

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 870 664 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.10.1998 Patentblatt 1998/42

(51) Int. Cl.⁶: **B61F 5/38**, B61F 5/32,
B61F 5/44

(21) Anmeldenummer: 98100507.7

(22) Anmeldetag: 14.01.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 11.04.1997 DE 19715148

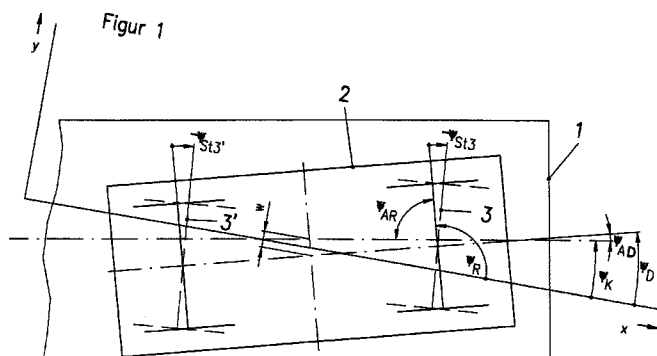
(71) Anmelder: **Deutsche Waggonbau AG**
12526 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• **Wiessner, Manfred, Prof. Dr. habil.**
028929 Emmerichswalde (DE)
• **Bengs, Karl-Heinz, Dipl.-Ing.**
02826 Görlitz (DE)
• **Rubel, Maik, Dipl.-Ing.**
02826 Görlitz (DE)
• **Jaensch, Ronald, Dipl.-Ing.**
01277 Dresden (DE)

(54) Verfahren und Einrichtung zur Radsatzführung von Schienen-Fahrzeugen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie dazugehörige Einrichtungen zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen, insbesondere zur Gewährleistung der Laufstabilität der Fahrzeuge im Hochgeschwindigkeitsverkehr, bei denen die Radsätze in Führungsrahmen rechtwinklig zueinander ausgerichtet und definiert steif und unverschieblich statisch geführt sowie solche, bei denen zur Verbesserung des Bogenlaufes quasistatische radiale Radsatzstellungen vorgegeben sind.

Erfindungsgemäß wird das Problem der Realisierung eines in allen Fahrzuständen stabilen Radsatzlaufes dadurch gelöst, indem die vorgegebene Radsatzstellung durch eine aktive Radsatzsteuerung von einem veränderlichen Stellwinkel ψ_{St} überlagert wird, der bei mehreren Radsätzen (3,3') sowohl gleich- als auch gegensinnig gerichtet sein kann.



EP 0 870 664 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie dazugehörige Einrichtungen zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen, insbesondere zur Gewährleistung der Laufstabilität der Fahrzeuge im Hochgeschwindigkeitsverkehr, bei denen die Radsätze in Führungsrahmen rechtwinklig zueinander ausgerichtet und definiert steif und unverschieblich statisch geführt sowie solche, bei denen zur Verbesserung des Bogenlaufes quasistatische radiale Radsatzstellungen vorgegeben sind.

Es sind Fahrwerke für den Hochgeschwindigkeitsverkehr (GDS 300, Eisenbahningenieur 45 (1994) 10 Seite 722) bekannt, bei denen die Laufstabilität im Gleis durch das Zusammenwirken von definiert steif und unverschieblich geführten, rechtwinklig zueinander im Führungsrahmen ausgerichteten Achsen mit einer Drehhemmung zwischen Führungsrahmen und Wagenkasten erreicht wird.

Dieser Lösung haftet der Nachteil an, daß diese Art der Streckung des Sinuslaufes zu einer starken Ankopplung zwischen Fahrwerk und Wagenkasten und damit zu einer Schwingungsanregung des Wagenkastens führt, die nur durch aufwendige konstruktive Maßnahmen eingegrenzt werden kann.

Desweiteren weisen Fahrwerke mit steifer Achsführung in engen Bögen einen höheren Fahrwiderstand sowie einen überdurchschnittlichen Verschleiß der Radprofile auf.

Andere Fahrwerke für den Hochgeschwindigkeitsverkehr (Beispiel TGV, Elektrische Bahnen 90 (1992) 5 Seiten 176 bis 179) ergänzen diese Maßnahmen durch die Verwendung eines größeren Achsstandes und durch den Einsatz von Gliederzügen mit Jakobsdrehgestellen. Hierbei ist von Nachteil, daß der längere Achsstand die Bogenlauffähigkeit verschlechtert, die Drehgestellrahmenmasse erhöht sowie unter dem Wagenkasten einen zusätzlichen Raumbedarf erfordert. Der größere Raumbedarf verstärkt insbesondere bei Doppelstock-Fahrzeugen die Nachteile kürzerer Wagenkästen.

