrads 100'.

Die Fig. 10 zeigt schematisch verschiedene Lenksysteme für das erfindungsgemäße Fahrzeug. Abgebildet ist ein Drehgestell in einer schematischen stark vereinfachten Skizze mit den Rädern 201, 202, 203, 204, die jeweils an einer Radschwinge 205, 206, 207, 208 drehbar angebracht sind. Die Radschwinge 205, 206, 207, 208 sind Teil des Rahmens des Drehgestells. Ebenfalls gezeigt sind Querträger 209, 209' als weitere Rahmentteile. Das Drehgestell steht symmetrisch zur Mittelachse X des Fahrzeugs und ist in der gezeigten Abbildung in Fahrtrichtung ausgerichtet. Die Straßenräder 201 und 202 bilden ein Räderpaar. Ebenso bilden die Straßenräder 203 und 204 ein Räderpaar.

Bei der Lenkvariante der Schwenkachslenkung ist eine gegenständliche Achse 210 zwischen den Rädern 201 und 202 vorhanden, die gestrichelt angedeutet ist, und eine gegenständliche Achse 211 zwischen den Rädern 203 und 204, die ebenfalls gestrichelt angedeutet ist. Es wird die Achse 210 um eine senkrecht zur Zeichnungsebene stehende Raumachse, die mit F bezeichnet ist, verdreht. Ebenso wird die Achse 211 um eine senkrecht zur Zeichnungsebene und mit F bezeichnete Raumachse verdreht.

Beim Prinzip der Achsschenkellenkung wird jedes der Räder 201, 202, 203, 204 einzeln um eine senkrecht oder schräg zur Zeichnungsebene stehende Raumachse A verdreht, um den Lenkwinkel einzustellen. Bei den Rädern eines Räderpaars, beispielsweise 201 und 202, können die Lenkwinkel verschieden gewählt werden, um die Stellung der Räder dem Kurvenradius anzupassen.

Bei einer Gabellenkung wird jedes der Räder 201, 202, 203, 204 einzeln um eine mit B bezeichnete Raumachse gedreht, die jeweils neben dem Rad eingezeichnet ist und senkrecht oder schräg zur Zeichnungsebene steht.

Alternativ zur obigen Erläuterung kann die Achsschenkellenkung auch um Raumachsen B erfolgen und die Gabellenkung um Raumachsen A, die jeweils im geeigneten Winkel zur Zeichnungsebene verlaufen.

Als weiteres Lenkprinzip kann das gesamte Drehgestell um die Raumachse C, die senkrecht zur Zeichnungsebene steht, gedreht werden, relativ zur mit X bezeichneten Wagenlängsrichtung. Die Radschwinge 205, 206, 207, 208 und die Träger 209, 209' sind in dieser Variante starr miteinander verbunden und bilden einen starren Rahmen.

Ein noch weiteres Lenkprinzip ist so ausgeführt, dass der Räderpaar 201, 202 relativ zu dem Räderpaar 203, 204 um die senkrecht zur Zeichnungsebene Achse C verdreht wird. In diesem Fall ist ein erster Rahmenteil, bestehend aus den Radschwinge 205, 206 und dem Querträger 209, gegen einen zweiten Rahmenteil, bestehend aus den Radschwinge 207, 208 und dem Querträger 209' um die Raumachse C verdrehbar. In anderen Ausführungsformen (s. oben) sind die Querträger 209, 209' miteinander starr verbunden, oder bilden einen einzelnen Träger, oder sind anderweitig so mit weiteren Rahmenstrukturen verbunden, dass sie nicht gegeneinander um C drehbar sind. Durch die Verdrehung um C sind die Radebenen des einen Räderpaars 201, 202 zu den Radebenen des zweiten Räderpaars 203, 204 gewinkelt. Ebenso sind dann die Radschwinge 205 und 207 zueinander gewinkelt, die Radschwinge 206 und 208 zueinander gewinkelt, und die Querträger 209, 209' zueinander gewinkelt. Dieses Lenkprinzip ist das Prinzip einer Knicklenkung innerhalb eines Drehgestells, wobei der Rahmen des Drehgestells knickbar ist.

