



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 381 761 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.10.2018 Patentblatt 2018/40

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

(21) Anmeldenummer: **18157563.0**

(22) Anmeldetag: **20.02.2018**

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

Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(30) Priorität: **27.03.2017 DE 102017002926**

(71) Anmelder: **Liebherr-Transportation Systems
GmbH & Co. KG
2100 Korneuburg (AT)**

(72) Erfinder: **Schneider, Richard
8224 Löhningen (CH)**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)**

(54) AKTUATOR ZUM STEUERN EINES RADSATZES EINES SCHIENENFAHRZEUGS

(57) Die Erfindung betrifft einen Aktuator zum Steuern eines Radsatzes eines Schienenfahrzeugs, umfassend: einen Achskörper zum Befestigen an einem Fahrwerk oder einem Radsatzlagergehäuse des Schienenfahrzeugs, einen Gleichlaufzylinder, der in dem Achskörper vorgesehen ist und eine Kolbenfläche umfasst, die an jeder ihrer beiden flächigen Seiten eine den Achskör-

per durchstoßende Kolbenstange aufweist, und ein Gehäuse, das in Entsprechung mit einer Bewegung des Gleichlaufzylinders in Bezug auf den Achskörper bewegbar ist, wobei vorzugsweise an dem von der Kolbenfläche abgewandten Ende einer jeweiligen Kolbenstange ein Kolbenfederelement angeordnet ist, das die jeweilige Kolbenstange mit dem Gehäuse verbindet.

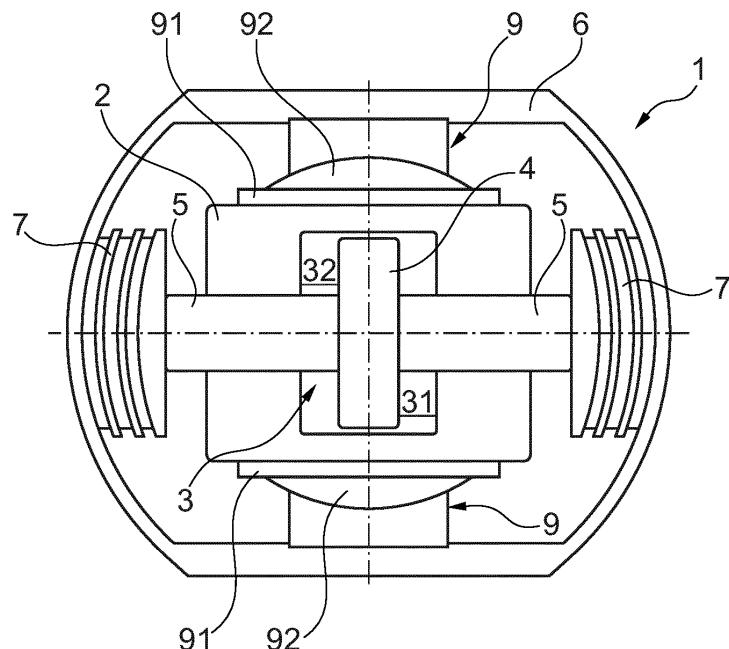


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Aktuator zum Steuern eines Radsatzes eines Schienenfahrzeugs, ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs mit einem solchen Aktuator sowie ein Verfahren zum Betreiben des Aktuators.

5 [0002] Bei Schienenfahrzeugen ist es notwendig, die typischerweise über eine Welle starr gekoppelten Räder eines Radsatzes bei einer Kurvenfahrt gegenüber dem Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs zu verschwenken. Im Stand der Technik sind dafür sogenannte Radsatzführungselemente vorgesehen, die in der Regel aus Gummimetallementen bestehen.

10 [0003] Fig. 1 und Fig. 2 zeigen dabei die unterschiedlichen Stellungen eines Aktuators zum Steuern eines Radsatzes eines Schienenfahrzeugs bei einem Geradeauslauf und einer Kurvenfahrt zum besseren Verständnis der vorliegenden Thematik.

15 [0004] Für den in Fig. 1 dargestellten Geradeauslauf ist es von Vorteil, wenn der Aktuator den Radsatz starr an den Fahrwerksrahmen koppelt. Im Gegensatz dazu ist bei einer Kurvenfahrt erforderlich, dass der Aktuator den Radsatz gegenüber dem Fahrwerksrahmen verschwenkt, um ein möglichst verschleißarmes Befahren der Gleise zu gewährleisten.

20 [0005] Im Stand der Technik vorhandene Aktuatoren weisen einen beschränkten Hub auf, der für ein zufriedenstellendes Verschwenken eines Radsatzes nicht ausreicht. Weiter weisen solche Aktuatoren hohe Längssteifigkeiten auf, die hohe Steuerkräfte nach sich ziehen. Auch reduziert die Koppelung von Längs- und Quersteifigkeit von im Stand der Technik bekannten Aktuatoren die Flexibilität der Nachbildung von spezifischen Fahrwerkseigenschaften. Bei Aktuatoren, die mit Hydraulikleitungen versehen sind, steigt auch das Risiko einer Leckage. Zudem ist die Kraft eines solchen Aktuators in Folge der Beanspruchung der Gummiteile in dem Aktuator typischerweise begrenzt.

25 [0006] Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung die vorstehend aufgeführten Nachteile eines aus dem Stand der Technik bekannten Aktuators zum Steuern eines Radsatzes eines Schienenfahrzeugs zu überwinden.

30 [0007] Dies gelingt mit einem Aktuator, der sämtliche Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Ein solcher Aktuator umfasst einen Achskörper zum Befestigen an einem Fahrwerk oder einem Radsatzlagergehäuse des Schienenfahrzeugs, einen Gleichlaufzylinder, der in dem Achskörper vorgesehen ist und eine Kolbenfläche umfasst, die an jeder ihrer beiden flächigen Seiten eine den Achskörper durchstoßende Kolbenstange aufweist und ein Gehäuse, dass in Entsprechung mit einer Bewegung des Gleichlaufzylinders in Bezug auf den Achskörper bewegbar ist, wobei vorzugsweise an dem von der Kolbenfläche abgewandten Ende einer jeweiligen Kolbenstange ein Kolbenfederelement angeordnet ist, das die jeweilige Kolbenstange mit dem Gehäuse verbindet.

35 [0008] Dem Aktuator ist es demnach möglich, durch das Verstellen des Gleichlaufzylinders, bzw. das Verfahren der Kolbenstangen eine Bewegung des Gehäuses hervorzurufen, die wiederum dazu genutzt wird, eine Verschwenkbewegung des Radsatzes hervorzurufen. Dabei ist der Achskörper in der Regel ortsfest an dem Fahrwerk befestigt, sodass eine Relativbewegung des Gehäuses gegenüber dem Achskörper für einen Hub zum Auslenken eines Radsatzes nutzbar ist.

40 [0009] Nach einer optionalen Modifikation der Erfindung weist der Achskörper eine im Wesentlichen längliche Form auf und der Gleichlaufzylinder ist vorzugsweise in der Längsmitte des Achskörpers angeordnet.

45 [0010] Dabei kann vorgesehen sein, dass die beiden Kolbenstangen senkrecht zur Längsrichtung des Achskörpers orientiert sind.

50 [0011] Nach einer weiteren Fortbildung der Erfindung ist das an einer jeweiligen Kolbenstange angeordnete Kolbenfederelement eine Gummischichtfeder, die vorzugsweise zylindrisch geformt ist und/oder deren Schichten parallel zur Längsrichtung der jeweiligen Kolbenstange gestapelt sind. Eine solche Gummischichtfeder ist dazu ausgestaltet die Längssteifigkeit der Radsatzführung nachzubilden bzw. zu bestimmen. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass eine solche Gummischichtfeder über eine Lagerhülse vorgespannt eingebaut ist. Weiter können solche Gummischichtfedern eine sehr niedrige Schubsteifigkeit aufweisen, sodass das Radsatzlagergehäuse Bewegungen senkrecht zur Längsachse des Kolbens ohne wesentliche Belastung der Kolbenstange und deren Führung ausgeübt werden kann. Beim korrekt orientierten Einbau eines Aktuators in ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs ist es demnach möglich, eine Querbewegung des Radsatzes ohne wesentliche Belastung der Kolbenstange durchzuführen, wohingegen in Längsrichtung eine gewünschte Federkraft wirkt.

55 [0012] Dabei ist ferner möglich, dass das Gehäuse entweder in einem Achslenker eingepresst oder direkt mit einem Radsatzlagergehäuse verbunden, beispielsweise verschraubt, ist. Ferner kann es jedoch auch direkt im Radsatzlagergehäuse integriert sein.

[0013] Nach einer weiteren Fortbildung der Erfindung umfasst der Aktuator mindestens ein Achskörperfederelement, das zwischen dem Achskörper und dem Gehäuse angeordnet ist, wobei die Hauptfederrichtung des Achskörperfederelements parallel zu einer Längsrichtung des Achskörpers orientiert ist und vorzugsweise das Achskörperfederelement eine Gummischichtfeder ist, deren Schichten parallel zur Längsrichtung des Achskörpers gestapelt sind. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Achskörper rotationssymmetrisch zu seiner Längsachse ist. Auch kann der Achskörper spiegelsymmetrisch zu einer Ebene sein, die senkrecht zu der Längsachse des Achskörpers ist.

[0014] In einem korrekt orientierten, eingebauten Zustand des Aktuators bildet das Achskörperfederelement die Quersteifigkeit der Radsatzführung nach oder bestimmt diese. Von Vorteil ist, wenn ein solches Achskörperfederelement in einer zur Hauptfederrichtung senkrechten Richtung sehr weich ist, damit der Aktuator hohe Stellwege bei einem niedrigen Kraftverbrauch vornehmen kann.

5 **[0015]** Ferner kann dabei vorgesehen sein, dass ein Paar von Achskörperfederelementen auf nur einer Seite der durch die Kolbenstange und eine Längsrichtung des Achskörpers definierten Ebene vorgesehen ist und so angeordnet ist, dass es eine in Längsrichtung des Achskörpers gerichtete Bewegung des Gehäuses gegenüber dem Achskörper federt. Dies entspricht in einem eingebauten Zustand des Aktuators der Federung einer Querbewegung des Fahrwerks gegenüber dem Radsatz.