Gliederzüge mit Jakobsdrehgestellen führen in der Praxis wegen der Achslastbegrenzung zu kürzeren Wagenkästen und damit entweder zur Verringerung des Sitzplatzanteils oder zur Verringerung bzw. Verkleinerung der Übergangs- und Einstiegsbereiche. Diese Züge können auch nur in Werksanlagen getrennt werden. Deshalb ist eine verkehrsgerechte Anpassung der Zuglängen aufwendig.

Auch fällt bei relevanten Störungen an einem Wagen der gesamte Zug aus.

Als zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung der Laufstabilität werden ganz allgemein auch Dämpfungen zwischen Radsatz und Führungsrahmen angewendet, wobei die Verringerung der am Bewegungsverhalten beteiligten Massen und Kräfte angestrebt wird.

Die praktischen Einflußmöglichkeiten sind aber hier eher gering.

Nach der DE 31 23 858 führt der gleichphasige Radsatzsinuslauf zuerst zu instabilem Laufverhalten des Fahrwerkes. Die Radsätze vollführen eine kombinierte Quer- und Wendebewegung um ihre jeweilige Hochachse. Der gegenphasige Radsatzlauf, welcher bei der gleichen Frequenz wie der gleichphasige Radsatzlauf auftreten kann, ist dagegen deutlich höher gedämpft. Durch die gegensinnige Kopplung der Radsätze wird ihre gleichsinnige Auslenkung verhindert und das Laufverhalten sowohl im geraden Gleis als auch im Bogen verbessert. Hierbei ist von Nachteil, daß mit dieser Lösung nur eine begrenzte Anhebung der kritischen Geschwindigkeiten möglich ist, die für den Hochgeschwindigkeitsverkehr nicht ausreicht.

Weiterhin sind Fahrwerke bekannt, bei denen zur Verbesserung des Bogenlaufes die Radsätze im Bogen innerhalb des Führungsrahmen quasistatisch bogenradial eingestellt werden, wobei direkt auf die elastischen rahmenseitigen Achslenkerlager wirkende äußere Kräfte das radiale Ausdrehen der Radsätze erzwingen (DE 42 40 098) oder Zylinder- Hebel- Systeme die Stellung des Radsatzes so bestimmen, daß sich ein nach Richtung und Krümmung der Kurve vorbestimmter Radsatzausdrehwinkel einstellt (DE 30 04 082). Nachteilig ist hierbei, daß diese Fahrwerke auf Grund der vorhandenen und bei diesen Lösungen auch nicht vermeidbaren Elastizitäten bereits frühzeitig zu instabilem Fahrzeuglauf neigen und damit für den Hochgeschwindigkeitsverkehr nicht einsetzbar sind.

Alle vorhandenen Einrichtungen zur quasistatischen Veränderung der Radsatzstellung reagieren relativ träge und sind deshalb für eine aktive Beeinflussung des Radsatzwellenlaufes nicht geeignet.

Der im Patentanspruch angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, in Vermeidung der voranbeschriebenen Nachteile ein Verfahren und Einrichtungen zur Steuerung von Fahrwerken zu schaffen, welche in allen Fahrzuständen einen stabilen Radsatzlauf und durch Kraftentkopplung zwischen Fahrwerk und Wagenkasten eine hohe Laufgüte ermöglichen.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Hauptansprüche gelöst. Durch die Maßnahme, die vorgegebene statische oder quasistatische Radsatzstellung mit einem veränderlichen Stellwinkel ψ_{St} zu überlagern, der durch aktive Krafteinwirkungen innerhalb des Fahrwerkes zwischen Radsatz und Führungsrahmen entsteht, wird die von der Berührungsgeometrie bestimmte Bahnkurve des Radsatzes verändert und Gleisbogenabweichungen sowie Änderungen in der Berührungsgeometrie ausgesteuert, ohne daß die Grundsteifigkeit der Führung erheblich beeinträchtigt wird. Frequenz und Abklingverlauf der Ausschlagamplitude können im gesamten Geschwindigkeitsbereich mit geringer Leistung auf ein stabiles Laufverhalten abgestimmt werden. Das Verfahren kann ohne wesentlichen Mehraufwand redundant ausgeführt werden. Eine Drehhemmung zwischen Fahrwerk und Wagenkasten ist nicht mehr erforderlich, kann aber ebenfalls als

