

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 351/2005

(51) Int. Cl.⁸: **G01B 21/12** (2006.01)

(22) Anmeldetag: 2005-03-02

(43) Veröffentlicht am: 2008-09-15

(30) Priorität:
09.03.2004 DE 102004012167
beansprucht.

(73) Patentanmelder:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
D-80333 MÜNCHEN (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0254772A2 DE 3721127A1
US 4155526A DE 3432355A1

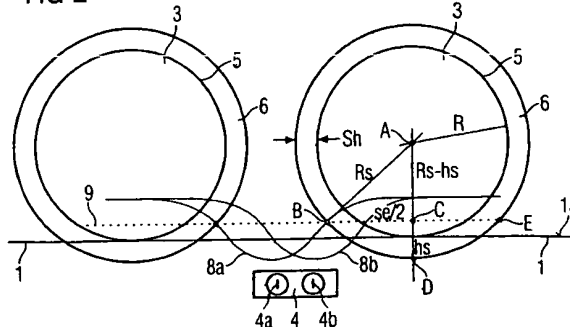
(72) Erfinder:
TALKE WOLFGANG
BLANKENBURG (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG DES RADDURCHMESSERS VON SICH LÄNGS
ZWEIER PARALLELER FAHRSCIENEN BEWEGENDEN RÄDERN VON
SCHIENENFAHRZEUGEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Raddurchmessers (2R, 2Rs) von sich längs zweier paralleler Fahrschienen (1) bewegenden Rädern von Schienenfahrzeugen, insbesondere von Güterwagen, sowie eine Schwerkraftablaufanlage unter Verwendung des Verfahrens, wobei zumindest an einer Fahrschiene (1) ein das Rad (3) erfassender Radsensor (4a, 4b) angeordnet ist, der ein Sensorsignal (8a, 8b) erzeugt, wobei mit Hilfe des Sensorsignals (8a, 8b) eine dem Raddurchmesser (2R, 2Rs) entsprechende Sehnenlänge (se) ermittelt wird, die der Länge einer Kreissehne im gedachten Raddurchmesserkreis (RDK) entspricht, mit deren Hilfe der unbekannte Raddurchmesser (2R, 2Rs) berechnet wird. Um mit geringem Aufwand den Raddurchmesser (2R, 2Rs), insbesondere den Spurkranzdurchmesser (Rs), selbsttätig ermittelbar zu machen, wird vorgeschlagen, dass die Zeitdifferenz des Sensorsignals (8a, 8b) zwischen dem Über- und anschließenden Unterschreiten zumindest eines vorgegebenen Schwellwertes (9) erfasst wird, dass anhand der Radgeschwindigkeit aus der Zeitdifferenz die Sehnenlänge (se) ermittelt wird,

dass aus der Sehnenlänge (se) sowie aus einem vorgegebenen Hilfswert (hs) der unbekannte Raddurchmesser (2R, 2Rs) berechnet wird, wobei der Hilfswert (hs) der Sehnenhöhe dem Abstand der Sehne im gedachten Raddurchmesserkreis (RDK) entspricht.

FIG 2



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Raddurchmessers von sich längs zweier paralleler Fahrschienen bewegendem Rädern von Schienenfahrzeugen, insbesondere von Güterwagen, sowie eine Schwerkraftablaufanlage unter Verwendung des Verfahrens gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 11.

Allgemein bekannt sind Güterwagen als Schienenfahrzeuge, deren Räder mittels einer Radachse paarweise verbunden sind und die auf zwei parallelen Fahrschienen abrollen. Zur Führung weisen die Räder bezogen auf das Fahrschienenpaar innenseitig einander gegenüberliegende Spurkränze auf.

Weiter ist es bekannt, Kolbengleisbremsen an den Fahrschienen unterhalb der Spurkränze anzuordnen, um die Güterwagen abzubremesen. Dabei drückt der Spurkranz jeweils auf eine Kolbenstange, die einen daran angeordneten Kolben innerhalb einer Kolben-Zylinder-Einheit verschiebt, wobei kinetische Energie des Güterwagens in Wärme umgewandelt wird.