10 **[0016]** Nach einer weiteren optionalen Modifikation der Erfindung weist der Aktuator ein Gleitelement zum gleitenden Lagern des Gehäuses an dem Achskörper in einer durch die Längsrichtung der Kolbenstange und einer Längsrichtung des Achskörper definierten Ebene auf, wobei vorzugsweise ein erstes Gleitelement auf einer ersten Seite der durch die Längsrichtung der Kolbenstange und eine Längsrichtung des Achskörpers definierten Ebene und ein zweites Gleitelement auf der anderen zweiten Seite der Ebene vorgesehen ist. Durch das Gleitelement ist es möglich, das Gehäuse in 15 Bezug auf den Achskörper in eine Längsrichtung der Kolbenstange zu bewegen. In einem eingebauten Zustand des Aktuators entspricht diese Bewegungsrichtung einer Längsrichtung.

20 **[0017]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist das Gleitelement eine ebene Gleitfläche auf, um eine Bewegung in Längsrichtung der Kolbenstange zu erlauben, wobei vorzugsweise ein kreissegmentförmiges Element vorgesehen ist, um eine Drehung um eine Senkrechte zu der durch die Längsrichtung der Kolbenstange und die Längsrichtung des Achskörpers definierten Ebene zu erlauben.

25 **[0018]** Dadurch ist es möglich, möglichst verschleißfreie Bewegungen bei niedrigen Reibwerten zu erhalten. Ferner kann vorgesehen sein, dass das Gleitelement radial vorgespannt ist. Weiter kann nach einer Version der Erfindung das Gleitelement ebenfalls in Form einer Gummischichtfeder ausgeführt sein, ähnlich zu einer solchen Gummischichtfeder wie sie auch bei den Kolbenfederelementen zum Einsatz kommen kann.

30 **[0019]** Vorzugsweise umfasst der Aktuator ferner einen Weggeber, der mit einer Kolbenstange und dem Achskörper zusammenwirkt, um den Versatz des Gleichlaufzylinders aus einer Nullstellung zu bestimmen. Nach einer weiteren optionalen Fortbildung der Erfindung umfasst der Aktuator ferner ein Ventil, das die beiden Kammern des Gleichlaufzylinders miteinander verbindet, und eine Ventilsteuierung, die dazu ausgelegt ist, ein Verstellen des Gleichlaufzylinders nur durch eine Schließen und ein Öffnen des Ventils zu erreichen, indem das Strömen eines Hydraulikfluids aus der einen Kammer in die andere Kammer nur in eine der gewünschten Verstellbewegung entsprechende Richtung zugelassen wird, wobei vorzugsweise der Aktuator keine Hydraulikeinheit zum aktiven Betätigen des Gleichlaufzylinders heranzieht oder aufweist.

35 **[0020]** Das Ventil kann beispielsweise so geschaltet werden, dass es ein Hydraulikfluid von der einen Kammer nur in die andere Kammer strömen lässt, ein Zurückströmen von der anderen Kammer in die eine Kammer jedoch nicht möglich ist. Wirken dann äußere Kräfte auf die Kolbenstange, die eine entsprechende Hydraulikfluidströmung erzeugen, wird der Aktuator in die gewünschte Position gebracht. Damit kann mit dem Gleichlaufzylinder nur indirekt bzw. passiv Kräfte erzeugt werden.

40 **[0021]** Nach einer weiteren optionalem Modifikation der Erfindung ist das Ventil des Aktuators mit einem weiteren Gleichlaufzylinder eines voraus oder nachlaufenden Aktuators gekoppelt, wobei die Ventilsteuierung dazu ausgelegt ist, bei Bedarf die Hydraulikfluidströmung des nachlaufenden Aktuators für das Verstellen des vorlaufenden Aktuators zu nutzen, wobei vorzugsweise weder der nachlaufende noch der vorlaufende Aktuator eine Hydraulikeinheit zum aktiven Betätigen des Gleichlaufzylinders heranzieht oder aufweist. Typischerweise gibt es bei einem Schienenfahrzeug mehrere Radsätze, die zueinander nachlaufend oder laufend angeordnet sind. Dabei kann es von Vorteil sein, den Aktuator eines zugehörigen Radsatzes mit einem vorlaufenden oder nachlaufenden Aktuator zu koppeln.

45 **[0022]** Nach einer Fortbildung der Erfindung umfasst der Aktuator ferner eine Hydraulikeinheit zum Betätigen eines Gleichlaufzylinders, wobei die Hydraulikeinheit vorzugsweise am Fahrwerk und/oder stirnseitig an einem Längsende des Achskörpers angeordnet ist.

50 **[0023]** Weiter kann vorgesehen sein, dass der Aktuator ferner eine Energieerzeugungseinheit zum Versorgen des Aktuators mit Energie umfasst, die eine Energie unter Ausnutzung von bei einer Fahrt des Schienenfahrzeugs auftretenden Druckänderungen in dem Gleichlaufzylinder oder darauf basierender Hydraulikfluidströmungen des Gleichlaufzylinders erzeugt. Ferner kann auch vorgesehen sein, dass die so erzeugte Energie in einer Energiespeichereinheit gespeichert wird und nur bei Bedarf dem Aktuator zugeführt wird.

55 **[0024]** Da auch bei einer Geradeausfahrt eines Schienenfahrzeugs der Radsatz eine geringe kontinuierliche Schlingerbewegung in Fahrtrichtung vollzieht (sogenannter Sinuslauf) erfährt ein mit dem Radsatz in Verbindung stehender Aktuator Druckänderungen in seinem Gleichlaufzylinder, welche als Energiequelle genutzt werden können. Über einen Generator, der die Druckänderungen bzw. die hierauf basierenden Hydraulikfluidströmungen für die Energiegewinnung nutzt, kann eine Batterie geladen werden, welche die Stromversorgung des Aktuators sowie der weiteren optionalen Bauteile des Aktuators wie eine Elektronik, eine Sensorik, Ventile oder eine Hydraulikeinheit übernimmt. Die Energie-

erzeugungseinheit ist demnach dazu ausgelegt, Druckänderungen in dem Gleichlaufzylinder in elektrische Energie umzuwandeln.

[0025] Alternativ oder zusätzlich kann die Energieerzeugungseinheit dazu ausgelegt sein, eine aufgrund von Druckänderungen in dem Gleichlaufzylinder auftretende Hydraulikfluidströmung in elektrische Energie umzuwandeln. Ist ein Ventil zwischen den einzelnen Kammern des Gleichlaufzylinders geschaltet, das diese Kammern miteinander verbinden kann, kann durch eine entsprechende Ventilbetätigung eine energieerzeugende Druckänderung hervorgerufen werden. Ferner kann vorgesehen sein, dass die Energieerzeugungseinheit im Aktuatorgehäuse selbst oder zentral in einem Fahrwerk des Schienenfahrzeugs angeordnet ist. Selbiges gilt für die Energiespeichereinheit. Insbesondere bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten eines Schienenfahrzeugs offenbart die Energieerzeugungseinheit aufgrund der Druckänderungen des Gleichlaufzylinders seine Stärken und liefert überzeugende Ergebnisse.

[0026] Die Erfindung betrifft ferner ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs mit einem Aktuator nach einer der vorstehend aufgeführten Varianten, wobei der Achskörper des Aktuators mit dem Fahrwerk starr verbunden ist und das Gehäuse des Aktuator in einen Achslenker eingepresst, mit einem Radsatzlagergehäuse verbunden oder in ein Radsatzlagergehäuse integriert ist.

[0027] Nach einer Fortbildung des Fahrwerks ist nur ein Aktuator pro Radsatz vorgesehen und/oder der Aktuator weist in einem nicht betätigten Zustand eine so hohe Eigendämpfung auf, die ein selbstdämpfendes Ausrichten des Radsatzes beim Befahren einer geraden Schienenstrecke erlaubt.

[0028] Weiter ist von Vorteil, wenn der Aktuator auf derjenigen Seite eines Radsatzes angeordnet ist, die zu einem Antrieb der Welle des Radsatzes entfernt ist.

[0029] Die Erfindung betrifft ferner eine Verfahren zum Betreiben eines Aktuators, der dazu ausgelegt ist, einen Radsatz eines Schienenfahrzeugs zu steuern, insbesondere ein solcher Aktuator nach einem der vorhergehenden Varianten, wobei in dem Verfahren das Verstellen des Aktuators zum Verschwenken des Radsatzes auf Grundlage eines Ausdrehwinkels des Fahrwerks gegenüber einem durch das Fahrwerk getragenen Wagenkastens durchgeführt wird, und das auf dem Ausdrehwinkel basierende Verstellen des Aktuators erst nach Überschreiten eines ersten Schwellenwerts des Ausdrehwinkels erfolgt, wobei vorzugsweise das Verstellen des Aktuators proportional zu dem Ausdrehwinkel erfolgt.

[0030] Der Ausdrehwinkel des Fahrwerks gegenüber dem Wagenkasten beschreibt dabei einen Winkelversatz den das Fahrwerk zu dem Wagenkasten einnimmt, wenn das Schienenfahrzeug eine Kurve fährt. In Abhängigkeit dieses Drehwinkels wird erst nach Überschreiten eines ersten Schwellenwertes der Radsatz durch den Aktuator angesteuert.

[0031] Dies ist insbesondere von Vorteil bei den bei einem Geradeauslauf typischerweise auftretenden Sinuslauf, der Schlingerbewegung der Radsätze, da es in diesem Zustand vorteilhaft ist, die Aktuatoren nicht auf Grundlage eines Ausdrehwinkels des Fahrwerks anzusteuern. Es ist vielmehr von Vorteil in einem solchen Zustand eine starre Lagerung des Radsatzes vorzusehen. Erst bei Überschreiten des Schwellenwerts wird dann der Radsatz angesteuert, so dass ein Ansteuern des Aktuators erst bei einer Kurvenfahrt erfolgt.