Rückfallebene vorgesehen werden. Der Stellwinkel ψ_{St} ist klein gegenüber dem quasistatischen Ausdrehwinkel von Radsätzen mit radialer Einstellung in kleinen und mittleren Bögen und kann diesem ebenfalls überlagert werden, wenn die erforderliche Gesamtsteifigkeit der Achsführung gegeben ist. Seine Richtung, Größe und Frequenz wird aus den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 2 genannten Steuergrößen und durch die Fahrgeschwindigkeit bestimmt.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung liegen insbesondere darin, daß die Stabilität und Güte des Fahrzeuglaufs bei Beibehaltung der bewährten Radsatzkonstruktion theoretisch unbegrenzt bis in den Höchstgeschwindigkeitsbereich ohne Sicherheitsverluste gewährleistet wird.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen die Zeichnungen in

- Fig. 1: eine prinzipielle Darstellung eines Schienenfahrzeuges in einer beliebigen Stellung im geraden Gleis oder in großen Bögen mit den entsprechenden Winkeln
- Fig. 2: eine prinzipielle Darstellung eines Schienenfahrzeuges im Gleisbogen mit den entsprechenden Winkeln
- Fig. 3: eine Einrichtung zur Erzeugung des Stellwinkels ψ_{St} der Radsätze mit Exzenterwelle und Schwingarm
- Fig. 4: eine Einrichtung zur Erzeugung des Stellwinkels ψ_{St} der Radsätze mit Zweikammer-Fluidbuchsen und Schwingarm
- Fig. 5: eine Einrichtung zur Erzeugung des Stellwinkels ψ_{St} der Radsätze mit Führungsspindeln und Zweikammer-Fluidbuchsen
- Fig. 6: eine Einrichtung zur Erzeugung des Stellwinkels ψ_{St} der Radsätze mit Doppelfederblatt-Radsatzlenkern

Aus der Fig. 1 ist der Wagenkasten 1 eines Schienenfahrzeuges ersichtlich, welcher gegenüber der Gleisachse x um den Winkel ψ_K ausgedreht und gegenüber dem Führungsrahmen 2 um das Maß w querverschoben ist. Der Führungsrahmen 2 ist selbst gegenüber der Gleisachse x um den Winkel ψ_D ausgedreht. Die Ausdrehung ψ_{AD} des Führungsrahmens 2 zum Wagenkasten 1 ergibt sich als Differenz beider Ausdrehungen. Die ohne äußere Kraftwirkung senkrecht zur Längachse des Führungsrahmens 2 ausgerichteten Radsätze 3, 3' sind durch eine aktive Steuerung jeweils um den veränderlichen Winkel $\psi_{St3,3'}$ gegenüber diesem ausgedreht. Ebenso kann der Ausdrehwinkel ψ_{AR} benutzt werden, der sich als Differenz der Ausdrehung der Radsätze 3, 3' zum Gleis und der des Wagenkastens 1 zum Gleis ergibt.

Die Fig. 2 zeigt den Wagenkasten 1 im Gleisbogen, wobei der Führungsrahmen 2 tangential zum Bogen ausgedreht ist. Die Radsätze 3, 3' sind bereits durch

äußere Kräfte mit den Winkeln $-\psi_{B3}$ und ψ_{B3} , bogenradial eingestellt und werden durch eine aktive Steuerung zusätzlich durch die veränderlichen Winkel $-\psi_{St3}$ und ψ_{St3} ausgedreht.

Die Fig. 3 bis 6 stellen mögliche Ausführungsvarianten der aktiven Steuerung des Stellwinkels ψ_{St} zu Beeinflussung des Radsatzwellenlaufes dar. Hierbei wurde auf die gerätetechnische Ausführung zur Ermittlung der Steuergröße für den Stellwinkel ψ_{St} (Meßwert-aufnehmer für ψ_{AD} oder/ und ψ_{AR} , Auswerteeinheit), die mit an sich bekannten technischen Lösungen realisierbar ist, verzichtet.

Aus der Fig. 3 ist eine Einrichtung ersichtlich, mit der ein durch einen Schwingarm 4 statisch oder quasistatisch im Führungsrahmen 2 gehaltener Radsatz 3 mit dem veränderlichen Stellwinkel ψ_{St} beaufschlagt werden kann. Der Führungsrahmen 2 ist auf dem Achslagergehäuse 5 des Radsatzes 3 gefedert abgestützt. Das Achslagergehäuse 5 besitzt einen Schwingarm 4 mit einer elastischen Buchse 6, die über Exzenter 7 und Exzenterwelle 8 im Schwingarmlager 9 gelagert ist. Eine Stellvorrichtung 10, beispielsweise ein Hydraulikzylinder, verändert über den Exzenterhebel 11 die Anschlußlänge L des Schwingarmes 4 gegenüber dem Führungsrahmen 2 um $\pm \Delta L$.

