

(19)



(11)

**EP 3 239 015 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**26.05.2021 Patentblatt 2021/21**

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

(21) Anmeldenummer: **17164999.9**

(22) Anmeldetag: **05.04.2017**

**(54) KRAFTGEREGELTE SPURFÜHRUNG FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG**

POWER CONTROLLED TRACK GUIDE FOR A RAIL VEHICLE

GUIDAGE LATÉRAL DU BOUDIN À CONTRÔLE DE FORCE POUR UN VÉHICULE SUR RAIL

(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**

(30) Priorität: **28.04.2016 AT 503772016**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.11.2017 Patentblatt 2017/44**

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

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

• **Teichmann, Martin  
8045 Graz (AT)**  
• **Hoffmann, Thilo  
8044 Graz (AT)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 600 172 WO-A1-2016/008731  
DE-A1- 19 861 086 DE-A1-102006 025 773**

**EP 3 239 015 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 bezieht sich auf ein Verfahren zur Achsststeuerung von zumindest einer ersten Achse eines Schienenfahrzeugs, wobei die Achsststeuerung eine Aktuatereinheit, ein zu dieser mechanisch wirkungsmäßig parallel geschaltetes, passives Elastiklager und eine Regeleinrichtung aufweist und die Regeleinrichtung zumindest mit der Aktuatereinheit zwecks Datenübertragung verbunden ist.

**[0002]** Fahrwerke für Schienenfahrzeuge müssen eine hohe Fahrsicherheit aufweisen. Diese kann beispielsweise durch die Anordnung einer aktiven Achs- bzw. Rad- oder Radsatzsteuerung verbessert werden. Das gezielte Stellen von Achsen bzw. Rädern oder Radsätzen durch aktive Verdrehung derselben um deren Hochachsen dient in bekannter Weise dazu, instabile Fahrzustände zu verhindern.

Ferner wird dadurch der Fahrkomfort durch Vermeidung störender Schwingungen in einem Schienenfahrzeug erhöht.

Dem Rad-Schiene-Kontakt kommt eine besondere, sicherheitsrelevante Bedeutung zu. Unregelmäßigkeiten des Rad-Schiene-Kontakts, z.B. aufgrund der Beschädigung eines Rades, können zu erheblichen Folgeschäden bis hin zu Entgleisungen führen. Auch leichte Beschädigungen, wie z.B. feine Risse können große Schwierigkeiten verursachen, da sie Instandhaltungsarbeiten erforderlich machen, die hohe Kosten und eine eingeschränkte Verfügbarkeit der Schienenfahrzeuge bewirken können.

Durch den Einsatz einer aktiven Achs- bzw. Rad- oder Radsatzsteuerung wird eine Verminderung des Verschleißes bzw. der Rollkontaktermüdung (Rolling Contact Fatigue, RCF) und somit von Unregelmäßigkeiten des Rad-Schiene-Kontakts bei Rädern und Schienen erzielt.

Nach dem Stand der Technik beschreibt beispielsweise die EP 0 870 664 B1 ein Verfahren zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen. Beispielhaft wird unter anderem eine Einrichtung gezeigt, bei welcher eine Zweikammer-Fluidbuchse zwischen einem Schwingarm und einem Fahrwerksrahmen angeordnet ist, die eine Relativbewegung zwischen dem Schwingarm und dem Fahrwerksrahmen erzeugt und dadurch einen Radsatz-Stellwinkel einstellt.

Als Steuergröße für den Radsatz-Stellwinkel werden ein Ausdrehwinkel zwischen dem Fahrwerksrahmen und einem Wagenkasten oder ein Ausdrehwinkel zwischen zwei Radsätzen und dem Wagenkasten verwendet.

Der genannte Ansatz weist in seiner bekannten Form den Nachteil auf, dass Mess- und Auswerteeinheiten im Zusammenhang mit der Verarbeitung der genannten Ausdrehwinkel, d.h. z.B. Winkelgeber, vorgesehen sein müssen.

**[0003]** In der EP 2 371 656 A1 wird ein Schienenfahrzeug mit variabler Achsgeometrie vorgestellt. Eine horizontale Winkellage jeder Achse eines Fahrwerks wird

während des Betriebs des Schienenfahrzeugs kontinuierlich so eingestellt, dass eine vorgegebene Querverschiebung der Achsen gegeneinander und ein vorgegebener Winkel zwischen den Achsen erzielt wird.

5 Der genannte Ansatz weist in seiner bekannten Form den Nachteil auf, dass für eine Ansteuerung von exakten Winkeln aufwendige Winkel- oder Wegmessungen erforderlich sind.

10 **[0004]** Die DE 198 61 086 B4 zeigt ein Verfahren für eine lenkende Ausrichtung von drehbar an einem Fahrwerk befestigten Rädern eines Schienenfahrzeugs in einem Gleis, wobei ein Soll-Lenkwinkel der Räder in Abhängigkeit von einer Krümmung des Gleises bestimmt wird.