Patentansprüche

1. Schienenfahrzeug (1), das optional auf einer Straße ohne Schienenweg fahrbar ist, aufweisend,
 - Schienenräder (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60; 100, 100') zum Betrieb des Schienenfahrzeugs auf Schienen,
 - Straßenräder (22, 23; 71, 72, 73, 74; 101, 101') zum Betrieb des Schienenfahrzeugs auf einer Straße,wobei die Straßenräder (22, 23; 71, 72, 73, 74; 101, 101') relativ zu den Schienenrädern (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60; 100, 100') aus einer Ruhelage, in der das Schienenfahrzeug auf Schienen betreibbar ist, in eine Arbeitslage, in der das Schienenfahrzeug auf der Straße betreibbar ist, absenkbar sind, wobei in der Arbeitslage die Straßenräder über die Schienenräder in Richtung der Straßenoberfläche (40) hervorstehen, und wobei eines oder mehrere der Straßenräder (101, 101') über eine oder mehrere angetriebene Schienenradachsen (103, 103') antreibbar sind.
2. Schienenfahrzeug (1) nach Anspruch 1, aufweisend eine Kupplungseinrichtung (110, 110'), womit das Straßenrad (101, 101') an die angetriebene Schienenradachse (103, 103') kuppelbar ist.
3. Schienenfahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei von einem Motor eine Kraft an die angetriebene Schienenradachse (103, 103') leitbar ist, vorzugsweise über ein Getriebe, und von der angetriebenen Schienenradachse (103, 103') eine Kraft an das Straßenrad (101, 101') leitbar ist.
4. Schienenfahrzeug (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei einem Schienenrad (100, 100') mit einer angetriebenen Schienenradachse (103, 103') ein Straßenrad (101, 101') zugeordnet ist, das über die angetriebene Schienenradachse (103, 103') des zugeordneten Schienenrads antreibbar ist.
5. Schienenfahrzeug (1) nach einem Ansprüche 1-3, wobei
 - mindestens einem Schienenrad (100, 100') mit einer angetriebenen Achse (103, 103') ein Straßenrad (101, 101') mit einer Achse (102, 102') zugeordnet ist,

- das Straßenrad (101, 101') einen größeren Durchmesser hat als das Schienenrad (100, 100'), dem es zugeordnet ist,
 - die Achse (102, 102') des Straßenrads (101, 101') in seiner Arbeitslage axial fluchtend ist zu der angetriebenen Achse (103, 103') des Schienenrads (100, 100'), dem es zugeordnet ist,
 - eine Kupplungseinrichtung (110, 110') vorhanden ist, mittels der das Straßenrad (101, 101') in seiner Arbeitslage an die angetriebene Achse (103, 103') des Schienenrads (100, 100') kuppelbar ist, sodass das Straßenrad (101, 101') in der Arbeitslage über die Achse (103, 103') des Schienenrads (100, 100') antreibbar ist.
6. Schienenfahrzeug nach Anspruch 5, wobei mit der Kupplungseinrichtung eine Verbindung zwischen dem Straßenrad (101, 101') und dem Schienenrad (100, 100') herstellbar ist, bei der eine Krafteinleitung von der angetriebenen Achse (103, 103') des Schienenrads (100, 100') über das Schienenrad (100, 100') zum Straßenrad (101, 101') erfolgt.
7. Schienenfahrzeug nach Anspruch 5, wobei mit der Kupplungseinrichtung (110, 110') die Achse (102, 102') des Straßenrads (101, 101') mit der angetriebenen Achse (103, 103') des zugeordneten Schienenrads (100, 100') verkuppelbar ist.
8. Schienenfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kupplungseinrichtung (110, 110') auf der Stirnseite des Schienenrads (100, 100') angeordnet ist.
9. Schienenfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei einem Schienenrad (100) ein Straßenrad (101) zugeordnet ist, oder mehreren Schienenrädern (100, 100') jeweils ein Straßenrad (101, 101') zugeordnet ist.
10. Schienenfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem eines oder mehrere der Straßenräder (101, 101') mittels einer oder mehrerer angetriebener, Schienenradachse(n) (103, 103'), insbesondere einer durchgängigen Achse oder einer Losradachse, antreibbar ist/sind.

11. Schienenfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei bei einem oder mehreren Straßenrädern (22, 23; 71, 72, 73, 74) Lenkwinkel einstellbar sind, sodass das Schienenfahrzeug beim Betrieb auf der Straße lenkbar ist.
12. Schienenfahrzeug nach Anspruch 11, aufweisend ein oder mehrere Fahrwerke, an dem/denen Straßenräder und Schienenräder angebracht sind und eine oder mehrere Stellvorrichtungen, womit das/die Fahrwerk(e) relativ zu einem Untergestell und/oder einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs um eine vertikale Raumachse drehbar ist/sind.
13. Schienenfahrzeug nach Anspruch 12, bei dem Schienenräder (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60) und Straßenräder (22, 23; 71, 72, 73, 74) an einem gemeinsamen Träger (26; 56) angebracht sind, welcher Teil eines Fahrwerks ist.
14. Schienenfahrzeug nach Anspruch 13, bei dem der Träger (26; 56) Teil eines Drehgestells (21; 54, 55) ist.
15. Schienenfahrzeug nach einem der Ansprüche 1-10 bei dem Straßenräder (71, 72, 73, 74) rechts und links der Fahrzeuglängsachse (X) des Schienenfahrzeugs angeordnet sind und durch unterschiedliche Drehzahlvorgaben der rechts und links der Fahrzeuglängsachse angeordneten Straßenräder das Schienenfahrzeug beim Betrieb auf der Straße lenkbar ist.
16. Schienenfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, das ein oder mehrere Gelenke (83, 85) aufweist, wobei eines oder mehrere der Gelenke eine oder mehrere Vorrichtungen (88, 89) zur Einstellung des Gelenkwinkels aufweist/aufweisen, sodass über die Einstellung des Gelenkwinkels das Schienenfahrzeug beim Betrieb auf einer Straße lenkbar ist.
17. Schienenfahrzeug nach Anspruch 16, bei dem die Vorrichtung (88, 89) zur Einstellung des Gelenkwinkels eine hydraulische Vorrichtung mit einem Zylinder (90, 91) und einem Kolben (92, 93) ist, welche seitlich der Längsachse(X) des Schienenfahrzeugs zwischen zwei durch das Gelenk verbundenen Teilen (86, 87) des Schienenfahrzeugs (1) angeordnet ist, wobei der Gelenkwinkel durch eine Bewegung des Kolbens (92, 93) im Zylinder (90, 91) einstellbar ist.

18. Schienenfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, das ein Schienenfahrzeug für den urbanen oder suburbanen Bereich ist.
19. Verfahren zum Betrieb eines Schienenfahrzeugs auf einer Straße ohne Schienenweg, wobei man bei dem Verfahren ein Schienenfahrzeug einsetzt wie in einem der Ansprüche 1-18 beschrieben, und wobei bei dem Verfahren
 - die Straßenräder (22, 23; 71, 72, 73, 74) relativ zu den Schienenrädern (15, 16, 17, 18, 19, 20; 57, 58, 59, 60) aus einer Ruhelage in eine Arbeitslage abgesenkt werden, wobei die Straßenräder über die Schienenräder in Richtung der Straßenoberfläche(40) hervorstehen, sodass die Straßenräder die Straßenoberfläche berühren und die Schienenräder die Straßenoberfläche nicht berühren,
 - das Schienenfahrzeug auf der Straße betrieben wird.

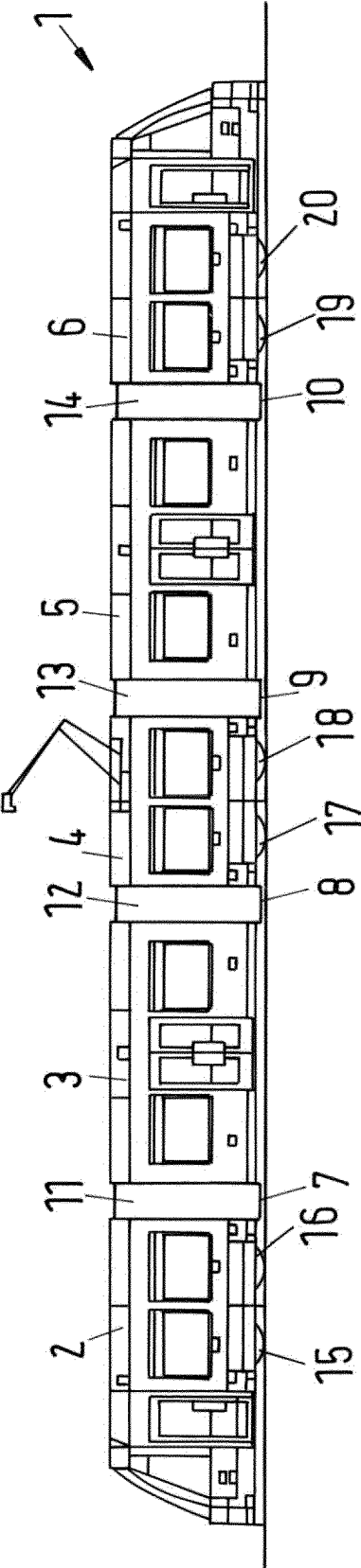


Fig.1

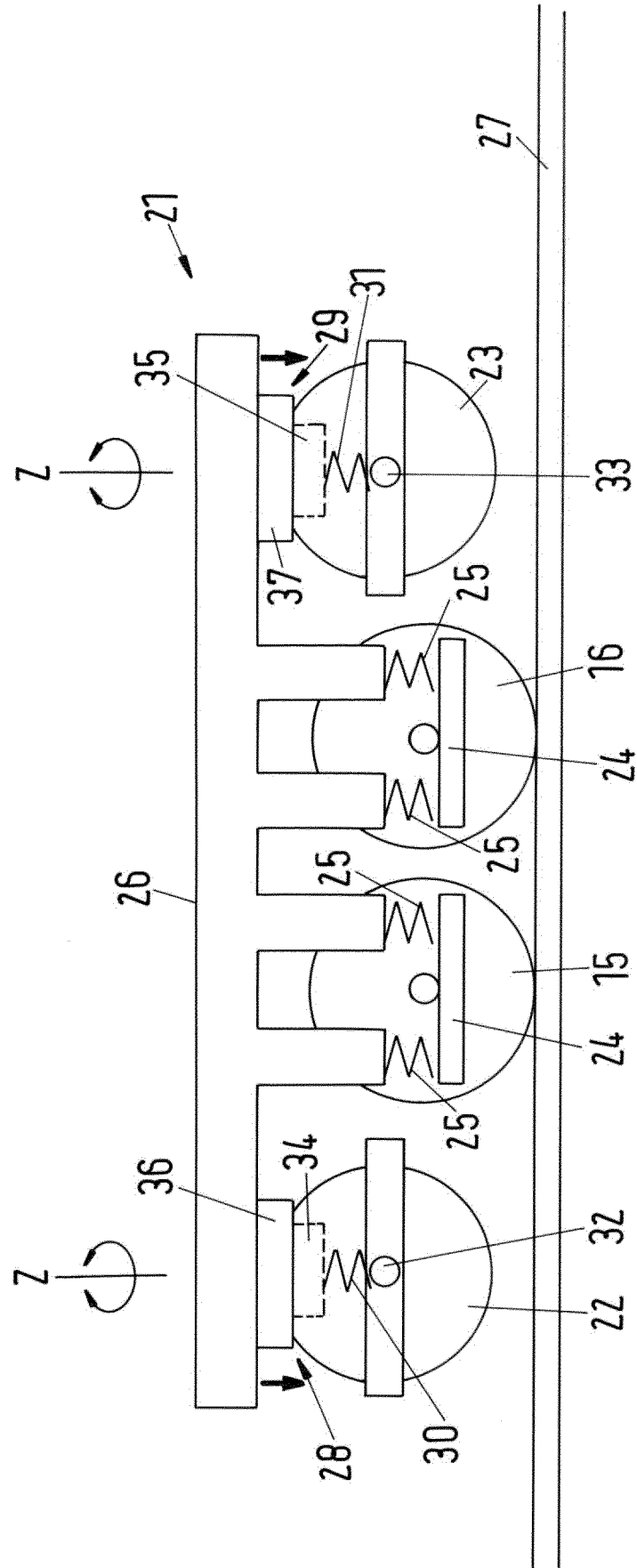


Fig.2a

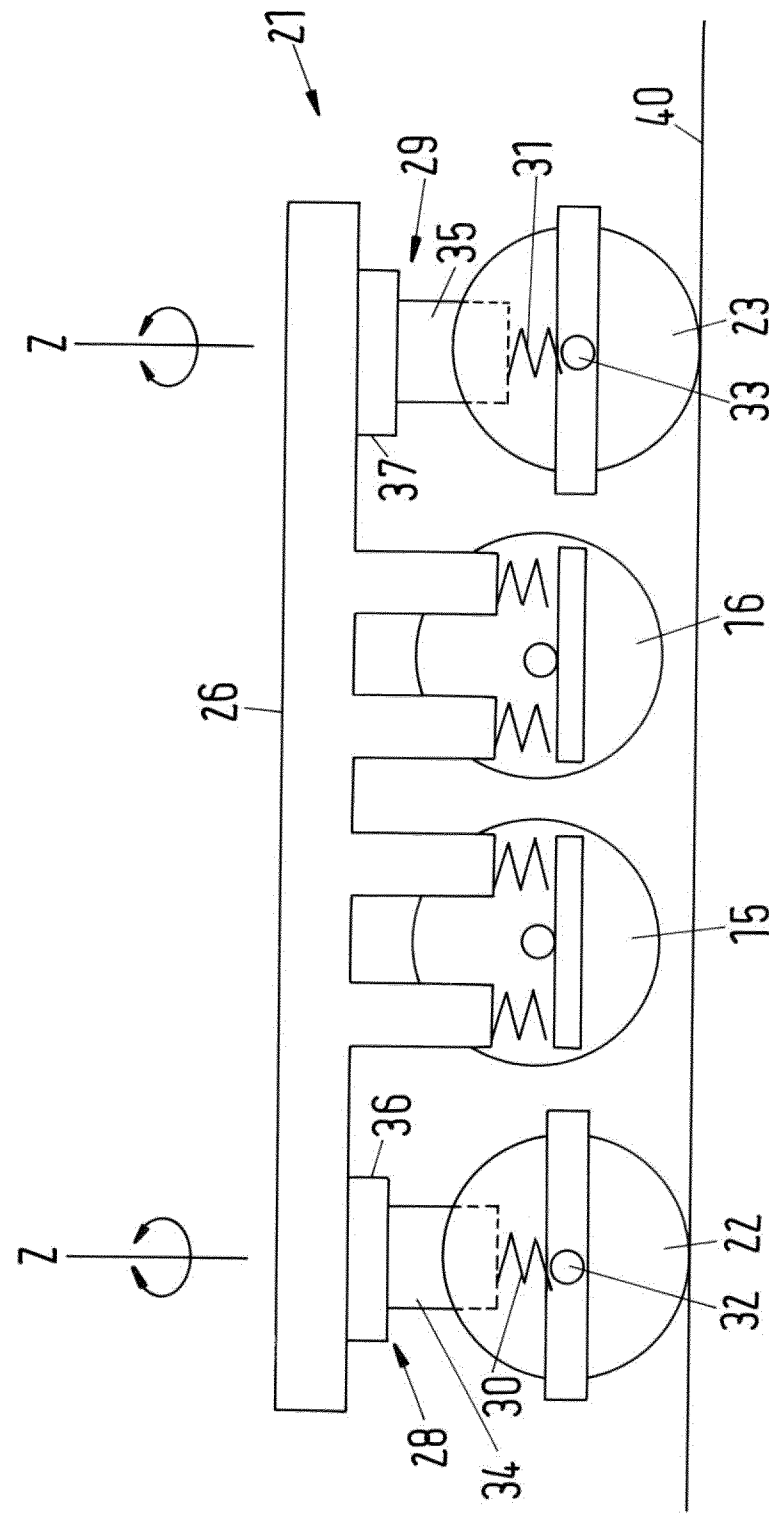