Die Fig. 4 zeigt eine weitere Einrichtung, die durch Verwendung einer Zweikammer-Fluidbuchse 12 im Schwingarm 4 den Stellwinkel ψ_{St} erzeugt. Der Führungsrahmen 2 stützt sich auf dem Achslagergehäuse 5 ab. Das Achslagergehäuse 5 besitzt ebenfalls den Schwingarm 4, aber ausgerüstet mit einer elastischen Zweikammer-Fluidbuchse 12, deren Kammern 13, 13' über die Anschlüsse 14, 14' wechselseitig mit Fluid beaufschlagt werden können und so eine Änderung der Anschlußlänge L des Schwingarmes 4 gegenüber dem Führungsrahmen 2 um den Betrag $\pm \Delta L$ bewirken.

Fig. 5 variiert Fig. 4 derart, daß statt eines Schwingarmes 4 Führungsspindeln 15 mit Zweikammer-Fluidbuchsen 12, 12' zur Radsatzführung benutzt werden. Hierbei ist der Führungsrahmen 2 wiederum auf dem Achslagergehäuse 5 des Radsatzes 3 gefedert abgestützt. Zwischen den senkrechten Führungsspindeln 15 des nicht näher dargestellten Führungsrahmens 2 und dem Achslagergehäuse 5 befinden sich je 2 Zweikammer-Fluidbuchsen 12, 12', deren Kammern 13, 13' über die Anschlüsse 14, 14' wechselseitig mit Fluid beaufschlagt werden und so einen Mittenversatz $\pm \Delta L$ des Achslagergehäuses 5 zu den Führungsspindeln 15 bewirken.

In der Fig. 6 ist eine Einrichtung dargestellt, welche die Möglichkeit aufweist, den Stellwinkel ψ_{St} mit einem Doppelfederblatt-Radsatzlenker 17 zu erzeugen. Wiederum ist der Führungsrahmen 3 auf dem Achslagergehäuse 5 des Radsatzes 3 gefedert abgestützt. Der Führungsrahmen 2 und das Achslagergehäuse 5 besitzen Lager 16, 16', die mit den gegensinnig gekröpften Federblatt-Radsatzlenkern 17', 17" miteinander verbunden sind. Sie sind in ihrem gekröpften Mittelbereich

durch eine Stellvorrichtung 10 verbunden, die bei Betätigung den Abstand A der Lenker 17', 17'' in diesem Bereich um ΔA verändert und damit eine Änderung der Länge L um $\pm \Delta L$ bewirkt.

Die erfindungsgemäße Lösung arbeitet wie folgt:

Mit Meßwertaufnehmern und einer Auswerteeinheit wird die aktuelle Winkelstellung ψ_{AD} des Führungsrahmens 2 zum Wagenkasten 1 und/ oder die Stellung ψ_{AR} der Radsätze 3, 3' zum Wagenkasten 1 ermittelt und gleichzeitig der Radsatzsinuslauf als Maß für die Stabilität analysiert. In Abhängigkeit von diesen Stellungen und der Art und Frequenz des Sinuslaufes wird ein Signalerzeuger aktiviert, der über Steuergrößenerzeuger und über Stellelemente (Fig. 3 bis 6) zwischen Führungsrahmen 2 und Achslagergehäuse 5 jede Radsatzstellung mit einem Stellwinkel ψ_{St} so überlagert, daß eine Streckung des Sinuslaufes bewirkt wird.

In Fig. 1 ist ein gleichgerichteter Sinuslauf der Radsätze 3, 3' im geraden Gleis bzw. großen Bögen dargestellt, der durch ebenfalls gleichgerichtete Stellwinkel $-\psi_{St}$ so überlagert wird, daß der Radsatzlauf gestreckt wird. Ein gegensinniger Sinuslauf kann ebenfalls in diesem Sinne angesteuert werden. Zweckmäßig ist jedoch, den gegensinnigen Sinuslauf bereits in der Entstehungsphase aktiv zu unterbinden und dem System einen gleichgerichteten Sinuslauf aufzuzwingen.

