

(19)



(11)

EP 3 390 196 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.02.2021 Patentblatt 2021/07

(51) Int Cl.:
B61F 5/30 ^(2006.01) **B61F 5/38** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17710701.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/055459

(22) Anmeldetag: **08.03.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/157740 (21.09.2017 Gazette 2017/38)

(54) **FAHRWERK FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG**

RUNNING GEAR FOR A RAIL VEHICLE

TRAIN ROULANT POUR UN VÉHICULE FERROVIAIRE

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

- **TEICHMANN, Martin**
8045 Graz (AT)
- **HOFFMANN, Thilo**
8044 Graz (AT)

(30) Priorität: **17.03.2016 AT 502242016**

(74) Vertreter: **Deffner, Rolf**
Siemens Mobility GmbH
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.10.2018 Patentblatt 2018/43

(73) Patentinhaber: **Siemens Mobility Austria GmbH**
1210 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 762 377 WO-A1-2009/072692
WO-A1-2011/032944 DE-A1-102006 025 773

(72) Erfinder:
• **KIENBERGER, Andreas**
8010 Graz (AT)

EP 3 390 196 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrwerk für ein Schienenfahrzeug, mit zumindest einem ersten Räderpaar bzw. zumindest einem ersten Radsatz sowie mit einer aktiven Radsteuerung bzw.

[0002] Radsatzsteuerung, wobei auf dem Fahrwerk zumindest eine Aktuatoreinheit angeordnet ist.

[0003] Fahrwerke für Schienenfahrzeuge müssen eine hohe Fahrsicherheit aufweisen. Diese kann beispielsweise durch die Anordnung einer aktiven Radsteuerung bzw. Radsatzsteuerung verbessert werden. Das gezielte Stellen von Rädern oder Radsätzen durch aktive Verdrehung derselben um deren Hochachsen dient in bekannter Weise dazu, instabile Fahrzustände zu verhindern.

[0004] Ferner wird dadurch der Fahrkomfort durch Vermeidung störender Schwingungen in einem Schienenfahrzeug erhöht. Außerdem bewirkt die aktive Radsteuerung bzw. Radsatzsteuerung eine Verminderung des Verschleißes von Rädern und Schienen.

[0005] Nach dem Stand der Technik beschreibt beispielsweise die DE 10 2009 041 110 A1 fluidische Aktuatoren und deren Anordnung in einem Fahrwerk für Schienenfahrzeuge. In einem Ausführungsbeispiel ist das Zusammenwirken von zwei Aktuatoren dargestellt, welche u.a. den Lenkwinkel von Radsätzen um deren Hochachsen einstellen.

[0006] Ein erster Aktuator prägt dabei einem ersten Radsatz quasistatische Lenkwinkelauslenkungen in einem Frequenzbereich von etwa 0,5Hz bis 1,0Hz auf.

[0007] Ein zweiter Aktuator stellt einen zweiten Radsatz in einem Frequenzbereich von etwa 4,0Hz bis 8,0Hz. Hierbei handelt es sich u.a. um dynamische Lenkwinkelauslenkungen, die eine Kompensation von über ein Gleis in das Fahrwerk eingeleiteten Störungen bewirken.

[0008] Die Aktuatoren sind über Lenker mit den Radsätzen verbunden. Über eine in der DE 10 2009 041 110 A1 nicht dargestellte Kopplung der Radsätze kann eine dem einen Radsatz aufgeprägte Stellbewegung auch in den anderen Radsatz übergeleitet werden.

Der genannte Ansatz weist in seiner bekannten Form den Nachteil auf, dass mit dem zweiten Aktuator eine aktive, d.h. eine Steuerung aufweisende Komponente dynamische, von einem Gleis in das Fahrwerk eingeleitete Störungen kompensiert und somit eine sicherheitskritische Funktion erfüllt.

Im Rahmen von Auslegung und Validierung der Radsatzführung müssen daher sicherheitsrelevante Aspekte (z. B. Ausfallszenarien) nicht nur für mechanische Komponenten sondern beispielsweise auch für Softwaremodule berücksichtigt werden.

[0009] Die EP 0 870 664 B1 zeigt ein Verfahren und eine Einrichtung zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen. Beispielhaft wird unter anderem eine Einrichtung gezeigt, bei welcher der Stellwinkel von Radsätzen durch eine Zweikammer-Fluidbuchse erzeugt wird. Ein Schwingarm verbindet den Radsatz mit einem Fahr-

werksrahmen. Die Fluidbuchse ist zwischen dem Schwingarm und dem Fahrwerksrahmen angeordnet. Deren Kammern werden über entsprechende Anschlüsse wechselseitig mit Fluid beaufschlagt, wodurch eine Relativbewegung zwischen dem Schwingarm und dem Fahrwerksrahmen erzeugt wird.

Der genannte Ansatz weist in seiner bekannten Form den Nachteil auf, dass die Fluidbuchse als sicherheitsrelevantes Bauteil für die Erfüllung ihrer Aufgabe bei der Einstellung von Radsatz-Stellwinkeln als aktive Komponente ausgeführt sein, d.h. eine Steuerung aufweisen muss.

Es müssen also im Rahmen von Auslegung und Validierung nicht nur für die Fluidbuchse selbst sondern auch für ihre Steuerung und deren Software sicherheitsrelevante Aspekte wie z.B. Ausfallszenarien berücksichtigt werden.

[0010] In der EP 0 759 390 B1 wird ein Verfahren zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen beschrieben. Über eine in Richtung der Querachse des Fahrwerks verlaufende Koppereinrichtung werden Radsätze gegenseitig zueinander ausgelenkt und radial zu einem zu durchfahrenden Gleisbogen eingestellt.

[0011] Der genannte Ansatz weist in seiner bekannten Form den Nachteil einer aufwendigen Konstruktion mit einem hohen Bedarf an Einbauraum in einem Fahrwerk auf. Insbesondere bei Ausführungsvarianten von Fahrwerken mit geringem Bauraumangebot aufgrund von innen gelagerten Radsätzen, angeordneten Antriebseinheiten etc. ist die Koppereinrichtung schwer einsetzbar.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Fahrwerk anzugeben.

[0013] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst mit einem Fahrwerk der eingangs genannten Art, bei dem auf dem Fahrwerk in wirkungsmäßiger Parallelschaltung zu der Aktuatoreinheit zumindest ein passives Elastiklager mit frequenz- und amplitudenabhängiger statischer und erhöhter dynamischer Steifigkeit angeordnet ist, bei dem die Aktuatoreinheit, quasistatisch belastet, eine Stellfunktion auf die Position und insbesondere die Lage des ersten Räderpaares bzw. des ersten Radsatzes ausübt, und bei dem das Elastiklager das erste Räderpaar bzw. den ersten Radsatz mit einer dynamischen Steifigkeit ankoppelt.

[0014] Die erfindungsgemäß kombinierte Anordnung des Elastiklagers und der Aktuatoreinheit stellt in Bezug auf die mechanische Wirkungsweise eine Parallelschaltung dar. Sie bewirkt, dass die erforderliche, dynamische Steifigkeit der Räderpaarführung bzw. Radsatzführung von dem als passives Element, d.h. ohne Steuereinrichtungen ausgeführten Elastiklager erzeugt wird und die dynamischen Belastungen der Aktuatoreinheit reduziert werden.

[0015] Das Elastiklager erzeugt vornehmlich Steifigkeiten in radialer Richtung seiner Stirnfläche, d.h. bei entsprechender Anordnung bzw. Lage des Elastiklagers in einem Fahrwerk, in Richtung der Fahrwerkslängsachse

sowie in Richtung der Fahrwerkshochachse.