[0032] Nach einer Fortbildung des Verfahrens ist der Aktuator zum Verschwenken des Radsatzes mit einem weiteren voraus- oder nachlaufenden Aktuator des Schienenfahrzeugs verbunden, wobei der nachlaufende Aktuator auf Grundlage der Verstellbewegungen des vorauslaufenden Aktuators verstellt wird, um systembedingte Verzögerungen beim Verstellen des nachlaufenden Aktuators zu eliminieren. Insgesamt ist somit ein noch schnelleres Verstellen des Radsatzes auf das Gleis möglich.

[0033] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Es zeigen:

Fig. 1: eine optimale Aktuatorstellung eines Radsatzes bei einer Geradeausfahrt eines Schienenfahrzeugs,

Fig. 2: eine optimale Stellung eines Aktuators bei einer Kurvenfahrt,

Fig. 3: eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Aktuators, deren Schnittebene in einem eingebauten Zustand die Längs- und Höhenrichtung ist,

Fig. 4: eine teilweise Schnittansicht des erfindungsgemäßen Aktuators, dessen Schnittebene in einem eingebauten Zustand der Längs- und Breitenrichtung entspricht,

Fig. 5: eine Schnittansicht des erfindungsgemäßen Aktuators, dessen Schnittebene der Breiten- und Höhenrichtung in einem eingebauten Zustand des Aktuators entspricht,

Fig. 6: ein Strukturbild, das die Anordnung des Aktuators in einem Fahrwerk zeigt,

Fig. 7: eine Strukturzeichnung, die die Anordnung eines erfindungsgemäßen Aktuators in einem Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs darstellt, und

Fig. 8: eine Funktionszeichnung zur Darstellung der Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Aktuators.

[0034] Fig. 1 zeigt die schematische Darstellung zweier Radsätze 50 eines Fahrwerks 100, die jeweils mit mehreren Aktuatoren 1 bei einem Geradeauslauf des Schienenfahrzeugs gehalten werden. Schematisch ist auch dabei der bei einem Schienenfahrzeug typische Sinuslauf bei einer Geradeausfahrt eingezeichnet, der aufgrund der Konizität der Räder des Radsatzes auftritt.

[0035] Fig. 2 zeigt ebenfalls eine schematische Darstellung bei einer Kurvenfahrt eines Schienenfahrzeugs, bei der die Aktuatoren 1 eines Radsatzes 50 den Radsatz 50 gegenüber dem Fahrwerk 100 eines Schienenfahrzeugs verschwenken.

[0036] Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht des erfindungsgemäßen Aktuators in der X-Z-Ebene bei einem korrekt orientierten Einbau in ein Schienenfahrzeug. Die X-Ebene entspricht dann dabei der Längsrichtung eines Schienenfahrzeugs, die bei einer Geradeausfahrt der Vorwärtsrichtung entspricht. Die Z-Richtung ist dabei die Höhenrichtung des Schienenfahrzeugs. Die Y-Richtung ist die aus der Blattebene heraustrretende Richtung, die senkrecht zur X und Z-Richtung ist und beschreibt dabei die Breitenrichtung eines Schienenfahrzeugs. Die Schnittansicht der Fig. 3 zeigt einen Aktuator 1, der einen in Y-Richtung verlaufenden Achskörper 2 aufweist. Dieser Achskörper 2 besitzt in einem mittleren Abschnitt einen Zylinder 3, der in Form eines Gleichlaufzylinders ausgebildet ist. Ferner erkennt man, dass der Achskörper 2 rotationssymmetrisch zu seiner Längsachse ausgebildet ist. Zudem ist der Achskörper 2 spiegelsymmetrisch zu einer Ebene, die senkrecht zu seiner Längsrichtung orientiert ist.

[0037] Die Kolbenfläche 4 des Zylinders 3 besitzt an jeder ihrer beiden flächigen Seiten eine Kolbenstange 5, die den Achskörper 2 durchstößt. Die Kolbenstangen 5 sind dabei in X-Richtung orientiert. An den außerhalb des Achskörpers 2 angeordneten Enden der jeweiligen Kolbenstange 5 ist ein Kolbenstangenfederelement 7 angeordnet, das mit einem Gehäuse 6 des Aktuators 1 in Verbindung steht.

[0038] Die in dem Achskörper 2 gebildeten Zylinderkammern 31, 32 sind dabei durch die Kolbenfläche 4 des Gleichlaufzylinders 3 voneinander getrennt. Mithilfe von nicht dargestellten Zuleitungen in die Zylinderkammern 31, 32 bzw. entsprechende Ableitungen aus den Zylinderkammern 31, 32 ist ein Verschieben des Zylinders 3 in X-Richtung, die senkrecht zur Längsrichtung des Achskörpers 2 ist (Y-Richtung), möglich. Dadurch wird nicht nur die Kolbenstange 5 und das an einer Stirnseite der Kolbenstange 5 angeordnete Kolbenstangenfederelement 7 verschoben, sondern auch das mit den Kolbenstangenfederelementen 7 in Verbindung stehende Gehäuse 6. Dieses gleitet über ein Gleitelement 9 in X-Richtung entlang des Achskörpers 2.

[0039] Dabei können mehrere Gleitelemente 9 vorgesehen sein, die vorzugsweise in Höhenrichtung (Z-Richtung), voneinander versetzt angeordnet sind. Ein jedes Gleitelement 9 kann dabei ein kreissegmentförmiges Element 92 und eine Gleitplatte 91 aufweisen, sodass auch eine Drehung des Gehäuses 6 um die Z-Achse (Höhenrichtung) möglich ist.

[0040] Das Kolbenstangenfederelement 7 ist in der Darstellung eine Gummischichtfeder, die dazu ausgelegt ist, die Längssteifigkeit der Radsatzführung nachzubilden bzw. zu bestimmen. Diese kann zylindrisch geformt sein und ist über eine Lagerhülse vorgespannt eingebaut. Weiter weist das Kolbenfederelement 7 eine sehr niedrige Schubsteifigkeit auf, sodass das Radsatzlagergehäuse die Bewegungen um die Y-Achse sowie die Querbewegungen ohne wesentliche Belastung der Kolbenstange 5 und deren Führungen durch den Achskörper 2 ausüben kann.

[0041] Durch das Bewegen des Gleichlaufzylinders 3 in X-Richtung bewegt sich demnach nicht nur die zugehörige Kolbenstange 5 und das Kolbenfederelement 7 sondern auch das an dem Kolbenfederelement 7 angeordnete Gehäuse 6. Das Gleitelement 9, das sowohl an einer Ober- und einer Unterseite des Achskörpers 2 in Z-Richtung vorgesehen sein kann, unterstützt dabei die Bewegungsfreiheit des Gehäuses in der X-Richtung sowie für eine Drehung um die Z-Achse.

[0042] Fig. 4 zeigt eine Teil-Schnittansicht in der X-Y-Ebene. Bei einer bestimmungsgemäßen Orientierung des Aktuators 1 entspricht die X-Y-Ebene einer Draufsicht auf den teilweise freigeschnittenen Aktuator 1.

[0043] Man erkennt, dass aus dem Gehäuse 6 zu beiden Seiten Abschnitte des Achskörpers 2 hinausragen, die für eine Befestigung an einem Fahrwerksrahmen vorgesehen sind. Durch die feste Anbindung des Achskörpers 2 an einem Fahrwerk und die Möglichkeit der Zylinderbewegung bezgl. des Achskörpers 2 ergibt sich die erforderliche Relativbewegung des Aktuators 1 gegenüber dem Fahrwerk, die zu einem Verschwenken des Radsatzes gegenüber dem Fahrwerk genutzt wird. Senkrecht zur Y-Achse (Breitenrichtung) wird dabei der Zylinder 3 und das Gehäuse 6 entlang der X-Achse (Längsrichtung) verfahren. Neben den bereits in der Fig. 3 vorgestellten Bauteilen weist der Aktuator in dieser Darstellung einen Weggeber 10 auf, der dazu ausgelegt ist, die Stellung des Zylinders zu erfassen. Dazu ist der Weggeber 10 an dem Achskörper 2 und einen mit einer Kolbenstange 5 in Verbindung stehenden Bauteil in Verbindung gebracht.

[0044] Weiter erkennt man ein Achskörperfederelement 8, das für eine Federung zwischen dem Gehäuse 6 und dem Achskörper 2 sorgt. Die Hauptfederrichtung dieses Achskörperfederelements 8 ist dabei parallel zur Längsrichtung (Y-Richtung) des Achskörpers 2 und dient damit im Wesentlichen zum Nachbilden bzw. Bestimmen der Quersteifigkeit der Radsatzführung. Das Achskörperfederelement 8 kann dabei ebenfalls als Gummischichtfeder ausgeführt sein, welche in X-Richtung sehr weich ist, um hohe Stellwege bei einer niedrigen Aktuatorkraft zu ermöglichen. Das Achskörperfederelement 8 kann dabei paarweise in Y-Richtung versetzt zwischen dem Achskörper 2 und dem Gehäuse 6 vorgesehen

sein. Auch kann vorgesehen sein, dass die Achskörperfederelemente 8 paarweise nur oben oder nur unten (in Z-Richtung) angebracht sind. Die Anzahl und Anordnungspositionen der Achskörperfederelemente 8 werden je nach Anforderung des Aktuators vorgesehen.

[0045] Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht des Aktuators 1 in einer Y-Z-Ebene. Bei einem korrekt orientierten Einbau des Aktuators 1 in ein Schienenfahrzeug bzw. in ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs entspricht dies einer Ansicht von hinten oder von vorne.