Kolbengleisbremsen werden insbesondere in Schwerkraftablaufanlagen eingesetzt, die beispielsweise zur Zusammenstellung von Güterzügen mittels Verteilweichen dienen. Schwerkraftablaufanlagen weisen ein Gefälle auf, so dass die Güterwagen durch die Hangabtriebskraft angetrieben werden. Durch die Kolbengleisbremsen kann erreicht werden, dass die Güterwagen im Bereich der Verteilweiche mit konstanter Geschwindigkeit laufen und im Auslauf der Schwerkraftablaufanlage mit zulässiger nur noch sehr geringer Geschwindigkeit aufeinander auffahren.

Die insbesondere bauart- und verschleißbedingte Schwankungsbreite der Spurkranzdurchmesser von ca. 300 mm bis ca. 1100 mm erschwert die Geschwindigkeitsregelung mittels Kolbengleisbremsen in Ablaufanlagen erheblich.

Die Verwendung von Kolbengleisbremsen hat dabei den Nachteil, dass die Bremswirkung abhängig vom Spurkranzdurchmesser der Räder ist. Um zu verhindern, dass es aufgrund der unterschiedlichen Spurkranzdurchmesser auf der Gefällestrecke, insbesondere im Weichenbereich, zu Einholvorgängen und Eckstößen der Güterwagen kommt, wird die zeitliche Ablauffolge aller Güterwagen in der Schwerkraftablaufanlage relativ groß gewählt. Die Leistung (Bergleistung) der Ablaufanlage ist so deutlich gemindert. Nur mit Vorabkenntnis der Raddurchmesser der nacheinander ablaufenden Güterwagen kann die zeitliche Ablauffolge aller Güterwagen so gesteuert werden, dass sowohl mit großen als auch mit kleinen Spurkranzdurchmessern ein leistungsfähiger störungsfreier Betrieb der Anlage sichergestellt ist.

Aus der EP 0 212 052 A2 ist bereits eine Einrichtung zur Vermessung von im Fahrzeug eingebauten Rädern bekannt, die zu entsprechenden Radsätzen gehören. Die Vermessung der Räder wird während langsamer Fahrt des Fahrzeuges vorgenommen, wobei an einer Fahrschiene zumindest zwei unabhängig voneinander das Rad erfassende Radsensoren unterhalb der Lauffebene der Fahrschiene angeordnet sind. Die beiden Radsensoren sind als photoelektrische Taster ausgebildet und so unterhalb der Lauffebene ausgerichtet, dass ihre Hauptastrichtung wenigstens angenähert senkrecht zu einer Tangente am zugehörigen Tastpunkt eines Messkreises (eines gedachten Raddurchmesserkreises) verläuft. Die beabstandeten Radsensoren sind dazu einander unter einem Winkel zugewandt angeordnet, wobei der Abstand in Abhängigkeit von dem zu bestimmenden Raddurchmesser gewählt ist. Die Taster sind mit einer Zeiterfassungseinrichtung verbunden, welche die jeweiligen Zeiten feststellt, zu denen die Taster von einem darüber rollenden Rad betätigt werden. Bewegt sich ein Rad auf der Lauffebene entlang der Fahrschiene und kommt die Lauffläche des Rades in den Bereich des ersten Tastpunktes, so löst es bei dessen Erreichen über den photoelektrischen Taster ein Zeitsignal aus, wobei der Taster jeweils am Anfang ein stetig ansteigendes und am Ende ein wieder stetig abfallendes Sensorsignal oder umgekehrt abgibt. Dasselbe Auslösen eines Zeitsignals erfolgt, wenn die Lauffläche in den Bereich des zweiten Tastpunktes des zweiten Tasters kommt. Die Tastpunkte liegen in einem gleichen Abstand oberhalb der Lauffebene, welcher kleiner gleich

dem halben Raddurchmesser ist. Anhand der Radgeschwindigkeit lässt sich aus der Zeitdifferenz der beiden Zeitsignale die Länge einer Kreissehne im gedachten Raddurchmesserkreis bestimmen, deren Sehnenhöhe gleich dem Abstand der Tastpunkte von der Lauffläche ist. Anhand der Sehnenhöhe und der Sehnenlänge lässt sich mittels des Satzes des Pythagoras der Raddurchmesser berechnen.

Ferner ist aus der DE 40 18 999 A1 ein induktiv wirkender Radsensor für Schienenfahrzeuge bekannt, der innenseitig an dem Fahrschienenpaar angeordnet ist. Diese Radsensoren, die je zwei längs der Fahrschienen beabstandete Radsensoren aufweisen, werden häufig in Form von Doppelradsensoren zur Achszählung verwendet.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren vorzuschlagen, durch das mit geringem Aufwand der Raddurchmesser, insbesondere der Spurkranzdurchmesser, selbsttätig mit hoher Genauigkeit bestimmt werden kann, sowie eine Schwerkraftablaufanlage unter Anwendung des Verfahrens.