Der Einsatz des Elastiklagers ergibt den Vorteil einer kompakten, sicheren und kostengünstigen Lösung in Einsatzszenarien, für die große Federwege und gleichzeitig eine definierte Dämpfungswirkung benötigt werden. Eine Alternative zu einem erfindungsgemäßen Elastiklager ist eine aufwendige und aus mehreren Komponenten bestehende Lagerung mittels Elastomer- oder Stahlfedern sowie einem parallel geschalteten Schwingungsdämpfer.

Weiterhin ist ein Einsatz des erfindungsgemäßen Elastiklagers vorteilhaft in Einsatzszenarien, bei denen niedrige und hohe Erregerfrequenzen auftreten. Hier wird aufgrund der Dämpfungswirkung des Elastiklagers der Fahrkomfort erhöht und das Risiko von Schäden an Komponenten des Fahrwerks, wenn Erreger- und Eigenfrequenzen einander überlappen, reduziert.

[0016] Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Elastiklagers mit seiner erhöhten dynamischen Steifigkeit werden sicherheitskritische Funktionen von dem Elastiklager erfüllt und die Aktuatoreinheit übt, quasistatisch belastet, eine sicherheitsunkritische Stellfunktion aus.

Sie kann daher kompakt und kostengünstig ausgeführt werden. Da sie keine sicherheitskritische Funktion erfüllt, müssen in Auslegung und Validierung ihrer Steuerung und deren Software keine sicherheitsrelevanten Aspekte berücksichtigt werden. Hierdurch ergibt sich eine besonders günstige Lösung.

[0017] Die Aktuatoreinheit kann beispielsweise mit einem Fahrwerksrahmen und einem Radlager bzw. einem Radsatzlager etc. verbunden sein. Sie kann an verschiedenen Stellen auf dem Fahrwerk angeordnet werden, wodurch sich eine hohe, insbesondere bei eingeschränkten Bauraumverhältnissen wichtige Flexibilität bei der Anordnung von Komponenten in dem Fahrwerk ergibt.

[0018] Ferner ist die erfindungsgemäße Trennung der Erzeugung der dynamischen Steifigkeit und des Stellens von Rädern vorteilhaft in einem Produktportfolio mit Fahrwerken mit und ohne aktive Radsteuerung bzw. Radsatzsteuerung. Bei Fahrwerken mit aktiver Radsteuerung bzw. Radsatzsteuerung werden Elastiklager und Aktuatoreinheiten angeordnet, bei Fahrwerken ohne aktive Radsteuerung bzw. Radsatzsteuerung zwar Elastiklager, jedoch keine Aktuatoreinheiten. Entsprechende Schnittstellen an Fahrwerkskomponenten können einheitlich für Fahrwerke mit und ohne aktive Radsteuerung bzw. Radsatzsteuerung ausgeführt werden.

[0019] Eine bevorzugte Lösung ergibt sich, wenn die Aktuatoreinheit zumindest einen pneumatischen Aktuator aufweist.

Der pneumatische Aktuator kann aus dem Druckluftsystem des Fahrzeugs, wie es z.B. für Bremssysteme eingesetzt wird, gespeist werden. Würde die Aktuatoreinheit auch die dynamische Steifigkeit der Radführung bzw. der Radsatzführung aufbringen müssen, wäre Luft als Medium für die Erzeugung einer Stellkraft ungeeignet. Die erforderliche Elastizität und Steifigkeit könnte mit pneu-

matischen Aktuatoren bekannter Ausführungsformen nicht aufgebracht werden bzw. es müssten für die Umwandlung kleiner Drücke in große Kräfte die pneumatischen Aktuatoren in Bezug auf das Bauraumangebot im Fahrwerk groß dimensioniert werden. Durch den erfindungsgemäßen Einsatz einer dem pneumatischen Aktuator in Bezug auf die mechanische Wirkungsweise parallelgeschalteten Elastiklager für die Aufbringung der dynamischen Steifigkeit ist jedoch in vorteilhafter Weise eine kompakte Ausführung des pneumatischen Aktuators möglich.

[0020] Es ist günstig, wenn die Aktuatoreinheit zumindest einen ersten hydraulischen Aktuator aufweist.

Insbesondere für Fahrzeuge, in denen Hydrauliksysteme für die Erfüllung bestimmter Funktionen (z.B. die Funktion von Bremssystemen bei Straßenbahnen) eingesetzt werden, ist der Einsatz des ersten hydraulischen Aktuators vorteilhaft, weil im Fahrzeug ohnehin vorzusehende Einrichtungen mitverwendet werden können.

Aufgrund der unterschiedlichen Kompressibilitätseigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen sind hydraulische Aktuatoren insbesondere bei beschränktem Bauraumangebot pneumatischen Aktuatoren vorzuziehen, da diese höhere Drücke ermöglichen und somit für die Erzielung gleicher Stellkräfte kleiner dimensioniert werden können als pneumatische Aktuatoren.

Der erste hydraulische Aktuator kann beispielsweise als erster Hydraulikzylinder ausgeführt werden.

[0021] Eine vorteilhafte Ausgestaltung erhält man, wenn die Aktuatoreinheit zumindest einen zweiten hydraulischen Aktuator aufweist, der einem Druckübersetzer nachgeschaltet ist, wobei der Druckübersetzer einen pneumatischen Druck in einen hydraulischen Druck übersetzt und mit dem hydraulischen Druck der zweite hydraulische Aktuator gespeist wird. Dadurch wird hohe Flexibilität in der Anordnung erzielt. Anstelle eines in Bezug auf das Bauraumangebot im Fahrwerk großen pneumatischen Aktuators werden ein kompakter Druckübersetzer und ein kompakter, zweiter hydraulischer Aktuator eingesetzt, d.h. eine große Komponente wird durch zwei kleine Komponenten ersetzt. In Abhängigkeit des Bauraumangebots im Fahrwerk kann sich diese Möglichkeit als vorteilhaft erweisen.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0023] Es zeigen beispielhaft:

Fig. 1: Eine Seitenansicht einer ersten, beispielhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Fahrwerks, wobei ein Ausschnitt eines Fahrwerksrahmens, ein erstes Räderpaar sowie ein erster Schwingarm dargestellt sind und, zwischen dem Fahrwerksrahmen und dem ersten Schwingarm angeordnet, eine Aktuatoreinheit sowie ein Elastiklager gezeigt werden,

Fig. 2: Eine Seitenansicht einer ersten, beispielhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Fahr-

werks, wobei ein Fahrwerksrahmen sowie ein erstes Räderpaar, ein zweites Räderpaar, ein erster Schwingarm sowie ein zweiter Schwingarm dargestellt sind und eine zwischen dem ersten Schwingarm und dem zweiten Schwingarm angeordnete Aktuatereinheit sowie ein zwischen dem ersten Schwingarm und dem Fahrwerksrahmen angeordnetes Elastiklager gezeigt werden,

Fig. 3: Eine Seitenansicht einer ersten, beispielhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Fahrwerks, wobei ein Ausschnitt eines Fahrwerksrahmens, ein erstes Räderpaar, sowie ein erster Schwingarm dargestellt sind und eine auf dem Fahrwerksrahmen angeordnete Aktuatereinheit, ein zwischen der Aktuatereinheit und dem ersten Schwingarm angeordneter mechanischer Kraftübersetzer sowie ein zwischen dem Fahrwerksrahmen und dem ersten Schwingarm angeordnetes Elastiklager gezeigt werden,

Fig. 4: Eine Schnittdarstellung einer beispielhaften Ausführung eines pneumatischen Aktuators,

Fig. 5: Eine Schnittdarstellung einer beispielhaften Ausführung eines Druckübersetzers mit einem nachgeschalteten hydraulischen Aktuator, und

Fig. 6: Eine Schnittdarstellung einer beispielhaften Ausführung eines pneumatischen Muskels.