In kleinen Bögen, dargestellt in Fig. 2, sind abweichend zur Fig. 1 die Radsätze 3, 3' zum Führungsrahmen 2 quasistatisch bogenradial eingestellt. Bei hohen Fahrgeschwindigkeiten über der Ausgleichsgeschwindigkeit werden diese Stellungen durch gleichgerichtete Stellwinkel $-\psi_{St}$ überlagert, die die Anlaufwinkel bogenaußen minimieren und Instabilitäten vermeiden. Bei kleinen Geschwindigkeiten unterhalb der Ausgleichsgeschwindigkeit wird am Radsatz 3 weiterhin ein negativer und am Radsatz 3' ein positiver Stellwinkel ψ_{St} überlagert.

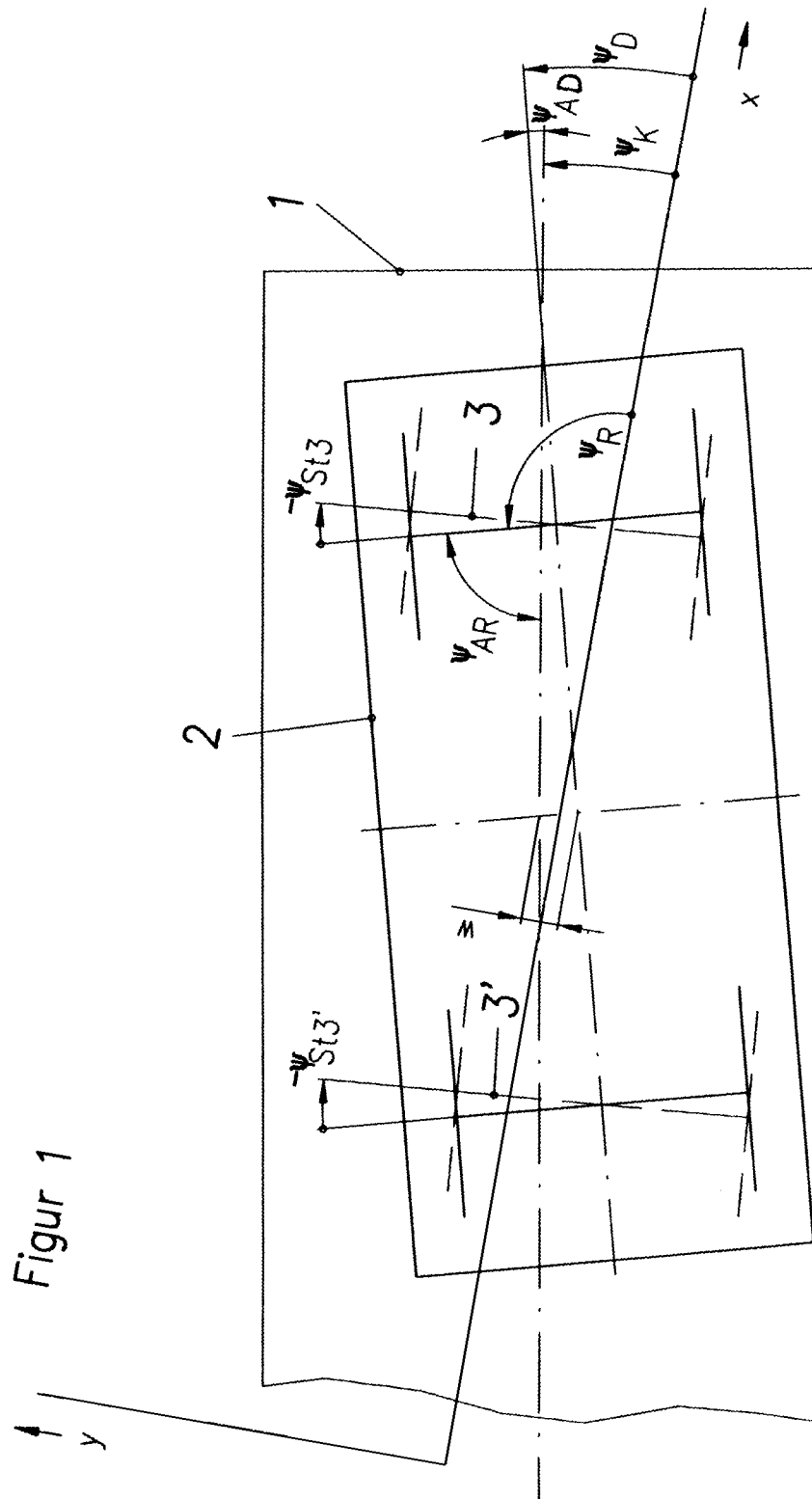
Bezugszeichenliste

1	Wagenkasten
2	Führungsrahmen
3, 3'	Radsätze
4	Schwingarm
5	Achslagergehäuse
6	elastische Buchse
7	Exzenter
8	Exzenterwelle
9	Schwingarmlager
10	Stellvorrichtung
11	Exzenterhebel
12, 12'	Zweikammer- Fluidbuchsen
13, 13'	Kammern
14, 14'	Anschlüsse
15	Führungsspindeln
16, 16'	Lager
17, 17', 17''	Doppelfederblatt- Radsatzlenker