Fig. 2b

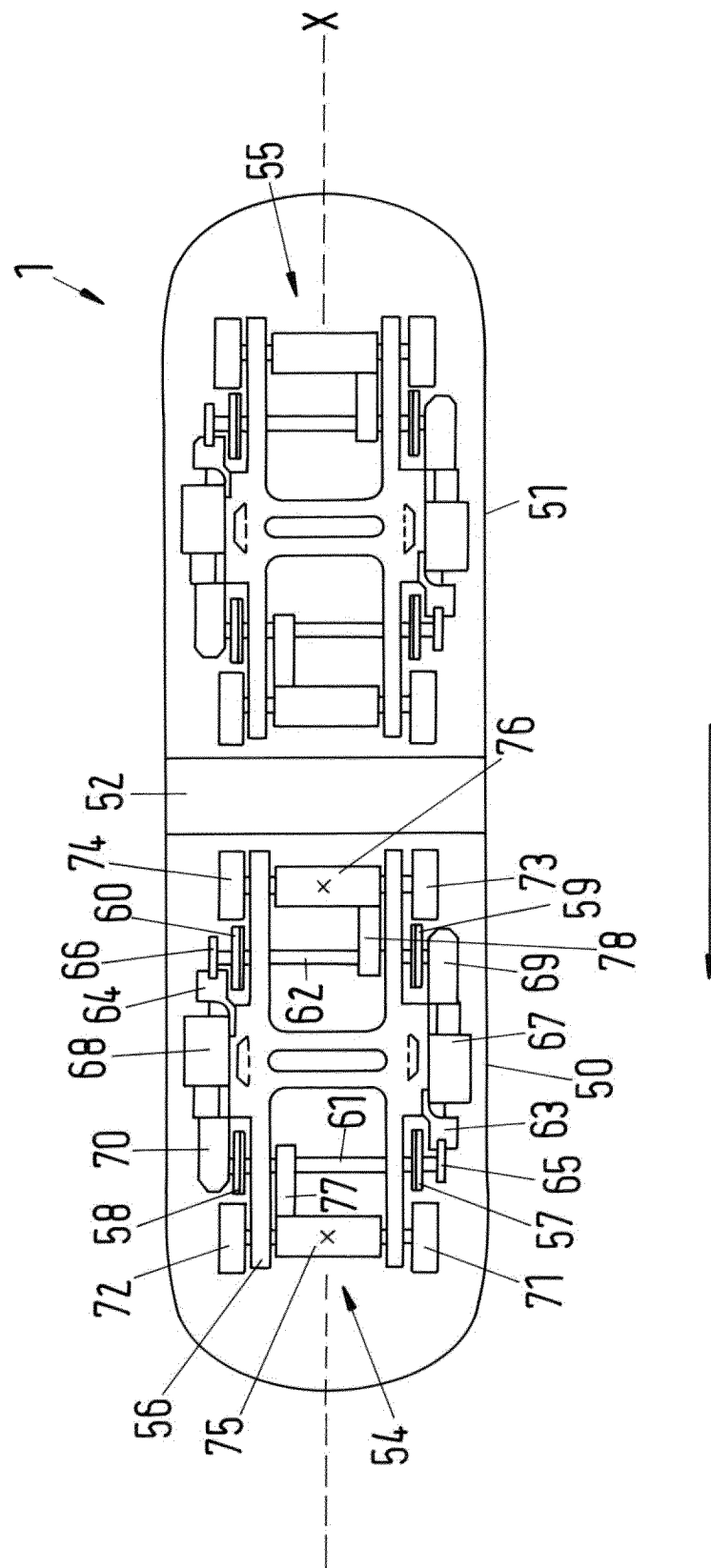


Fig.3

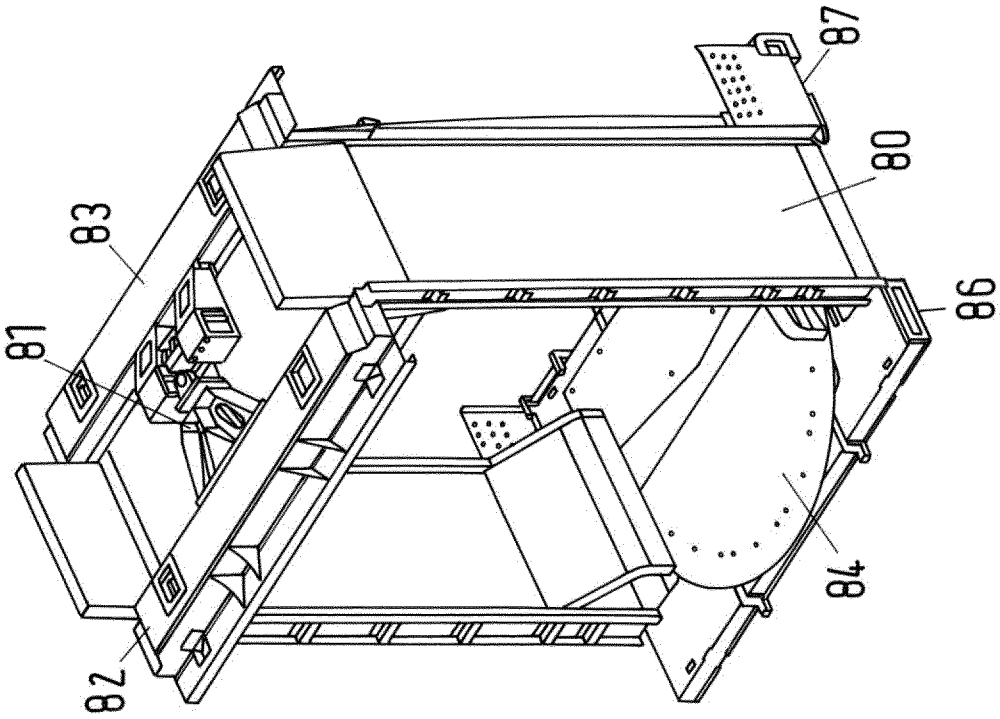


Fig. 4

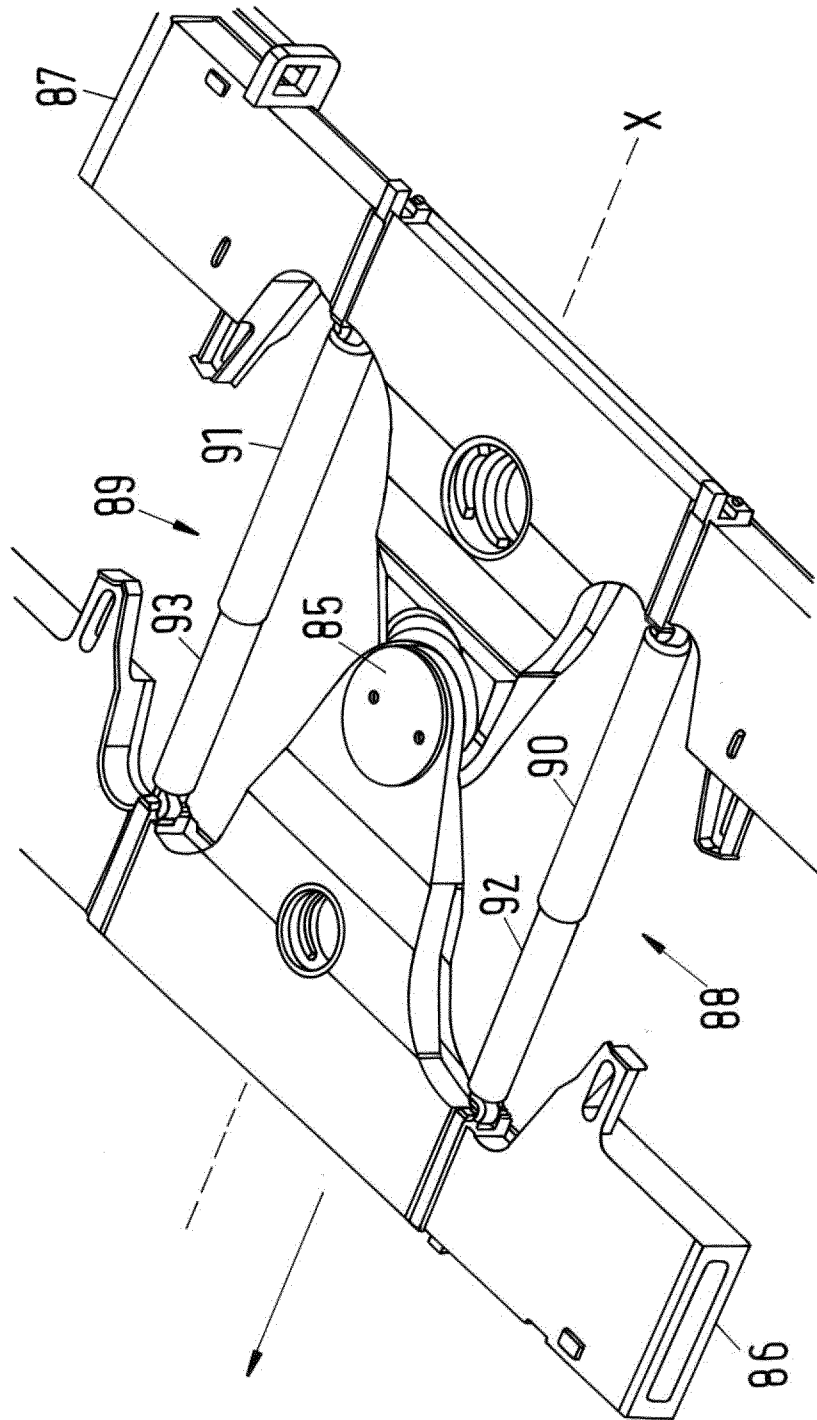


Fig.5

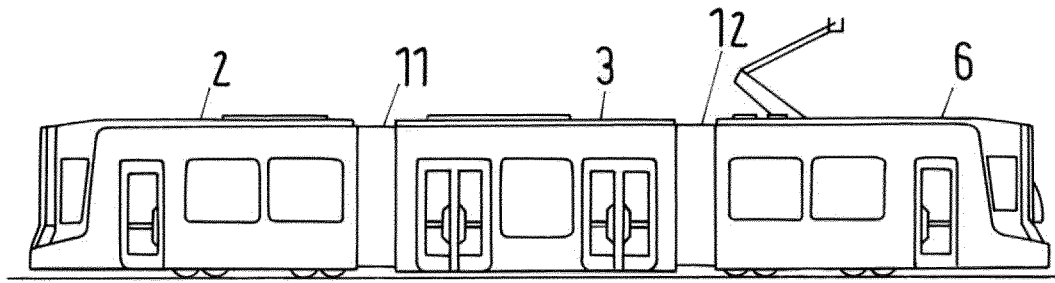


Fig.6