15 Der genannte Ansatz weist in seiner bekannten Form den Nachteil auf, dass das Verfahren als Lenkwinkelregelung ausgeführt ist, die, für eine Überprüfung auf Erreichung bzw. Einhaltung eines Soll-Lenkwinkels Sensoren für die Winkelerfassung, z.B. Winkelgeber, erfordert. Eine Regelung bezüglich einer Rad-Stellkraft ist in dieser Schrift nicht offenbart.

Weiterhin zeigt die WO 2016/008731 A1 ein Fahrwerk für ein Schienenfahrzeug mit einer unter Einsatz von Dreieckslenkern ausgebildeten Radsatzführung. Die Dreieckslenker weisen Hydraulikbuchsen auf, mit welchen Fahrwerks-Längssteifigkeiten gesteuert werden. Zur Steuerung dieser Längssteifigkeiten werden mittels einer Einstelleinrichtung hydraulische Drücke der Hydraulikbuchsen auf Grundlage einer Messung von Radsatzbeschleunigungen eingestellt.

25 Die DE 10 2006 025773 A1 zeigt ein Verfahren zur Regelung eines aktiven Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs, für das Aktuatoren vorgesehen sind, welche durch Einstellen von Lenkwinkeln von Radsätzen fahrdynamische Effekte kompensieren. Dazu werden mittels Sensoren Lenkwinkel und für Lasten an den Aktuatoren repräsentative Größen erfasst.

30 **[0005]** Ferner ist die EP 0 600 172 A1 bekannt, in welcher ein Drehgestell mit Radsätzen beschrieben ist. Auf den Radsätzen sind kraft- oder weggeregelte Stellglieder angeordnet, die auf Radsatzlager wirken, um ein kontrolliertes Ausdrehen der Radsätze zu gewährleisten.

35 Die Stellglieder werden auf Grundlage von Abstandsmessungen gesteuert. Aus von einem Sensor gemessenen Abständen werden Ausdrehwinkel zwischen einem Drehgestellrahmen und einem Fahrzeugrahmen ermittelt. Aus diesen Ausdrehwinkeln werden Sollwertvorgaben für die Stellglieder gebildet.

40 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren anzugeben.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe einem Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

45 **[0007]** Durch einen Verzicht auf Sensoren für die Weg- bzw. Lenkwinkelbestimmung werden die Zahl der Komponenten einer Achs- bzw. Rad- oder Radsatzsteuerung gesenkt und somit deren Bauraumbedarf sowie die Kosten gemindert.

Weiterhin werden dadurch die Robustheit und somit die Verfügbarkeit der Achs- bzw. Rad- oder Radsatzsteuerung erhöht.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen beispielhaft:

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

Fig. 2: Ein Funktionsschaubild zu einer beispielhaften Variante eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Aktuatoreinheit, einem Elastiklager, einer Regeleinrichtung, einem Drehratensensor und einem Translationsgeschwindigkeitssensor, und

Fig. 3: Ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeuges mit einem ersten Radsatz mit einer ersten Achse und einem zweiten Radsatz mit einer zweiten Achse in einem Gleisbogen, wobei Abhängigkeiten eines Lenkwinkels von Parametern des Fahrwerks und dessen Bewegungszustands sowie von Parametern des Gleisbogens angegeben sind.

**[0008]** Ein in Fig. 1 in Seitenansicht dargestellter Ausschnitt einer beispielhaften Variante eines Fahrwerks umfasst einen Ausschnitt eines Fahrwerksrahmens 1 sowie auf einer ersten Schiene 22 ein erstes Rad 8, dessen Mittelpunkt auf einer ersten Achse 2 angeordnet ist.

Das erste Rad 8 ist über eine nicht gezeigte mechanische Kopplung mit einem nicht dargestellten zweiten Rad 9 verbunden, dessen Mittelpunkt ebenfalls auf der ersten Achse 2 angeordnet ist und das auf einer nicht gezeigten zweiten Schiene 23 aufliegt.

Weiterhin werden ein Radlager 14, ein Schwingarm 15 und ein Radlagergehäuse 16 gezeigt.

Zwischen dem Fahrwerksrahmen 1 und dem Schwingarm 15 ist für die Erzeugung einer dynamischen Steifigkeit ein als hydraulische Buchse ausgeführtes, passives Elastiklager 5 mit frequenz- und amplitudenabhängiger statischer und erhöhter dynamischer Steifigkeit vorgesehen.

Die hydraulische Buchse weist eine stabilisierende, federnde und dämpfende Wirkung vornehmlich in der Ebene ihrer Grundfläche auf, d.h. die Steifigkeit wirkt in Richtung einer Fahrwerkslängsachse 17 sowie in Richtung einer Fahrwerkshochachse 18.