ψ_K	Ausdrehwinkel des Wagenkastens
ψ_D	Ausdrehwinkel des Führungsrahmens zur Gleisachse
ψ_R	Ausdrehwinkel der Radsätze zur Gleisachse
ψ_{AD}	Ausdrehwinkel des Führungsrahmens zum Wagenkasten
ψ_{AR}	Ausdrehwinkel der Radsätze zum Wagenkasten
ψ_{St}	Stellwinkel der Radsätze
ψ_B	Ausdrehwinkel der Radsätze zum Führungsrahmen (Bogenradiale Stellung)
A	Abstand
w	Querversatz des Wagenkastens zum Führungsrahmen
x	Gleisachse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen mit im Führungsrahmen vorgegebener statischer oder quasistatischer Radsatzstellung, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Radsatzstellung durch eine aktive Radsatzsteuerung von einem veränderlichen Stellwinkel ψ_{St} überlagert wird, der bei mehreren Radsätzen (3,3') sowohl gleich- als auch gegensinnig gerichtet sein kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Steuergröße des Stellwinkels ψ_{St} die jeweils gegenüber dem Wagenkasten (1) gemessenen Ausdrehwinkel ψ_{AD} der Führungsrahmen (2) oder/ und ψ_{AR} der Radsätze oder deren jeweilige Ableitung nach der Zeit verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in ihrer Länge verstellbare oder in einem Anlenkpunkt verschiebbare Radsatzlenker (17) bei Ausfall der aktiven Steuerung eine laufstabile Endstellung im Führungsrahmen (2) einnehmen und eine Drehhemmung zwischen dem Wagenkasten (1) und dem Führungsrahmen (2) und/ oder den Radsätzen (3,3') wirksam wird.
4. Einrichtung zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen mit in Führungsrahmen vorgegebener statischer oder quasistatischer Radsatzstellung, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Steuerung aus den Meßwertaufnehmern, der Auswerteeinheit und einer schnell reagierenden, die Steifigkeit der Radsatzführung nicht wesentlich beeinträchtigenden Stellvorrichtung besteht.