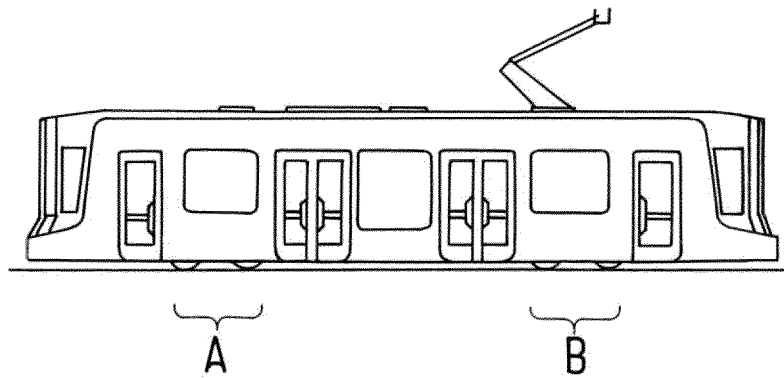


Fig.7

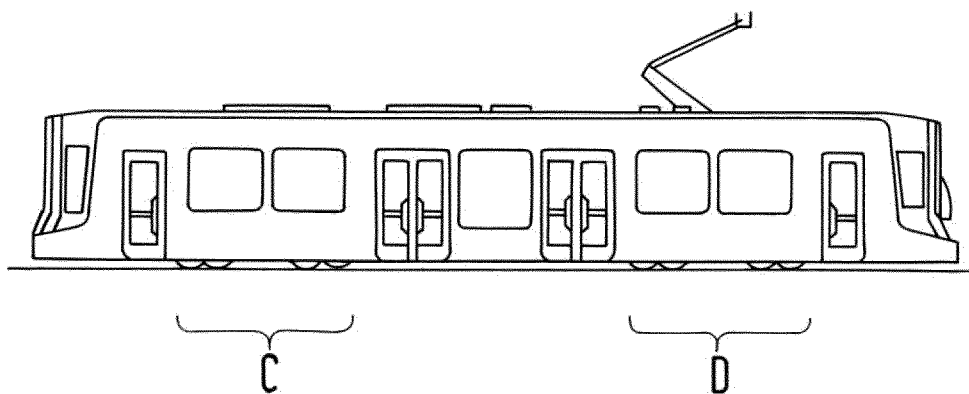


Fig.8

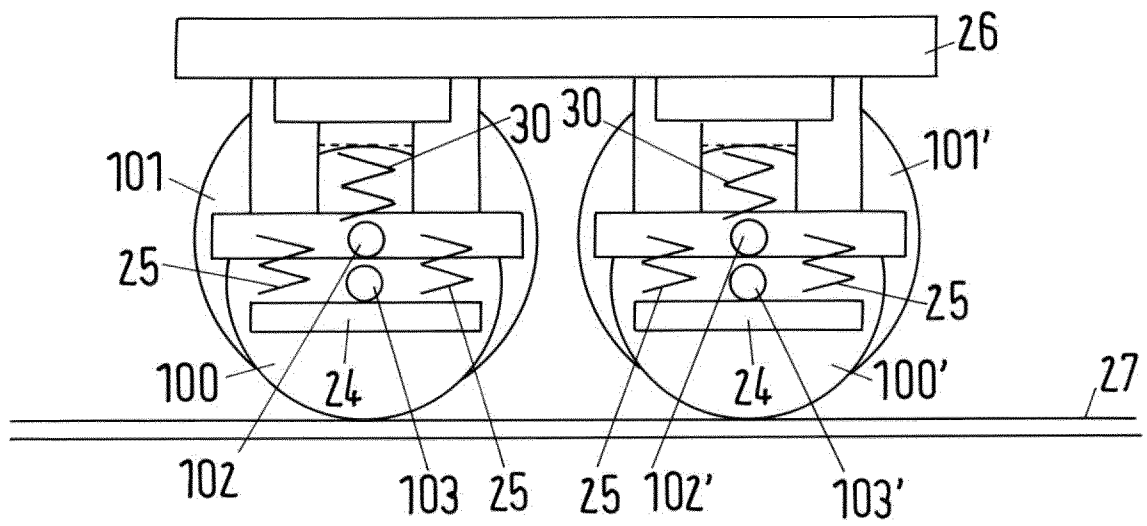


Fig.9a

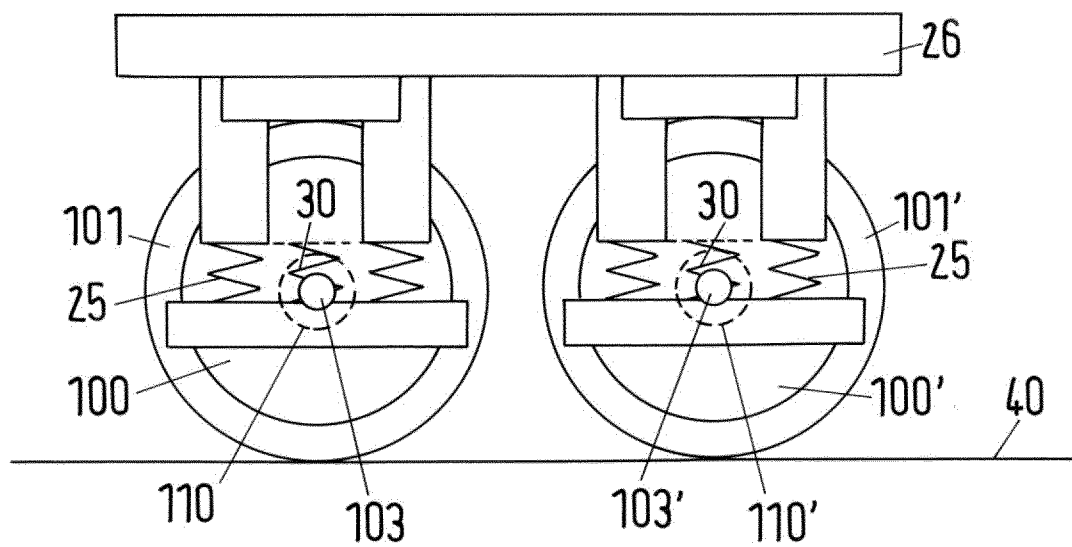


Fig.9b

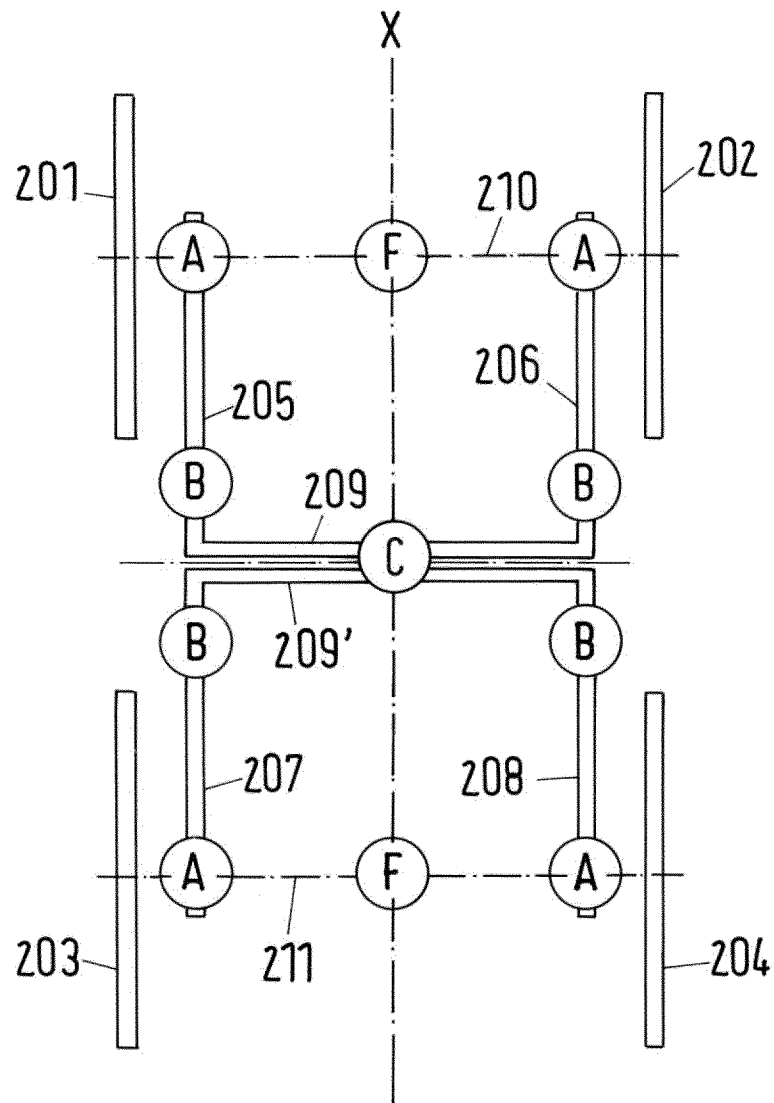


Fig.10