[0046] Der Gleichlaufzylinder 3 dessen Kolbenstangen 5 nun aus der Blattebene hinein oder in die Blattebene heraus verschiebbar sind, ist im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung des Achskörpers 2 orientiert. Der Achskörper 2 weist einen Mittelabschnitt auf, der eine flanschartige Auskragung aufweist, um Anlageflächen für die mehreren Achskörperfederelemente 8 zu bilden. Ferner sind an dem Mittelabschnitt auch die Gleitelemente 9 für ein gleitendes Lagern des Gehäuses an dem Achskörper 2 vorgesehen. In dieser Ansicht erkennt man, dass das Gehäuse 6 keinen direkten Verknüpfungspunkt mit dem Achskörper 2 aufweist, sodass es gegenüber diesem verschiebbar gelagert ist. Die Position des Gehäuses 6 hängt dabei von der Position des Gleichlaufzylinders 3 gegenüber dem Achskörper 2 ab. Um die Position zu bestimmen, ist ein Weggeber 10 vorgesehen, der mit einer Kolbenstange 5 des Gleichlaufzylinders 3 zusammenwirkt, sodass die aktuelle Position des Gehäuses 6 bzw. des Kolbens des Zylinders 3 festgestellt werden kann.

[0047] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung des Aktuators, der eine Hydraulikeinheit 13 sowie ein Ventil 11 und die zugehörige Ventilsteuering 12 aufweist. Man erkennt den in den vorhergehenden Figuren beschriebenen Aktuator 1, wie er mit seinen Längsenden des Achskörpers 2 in einer starren Verbindung mit einem Fahrwerksrahmen 100 oder Fahrwerk steht. Ferner ist dabei stirnseitig an dem Achskörper 2 die Hydraulikeinheit 13 angeordnet, die über Hydraulikleitungen mit den Kammern 31, 32 des Zylinders 3 in Verbindung steht. Durch das Einpumpen des Hydraulikfluids in eine der beiden Kammern und das Ablassen von Hydraulikfluid aus der anderen Kammer kann eine Verstellbewegung des Zylinders vorgenommen werden. Diese führt dazu, dass das Radsatzlagergehäuse 120 entsprechend der Verstellbewegung des Zylinders verstellt wird. Im Ergebnis führt dies zu einem Verschwenken des Radsatzes gegenüber dem Fahrwerk 100, was bei Kurvenfahrten eines Schienenfahrzeugs von Vorteil ist.

[0048] Mit dem Bezugszeichen 14 ist eine Zustandsanzeige gekennzeichnet, die in einer Ausführungsform eine farbige LED-Leuchte sein kann. Diese ist gut sichtbar am Gehäuse des Aktuators 1 angebracht und ermöglicht eine Zustandserkennung mit Hilfe einer visuellen Kontrolle. Dabei kann vorgesehen sein, dass das Erkennungskonzept des Zustands wie folgt ausgeführt ist:

[0049] Bei einer ordnungsgemäßen Funktion leuchtet die Leuchte 14 dauerhaft grün, wobei bei einer Fehlfunktion die Farbe auf Rot wechselt. Falls eine differenzierte Diagnose anzeigbar sein soll, können weitere Farben wie z.B. orange, gelb etc. verwendet werden oder ein Nichtleuchten als weiterer Zustand genutzt werden. Als Beispiel für weitere Zustände können eine Stromausfall, ein Sensorausfall, eine Pumpenleitung in Betracht kommen.

[0050] Ferner kann auch ein drahtlos arbeitender Diagnose-Stick 15 mit einem Aktuator 1 zusammenwirken. Dieser kann als USB-Dongle mit einer WIFI-Datenübertragung Informationen auf ein mobiles Endgerät eines Technikers senden. Vorteilhaft ist, dass dies auch während einer Fahrt des Schienenfahrzeugs erfolgen kann, sodass über eine bekannte Strecke die Messgrößen des betroffenen Fahrwerks aufgezeichnet und mit entsprechenden Daten eines korrekt funktionierenden Systems verglichen werden können. Von Vorteil ist, wenn die Übertragung der Daten in den betroffenen Wagen oder einen anderen Wagen des Schienenfahrzeugs oder in den Führerstand erfolgt. Dabei können sämtliche vorhandene Daten des Systems wie Sensordaten, Ventildaten, Daten über den Motor und die Pumpe, die Stromversorgung und eine Zustandsanzeige aufgezeichnet werden. Mit Hilfe einer Diagnosesoftware können dann die Systemdaten über die Zeit bzw. der Strecke aufgezeichnet werden und mit früher gespeicherten Messdaten der gleichen Strecke bzw. desgleichen Streckenabschnitts verglichen werden. Mit Hilfe dieser Schnittstelle ist es möglich, erforderliche korrektive Eingriffe zu erkennen und frühzeitig zu planen.

[0051] Man erkennt, dass eine Energieversorgung 16 mit der Hydraulikeinheit 13 und der Ventilsteuering 12 verbunden ist, um diese Einheiten mit Energie zu versorgen.

[0052] Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung des Aktuators 1 in einem eingebauten Zustand eines Schienenfahrzeugs. Dabei ist das Fahrwerk 100 des Schienenfahrzeugs beweglich gegenüber dem Wagenkasten 110 des Schienenfahrzeugs gelagert. Bei einer Bogenfahrt wird sich das Fahrwerk 100 demnach in die Kurve bewegen, wohingegen der sehr viel längere Wagenkasten gegenüber dem Fahrwerk 100 verdreht ist. Dieser Winkel, der Ausdrehwinkel genannt wird, wird mit Hilfe einer Messvorrichtung 20 bestimmt und an den Aktuator 1 oder die mehreren Aktuatoren 1 weitergegeben. Die Radsätze eines Fahrwerks 100 werden auf Grundlage des Ausdrehwinkels, der mit Hilfe der Messeinrichtung 20 bestimmt wird, gegenüber dem Fahrwerk 100 verschwenkt.

[0053] Der Bogenradius einer Kurvenfahrt wird demnach mit Hilfe der Messvorrichtung 20 bestimmt, die beispielsweise durch Weggeber längs im oder am Schlingerdämpfer bzw. auch separat dazu vorgesehen sind.

[0054] Die Steuerung der Radsätze 50 erfolgt dann über den elektro-hydraulischen Aktuator 1, wobei jeweils nur ein Aktuator 1 pro Radsatz 50 vorgesehen ist. Typischerweise sind diese punktsymmetrisch zueinander angeordnet, wobei der Aktuator 1 vorzugsweise an dem von dem Antrieb der Welle des Radsatzes 50 entfernten Ende angeordnet ist. Bei nur einem Aktuator 1 pro Radsatz 50 muss dieser zwar größere Stellwege ausüben, die Anzahl der Bauteile und die

damit einhergehenden Kosten sinken jedoch beträchtlich. Weiter bietet eine solche Anordnung den Vorteil, dass der Radsatz 50 in Längsrichtung eindeutig positioniert ist und bei angetriebenen Radsätzen deutlich niedrigere Bewegungen auf die Kupplung kommen.

[0055] Vorteilhaft ist, wenn der Aktuator 1 eine hohe Eigendämpfung im passiven bzw. nicht betätigten Zustand aufweist, da dann der Radsatz 50 bei einer Geradeausfahrt sich selbstständig ideal ausrichten kann und die effektiv wirksame Längssteifigkeit der Radsatzführung hoch bleibt und ein stabiles Fahrverhalten sicherstellt.

[0056] Fig. 8 zeigt das Steuerungskonzept gemäß einer Basisausführung. Die Messung des Ausdrehwinkes, der den Winkelversatz eines Wagenkastens 110 zu einem Fahrwerk 100 bestimmt, erfolgt dabei über die Messeinrichtung 20. Auf Grundlage des Ausdrehwinkels erfolgt dann die Ansteuerung des Aktuators 1. Diese erfolgt erst nach Überschreiten eines Schwellenwerts, sodass durch die Steuerung keinerlei Beeinträchtigung des stabilen Laufverhaltens in Folge eines Sinuslaufs oder einer Wagenkastenbewegung eintritt. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Steuerung des Aktuators 1 im einfachsten Fall proportional zum Ausdrehwinkel, also auch zum Bogenradius der Kurve erfolgt. Dies jedoch erst nach Überschreiten des bereits zuvor erwähnten Schwellenwerts.

[0057] Die Betätigung des Aktuators 1 erfolgt über ein 4/3-Wegeventil 11, welches über die Differenz zwischen Soll- und Ist-Weg entsprechend betätigt wird.

[0058] Dabei kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass die Steuerung in weiteren Fällen auch weitere Kriterien heranzieht. Mögliche weitere Kriterien werden nachfolgend in einer Aufzählung angegeben:

- Radien abhängig degressiv, progressiv, stufenweise, wobei beliebige Übertragungsfunktionen denkbar sind,
- Fahrgeschwindigkeit bzw. Querbeschleunigung,
- Traktionskraft, welche durch die Messung der Längsbewegung zwischen dem Wagenkasten 110 und dem Fahrwerk 100 bestimmt wird,
- die Aktuatorkraft selbst, die mittels einer Druckmessung im Aktuator 1 bestimmt wird, wobei dies die Qualität der Berührgeometrie zwischen Rad und Schiene berücksichtigt,
- eine individuelle Steuerung der Radsätze, vor- oder nachlaufend,
- eine Steuerung im höherfrequenten Bereich um das Fahrwerk zu stabilisieren (praktisch ebenphasig zum Sinuslauf) sodass auf den Einsatz eines Schlingerdämpfers verzichtet werden kann.

[0059] Weiter kann vorgesehen sein, dass die Hydraulikeinheit 13, welche Pumpen und einen Motor umfasst, nur bei Bedarf aktiviert wird. Bei Überschreiten eines zweiten Schwellenwerts der Soll- Ist-Lageabweichung kann die Pumpe aktiviert werden und damit der Energieverbrauch des Aktuators deutlich verringert werden. Das heißt, die Pumpe muss praktisch nur bei Gleiszuständen mit schlechterer Berührgeometrie eingeschaltet werden, wohingegen bei einer akzeptablen Berührgeometrie der Radsatz 50 sich ohne zusätzliche Kraft in die richtige Lage bringt, da dies auch nur mit passiv betätigten Ventilen ohne Hinzuschalten der Hydraulikeinheit 13 möglich ist.