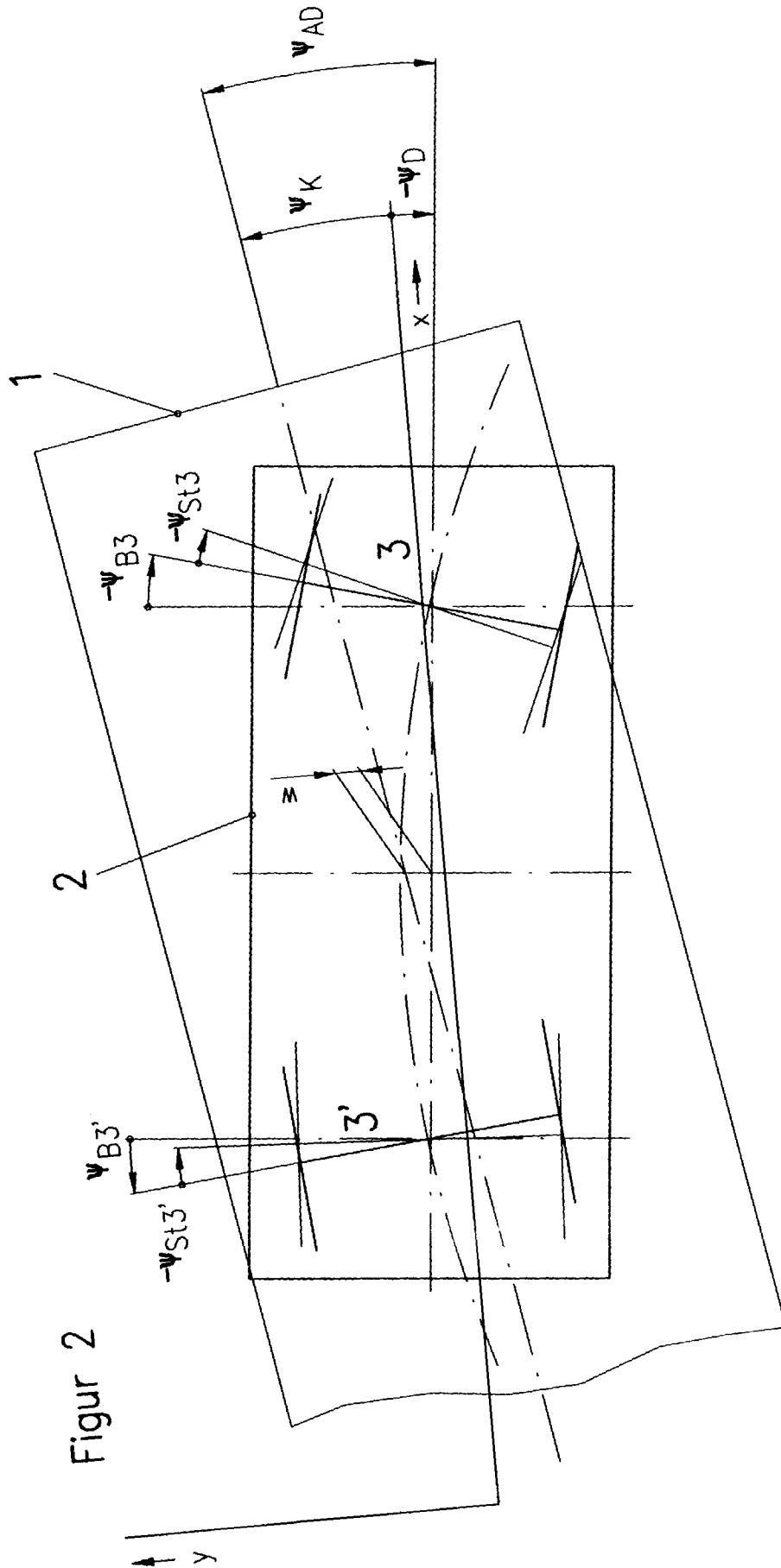
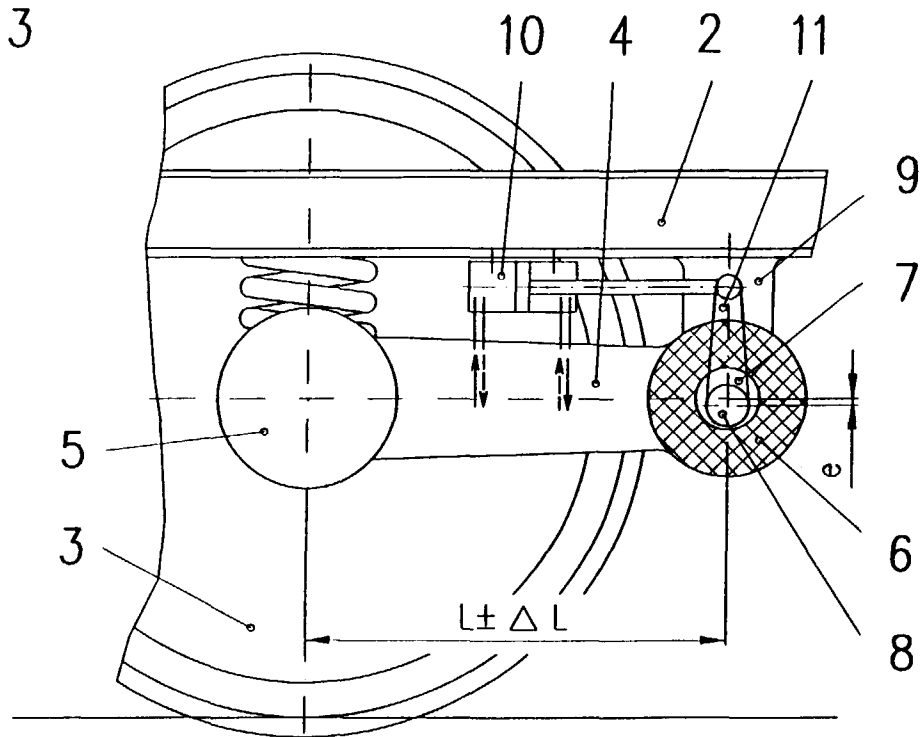
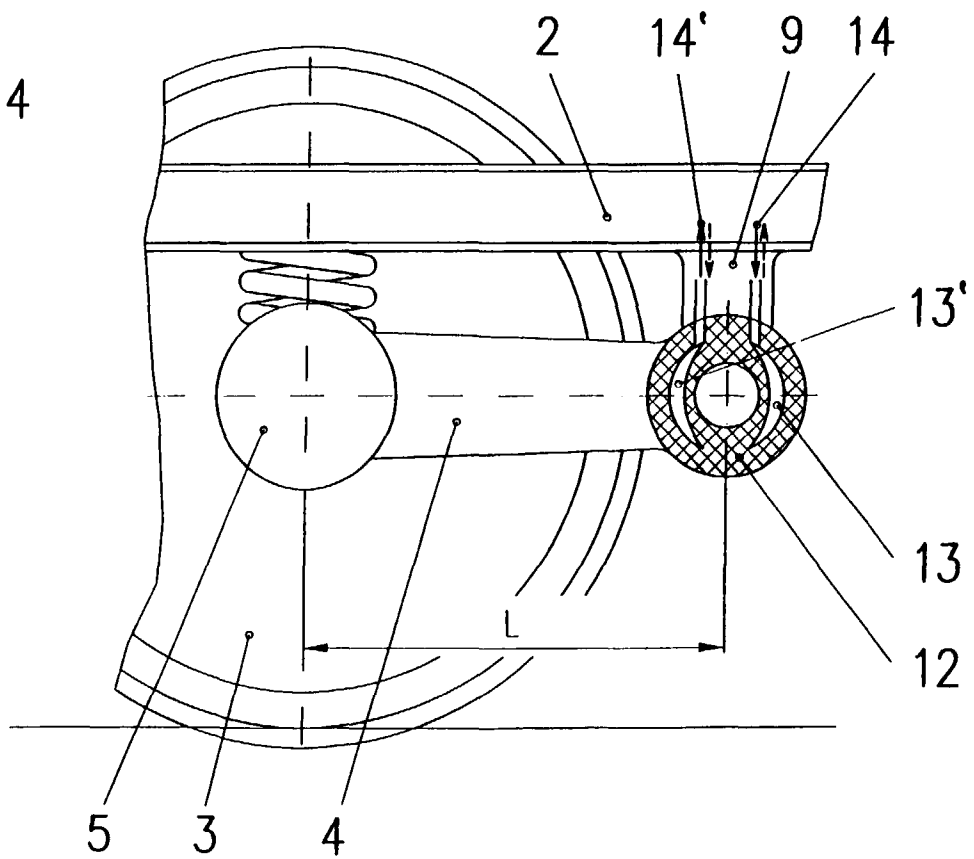