[0024] Ein in Fig. 1 in Seitenansicht dargestellter Ausschnitt einer ersten, beispielhaften Variante eines erfindungsgemäßen Fahrwerks umfasst einen Ausschnitt eines Fahrwerksrahmens 1 sowie ein erstes Räderpaar 2. Weiterhin werden ein Radlager 12, ein erster Schwingarm 10 und ein Radlagergehäuse 13 gezeigt.

Der Fahrwerksrahmen 1 ist Teil einer primär gefederten Ebene des Fahrwerks und das erste Räderpaar 2, das Radlager 12, der erste Schwingarm 10 sowie das Radlagergehäuse 13 gehören einer nicht gefederten Ebene des Fahrwerks an.

[0025] Zwischen dem Fahrwerksrahmen 1 und dem ersten Schwingarm 10 ist für die Erzeugung einer dynamischen Steifigkeit ein passives Elastiklager 5 mit frequenz- und amplitudenabhängiger statischer und erhöhter dynamischer Steifigkeit vorgesehen. Es ist als zylindrische, hydraulische Buchse ausgeführt und zwischen dem ersten Schwingarm 10 und dem Fahrwerksrahmen 1 in entsprechenden Ausnehmungen in dem ersten Schwingarm 10 und dem Fahrwerksrahmen 1 angeordnet. Die kreisförmige Grundfläche der hydraulischen Buchse ist parallel zu einer durch die Richtungen einer Fahrwerkslängsachse 14 und einer Fahrwerkshochachse 15 aufgespannten Ebene angeordnet.

Die hydraulische Buchse umfasst ein zylindrisches Gehäuseaußenteil 16, ein zylindrisches Gehäuseinnenteil 17 sowie einen zylindrischen Bolzen 18. Das Gehäuseaußenteil 16, das Gehäuseinnenteil 17 und der Bolzen 18 sind coaxial angeordnet. Das Gehäuseinnenteil 17 ist zwischen dem Gehäuseaußenteil 16 und dem Bolzen 18 vorgesehen.

In einem zylindrischen Bereich mit kreisringförmiger Grundfläche zwischen dem Gehäuseaußenteil 16 und dem Gehäuseinnenteil 17 sind eine Blähfeder 19, eine erste Kammer 20, eine zweite Kammer 21 sowie nicht dargestellte Tragfedern angeordnet. Zwischen dem Gehäuseinnenteil 17 und dem Bolzen 18 ist ein Ringkanal 22 vorgesehen, der über nicht dargestellte Verbindungskanäle die erste Kammer 20 mit der zweiten Kammer 21 verbindet.

[0026] Die erste Kammer 20, die zweite Kammer 21 und der Ringkanal 22 sind mit einem wärme- und kältebeständigen Fluid gefüllt. Eine in Bezug auf die zylindrische Kontur der hydraulischen Buchse radiale Belastung des Elastiklagers 5 bewirkt, dass das Fluid über den Ringkanal 22 von der ersten Kammer 20 in die zweite Kammer 21 ausweicht oder die Blähfeder 19 weitet. In Abhängigkeit von der Frequenz der Belastung dominiert der eine oder der andere Vorgang. Bei kleinen Frequenzen wird die dynamische Steifigkeit der hydraulischen Buchse von den Steifigkeiten der Tragfedern bestimmt. Mit der Frequenz nimmt der Strömungswiderstand des Fluids und somit die dynamische Steifigkeit zu. Bei hohen Frequenzen ist das Fluid zu träge, um durch den Ringkanal 22 zu fließen und der Volumenausgleich erfolgt verstärkt über die Blähfeder 19, wodurch sich die dynamische Steifigkeit auf einem hohen Niveau stabilisiert. Die hydraulische Buchse weist eine stabilisierende, federnde und dämpfende Wirkung vornehmlich in der Ebene ihrer Grundfläche auf, d.h. in Richtung der Fahrwerkslängsachse 14 sowie in Richtung der Fahrwerkshochachse 15. Neben einer Stabilisierung der primär gefederten Ebene und der nicht gefederten Ebene des Fahrwerks wird eine schwingungsmechanische Entkopplung der beiden Ebenen voneinander erzielt.

[0027] Eine Aktuatereinheit 4 ist dem Elastiklager 5 bezüglich der mechanischen Wirkungsweise parallel geschaltet. Dadurch wird erzielt, dass die resultierende Steifigkeit der Anordnung aus dem Elastiklager 5 und der Aktuatereinheit 4 der Summe der Steifigkeiten dieser beiden Komponenten entspricht.

Die Aktuatereinheit 4 ist über ein erstes Drehgelenk 23 und ein zweites Drehgelenk 24 mit dem Fahrwerksrahmen 1 und dem ersten Schwingarm 10 verbunden. Das erste Drehgelenk 23 ist zwischen der Aktuatereinheit 4 und dem ersten Schwingarm 10 angeordnet, das zweite Drehgelenk 24 zwischen der Aktuatereinheit 4 und dem Fahrwerksrahmen 1.

[0028] Die Aktuatereinheit 4 ist hinsichtlich ihrer Lage in einer Weise angeordnet, dass die von ihr erzeugte Stellkraft parallel bezüglich der Richtung der Fahrwerkslängsachse 14 wirkt.

[0029] Für eine Aufnahme des ersten Drehgelenks 23 und des zweiten Drehgelenks 24 sind auf dem Fahrwerk und der Aktuatoreinheit 4 entsprechende Ausnehmungen und Vorrichtungen angeordnet. Der dargestellte Einbauort der Aktuatoreinheit 4 entspricht einer vorteilhaften Ausgestaltung, aber grundsätzlich sind für die erfindungsgemäße Anordnung unterschiedliche Positionen auf dem Fahrwerk vorstellbar.

[0030] Die Aktuatoreinheit 4 weist beispielsweise einen pneumatischen Aktuator 6, einen ersten hydraulischen Aktuator, einen Druckübersetzer 8 mit einem nachgeschalteten, zweiten hydraulischen Aktuator 7, einen Linearantrieb oder einen pneumatischen Muskel 26 auf.

Eine beispielhafte Ausführungsform eines pneumatischen Aktuators 6 ist in Fig. 4, eine beispielhafte Ausführungsform eines Druckübersetzers 8 mit einem nachgeschalteten, zweiten hydraulischen Aktuator 7 in Fig. 5 und eine beispielhafte Ausführungsform eines pneumatischen Muskels 26 in Fig. 6 dargestellt.

[0031] Die Aktuatoreinheit 4 erzeugt eine Stellkraft in Richtung der Fahrwerkslängsachse 14, wodurch die nicht gefederte Ebene des Fahrwerks gegenüber der primär gefederten Ebene des Fahrwerks verschoben und eine Anpassung von Position und Lage des ersten Räderpaares 2 vorgenommen wird.

Das Elastiklager 5 überträgt dynamische, die Aktuatoreinheit 4 quasistatische Lasten.

Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass die Aktuatoreinheit 4 kompakt und kostengünstig ausgeführt werden kann. Weiterhin ist es günstig, dass die Aktuatoreinheit 4 als aktive Komponente keine sicherheitskritischen Funktionen erfüllt und daher in Auslegung und Validierung der Steuerung der Aktuatoreinheit 4 und deren Software keine sicherheitsrelevanten Aspekte berücksichtigt werden müssen. Sicherheitskritische Funktionen werden von dem Elastiklager 5 als passive Komponente erfüllt.

[0032] Im Unterschied zu Fig. 1 zeigt Fig. 2 eine zweite, beispielhafte Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Fahrwerks, bei der neben einem Fahrwerksrahmen 1, einem ersten Räderpaar 2 sowie einem ersten Schwingarm 10 auch ein zweites Räderpaar 3 und ein zweiter Schwingarm 11 dargestellt sind.

Eine Aktuatoreinheit 4 ist über ein erstes Drehgelenk 23 und ein zweites Drehgelenk 24 gelenkig mit dem ersten Schwingarm 10 und dem zweiten Schwingarm 11 verbunden.

Das erste Drehgelenk 23 ist zwischen der Aktuatoreinheit 4 und dem ersten Schwingarm 10 angeordnet, das zweite Drehgelenk 24 zwischen der Aktuatoreinheit 4 und dem zweiten Schwingarm 11.

Die Aktuatoreinheit 4 ist hinsichtlich ihrer Lage in einer Weise angeordnet, dass die von ihr erzeugte Stellkraft parallel bezüglich der Richtung der Fahrwerkslängsachse 14 wirkt.

Aufgrund der Stellkraft werden der erste Schwingarm 10 und der zweite Schwingarm 11 gegeneinander verschoben und dadurch Positionen und Lagen des ersten Räderpaares 2 und des zweiten Räderpaares 3 eingestellt.

Im Übrigen entspricht das in Fig. 2 gezeigte Prinzip jener Ausführungsvariante, die in Fig. 1 dargestellt ist.

[0033] Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht einer dritten, beispielhaften Ausführungsvariante, wobei ein Ausschnitt eines Fahrwerksrahmens 1 sowie ein erstes Räderpaar 2 dargestellt sind. Weiterhin wird ein erster Schwingarm 10 gezeigt.

Eine Aktuatoreinheit 4 ist über ein zweites Drehgelenk 24 gelenkig mit dem Fahrwerksrahmen 1 verbunden. Über einen ersten Kulissenstein 30 ist die Aktuatoreinheit 4 mit einem mechanischen Kraftübersetzer 9 verbunden.

[0034] Dieser ist als Hebel 27 mit einer ersten Kulisse 28 und einer zweiten Kulisse 29 ausgeführt.

Der erste Kulissenstein 30 ist in der, auf einem unteren Ende des Hebels 27 angeordneten, ersten Kulisse 28 vorgesehen. Zwischen dem unteren Ende und einem oberen Ende des Hebels 27 ist ein drittes Drehgelenk 25 angeordnet, über welches der Hebel 27 mit dem ersten Schwingarm 10 verbunden ist.

Für eine Aufnahme des zweiten Drehgelenks 24, des ersten Kulissensteins 30 und des dritten Drehgelenks 25 sind auf dem Fahrwerk, der Aktuatoreinheit 4 und dem Hebel 27 entsprechende Ausnehmungen und Vorrichtungen angeordnet.

Auf dem oberen Ende des Hebels 27 bzw. in der mit dem ersten Schwingarm 10 fest verbundenen zweiten Kulisse 29 ist ein zweiter Kulissenstein 31 angeordnet.

In Abhängigkeit von Positionen des ersten Kulissensteins 30, des dritten Drehgelenks 25 sowie des zweiten Kulissensteins 31 ergibt sich eine Übersetzung der von der Aktuatoreinheit 4 erzeugten Stellkraft in Reaktionskräfte, welche in Bereichen des zweiten Kulissensteins 31 und des dritten Drehgelenks 25 auf den ersten Schwingarm 10 wirken.

Es sind außer den dargestellten Dimensionen, Einbaupositionen und Einbaulagen weitere Dimensionen, Positionen und Lagen des Hebels 27, der ersten Kulisse 28 und der zweiten Kulisse 29 möglich. Diese Dimensionen, Positionen und Lagen sowie die Anordnung des dritten Drehgelenks 25 und des zweiten Kulissensteins 31 auf dem Hebel 27 sind in Abhängigkeit einer zu überbrückenden Distanz zwischen der Aktuatoreinheit 4 und dem ersten Schwingarm 10 wählbar.

Beispielsweise ist es bei einem Tausch der Aktuatoreinheit 4 in eine größere oder kleinere Variante möglich, nur den Hebel 27 auszutauschen und den ersten Schwingarm 10 unverändert zu lassen.

Im Übrigen entspricht das in Fig. 3 gezeigte Prinzip jener Ausführungsvariante, die in Fig. 1 dargestellt ist.

[0035] In Fig. 4 ist eine Schnittdarstellung einer beispielhaften Ausführung eines pneumatischen Aktuators 6 dargestellt.

[0036] Der pneumatische Aktuator 6 ist eine beispielhafte Ausführungsform der in den Fig. 1 bis Fig. 3 beschriebenen Aktuatoreinheit 4.

Er ist als doppeltwirkender Pneumatikzylinder ausgeführt und umfasst neben einem ersten Kolben 32 eine

Kolbendichtung 39, ein Zylinderrohr 36, eine Zylinderrohrdichtung 40, einen Bodendeckel 37, eine Bodendeckeldichtung 41, einen Lagerdeckel 38, eine Lagerdeckeldichtung 42, eine erste Kolbenstange 43, einen Abstreifring 46 und eine Lagerbuchse 47.

Die Kolbendichtung 39 verhindert, dass sich der Druck auf einer Seite des ersten Kolbens 32 über die Gegenseite ausgleichen kann. Sie ist in diesem Ausführungsbeispiel als O-Ring ausgeführt, es kann aber z.B. auch eine Doppeltopfmanschette eingesetzt werden.

Der Bodendeckel 37 und der Lagerdeckel 38 sind aus Aluminium-Druckguss ausgeführt, die erste Kolbenstange 43 aus Vergütungsstahl. Der Abstreifring 46 verhindert ein Eindringen von Schmutz in den Pneumatikzylinder.

Auf einem linken Ende der ersten Kolbenstange 43 ist eine erste Ausnehmung 48 für die Aufnahme des in den Fig. 1 und

Fig. 2 gezeigten ersten Drehgelenks 23 bzw. des in Fig. 3 gezeigten ersten Kulissensteins 30 angeordnet, auf einem rechten Ende des Bodendeckels 37 eine zweite Ausnehmung 49 für das in den Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellte zweite Drehgelenk 24.

Der pneumatische Aktuator 6 ist über einen ersten Anschluss 54 und einen zweiten Anschluss 55 mit dem Druckluftsystem des Fahrzeugs verbunden.

Eine erste Kolbenfläche 57 und eine zweite Kolbenfläche 58 können mit Druckluft beaufschlagt werden. Entsprechend der bekannten Bildungsvorschrift, wonach sich eine Kraft aus dem Produkt eines Drucks und einer Fläche ergibt, wird eine erste Kolbenkraft 63 gebildet, die in Richtung der Pneumatikzylinder-Längsachse verläuft.

[0037] Sowohl die Aus- als auch die Einfahrbewegung des ersten Kolbens 32 werden mittels Druckluft und der gebildeten, ersten Kolbenkraft 63 gesteuert.

Der pneumatische Aktuator 6 ist hinsichtlich seiner Lage in einer Weise angeordnet, dass die erste Kolbenkraft 63 in Richtung der in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigten Fahrwerkslängsachse 14 wirkt.