Die Lösung dieser Aufgabe ist bezogen auf das Verfahren durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale und bezogen auf die Schwerkraftablaufanlage durch die im Anspruch 11 angegebenen Merkmale gegeben. Die kennzeichnenden Merkmale der Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen.

Die Lösung sieht bezogen auf das Verfahren vor, dass die Zeitdifferenz des Sensorsignals eines Sensors zwischen dem Über- und anschließenden Unterschreiten zumindest eines vorgegebenen Schwellwertes oder umgekehrt erfasst wird, wobei die Sehnenlänge anhand der Radgeschwindigkeit aus dieser Zeitdifferenz ermittelt wird. Der Raddurchmesser wird aus dieser so bestimmten Sehnenlänge berechnet, und zwar unter Hinzunahme eines Hilfwertes, welcher der zugehörigen Sehnenhöhe im gedachten Durchmesserkreis entspricht. Zur Berechnung des richtigen Raddurchmessers wird also ein Hilfwert benötigt: die Sehnenhöhe im Raddurchmesserkreis. Dieser Hilfwert muss separat ermittelt werden. Der Schwellwert wird ferner vorzugsweise in die steilen Bereiche der Sensorsignale gelegt, um eine relativ große Empfindlichkeit zu erzielen.

Der Raddurchmesser wird durch Lösung folgender Gleichung berechnet:

$$R^2 = (R - h_s)^2 + (s_e/2)^2$$

mit $2R$ = Raddurchmesser, h_s = vorgegebener Hilfwert und s_e = Sehnenlänge.

Zur Ermittlung des Hilfwertes wird vorgeschlagen, dass der Hilfwert bei vorgegebenem Schwellwert und davon abhängiger Sehnenlänge empirisch bestimmt wird.

Als Raddurchmesser lässt sich mit Vorteil der Laufkreisdurchmesser bestimmen, wenn der Radsensor unterhalb des seitlich über den Schienenkopf hinausragenden Laufkreises angeordnet ist.

Weisen die jeweils paarweise angeordneten Räder bezogen auf das Fahrschienenpaar innenseitig einander gegenüberliegende Spurkränze auf, so entspricht der Raddurchmesser dem Spurkranzdurchmesser, wobei die Radsensoren jeweils unterhalb der Spurkränze an der Fahrschiene anzuordnen sind.

Zur Bestimmung des Spurkranzdurchmessers kann der Radsensor unterhalb der Spurkränze und/oder der Laufkreise angeordnet sein, wobei der Spurkranzdurchmesser gleich dem Laufkreisdurchmesser plus der doppelten Spurkranzhöhe ist.

Eine konstruktiv einfache Ausführung des Radsensors ergibt sich, wenn dieser als induktiv

wirkender Sensor ausgebildet ist. Zur Vermeidung von Messfehlern und instabilen Signalreaktionen sind eine einstellbare Hysteresis des Sensors und zwei unterschiedliche Schwellwerte vorzugeben.