Eine Aktuatoreinheit 4 ist dem Elastiklager 5 bezüglich der mechanischen Wirkungsweise parallel geschaltet. Sie ist hinsichtlich ihrer Lage in einer Weise angeordnet, dass sie eine Ist-Stellkraft 7 erzeugt, die parallel bezüglich der Richtung der Fahrwerkslängsachse 17 wirkt und über die genannte mechanische Kopplung mit dem zwei-

ten Rad 9 eine Verdrehung des ersten Rades 8 um die Fahrwerkshochachse 18 bzw. um eine zu dieser parallelen Drehachse bewirkt.

Die Aktuatoreinheit 4 weist in dieser beispielhaften Ausführungsvariante einen pneumatischen Aktuator 19 auf, der über nicht dargestellte Aggregate, Leitungen und Ventile mit Druckluft versorgt wird und eine definierte, steuer- bzw. regelbare Ist-Stellkraft 7 erzeugt.

Fig. 2 stellt eine beispielhafte Variante eines erfindungsgemäßen Verfahrens dar. Es werden funktionale Zusammenhänge zwischen einer Aktuatoreinheit 4, einem Elastiklager 5, einer Regeleinrichtung 6, einem Drehratensensor 20 und einem Translationsgeschwindigkeitssensor 21 gezeigt.

Die Aktuatoreinheit 4 erzeugt über einen in Fig. 2 nicht dargestellten pneumatischen Aktuator 19 eine Ist-Stellkraft 7 für die Einstellung von Lenkwinkeln  $\gamma$  für eine Achs- bzw. Rad- oder Radsatzsteuerung.

Das Elastiklager 5 weist eine Steifigkeitscharakteristik  $c$  auf, die mathematisch einer nichtlinearen Funktion entspricht.

Über den Drehratensensor 20 wird eine Giergeschwindigkeit  $\omega$  eines Fahrwerks gemessen. Sein Einsatz stellt eine vorteilhafte Lösung für die Bestimmung von

**[0009]** Gleisbogeengeometrien dar. Erfindungsgemäß sind jedoch auch andere Mittel vorstellbar, wie z.B. Ortungssysteme, Kreiselensoren oder Beschleunigungssensoren.

Über den Translationsgeschwindigkeitssensor 21 wird eine Translationsgeschwindigkeit  $v$  des Fahrwerks gemessen. Deren Erfassung kann jedoch auch über andere Mittel erfolgen, z.B. über ein Multifunction Vehicle Bus - System (MVB), aus dem entsprechende Daten ausgelesen werden können.

Die Regeleinrichtung 6 umfasst nicht dargestellte Softwaremodule für die Implementierung von Regelungsalgorithmen.

Die Aktuatoreinheit 4, das Elastiklager 5, der Drehratensensor 20 und der Translationsgeschwindigkeitssensor 21 weisen Datenschnittstellen zu der Regeleinrichtung 6 sowie nicht dargestellte Einrichtungen für die Aufbereitung der über die genannten Datenschnittstellen zu übertragenden Informationen auf.

**[0010]** Die Regeleinrichtung 6 empfängt in einer Frequenz von größer oder gleich 10 Hz Informationen über die Ist-Stellkraft 7 bzw. entsprechende Ist-Stellkraftdaten  $D_{Ist}$  von der Aktuatoreinheit 4, Informationen über die Steifigkeitscharakteristik  $c$  bzw. entsprechende Steifigkeitsdaten  $D_c$  von dem Elastiklager 5, Informationen über die Giergeschwindigkeit  $\omega$  bzw. entsprechende Giergeschwindigkeitsdaten  $D_\omega$  von dem Drehratensensor 20 sowie Informationen über die Translationsgeschwindigkeit  $v$  bzw. entsprechende Translationsgeschwindigkeitsdaten  $D_v$  von dem Translationsgeschwindigkeitssensor 21.

Bei genanntem Transfer von Steifigkeitsdaten  $D_c$  handelt es sich um eine besonders vorteilhafte Lösung. Erfindungsgemäß ist bei Lagern mit bekanntem Steifig-

keitsverhalten jedoch auch eine Implementierung von Steifigkeitsverläufen in die Softwaremodule der Regeleinrichtung 6 und somit ein Verzicht auf Datenschnittstellen und Einrichtungen für die Aufbereitung der zu übertragenden Informationen vorstellbar.

**[0011]** In den Softwaremodulen der Regeleinrichtung 6 werden aus den empfangenen Ist-Stellkraftdaten  $DF_{Ist}$ , den Steifigkeitsdaten  $D_c$ , den Giergeschwindigkeitsdaten  $D_{\omega}$  und den Translationsgeschwindigkeitsdaten  $D_v$  Soll-Stellkraftdaten  $DFSoll$  gebildet.