Die Bewegung des ersten Kolbens 32 führt die in Zusammenhang mit den Fig. 1 bis Fig. 3 im Detail beschriebenen Stellaufgaben der Aktuatereinheit 4 aus.

Es ist u.a. auch eine Ausführung als einseitig mit Druckluft beaufschlagbarer pneumatischer Aktuator möglich bzw. beispielsweise können verschiedene, in der ISO 1219 beschriebene Varianten eingesetzt werden.

[0038] Fig. 5 zeigt eine Schnittdarstellung einer beispielhaften Ausführung eines Druckübersetzers 8 mit einem nachgeschalteten, als zweiter Hydraulikzylinder ausgeführten, zweiten hydraulischen Aktuator 7.

Die Anordnung ist eine beispielhafte Ausführungsform der in den Fig. 1 bis Fig. 3 beschriebenen Aktuatereinheit 4.

Der Druckübersetzer 8 umfasst einen Primärzylinder 66 und einen Sekundärzylinder 67, einen zweiten Kolben 33, einen dritten Kolben 34 sowie eine zweite Kolbenstange 44.

Ein erster Primäranschluss 68 und ein zweiter Primär-

anschluss 69 sind mit dem Druckluftsystem des Fahrzeugs verbunden.

Eine dritte Kolbenfläche 59 wird über den ersten Primäranschluss 68 mit pneumatischem Druck beaufschlagt, eine vierte Kolbenfläche 60 über den zweiten Primäranschluss 69. Daraufhin wird eine zweite Kolbenkraft 64 erzeugt und es bewegen sich der zweite Kolben 33, die zweite Kolbenstange 44 und der dritte Kolben 34 in Richtung der Längsachse des Primärzylinders 66 bzw. des Sekundärzylinders 67. Entsprechend dem Verhältnis der dritten Kolbenfläche 59 bzw. der vierten Kolbenfläche 60 zu einer fünften Kolbenfläche 61 wird aufgrund der zweiten Kolbenkraft 64 und der resultierenden Bewegung des dritten Kolbens 34 in dem Sekundärzylinder 67 ein hydraulischer Druck aufgebaut, der über einen Sekundäranschluss 70 auf den nachgeschalteten, zweiten hydraulischen Aktuator 7 wirkt, eine dritte Kolbenkraft 65 erzeugt und einen vierten Kolben 35 in Richtung der Längsachse des zweiten Hydraulikzylinders bewegt.

Der vierte Kolben 35 weist eine sechste Kolbenfläche 62 auf. Sie ist kleiner als die erste Kolbenfläche 57 bzw. die zweite Kolbenfläche 58 des im Zusammenhang mit Fig. 4 beschriebenen pneumatischen Aktuators 6, da der, sich aus der Umwandlung durch den Druckübersetzer 8 ergebende hydraulische Druck größer ist als jener, der von dem im Zusammenhang mit Fig. 4 beschriebenen Druckluftsystem des Fahrzeugs bereitgestellte und in dem pneumatischen Aktuator 6 herrschende pneumatische Druck. Für die Erzeugung derselben Kolbenkraft kann daher für die beispielhafte Ausführungsvariante gemäß Fig. 5 ein zweiter hydraulischer Aktuator 7 eingesetzt werden, der kleiner ist, als der im Zusammenhang mit Fig. 4 beschriebene pneumatische Aktuator 6.

Der zweite hydraulische Aktuator 7 ist hinsichtlich seiner Lage in einer Weise angeordnet, dass die dritte Kolbenkraft 65 in Richtung der in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigten Fahrwerkslängsachse 14 wirkt.

Die Bewegung des vierten Kolbens 35 führt die in Zusammenhang mit den Fig. 1 bis Fig. 3 im Detail beschriebenen Stellaufgaben der Aktuatereinheit 4 aus.

Der Druckübersetzer 8 weist nicht dargestellte Ausnehmungen und Vorrichtungen für seine Befestigung auf dem Fahrwerk auf. Der zweite hydraulische Aktuator 7 umfasst auf einem linken Ende einer dritten Kolbenstange 45 eine dritte Ausnehmung 50 für die Aufnahme des in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten ersten Drehgelenks 23 bzw. des in Fig. 3 gezeigten ersten Kulissensteins 30, auf einem rechten Ende eines Gehäuses 71 ist eine vierte Ausnehmung 51 für das in den Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellte zweite Drehgelenk 24 angeordnet.

Der Druckübersetzer 8 und der zweite hydraulische Aktuator 7 sind in diesem Ausführungsbeispiel örtlich und funktionell unmittelbar miteinander verbunden, können erfindungsgemäß aber auch in örtlicher Trennung zueinander angeordnet und über Leitungswege miteinander verbunden sein.

[0039] In Fig. 6 wird beispielhaft ein pneumatischer Muskel 26, der eine Ausführungsvariante der in den Fig.

1 bis Fig. 3 dargestellten Aktuatoreinheit 4 darstellt, in Schnittdarstellung gezeigt.

Der pneumatische Muskel 26 umfasst eine zylindrische erste Armatur 72, eine zylindrische zweite Armatur 73, einen dritten Anschluss 56 sowie eine zylindrische Gummimembran 74. Die Gummimembran 74 weist einen Einsatz aus Aramidgarnen auf. Über den dritten Anschluss 56 ist der pneumatische Muskel 26 mit dem Druckluftsystem des Fahrzeugs verbunden und wird mit Druckluft versorgt. Die Gummimembran 74 schließt die Druckluft dicht ein. Bei Anliegen eines Innendrucks dehnt sich die Gummimembran 74 in radialer Richtung bezüglich ihrer kreisförmigen Grundfläche aus und erzeugt so eine Kontraktionsbewegung in Richtung ihrer Längsachse.

Der pneumatische Muskel 26 ist hinsichtlich seiner Lage in einer Weise angeordnet, dass die Kontraktionsbewegung der Gummimembran 74 in Richtung der in den Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellten Fahrwerkslängsachse 14 verläuft und die in Zusammenhang mit den Fig. 1 bis Fig. 3 im Detail beschriebenen Stellaufgaben der Aktuatoreinheit 4 ausführt. Der pneumatische Muskel 26 umfasst auf einem linken Ende der ersten Armatur 72 ein fünfte Ausnehmung 52 für die Aufnahme des in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten ersten Drehgelenks 23 bzw. des in Fig. 3 gezeigten ersten Kulissensteins 30, auf einem rechten Ende der zweiten Armatur 73 ist eine sechste Ausnehmung 53 für die Aufnahme des in den Fig. 1 bis Fig. 3 dargestellten zweiten Drehgelenks 24 angeordnet.

Durch den Einsatz des pneumatischen Muskels 26 wird der Vorteil einer besonders kompakten Ausführung sowie, aufgrund der Anordnung der Gummimembran 74 mit ihrem Einsatz aus Aramidgarnen, eine günstige Schwingungsresistenz erzielt.

[0040] Der in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigte Einsatz von Radlagern 12 und Radlagergehäusen 13 ist beispielhaft. Erfindungsgemäß sind auch Anordnungen von Radsätzen und Radsatzlagergehäusen möglich.

[0041] Ferner werden bei erfindungsgemäßen Anordnungen mit mehr als einer, den Fig. 1 bis Fig. 3 entsprechenden Aktuatoreinheit 4 in einem Fahrwerk die Stellbewegungen der einzelnen Aktuatoreinheiten 4 aufeinander abgestimmt, um beispielsweise für alle Räder in dem Fahrwerk Tangentialstellungen in Bezug auf einen zu durchfahrenden Gleisbogen zu erzeugen.