- 5 Um anhand der Sensorsignalkurven (zeitlicher Verlauf der Sensorsignale) die Geschwindigkeit zu bestimmen, wird vorgeschlagen, dass der Radsensor als Doppelradsensor mit zwei Radsensoren ausgebildet ist, wobei aus dem zeitlichen und geometrischen Versatz der beiden Sensorsignalkurven die Geschwindigkeit bestimmt wird.
- 10 Um den Fehlereinfluss des vom Gleis und von der Achse abhängigen Sinuslaufes zu korrigieren, wird vorgeschlagen, dass je zwei Radsensoren innenseitig oder außenseitig am Fahrschienenpaar einander zu- bzw. abgewandt als Radsensorpaar angeordnet sind, wobei diese beiden Radsensoren auf einer quer, vorzugsweise senkrecht, zu den Fahrschienen verlaufenden gedachten Gerade liegen, dass die ermittelten Raddurchmesser des Doppelradsensorpaars jeweils gemittelt werden oder dass jeweils von den ermittelten Raddurchmessern des Doppelradsensorpaars der größere Raddurchmesser verwendet wird oder dass jeweils von den ermittelten Raddurchmessern des Doppelradsensorpaars der kleinere Raddurchmesser verwendet wird.
- 15
- 20 Die Lösung sieht bezogen auf die Schwerkraftablaufanlage vor, dass die Zeitdifferenz des Sensorsignals zwischen dem Über- und anschließenden Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes erfasst wird, dass anhand der Radgeschwindigkeit aus der Zeitdifferenz die Sehnenlänge ermittelt wird, dass aus der Sehnenlänge sowie aus einem vorgegebenen Hilfs- wert der unbekannte Raddurchmesser berechnet wird, wobei der Hilfs- wert der Sehnenhöhe dem Abstand der Sehne im gedachten Raddurchmesser- kreis entspricht. Die starke Schwan- kungsbreite der Spurkranzdurchmesser von ca. 300 mm bis ca. 1100 mm beeinflusst unzulä- sig stark die Geschwindigkeitsregelung mittels Kolbengleisbremsen in Ablaufanlagen. Mit der Ermittlung der Spurkranzdurchmesser kann dem unterschiedlichen Arbeitsvermögen von Kol- bengleisbremsen durch Variation der Abdruckgeschwindigkeit am Startpunkt (an der Bergkup- pe) optimal entsprochen werden.
- 25
- 30

Die Anpassung an das Arbeitsvermögen der Schwerkraftablaufanlage ist besonders einfach, wenn die zeitliche Differenz eines nachfolgend ablaufenden Schienenfahrzeugs zum unmittel- bar vorhergehenden Schienenfahrzeug am Startpunkt anhand des ermittelten Spurkranzdurch- messers des nachlaufenden oder des vorlaufenden Schienenfahrzeugs bestimmt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

- 40 Fig. 1 ein Schienenpaar mit innenseitig an einer Fahrschiene angeordnetem Doppelradsen- sor,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines auf einer Fahrschiene abrollenden Rades mit den erzeugten Radsensorsignalen zur Ermittlung des Spurkranzdurchmessers,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung analog zu Fig. 2 zur Ermittlung des Spurkranzdurch- messers,
- 45 Fig. 4 ein Fahrschienenpaar gemäß Fig. 1 mit einem außenseitig an einer Fahrschiene an- geordneten Doppelradsensor und
- Fig. 5 ein Fahrschienenpaar gemäß Fig. 1 mit einem außen- und einem innenseitig an einer Fahrschiene angeordneten Doppelradsensorpaar.
- 50 Fig. 1 zeigt einen Abschnitt zweier paralleler Fahrschienen 1, die mittels Schwellen 2 miteinan- der verbunden sind. Längs der Fahrschienen 1 können sich Schienenfahrzeuge (nicht gezeigt) bewegen. Zu solchen Schienenfahrzeugen gehören insbesondere nicht angetriebene Güterwa- gen. Die Schienenfahrzeuge weisen zumindest zwei in Bewegungsrichtung beabstandete Paa- re von Rädern 3 (s. Fig. 2 und Fig. 3) auf, die jeweils mittels Achsen fest verbunden sein kön- nen.
- 55

In Fig. 1 ist bezogen auf das Fahrschienenpaar an einer Fahrschiene 1 innenseitig ein Radsensor 4 angeordnet. Der Radsensor 4 ist als Doppelradsensor ausgebildet, d. h. er besteht aus zwei voneinander unabhängigen induktiv wirkenden Radsensoren 4a, 4b, die in Schienenlängsrichtung voneinander beabstandet sind. Jeder Radsensor 4a, 4b erzeugt bei einem auf der Fahrschiene 1 darüberrollenden Rad 3 ein entsprechendes Sensorsignal (s. 8a, 8b in Fig. 2 und Fig. 3).