Dabei wird aus den Giergeschwindigkeitsdaten  $D_{\omega}$  bzw. einer Giergeschwindigkeit  $\omega$  sowie aus den Translationsgeschwindigkeitsdaten  $D_v$  bzw. der Translationsgeschwindigkeit  $v$  über die bekannte Vorschrift, wonach sich ein Krümmungskreisradius als Quotient einer Translationsgeschwindigkeit  $v$  und einer Giergeschwindigkeit  $\omega$  ergibt, zunächst ein Gleisbogenradius  $R$  bestimmt.

**[0012]** Mittels des Gleisbogenradius  $R$  sowie einer in Fig. 3 dargestellten halben Radsatzlänge  $a$  und eines ebendort gezeigten Achsabstands  $b$  wird ein Stellweg  $s$  für den in Fig. 1 gezeigten pneumatischen Aktuator 19 der Aktuatoreinheit 4 gebildet. Die entsprechenden Zusammenhänge sind in Fig. 3 dargestellt. Entsprechende Werte für die halbe Radsatzlänge  $a$  und den Achsabstand  $b$  sind in den Softwaremodulen der Regeleinrichtung 6 implementiert.

Über die bekannte Vorschrift, wonach sich eine Kraft aus dem Produkt einer Steifigkeit und eines Weges ergibt, wird aus den Steifigkeitsdaten  $D_c$  bzw. der Steifigkeitscharakteristik  $c$  des Elastiklagers 5 und dem Stellweg  $s$  eine Soll-Stellkraft gebildet bzw. Soll-Stellkraftdaten  $DFSoll$  für die Aktuatoreinheit 4 erzeugt. Die Soll-Stellkraft ist jene Kraft, die für die Überwindung der Steifigkeit des Elastiklagers 5 und für die Erzeugung des Stellwegs  $s$  des pneumatischen Aktuators 19 der Aktuatoreinheit 4 erforderlich ist.

Entsprechend einem Abgleich der gebildeten Soll-Stellkraft und der momentan wirkenden Ist-Stellkraft 7 wird der in Fig. 1 dargestellte pneumatische Aktuator 19 angesteuert. Hierzu umfasst die Aktuatoreinheit 4 nicht dargestellte Einrichtungen.

Über den bekannten Zusammenhang zwischen einer Kraft, einer Kolbenfläche und einem Druck wird in dem pneumatischen Aktuator 19 ein Druck erzeugt, der die Soll-Stellkraft erzeugt. Ist die Soll-Stellkraft erreicht und wird gehalten, wird sie formal zur Ist-Stellkraft 7, mit der im darauffolgenden Regelungszyklus gegebenenfalls eine neue Soll-Stellkraft abgeglichen wird.

**[0013]** Das Verfahren für die Bestimmung der Soll-Stellkraft, die Ansteuerung der Aktuatoreinheit 4 für die Erzeugung der Soll-Stellkraft sowie die Aufbereitung und Übertragung der Ist-Stellkraftdaten  $DF_{Ist}$ , der Soll-Stellkraftdaten  $DFSoll$ , der Steifigkeitsdaten  $D_c$ , der Giergeschwindigkeitsdaten  $D_{\omega}$  sowie der Translationsgeschwindigkeitsdaten  $D_v$  erfolgen zyklisch mit einer Frequenz von größer oder gleich 10 Hz.

**[0014]** Fig. 3 zeigt ein Fahrwerk eines Schienenfahr-

zeuges mit einem Fahrwerksrahmen 1, einem ersten Radsatz 12 mit einem ersten Rad 8, einem zweiten Rad 9 und einer ersten Achse 2 sowie mit einem zweiten Radsatz 13 mit einem dritten Rad 10, einem vierten Rad 11 und einer zweiten Achse 3 in einem Gleisbogen. Es sind eine erste Schiene 22 und eine zweite Schiene 23 dargestellt.

Weiterhin sind ein Gleisbogenradius  $R$  des Gleisbogens, ein Lenkwinkel  $\gamma$  bezogen auf eine Verdrehung des ersten Radsatzes 12 um seine Hochachse, ein Achsabstand  $b$  und eine halbe Radsatzlänge  $a$  des ersten Radsatzes 12 dargestellt.

Über eine Bildungsformel 24 wird durch Umformung in einen Ergebnisterm 25 ein Stellweg  $s$  für den in Fig. 1 gezeigten pneumatischen Aktuator 19 der Aktuatoreinheit 4 bestimmt.

Die Bildungsformel 24 verwendet die zulässige Linearisierung, wonach bei kleinen Winkeln die Sinusfunktion und die Tangensfunktion eines Winkels gleich dem Winkel selbst gesetzt werden können.