[0060] Weiter kann vorgesehen sein, dass sich die Aktuatorensteuerung zweier oder mehrerer Fahrwerke 100 zur Nutzung der Information eines vorlaufenden Fahrwerks 100 verbunden werden. Damit ist es möglich, Verzögerungen des Systems beim Anlaufen der Pumpen der Hydraulikeinheit für die nachlaufenden Fahrwerke zu eliminieren und diese bereits rechtzeitig zu verlassen. Dadurch ist es auch möglich, Steuerungsverfahren für den Lauf durch Übergangsbogen oder für Weichen zu optimieren.

[0061] Vorzugsweise wird der Aktuator autonom aus jedem Fahrwerk heraus gesteuert. Es wird lediglich eine Energieversorgung benötigt, wohingegen Datenerfassung, Datenbearbeitung und die Betätigung selbst innerhalb eines Fahrwerks erfolgt.

[0062] Dabei ist der Aktuator 1 in der Radsatzführung, vorzugsweise einem Achslenkerlager oder einem Stützlager integriert. Zum Ansteuern des Aktuators 1 ist in der Fig. 8 ein Motor, eine Pumpe (beide bei Bezugszeichen 13), Ventile 11, Weg- und Drucksensoren und eine Steuereinheit vorgesehen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass weitere für höher angelegte Steuerungsverfahren notwendige Sensoren vorhanden sind. In Frage kommen hier beispielsweise Beschleunigungssensoren oder Gyrometer. Von Vorteil ist, dass es keine externen Hydraulikleitungen gibt, wodurch das Risiko einer Leckage und eines Ausfalls signifikant reduziert wird.

[0063] Das Ansteuern des Aktuators 1 ist zudem ausfallsicher ausgeführt, da bei Ausfall der Elektronik, der Sensorik, der Stromversorgung, der Pumpe und/oder des Motors sich das System wie eine steife Radsatzführung mit einer hohen Eigendämpfung verhält. Dies bedeutet, dass sich das Fahrwerk wie ein klassisches Fahrwerk ohne Radsatzsteuerung bzw. mit einer sehr langsam wirkenden Steuerung verhält.

[0064] Bei einer Leckage und dem Verlust der Längssteifigkeit kommt es zu einem unruhigen Lauf des Fahrwerks, das hin zu einem instabilen Lauf führen kann. Die Restdämpfung und die Reststeifigkeit in dem System verhindern jedoch eine Überschreitung von sicherheitsrelevanten Grenzwerten der Rad-Schiene-Kräfte.

[0065] Weiterhin kann nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen sein, dass die Energieversorgung autark angelegt ist. Dazu wird eine Energieerzeugungseinheit vorgesehen, die ihre Energie anhand der Druckänderungen in dem Gleichlaufzylinder erzeugt. Beispielsweise kann dabei auch ein aus dem Zylinder herausge-

drücktes Hydraulikfluid verwendet werden, um Energie zu erzeugen. Auch bei einer Geradeausfahrt ändern sich die Drücke in dem Zylinder laufend, sodass ein passiv geschalteter Aktuator auch als Energiequelle genutzt werden kann. Mit dieser Energie kann die Stromversorgung der Elektronik, der Sensorik sowie der Ventile und auch der Pumpe sichergestellt werden. Die Energieerzeugung kann dabei durch ein gezieltes Betätigen der Ventile bei verschiedenen Fahrzuständen maximiert werden.

[0066] Bei einer solch autarken Energieversorgung ist es von Vorteil, das Steuerungskonzept des Aktuators 1 zu modifizieren. Dieses Konzept kann auch Anwendung finden, wenn ein besonders energieärmer Steuerzustand gewünscht ist und ist nicht zwangsläufig auf eine autarke Energieversorgung beschränkt

[0067] Dabei wird jeder Aktuator 1 individuell betätigt, indem die Ventile jeweils den Ölfluss nur in der gewünschten Richtung hin zu einer vorzunehmenden Stellung des Aktuators zulassen. Ist die Berührgeometrie zwischen Rad und Schiene ausreichend, so kann sich ein Radsatz auch nur aufgrund dieser Steuerung optimal einstellen. Reicht die Qualität der Berührgeometrie hingegen nicht aus, um zu einer selbstständigen Verstellung des Aktuators in die gewünschte Position zu kommen, ist es von Vorteil, die beiden Zylinder des vor- und nachlaufenden Radsatzes gegenseitig über Hydraulikleitungen sowie zusätzliche Ventile zu koppeln, sodass bei Bedarf die Strömung des Hydraulikfluids des nachlaufenden Radsatzes zur Steuerung des vorlaufenden Radsatzes genutzt werden.

[0068] Diese Ausführungsform ist insbesondere bei der Nachrüstung von älteren Fahrzeugen interessant, die aufgrund von mangelndem Platzangebot den Einbau einer Energieversorgung nicht zulassen. So besitzt der steuerbare Aktuator keine Hydraulikeinheit, welche einen Motor und eine Pumpe umfasst, sondern nur Ventile zwischen den einzelnen Kammern des Gleichlaufzylinders. Damit ist es nur möglich, den Zylinder indirekt bzw. passiv Kräfte erzeugen zu lassen.

Dies geschieht beispielsweise durch Öffnen eines Ventils, sodass eine Strömung zwischen den Kammern zugelassen wird, wenn eine Kraft durch die Schiene auf den Radsatz übertragen wird, die ein Betätigen des Aktuators in die gewünschte Richtung bewirkt. Es ist von Vorteil, wenn die Steuerung der Ventile dabei ebenfalls nach unterschiedlichen Kriterien erfolgen kann. Diese können beispielsweise der Bogenradius einer Schienenkurve, Traktionskraft, die Radialstellung der beiden Radsätze und/oder die Zylinderkraft sein. So ist beispielsweise von Vorteil, den Durchfluss eines Hydraulikfluids des Zylinders in beiden Richtungen zu blockieren, um einen außermittigen Fahrzeuglauf zu verhindern.

[0069] Auch kann vorgesehen sein, dass die Zylinderkammern der vor- und nachlaufenden Aktuatoren über Hydraulikleitungen zur gegenseitigen Steuerung gekoppelt sind. Damit ist möglich, dass der vorlaufende Radsatz über die Bewegung des nachlaufenden Radsatzes gesteuert wird.

[0070] Eine besonders kostengünstige Variante einer erfindungsgemäßen Ausführung sieht vor, dass der Aktuator keinen Weggeber aufweist, jedoch eine Messeinrichtung 20 zum Bestimmen des Ausdrehwinkels bzw. des Bogenradius besitzt. Ferner weist eine zentrale Einheit eine Elektronik, die Ventile, die Generatoren, einen Energiespeicher sowie eine Zustandsanzeige auf. Auch verlaufen Hydraulikleitungen von den Zylindern zu der zentralen Einheit, die wiederum über eine Kabelverbindung mit der Messeinrichtung zum Bestimmen des Ausdrehwinkels bzw. des Bogenradius verbunden ist.

[0071] Eine weitere Funktionalität, die sich auf Grundlage des erfindungsgemäßen Aktuators ergibt, ist das Durchführen einer Gleisdiagnose. Die vorliegende Erfindung ermöglicht aufgrund ihrer Konzeption eine Diagnose des Gleis- bzw. Schienenzustands mit relativ wenig Zusatzaufwand. Die Informationen zum Bogenradius sowie der individuellen Position der Radsätze sind aus dem Konzept der Erfindung verfügbar. Ergänzt man das System noch mit Drucksensoren sowie einem Querbeschleunigungssensor, können alle interessierenden Größen, welche den Gleiszustand beschreiben, hergeleitet werden. Dabei werden die einzelnen Größen, wie anhand der nachfolgenden Tabelle 1 gezeigt, ermittelt.

Tabelle 1: Herleitung der den Gleiszustand definierenden Größen

Parameter	Messgrößen / Fahrzeugparameter
Bogenradius	Ausdrehwinkel Fahrwerk 1: Ψ_1 Ausdrehwinkel Fahrwerk 2: Ψ_2 Drehzapfenabstand
Anlaufwinkel: α_i	Ausdrehwinkel Fahrwerk 1: Ψ_1 Ausdrehwinkel Fahrwerk 2: Ψ_2 Drehwinkel von Radsatz i: Ψ_{rsi}
Gleisverschiebekraft: ΣY_i	Aktuator Kraft Radsatz 1: Fact1 Aktuator Kraft Radsatz 2: Fact2 Unausgeglichene Querbeschleunigung: a_q Radlast Steifigkeit der Radsatzführung Radstand

(fortgesetzt)

Parameter	Messgrößen / Fahrzeugparameter
	Ausdrehsteifigkeit der Sekundärfederung
5 Einzelradkraft quer: Y_{ij}	Gleisverschiebekraft Anlaufwinkel Radlast
10 Verschleissfaktor	Einzelradkraft quer: Y_{ij} Anlaufwinkel: α_i
15 Rollradiendifferenz	Bogenradius Aktuator Kraft Radsatz 1: Fact1 Aktuator Kraft Radsatz 2: Fact2 Radlast
20 Konizität	Aktuator Kraft Radsatz 1: Fact1 (dynamisch) Aktuator Kraft Radsatz 2: Fact2 (dynamisch)
Gleisverwindung	Wegsensoren vertikal
25 Gleislagestörungen quer	Beschleunigungssensoren quer (dynamisch)
Gleislagestörungen vertikal	Beschleunigungssensoren vertikal (dynamisch)
Rollierschwingungen	Beschleunigungssensoren vertikal (dynamisch) Beschleunigungssensoren längs (dynamisch)

[0072] Die Diagnose ist vorzugsweise nur in ca. zwei bis drei Wagen eines Schienenfahrzeugs vorzusehen. Hilfreich ist in diesem Zusammenhang, wenn es eine ständige Verbindung der Aktuatoren mit einem Rechner im entsprechenden Wagen bzw. Zug mit Zugang zu einem Auswertesystem der Gleisdiagnose gibt.