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Darstellung ein auf der Fahrschiene 1 abrollendes Rad 3 zu zwei verschiedenen Zeitpunkten. Wie Fig. 2 erkennen lässt, rollt das Rad 3 mit seinem Laufkreis 5 (Laufkreisradius R) auf der Lauffläche 1a der Fahrschiene 1 ab, während der Laufkranz 6 des Rads 3 seitlich über die Lauffläche 1a der Fahrschiene 1 hinaus nach unten ragt. Die Spurkränze 6 sind bezogen auf das Fahrschienenpaar innenseitig einander gegenüberliegend angeordnet. Die Radsensoren 4a, 4b befinden sich unterhalb des Laufkranzes 6 an den in Fig. 2 eingezeichneten Positionen auf der Innenseite der Fahrschiene 1. Der Radius des Außenumfangs des Spurkranzes 6 ist der Spurkranzradius R_s . Die von den Radsensoren 4a, 4b abgegebenen Sensorsignale 8a, 8b sind in ihrem zeitlichen Verlauf korrespondierend zu dem sich bewegenden Rad 3 in Fig. 2 eingezeichnet. Man erkennt, dass beide Sensorsignale 8a, 8b zunächst stetig abfallen, um dann umgekehrt wieder stetig anzusteigen. Je nach Ausgestaltung der Radsensoren 4a, 4b können die Sensorsignale 8a, 8b selbstverständlich auch umgekehrt verlaufen, also zuerst ansteigen und dann wieder abfallen. Zur Bestimmung einer dem Spurkranzradius R_s entsprechenden Länge ist eine Triggerschwelle 9 vorgegeben, anhand derer jeweils die Zeitdifferenz der Sensorsignale 8a, 8b zwischen dem Über- und anschließend dem Unterschreiten der Triggerschwelle 9 ermittelt wird. Damit die induktiv wirkenden Sensoren 4a, 4b eine Hysteresis aufweisen, können zwei unterschiedliche Triggerschwellwerte 9 bei ansteigendem und abfallendem Sensorsignal 8a, 8b verwendet werden.

In Fig. 3 ist schematisch eine ähnliche Situation wie in Fig. 2 dargestellt: Ein Rad 3 zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten sowie die Sensorsignale 8a, 8b der beiden Radsensoren 4a, 4b. Im Unterschied zu Fig. 2 weist das Rad 3 keinen Spurkranz 6 auf.

Die Radien R , R_s des Laufkreises und des Spurkranzes werden auf die gleiche Weise ermittelt. Die Radsensoren 4a, 4b müssen dazu lediglich unterhalb des Laufkreises 5, also außenseitig an einer Fahrschiene 1 wie in Fig. 4 gezeigt, anstatt unterhalb des Spurkranzes 6 angeordnet sein, da in diesem Fall der darüber rollende Laufkreis und nicht der Spurkranz mittels der Radsensoren 4a, 4b erfasst werden muss.

Im Folgenden wird deshalb die Ermittlung der Radien R , R_s nur anhand des Laufkreisradius R beschrieben.

Der Spurkranzdurchmesser $2R_s$ lässt sich anhand des Laufkreisdurchmessers $2R$ und der Spurkranzhöhe Sh berechnen; der Spurkranzdurchmesser $2R_s$ ist gleich dem Laufkreisdurchmesser $2R$ plus der doppelten Spurkranzhöhe $Sh=2R_s-2R$.

Fig. 3 zeigt weiter mittels der Triggerschwelle 9 aus den Sensorsignalen 8a, 8b erzeugte Ausgangssignale 9a, 9b (Ausgangsimpulse), die eine einfache Bestimmung der Zeitdifferenz zwischen der ansteigenden und der abfallenden Flanke der Sensorsignale 8a, 8b ermöglichen.

Anhand der zeitlichen Verschiebung der beiden rechteckförmigen Ausgangssignale 9a, 9b kann weiter eine dem Abstand der Radsensoren 4a, 4b entsprechende Zeit bestimmt und daraus die Geschwindigkeit des Rades 3 berechnet werden. Die Geschwindigkeit ist selbstverständlich auch auf andere Weise ermittelbar.

Zur Berechnung des unbekannten Laufkreisradius R (Abstand A-B) dient der gedachte Rad-durchmesserkreis RDK (hier identisch mit dem Laufkreis 5), in den die halbe Sehnenlänge $se/2$ (Abstand B-C, halber Abstand B-E) eingezeichnet ist. Man erkennt, dass sich der Laufkreisradi-

us R sofort berechnen lässt, wenn die Sehnenhöhe h_s (Abstand C-D) bekannt ist, und zwar nach folgender Formel:

$$R^2 = (R-h_s)^2 + (se/2)^2.$$

5

Die Sehnenhöhe h_s ist hier ein vorgegebener Hilfswert zur Berechnung des unbekannten Raddurchmessers $2R$, welcher dem Maximalabstand der Sehne im Raddurchmesserkreis RDK entspricht. Dieser Hilfswert h_s kann bei eingestellter Triggerschwelle 9 empirisch ermittelt werden, beispielsweise statistisch gesichert anhand einer entsprechenden Anzahl von Rädern 3 mit bekanntem Laufkreisradius R oder einer bekannten Laufkreisradiusverteilung.