Der Sinus des Lenkwinkels  $\gamma$  wird als Quotient aus der Hälfte des Achsabstands  $b$  und dem Gleisbogenradius  $R$  gebildet, der Tangens des Lenkwinkels  $\gamma$  aus dem Stellweg  $s$  und der halben Radsatzlänge  $a$ .

Unter Berücksichtigung der genannten Linearisierung werden der Term für den Sinus des Lenkwinkels  $\gamma$  und der Term für den Tangens des Lenkwinkels  $\gamma$  gleichgesetzt, d.h. der Lenkwinkel  $\gamma$  ist eine reine Rechengröße und muss nicht gemessen und verarbeitet werden.

Über eine Umformung in den Ergebnisterm 25 wird der Stellweg  $s$  als Quotient aus dem im Zähler stehenden Produkt der halben Radsatzlänge  $a$  und dem Achsabstand  $b$  sowie dem im Nenner stehenden Zweifachen des Gleisbogenradius  $R$  bestimmt.

Der Stellweg  $s$  wird in dem im Zusammenhang mit Fig. 2 beschriebenen Verfahren für die Bestimmung einer Soll-Stellkraft verwendet.

Liste der Bezeichnungen

#### **[0015]**

1	Fahrwerksrahmen
2	Erste Achse
3	Zweite Achse
4	Aktuatoreinheit
5	Elastiklager
6	Regeleinrichtung
7	Ist-Stellkraft
8	Erstes Rad
9	Zweites Rad
10	Drittes Rad
11	Viertes Rad
12	Erster Radsatz
13	Zweiter Radsatz
14	Radlager
15	Schwingarm
16	Radlagergehäuse

17	Fahrwerkslängsachse
18	Fahrwerkshochachse
19	Pneumatischer Aktuator
20	Drehratensensor
21	Translationsgeschwindigkeitssensor
22	Erste Schiene
23	Zweite Schiene
24	Bildungsformel
25	Ergebnisterm
$\gamma$	Lenkwinkel
c	Steifigkeitscharakteristik
v	Translationsgeschwindigkeit
$\omega$	Giergeschwindigkeit
R	Gleisbogenradius
b	Achsabstand
a	Halbe Radsatzlänge
s	Stellweg
Dc	Steifigkeitsdaten
D $\omega$	Giergeschwindigkeitsdaten
Dv	Translationsgeschwindigkeitsdaten
DF <sub>Ist</sub>	Ist-Stellkraftdaten
DF <sub>Soll</sub>	Soll-Stellkraftdaten

#### Patentansprüche

- Verfahren zur Achssteuerung von zumindest einer ersten Achse eines Schienenfahrzeugs, wobei die Achssteuerung eine Aktuatoreinheit, ein zu dieser mechanisch wirkungsmäßig parallel geschaltetes, passives Elastiklager und eine Regeleinrichtung aufweist und die Regeleinrichtung zumindest mit der Aktuatoreinheit zwecks Datenübertragung verbunden ist, wobei von der Regeleinrichtung (6) als Steuer- bzw. Regelgröße für Lenkwinkel  $\gamma$  der ersten Achse des Schienenfahrzeugs ausschließlich eine Ist-Stellkraft (7) der Aktuatoreinheit (4) eingesetzt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Stellkraft (7) aus Informationen über zumindest eine bekannte Eigenschaft des Schienenfahrzeugs, insbesondere über eine Steifigkeitscharakteristik c des Elastiklagers (5), sowie aus Informationen über eine Gleisgeometrie gebildet wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Stellkraft (7) aus Informationen über zumindest eine bekannte Eigenschaft des Schienenfahrzeugs, insbesondere über eine Steifigkeitscharakteristik c des Elastiklagers (5), sowie aus Informationen über Bewegungszustände des Schienenfahrzeugs, insbesondere über eine Translationsgeschwindigkeit v, gebildet wird.
- Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als bekannte Eigenschaft des Schienenfahrzeugs die Steifigkeitscharakteristik c

des Elastiklagers (5) eingesetzt wird.

- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Lenkwinkel  $\gamma$  zumindest eines ersten Losradsatzes eingestellt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Lenkwinkel  $\gamma$  zumindest eines ersten Radsatzes (12) eingestellt werden.
- Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildung von Informationen mittels zumindest eines Translationsgeschwindigkeitssensors (21) erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildung von Informationen mittels zumindest eines Ortungssystems erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildung von Informationen mittels zumindest eines Drehratensensors (20) erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildung von Informationen mittels zumindest eines Kreiselensors erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gleisbogenradius R als Quotient einer Translationsgeschwindigkeit v und einer Giergeschwindigkeit  $\omega$  zumindest eines Fahrwerks des Schienenfahrzeugs bestimmt wird.
- Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des Gleisbogenradius R sowie einer halben Radsatzlänge a und eines Achsabstands b des zumindest einen Fahrwerks ein Stellweg s für die Aktuatoreinheit (4) gebildet wird.
- Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Steifigkeitscharakteristik c des Elastiklagers (5) und dem Stellweg s für die Aktuatoreinheit (4) eine Soll-Stellkraft zur Steuerung bzw. Regelung der Ist-Stellkraft (7) gebildet wird.