Liste der Bezeichnungen

[0042]

1 Fahrwerksrahmen
2 Erstes Räderpaar
3 Zweites Räderpaar
4 Aktuatoreinheit
5 Elastiklager
6 Pneumatischer Aktuator
7 Zweiter hydraulischer Aktuator
8 Druckübersetzer
9 Mechanischer Kraftübersetzer

10 Erster Schwingarm
11 Zweiter Schwingarm
12 Radlager
13 Radlagergehäuse
5 14 Fahrwerkslängsachse
15 Fahrwerkshochachse
16 Gehäuseaußenteil
17 Gehäuseinnenteil
18 Bolzen
10 19 Blähfeder
20 Erste Kammer
21 Zweite Kammer
22 Ringkanal
23 Erstes Drehgelenk
15 24 Zweites Drehgelenk
25 Drittes Drehgelenk
26 Pneumatischer Muskel
27 Hebel
28 Erste Kulisse
20 29 Zweite Kulisse
30 Erster Kulissenstein
31 Zweiter Kulissenstein
32 Erster Kolben
33 Zweiter Kolben
25 34 Dritter Kolben
35 Vierter Kolben
36 Zylinderrohr
37 Bodendeckel
38 Lagerdeckel
30 39 Kolbendichtung
40 Zylinderrohrdichtung
41 Bodendeckeldichtung
42 Lagerdeckeldichtung
43 Erste Kolbenstange
35 44 Zweite Kolbenstange
45 Dritte Kolbenstange
46 Abstreifring
47 Lagerbuchse
48 Erste Ausnehmung
40 49 Zweite Ausnehmung
50 Dritte Ausnehmung
51 Vierte Ausnehmung
52 Fünfte Ausnehmung
53 Sechste Ausnehmung
45 54 Erster Anschluss
55 Zweiter Anschluss
56 Dritter Anschluss
57 Erste Kolbenfläche
58 Zweite Kolbenfläche
50 59 Dritte Kolbenfläche
60 Vierte Kolbenfläche
61 Fünfte Kolbenfläche
62 Sechste Kolbenfläche
63 Erste Kolbenkraft
55 64 Zweite Kolbenkraft
65 Dritte Kolbenkraft
66 Primärzylinder
67 Sekundärzylinder

- 68 Erster Primäranschluss
- 69 Zweiter Primäranschluss
- 70 Sekundäranschluss
- 71 Gehäuse
- 72 Erste Armatur
- 73 Zweite Armatur
- 74 Gummimembran

Patentansprüche

1. Fahrwerk für ein Schienenfahrzeug, mit zumindest einem ersten Räderpaar bzw. zumindest einem ersten Radsatz sowie mit einer aktiven Radsteuerung bzw. Radsatzsteuerung, wobei auf dem Fahrwerk zumindest eine Aktuatoreinheit (4) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Fahrwerk in wirkungsmäßiger Parallelschaltung zu der Aktuatoreinheit (4) zumindest ein passives Elastiklager (5) mit frequenz- und amplitudenabhängiger statischer und erhöhter dynamischer Steifigkeit bezüglich einer Räderpaarführung bzw. Radsatzführung angeordnet ist, dass die Aktuatoreinheit (4), quasistatisch belastet, eine Stellfunktion auf die Position und insbesondere die Lage des ersten Räderpaares (2) bzw. des ersten Radsatzes ausübt, und dass das Elastiklager (5) das erste Räderpaar (2) bzw. den ersten Radsatz mit einer dynamischen Steifigkeit ankopplett.
2. Fahrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatoreinheit (4) das erste Räderpaar (2) bzw. den ersten Radsatz an einen Fahrwerksrahmen (1) koppelt.
3. Fahrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatoreinheit (4) und das Elastiklager (5) das erste Räderpaar (2) bzw. den ersten Radsatz an ein zweites Räderpaar (3) bzw. einen zweiten Radsatz koppeln.
4. Fahrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatoreinheit (4) zumindest einen pneumatischen Aktuator (6) aufweist.
5. Fahrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatoreinheit (4) zumindest einen ersten hydraulischen Aktuator aufweist.
6. Fahrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatoreinheit (4) zumindest einen zweiten hydraulischen Aktuator (7) aufweist, der einem Druckübersetzer (8) nachgeschaltet ist, wobei der Druckübersetzer (8) einen pneumatischen Druck in einen hydraulischen Druck übersetzt und mit dem hydraulischen Druck der zweite hydraulische Aktuator (7) gespeist wird.

Claims

1. Running gear for a rail vehicle, having at least a first pair of wheels or at least a first wheelset, and an active wheel control system or wheelset control system, **wherein** at least one actuator unit (4) is arranged on the running gear, **characterised in that** connected operatively parallel to the actuator unit (4), at least one passive resilient bearing (5) which has increased dynamic stiffness and frequency- and amplitude-dependent static stiffness is arranged with respect to a wheel pair guidance or wheel set guidance, **in that** the actuator unit (4), which is under quasi-static load, exerts an actuating function on the position and in particular the orientation of the first pair of wheels (2) or the first wheelset, and **in that** the resilient bearing (5) couples the first pair of wheels (2) or the first wheelset with a dynamic stiffness.
2. Running gear according to claim 1, **characterised in that** the actuator unit (4) couples the first wheel pair (2) or the first wheelset to a running gear frame (1).
3. Running gear according to claim 1, **characterised in that** the actuator unit (4) and the resilient bearing (5) couple the first wheel pair (2) or the first wheelset to a second wheel pair (3) or a second wheelset.
4. Running gear according to claim 1, **characterised in that** the actuator unit (4) has at least one pneumatic actuator (6).
5. Running gear according to claim 1, **characterised in that** the actuator unit (4) has at least one first hydraulic actuator.
6. Running gear according to claim 1, **characterised in that** the actuator unit (4) has at least one second hydraulic actuator (7) that is connected downstream of a pressure converter (8), wherein the pressure converter (8) converts a pneumatic pressure into a hydraulic pressure, and the second hydraulic actuator (7) is fed by the hydraulic pressure.

Revendications

1. Bogie pour véhicule ferroviaire, comportant au moins une première paire de roues respectivement au moins un jeu de roues ainsi qu'une commande active des roues respectivement une commande de jeu de roues, au moins une unité d'actionnement (4) étant disposée sur le bogie, **caractérisé en ce que**, sur le bogie, en commutation fonctionnellement parallèle par rapport à l'unité d'actionnement (4), au

moins un palier élastique passif (5) à rigidité statique et dynamique élevée dépendant des fréquence et amplitude par rapport à un guidage de paire de roues respectivement de jeu de roues est prévu, **en ce que** l'unité d'actionnement (4), sous charge quasi-statique, exerce une fonctionnalité d'actionnement sur la position et notamment sur l'emplacement de la première paire de roues (2) respectivement du premier jeu de roues, et **en ce que** le palier élastique (5) raccorde la première paire de roues (2) respectivement le premier jeu de roues avec une rigidité dynamique.