10

Wichtig ist, dass bereits aus jedem einzelnen Sensorsignal 8a, 8b der Raddurchmesser $2R$ oder $2R_s$ des Rads 3 ermittelbar ist.

15

In jedem Falle wird anhand der Radgeschwindigkeit eine dem Raddurchmesser $2R$ oder $2R_s$ entsprechende Sehnenlänge se (Abstand B-E) ermittelt, die der Länge einer Sehne im gedachten Raddurchmesserkreis RDK entspricht, und aus dieser Sehnenlänge se sowie aus einem vorgegebenen Hilfswert h_s der unbekannte Raddurchmesser $2R$ bzw. $2R_s$ berechnet, wobei der Hilfswert h_s der Sehnenhöhe und damit dem maximalen Abstand der Sehne im gedachten Raddurchmesserkreis RDK entspricht.

20

Jede der in Fig. 1 und Fig. 4 dargestellten Radsensoranordnungen kann in einer Schwerkraftablaufanlage für Schienenfahrzeuge vor dem Startpunkt eingesetzt und gemäß dem oben beschriebenen Verfahren betrieben werden. Die selbsttätig ermittelten Spurkranzdurchmesser $2R_s$, welche die Kolbengleisbremsen betätigen, legen dabei den kleinstmöglichen zeitlichen Abstand der Schienenfahrzeuge am Startpunkt fest, und zwar anhand des ermittelten Spurkranzdurchmessers $2R_s$ des nachlaufenden oder des vorlaufenden Schienenfahrzeuges.

25

Fig. 5 zeigt ein Fahrschienenpaar gemäß Fig. 1 mit einem außen- und einem innenseitig an einer Fahrschiene angeordneten Doppelradsensorpaar 4, 4.

30

Dabei sind je zwei Radsensoren 4a1, 4a2 und 4b1, 4b2 innenseitig am Fahrschienenpaar einander zugewandt als Radsensorpaar 4a1, 4a2; 4b1, 4b2 angeordnet sind, wobei diese beiden Radsensoren 4a1, 4a2 oder 4b1, 4b2 auf einer quer, vorzugsweise senkrecht, zu den Fahrschienen verlaufenden gedachten Gerade liegen. Dasselbe gilt analog für das außenseitige Doppelradsensorpaar 4, bei dem die beiden Radsensoren 4a1, 4a2 und 4b1, 4b2 einander abgewandt als Radsensorpaar 4a1, 4a2; 4b1, 4b2 angeordnet sind. Die Radsensoren 4a1, 4a2, 4b1, 4b2 jedes Paares 4a1, 4a2 und 4b1, 4b2 sind jeweils mindestens in einem Abstand längs der Fahrschienen angeordnet, der jeweils die Zuordnung der Betätigungen des Paares 4a1, 4a2 und 4b1, 4b2 zu einer einzigen Radachse sichert. Um das vom Gleis abhängige Radpendeln (den Sinuslauf) zu berücksichtigen, erfolgt eine Mittelung, die so aussehen, dass erst die Raddurchmesser $2R$, $2R_s$ des Doppelradsensorpaars 4a1, 4b1; 4a2, 4b2 ermittelt und diese danach jeweils gemittelt werden oder aber dass jeweils von den ermittelten Raddurchmessern $2R$, $2R_s$ des Doppelradsensorpaars 4a1, 4b1; 4b1, 4b2 der größere oder aber der kleinere Raddurchmesser verwendet wird. Welche Möglichkeit gewählt wird, richtet sich nach dem Zustand des Gleises und ist von diesem abhängig.