#### Claims

- Method for axle control of at least one first axle of a rail vehicle, wherein the axle controller has an actuator unit, a passive elastic bearing mechanically functionally connected in parallel therewith and a regulation facility, and the regulation facility is connected at least to the actuator unit for data transfer purposes, wherein the regulation facility (6) exclusively uses an actual actuating force (7) of the actuator unit (4) as control or regulation variable for steering angle  $\gamma$  of the first axle of the rail vehicle.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the actual actuating force (7) is formed from information regarding at least one known property of the rail vehicle, in particular regarding a rigidity characteristic  $c$  of the elastic bearing (5), as well as information regarding a track geometry. 5
3. Method according to claim 1, **characterised in that** the actual actuating force (7) is formed from information regarding at least one known property of the rail vehicle, in particular regarding a rigidity characteristic  $c$  of the elastic bearing (5), as well as information regarding movement states of the rail vehicle, in particular regarding a translation speed  $v$ . 10
4. Method according to claim 2 or 3, **characterised in that** the rigidity characteristic  $c$  of the elastic bearing (5) is used as the known property of the rail vehicle. 15
5. Method according to claim 1, **characterised in that** steering angles  $\gamma$  of at least a first idler wheel set are adjusted. 20
6. Method according to claim 1, **characterised in that** steering angles  $\gamma$  of at least a first wheel set (12) are adjusted. 25
7. Method according to claim 2 or 3, **characterised in that** information is formed by means of at least one translation speed sensor (21). 30
8. Method according to claim 2 or 3, **characterised in that** information is formed by means of at least one positioning system. 35
9. Method according to claim 7, **characterised in that** information is formed by means of at least one rotation rate sensor (20).
10. Method according to claim 7, **characterised in that** information is formed by means of at least one gyroscopic sensor. 40
11. Method according to claim 1, **characterised in that** a track curve radius  $R$  is determined as a quotient of a translation speed  $v$  and a yaw speed  $\omega$  of at least one running gear of the rail vehicle. 45
12. Method according to claim 11, **characterised in that** an actuating path  $s$  for the actuator unit (4) is formed by means of the track curve radius  $R$  and half a wheel set length  $a$  and an axle spacing  $b$  of the at least one running gear. 50
13. Method according to claim 12, **characterised in that** a setpoint actuating force for controlling or regulating the actual actuating force (7) is formed using the rigidity characteristic  $c$  of the elastic bearing (5) and

the actuating path  $s$  for the actuator unit (4).

## Revendications

1. Procédé destiné à la commande d'essieu d'au moins un premier essieu d'un véhicule ferroviaire ; dans lequel la commande d'essieu présente une unité d'actionnement, un palier élastique passif monté en parallèle de manière opérationnelle par voie mécanique par rapport à la première citée, ainsi qu'un mécanisme de réglage, et le mécanisme de réglage est relié au moins à l'unité d'actionnement à des fins de transmission de données ; dans lequel, à partir du mécanisme de réglage (6) est mise en œuvre, à titre exclusif, une force de commande réelle (7) de l'unité d'actionnement (4) à titre de valeur de commande, respectivement de réglage, pour l'angle de braquage  $\gamma$  du premier essieu du véhicule ferroviaire.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force de commande réelle (7) est obtenue à partir d'informations qui concernent au moins une propriété connue du véhicule ferroviaire, en particulier qui concernent une caractéristique de rigidité  $c$  du palier élastique (5), de même qu'à partir d'informations qui concernent une géométrie de la voie.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force de commande réelle (7) est obtenue à partir d'informations qui concernent au moins une propriété connue du véhicule ferroviaire, en particulier qui concernent une caractéristique de rigidité  $c$  du palier élastique (5), de même qu'à partir d'informations qui concernent des états de mouvement du véhicule ferroviaire, en particulier qui concernent une vitesse de translation  $v$ .
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'on met en œuvre, à titre de propriété connue du véhicule ferroviaire, la caractéristique de rigidité  $c$  du palier élastique (5).
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on règle l'angle de braquage  $\gamma$  d'au moins un premier train de roues indépendantes.
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on règle l'angle de braquage  $\gamma$  d'au moins un premier train de roues (12).
7. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'obtention d'informations a lieu au moyen d'au moins un capteur de la vitesse de translation (21).
8. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'obtention d'informations a lieu au moyen

d'au moins un système de localisation.

9. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'obtention d'informations a lieu au moyen d'au moins un capteur de la vitesse de rotation (20). 5
10. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'obtention d'informations a lieu au moyen d'au moins un capteur gyroscopique. 10
11. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on détermine un rayon de la courbure du rail R à titre de quotient d'une vitesse de translation v et d'une vitesse de giration  $\omega$  d'au moins un bogie du véhicule ferroviaire. 15
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'on obtient, au moyen du rayon de courbure du rail R, et au moyen d'une demi longueur de train de roues a et d'une distance axiale b dudit au moins un bogie, une course de commande s pour l'unité d'actionnement (4). 20
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**, avec la caractéristique de rigidité c du palier élastique (5) et la course de commande s pour l'unité d'actionnement (4), on obtient une force de commande de consigne pour la commande, respectivement le réglage de la force de commande réelle (7). 25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

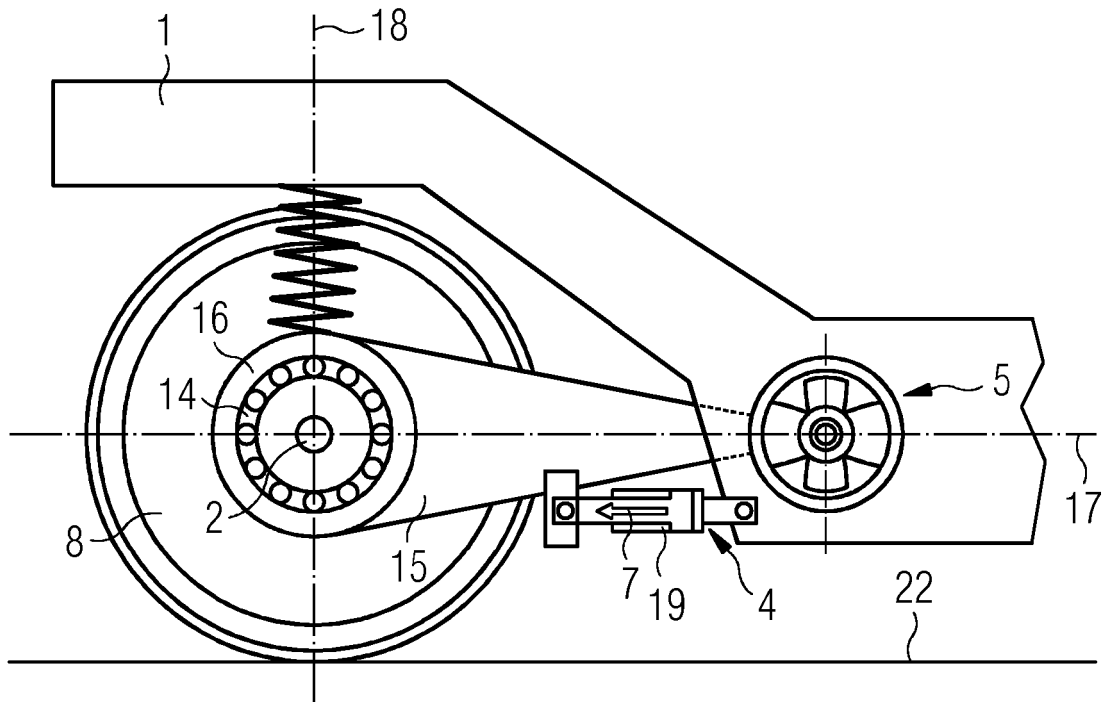


FIG 2

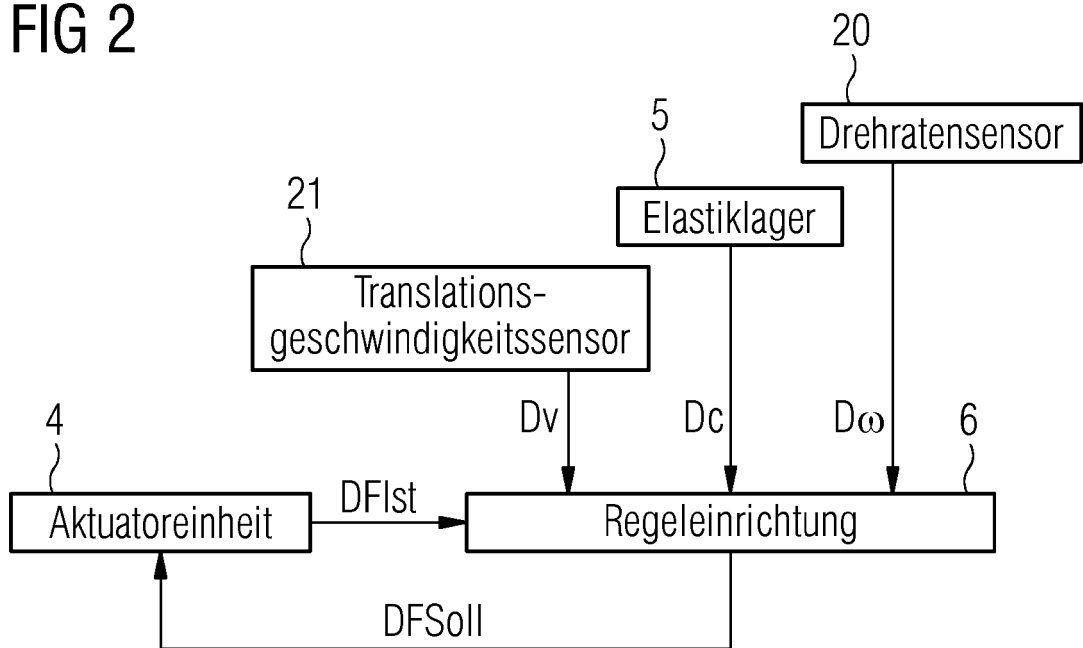
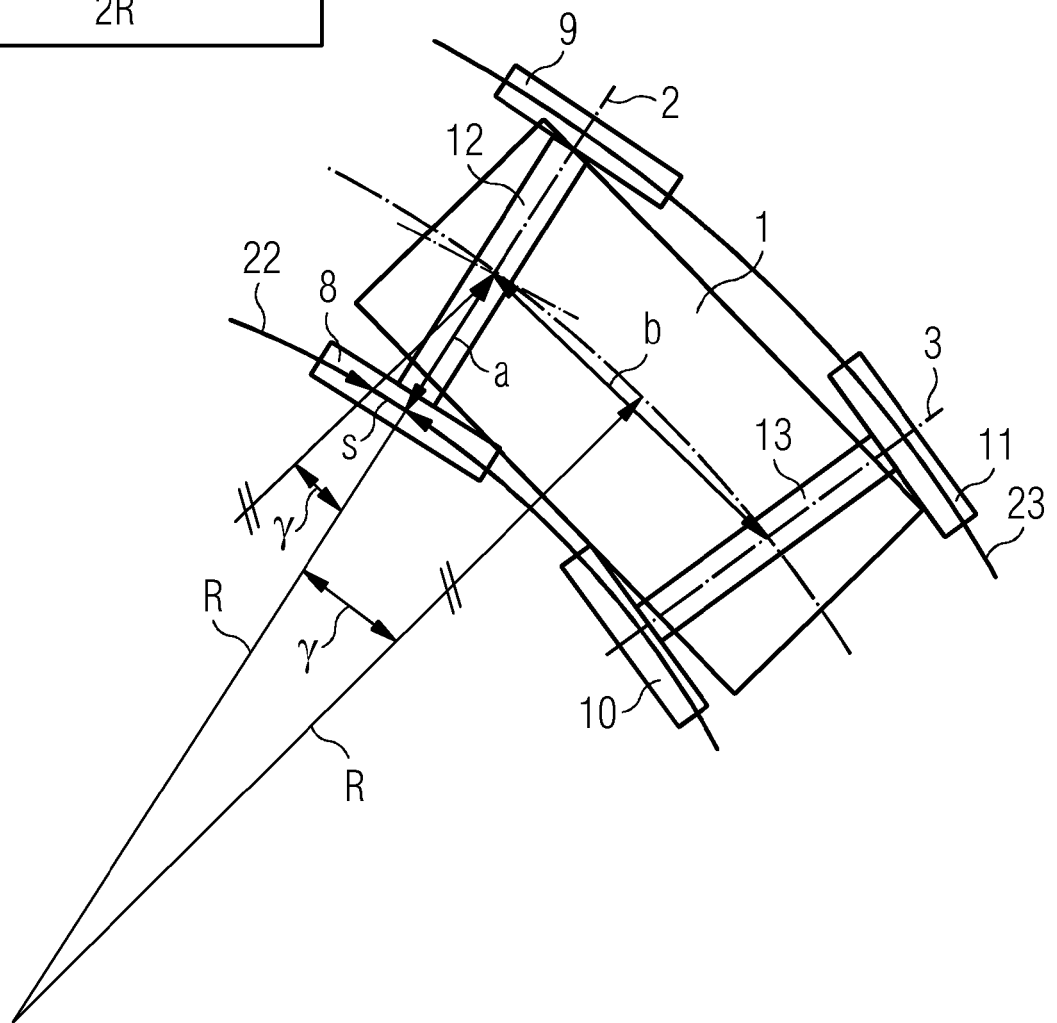




FIG 3

$$\sin \gamma = \frac{b}{2R} \approx \tan \gamma = \frac{s}{a} \quad 24$$

$$s \approx \frac{ab}{2R} \quad 25$$



**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**

- EP 0870664 B1 **[0002]**
- EP 2371656 A1 **[0003]**
- DE 19861086 B4 **[0004]**
- WO 2016008731 A1 **[0004]**
- DE 102006025773 A1 **[0004]**
- EP 0600172 A1 **[0005]**