Patentansprüche

1. Aktuator (1) zum Steuern eines Radsatzes (50) eines Schienenfahrzeugs (60), umfassend:

35 einen Achskörper (2) zum Befestigen an einem Fahrwerk (100) oder einem Radsatzlagergehäuse (120) des Schienenfahrzeugs (60),
einen Gleichlaufzylinder (3), der in dem Achskörper (2) vorgesehen ist und eine Kolbenfläche (4) umfasst, die an jeder ihrer beiden flächigen Seiten eine den Achskörper (2) durchstoßende Kolbenstange (5) aufweist, und
40 ein Gehäuse (6), das in Entsprechung mit einer Bewegung des Gleichlaufzylinders (3) in Bezug auf den Achskörper (2) bewegbar ist, wobei vorzugsweise an dem von der Kolbenfläche (4) abgewandten Ende einer jeweiligen Kolbenstange (5) ein Kolbenfederelement (7) angeordnet ist, das die jeweilige Kolbenstange (5) mit dem Gehäuse (6) verbindet.

45 2. Aktuator (1) nach Anspruch 1, wobei der Achskörper (2) eine im Wesentlichen längliche Form aufweist und der Gleichlaufzylinder (3) vorzugsweise in der Längsmitte des Achskörpers (2) angeordnet ist.

50 3. Aktuator (1) nach Anspruch 2, wobei die beiden Kolbenstangen (5) senkrecht zur Längsrichtung des Achskörpers (2) orientiert sind.

4. Aktuator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das an einer jeweiligen Kolbenstange (5) angeordnete Kolbenfederelement (7) eine Gummischichtfeder ist, die vorzugsweise rechteckig oder zylindrisch geformt ist und/oder deren Schichten parallel zur Längsrichtung der jeweiligen Kolbenstange (5) gestapelt sind.

55 5. Aktuator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Achskörperfederelement (8), das direkt zwischen dem Achskörper (2) und dem Gehäuse (6) angeordnet ist, wobei die Hauptfederrichtung des Achskörperfederelements (8) parallel zu einer Längsrichtung des Achskörpers (2) orientiert ist, und vorzugsweise die Achskörperfederelemente (8) Gummischichtfedern sind, deren Schichten parallel zur Längsrichtung des Achskör-

pers (2) gestapelt sind.

6. Aktuator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Paar von Achskörperfederelementen (8) auf nur einer Seite der durch die Längsrichtung der Kolbenstange (5) und eine Längsrichtung des Achskörpers (2) definierten Ebene vorgesehen und so angeordnet ist, dass es eine in Längsrichtung des Achskörpers (2) gerichtete Bewegung des Gehäuses (6) gegenüber dem Achskörper (2) federt.
7. Aktuator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Gleitelement (9) zum gleitenden Lagern des Gehäuses (6) an dem Achskörper (2) in einer durch die Kolbenstange (5) und eine Längsrichtung des Achskörpers (2) definierten Ebene, wobei vorzugsweise ein erstes Gleitelement (9) auf einer ersten Seite der der durch die Kolbenstange (5) und eine Längsrichtung des Achskörpers (2) definierten Ebene und ein zweites Gleitelement (9) auf der anderen zweiten Seite vorgesehen ist.
8. Aktuator (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei das Gleitelement (9) eine ebene Gleitfläche (91) aufweist, um eine Bewegung in Längsrichtung der Kolbenstange (5) zu erlauben, und vorzugsweise ein kreissegmentförmiges Element (92) aufweist, um eine Drehung um die Normalenrichtung zu der durch die Längsrichtung der Kolbenstange (5) und eine Längsrichtung des Achskörpers (2) definierten Ebene zu erlauben, vorzugsweise ferner umfassend einen Weggeber (10), der mit einer Kolbenstange (5) und dem Achskörper (2) zusammenwirkt, um den Versatz des Gleichlaufzylinders (3) aus einer Nullstellung zu bestimmen, besonders vorzugsweise ferner umfassend ein Ventil (11), das die beiden Kammern (31, 32) des Gleichlaufzylinders (3) miteinander verbindet, und eine Ventilsteuering (12), die dazu ausgelegt ist, ein Verstellen des Gleichlaufzylinders (3) zu erreichen, indem das Strömen eines Hydraulikfluids aus der einen Kammer (31) in die andere Kammer (32) nur in eine der gewünschten Verstellbewegung entsprechende Richtung zugelassen wird, wobei vorzugsweise der Aktuator (1) keine Hydraulikeinheit (13) zum aktiven Betätigen des Gleichlaufzylinders (3) heranzieht oder aufweist.
9. Aktuator (1) nach Anspruch 8, wobei das Ventil des Aktuators (1) mit einem weiteren Gleichlaufzylinder (3) eines voraus- oder nachlaufenden Aktuators (1) gekoppelt ist, wobei die Ventilsteuering (12) dazu ausgelegt ist, bei Bedarf die Hydraulikfluidströmung des nachlaufenden Aktuators (1) für das Verstellen des vorlaufenden Aktuators (1) zu nutzen, wobei vorzugsweise weder der nachlaufende noch der vorlaufende Aktuator (1) eine Hydraulikeinheit (13) zum aktiven Betätigen des Gleichlaufzylinders (3) heranzieht oder aufweist, vorzugsweise ferner umfassend eine Hydraulikeinheit (13) zum Betätigen des Gleichlaufzylinders (3), wobei diese vorzugsweise am Fahrwerk (100) und/oder stirnseitig an einem Längsende des Achskörpers (2) angeordnet ist, besonders vorzugsweise ferner umfassend eine Energieerzeugungseinheit zum Versorgen des Aktuators (1) mit Energie, die eine Energie unter Ausnutzung von bei einer Fahrt des Schienenfahrzeugs (60) auftretenden Druckänderungen in dem Gleichlaufzylinder (3) oder darauf basierender Hydraulikfluidströmungen des Gleichlaufzylinders (3) erzeugt.
10. Aktuator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche , ferner umfassend Sensoren, welche eine höherwertige Steuerung und/oder Diagnose des Fahrwerks und/oder des Gleiszustandes ermöglichen, vorzugsweise ferner umfassend eine vorzugsweise visuelle Zustandsanzeige, welche die unterschiedlichen Zustände anzeigen kann, besonders vorzugsweise ferner umfassend eine Schnittstelle vorzugsweise USB oder WiFi, welche mit einem mobilen Gerät kommunizieren kann und eine online Diagnose ermöglicht.
11. Fahrwerk (100) eines Schienenfahrzeugs (60) mit einem Aktuator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Achskörper (2) des Aktuators (1) mit dem Fahrwerk (100) starr verbunden ist, und das Gehäuse (6) des Aktuators (1) in einen Achslenker eingepresst, mit einem Radsatzlagergehäuse (120) verbunden oder in einem Radsatzlagergehäuse (120) integriert ist.
12. Fahrwerk (100) nach Anspruch 11, wobei nur ein Aktuator (1) pro Radsatz (50) vorgesehen ist und/oder der Aktuator (1) in einem nicht betätigten Zustand eine so hohe Eigendämpfung aufweist, die ein selbsttägiges Ausrichten des Radsatzes (50) beim Befahren einer geraden Schienenstrecke erlaubt.
13. Verfahren zum Betreiben eines Aktuators (1), der dazu ausgelegt ist, einen Radsatz (50) eines Schienenfahrzeugs (60) zu steuern, insbesondere zum Betreiben eines solchen Aktuators (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 -10 wobei in dem Verfahren:
das Verstellen des Aktuators (1) zum Verschwenken des Radsatzes (50) gegenüber einem Fahrwerk (100) auf Grundlage eines Ausdrehwinkels des Fahrwerks (100) gegenüber einem durch das Fahrwerk (100) getragenen

Wagenkörpers (110) durchgeführt wird, und
das auf dem Ausdrehwinkel basierende Verstellen des Aktuators (1) erst nach Überschreiten eines ersten
Schwellenwerts des Ausdrehwinkels erfolgt, wobei vorzugsweise
das Verstellen des Aktuators (1) proportional zu dem Ausdrehwinkel erfolgt.

5

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der Aktuator (1) zum Verschwenken des Radsatzes (50) mit einem weiteren voraus- oder nachlaufenden Aktuator (1) des Schienenfahrzeugs (60) verbunden ist, und der nachlaufende Aktuator (1) auf Grundlage der Verstellbewegungen des vorauslaufenden Aktuators (1) verstellt wird, um systembedingte Verzögerungen beim Verstellen des nachlaufenden Aktuators (1) zu eliminieren.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