2. Bogie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité d'actionnement (4) raccorde la première paire de roues (2) respectivement le premier jeu de roues à un châssis de bogie (1). 5
3. Bogie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité d'actionnement (4) et le palier élastique (5) raccordent la première paire de roues (2) respectivement le premier jeu de roues à une deuxième paire de roues (3) respectivement un deuxième jeu de roues. 10
4. Bogie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité d'actionnement (4) comporte au moins un actionneur pneumatique (6). 25
5. Bogie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité d'actionnement (4) comporte au moins un premier actionneur hydraulique. 30
6. Bogie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité d'actionnement (4) comporte au moins un deuxième actionneur hydraulique (7) en aval d'un transformateur de pression (8), le transformateur de pression (8) transformant une pression pneumatique en une pression hydraulique et cette pression hydraulique alimentant le deuxième actionneur hydraulique (7). 40

45

50

55

FIG 1

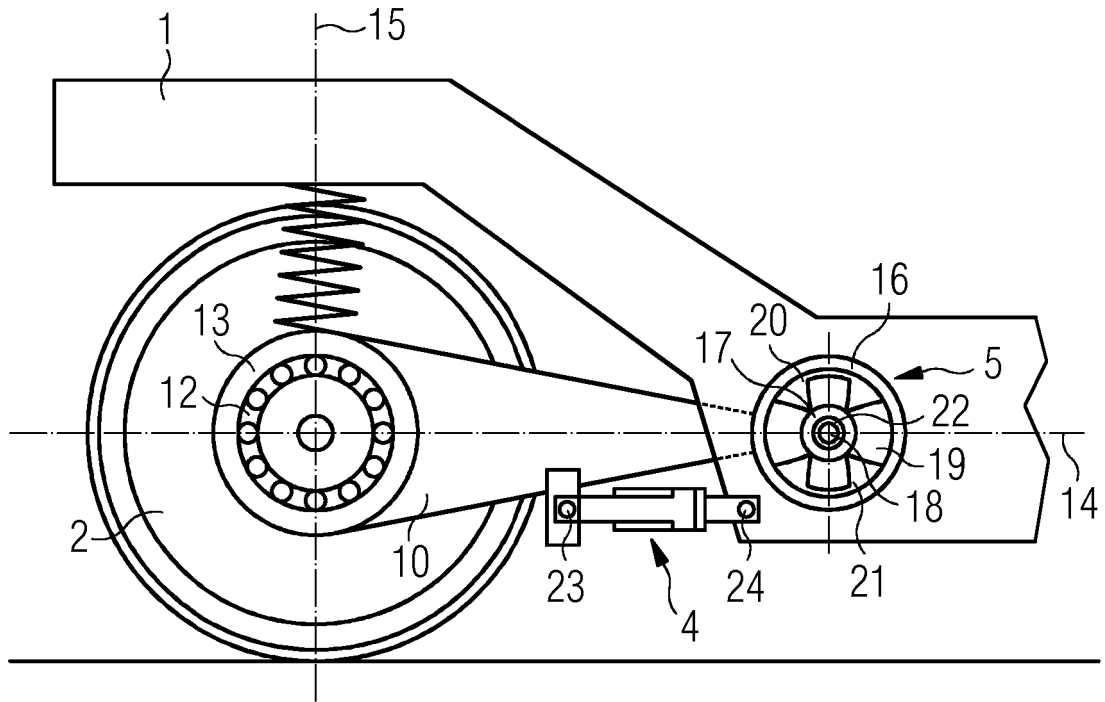


FIG 2

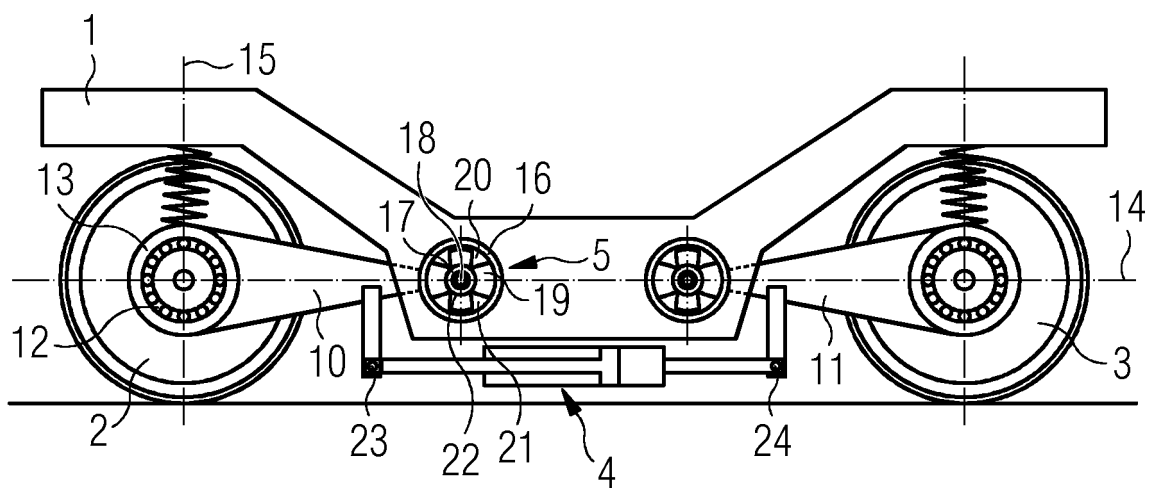


FIG 3

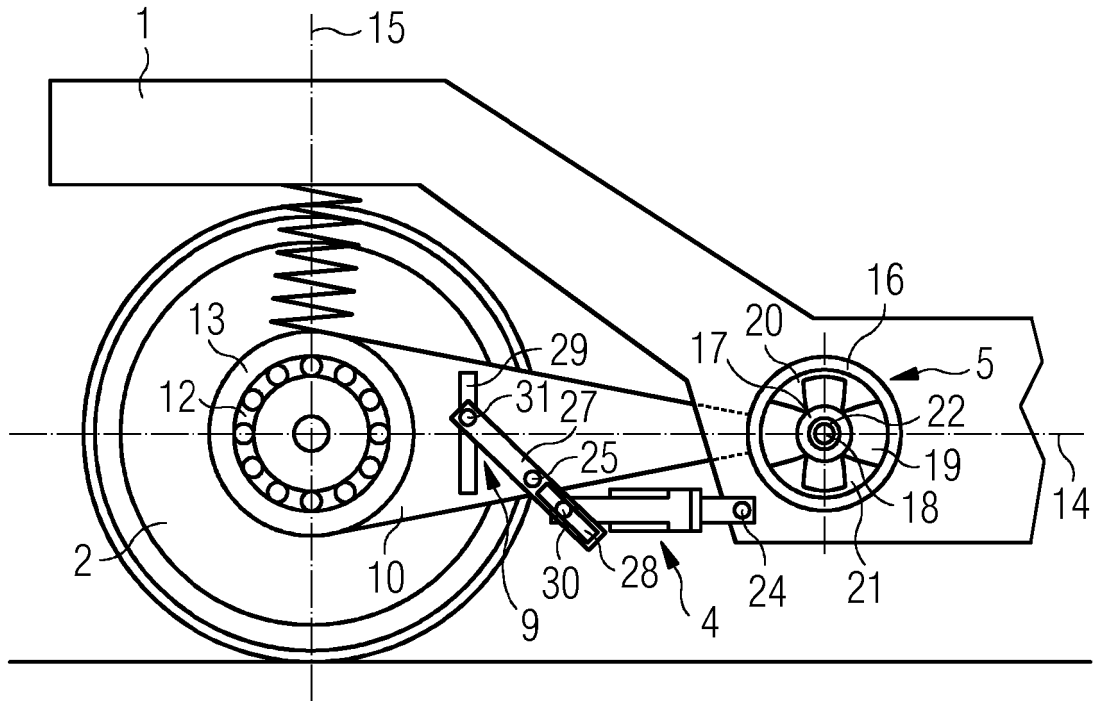


FIG 4

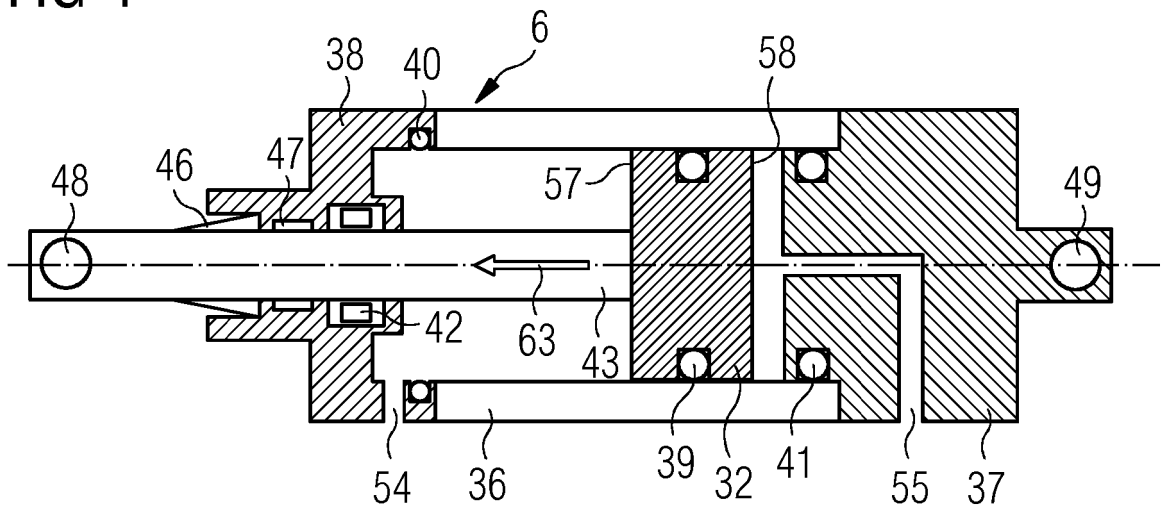


FIG 5

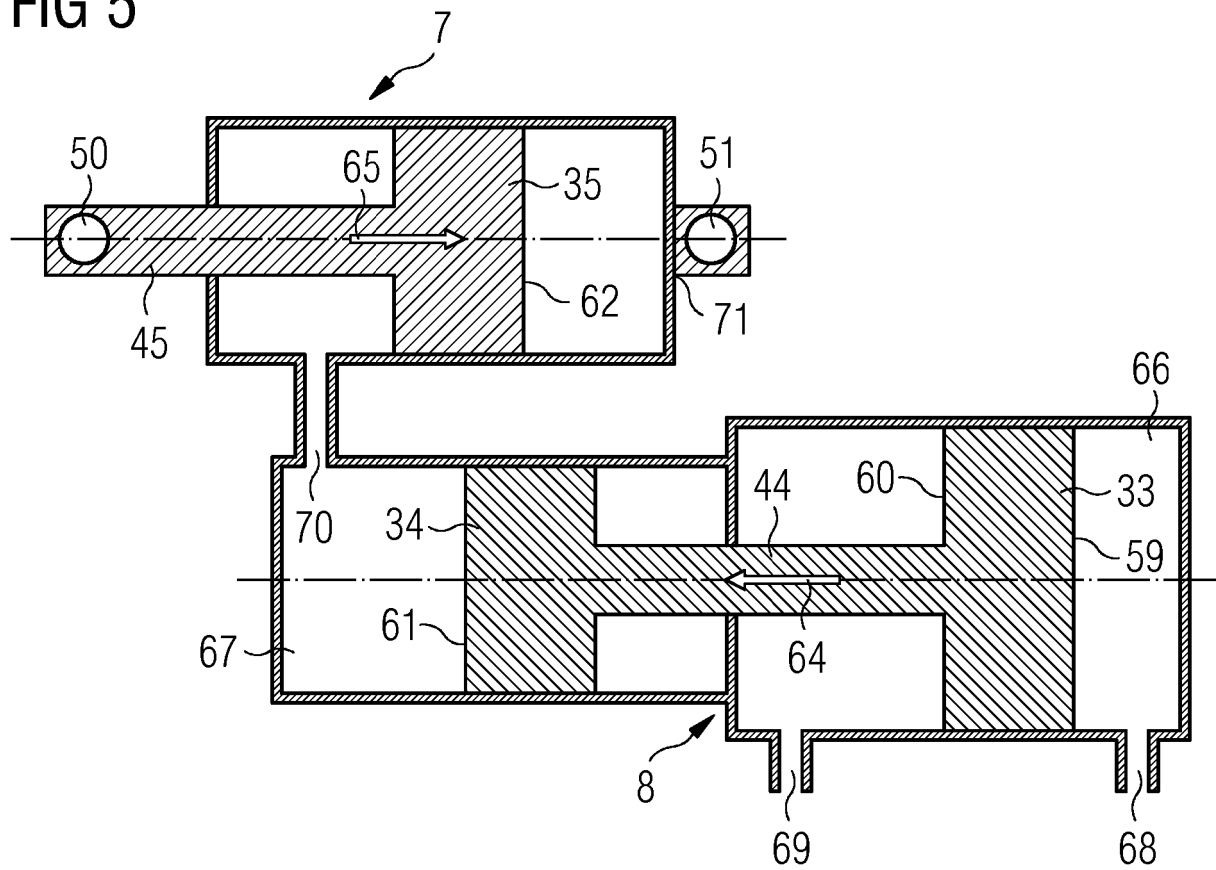
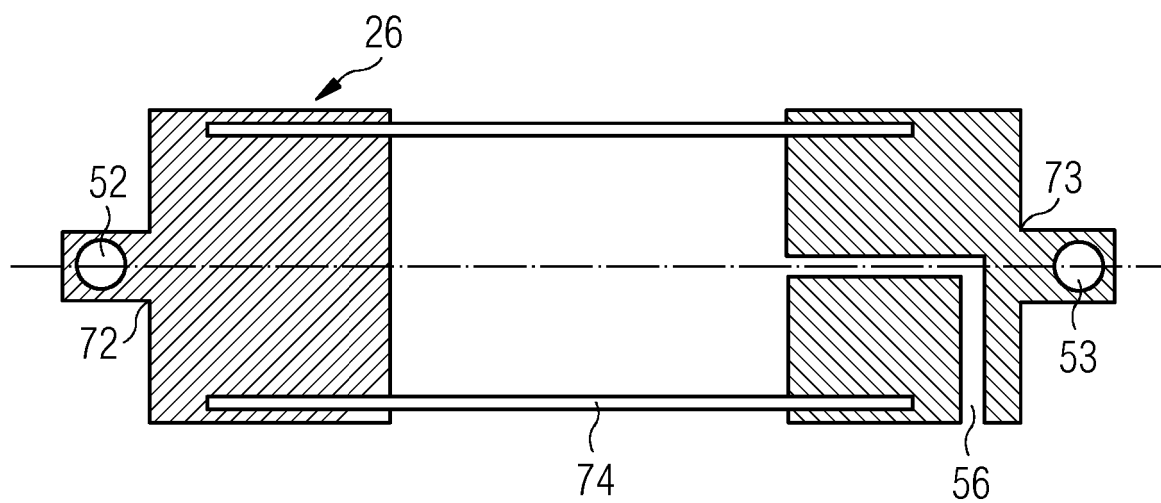


FIG 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009041110 A1 [0005] [0008]
- EP 0870664 B1 [0009]
- EP 0759390 B1 [0010]