Figure 2

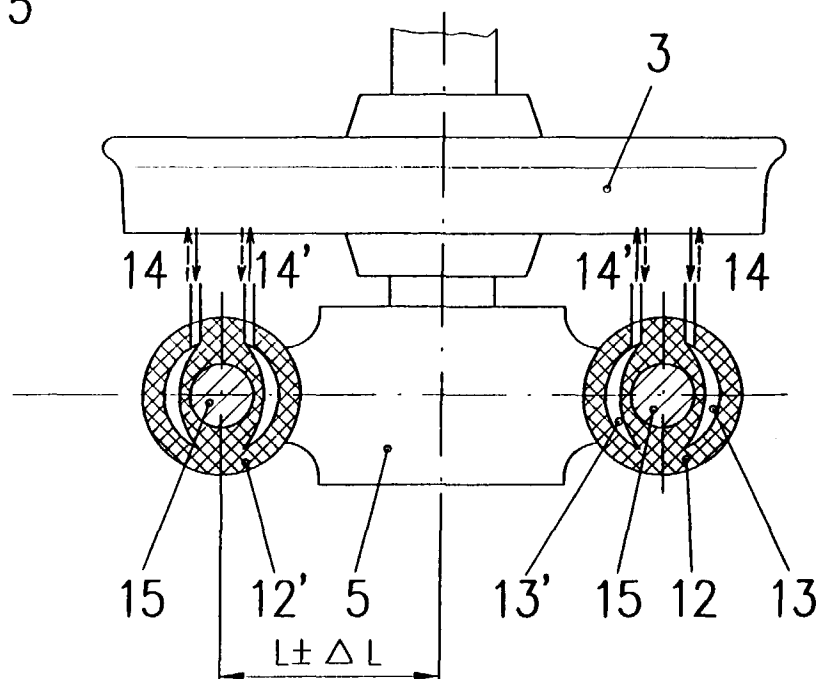
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6