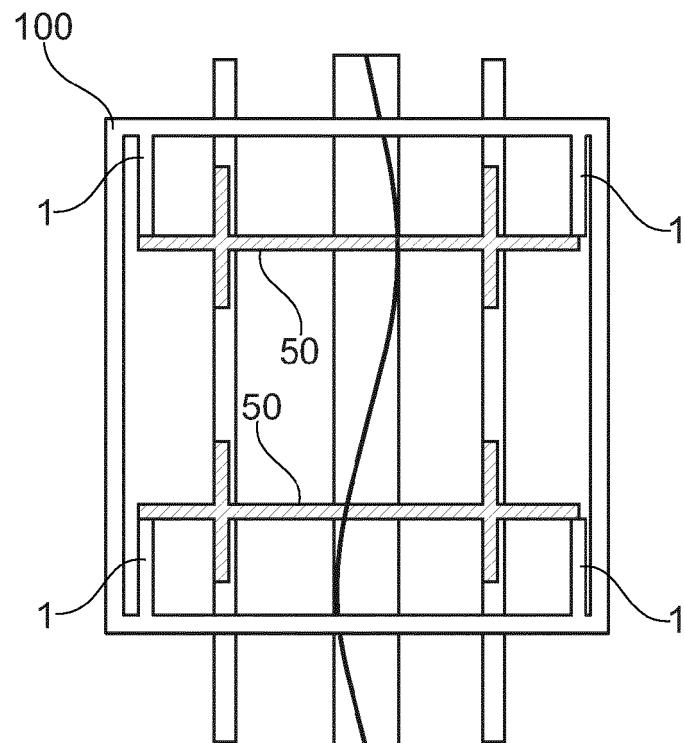


Fig. 1

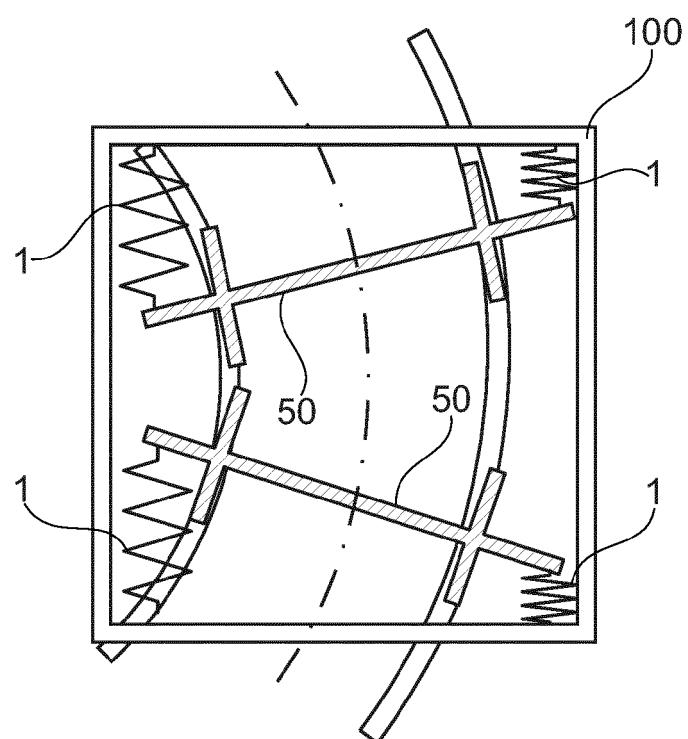


Fig. 2

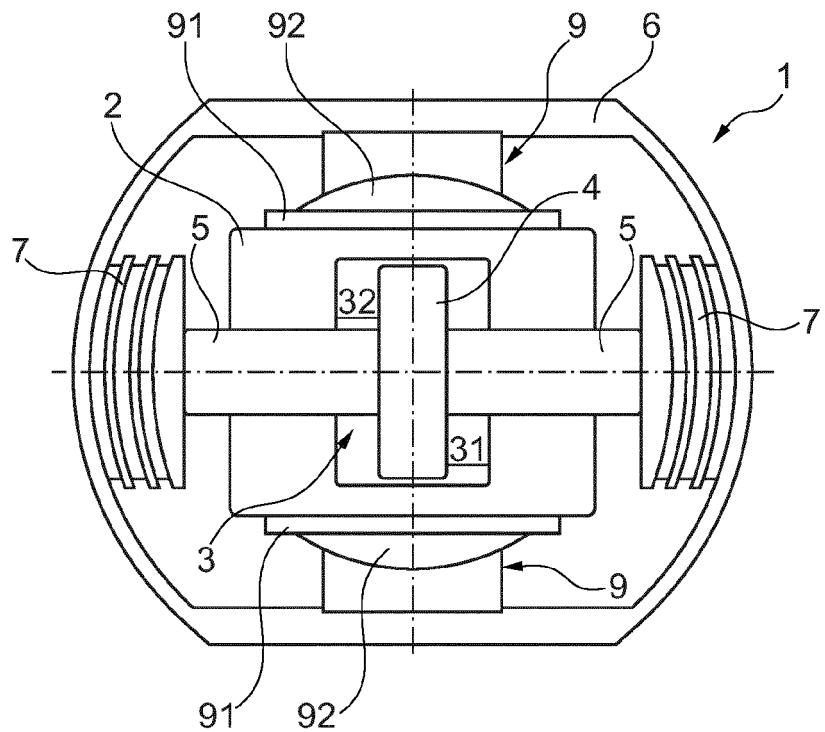


Fig. 3

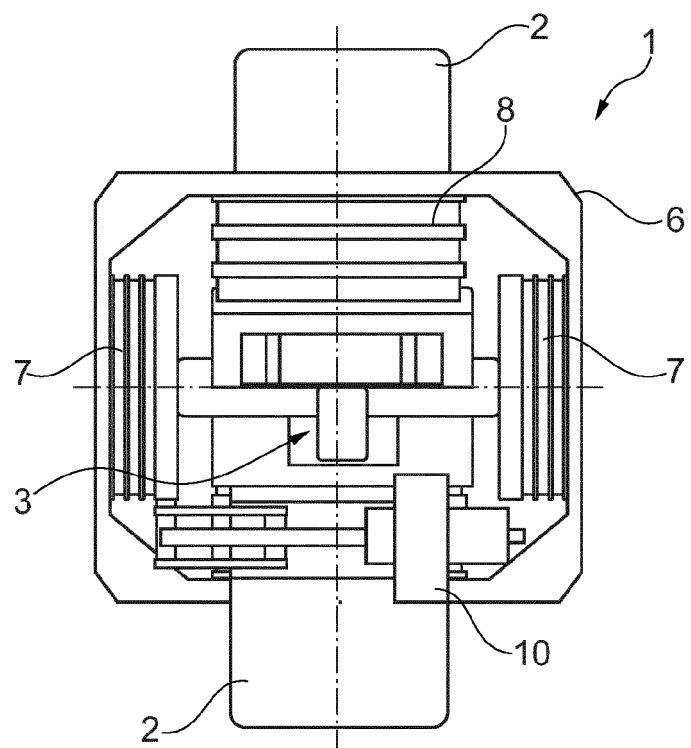


Fig. 4

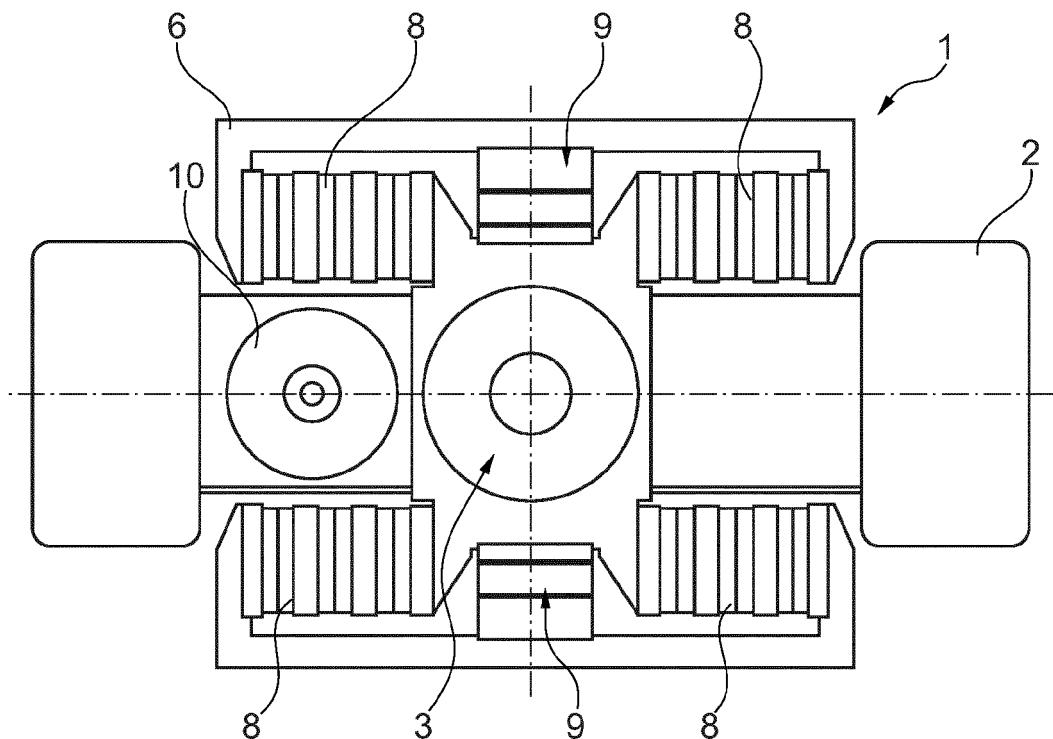


Fig. 5

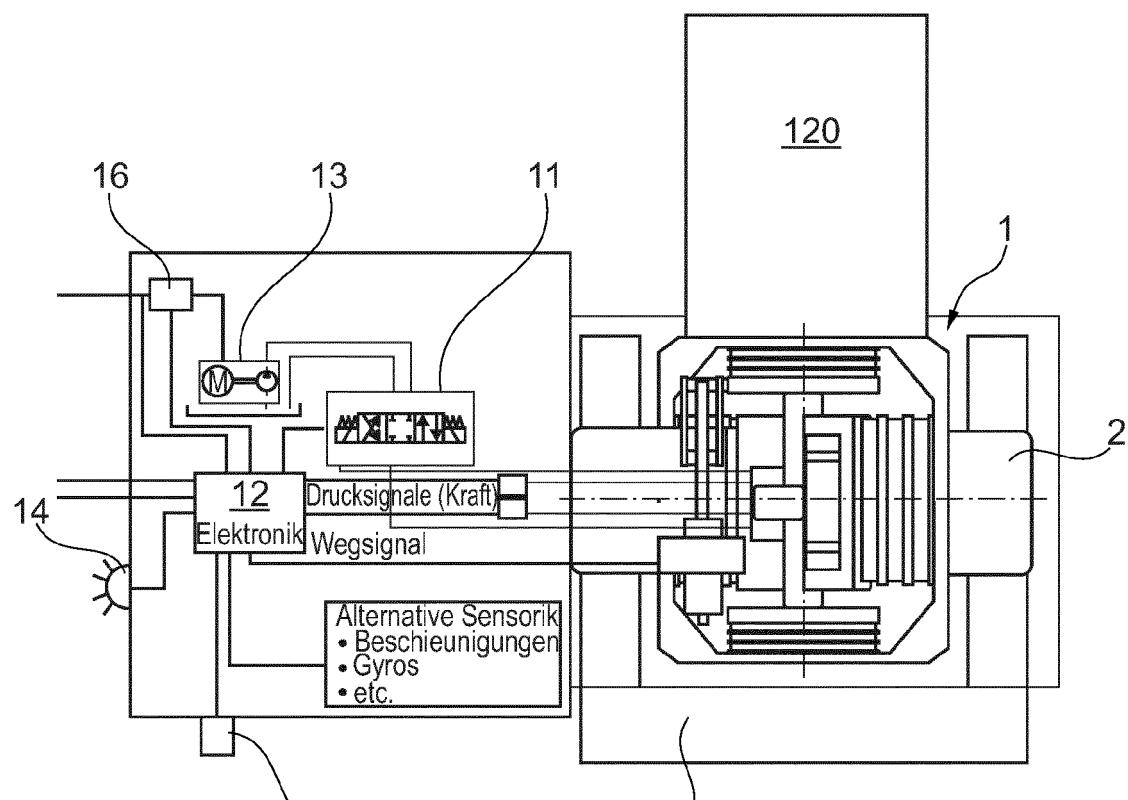


Fig. 6¹⁰⁰

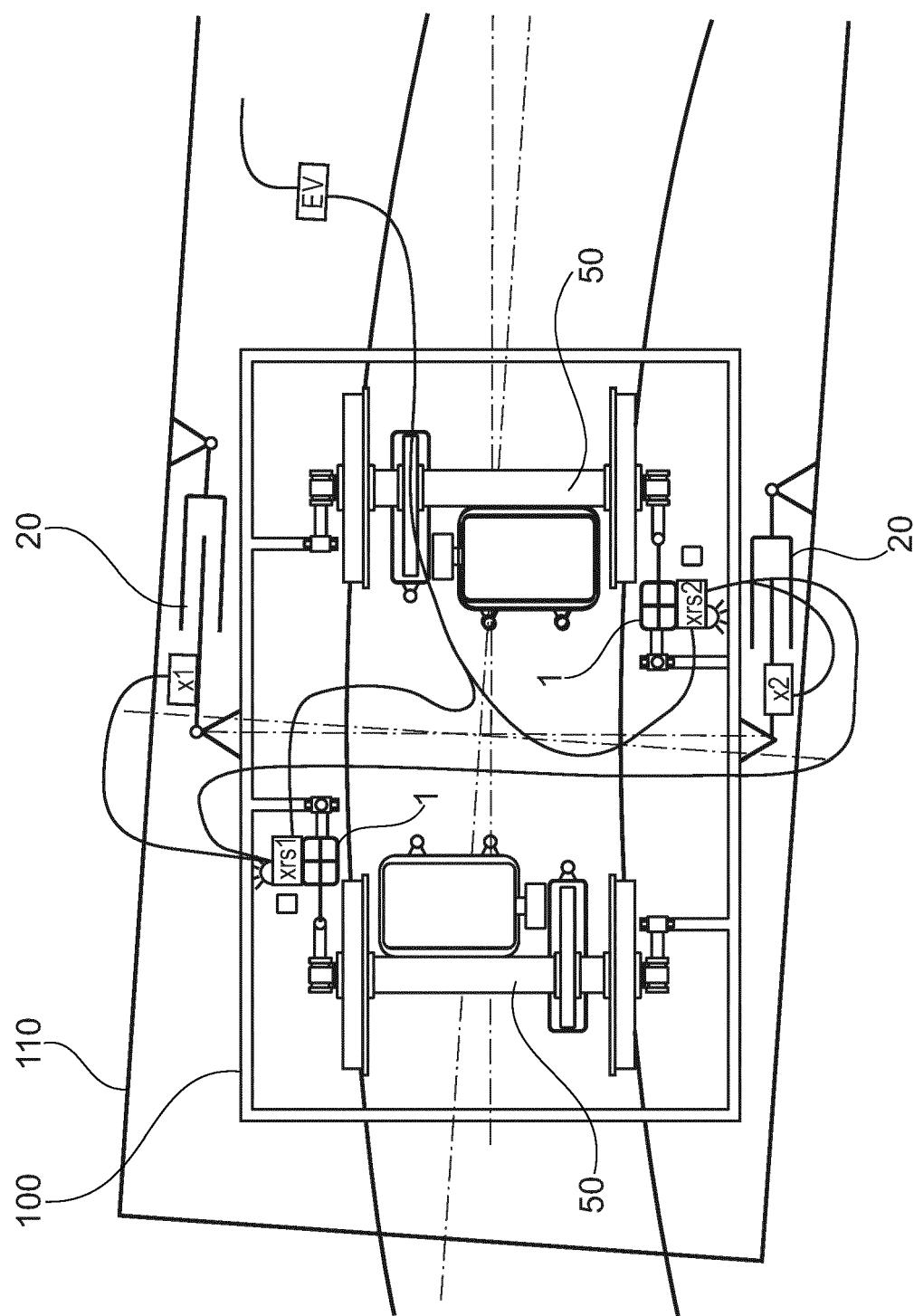


Fig. 7

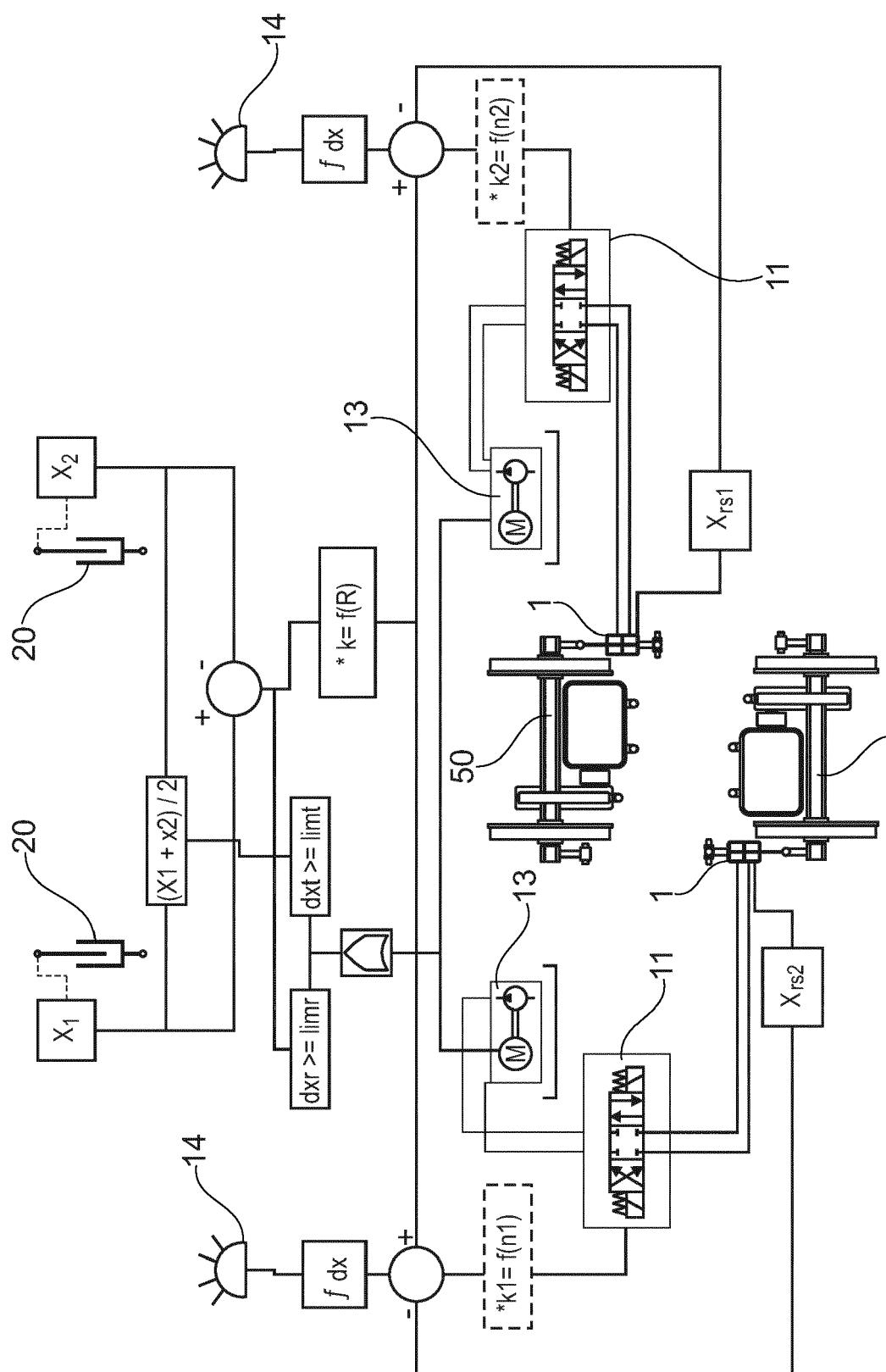


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 15 7563

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	RU 2 562 659 C1 (FEDERAL NOE G BJUDZHETNOE OBRAZOVATEL NOE UCHREZHDENIE VYSSHEGO PROFES) 10. September 2015 (2015-09-10) * Abbildungen 1-4 *	1-3, 10-12	INV. B61F5/38
15 X	FR 2 530 567 A1 (ANF IND [FR]) 27. Januar 1984 (1984-01-27) * Abbildung 3 * * Seite 6, Zeile 10 - Zeile 13 * * Seite 8, Zeile 8 - Zeile 13 * * Seite 5, Zeile 33 - Zeile 38 *	4-9 13,14 1,10,11	
20 A	JP H09 226576 A (HITACHI LTD) 2. September 1997 (1997-09-02) * Abbildungen 5, 6 *	1,12	
25			
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			B61F
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 19. Juli 2018	Prüfer Crama, Yves
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 18 15 7563

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

19-07-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	RU 2562659 FR 2530567	C1 A1 27-01-1984	----- FR 2530567 A1 MX 155700 A US 4519329 A	27-01-1984 14-04-1988 28-05-1985
20	JP H09226576	A 02-09-1997	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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