35

40

45

Bezugszeichenliste

50

1	Fahrschiene
1a	Lauffläche
2	Querträger
3	Rad
4a, 4b	Radsensor
5	Laufkreis

55

6	Spurkranz
8a, 8b	Sensorsignale
9	Triggerschwelle
9a, 9b	Ausgangssignale
5 4, 10	Doppelradsensoren
11, 12	Doppelradsensoren
R	Laufkreisradius
Rs	Spurkranzradius
2 Rs	Spurkranzdurchmesser
10 Sh	Spurkranzhöhe
RDK	Raddurchmesserkreis
se	Sehnenlänge
hs	Hilfswert Sehnenhöhe

15

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Ermittlung des Raddurchmessers (2R, 2Rs) von sich längs zweier paralleler Fahrschienen (1) bewegenden Rädern (3) von Schienenfahrzeugen, insbesondere von Güterwagen, wobei die Räder (3) jeweils paarweise angeordnet sind und einander gegenüberliegen, wobei zumindest an einer Fahrschiene (1) ein das Rad (3) erfassender Radsensor (4a, 4b) unterhalb der auf der Fahrschiene (1) abrollenden Räder (3) angeordnet ist, der ein Sensorsignal (8a, 8b) erzeugt, dessen zeitlicher Verlauf bei einem darüber rollenden Rad (3) jeweils am Anfang stetig ansteigt oder abfällt und am Ende umgekehrt wieder stetig abfällt bzw. ansteigt, wobei mit Hilfe des Sensorsignals (8a, 8b) eine dem Raddurchmesser (2R, 2Rs) entsprechende Sehnenlänge (se) ermittelt wird, die der Länge einer Kreissehne im gedachten Raddurchmesserkreis (RDK) entspricht, mit deren Hilfe der unbekannte Raddurchmesser (2R, 2Rs) berechnet wird, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zeitdifferenz des Sensorsignals (8a, 8b) zwischen dem Über- und anschließenden Unterschreiten zumindest eines vorgegebenen Schwellwertes (9) erfasst wird, dass anhand der Radgeschwindigkeit aus der Zeitdifferenz die Sehnenlänge (se) ermittelt wird, dass aus der Sehnenlänge (se) sowie aus einem vorgegebenen Hilfswert (hs) der unbekannte Raddurchmesser (2R, 2Rs) berechnet wird, wobei der Hilfswert (hs) der Sehnenhöhe dem Abstand der Sehne im gedachten Raddurchmesserkreis (RDK) entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Raddurchmesser (2R, 2Rs) durch Lösung folgender Gleichung berechnet wird:
$$R^2 = (R - hs)^2 + (se/2)^2$$
 mit 2R= Raddurchmesser, hs= vorgegebener Hilfswert und se= Sehnenlänge.
3. Verfahren nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass der vorgegebene Hilfswert (hs) bei vorgegebenem Schwellwert (9) und davon abhängiger Sehnenlänge (se) empirisch ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Raddurchmesser der Laufkreisdurchmesser (2R) ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, *dadurch gekennzeichnet*,

dass die jeweils paarweise angeordneten Räder (3) bezogen auf das Fahrschienenpaar (1) innenseitig einander gegenüberliegende Spurkränze (6) aufweisen und der Raddurchmesser der Spurkranzdurchmesser (2Rs) ist.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Radsensor (4a, 4b) unterhalb der Spurkränze (6) und/oder der Laufkreise (5) angeordnet ist, wobei der Spurkranzdurchmesser (2Rs) gleich dem Laufkreisdurchmesser (2R) plus der doppelten Spurkranzhöhe (2Sh) ist.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Radsensor (4a, 4b) als induktiv wirkender Sensor ausgebildet ist.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass mit Einstellung einer Schalthysteresis des Sensors (4a, 4b) zwei unterschiedliche Schwellwerte (9) vorgegeben sind.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Radsensor (4) als Doppelradsensor mit zwei Radsensoren (4a, 4b) ausgebildet ist, wobei aus dem zeitlichen und geometrischen Versatz der beiden Sensorsignalkurven die Geschwindigkeit bestimmt wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass je zwei Radsensoren (4a1, 4a2 oder 4b1, 4b2) innenseitig oder außenseitig am Fahrschienenpaar einander zu- bzw. abgewandt als Radsensorpaar (4a1, 4a2; 4b1, 4b2) angeordnet sind, wobei diese beiden Radsensoren (4a1, 4a2 oder 4b1, 4b2) auf einer quer, vorzugsweise senkrecht, zu den Fahrschienen verlaufenden gedachten Gerade liegen, dass die ermittelten Raddurchmesser (2R, 2Rs) des Doppelradsensorpaars (4a1, 4b1; 4a2, 4b2) jeweils gemittelt werden oder dass jeweils von den ermittelten Raddurchmessern (2R, 2Rs) des Doppelradsensorpaars (4a1, 4b1; 4b1, 4b2) der größere Raddurchmesser verwendet wird oder dass jeweils von den ermittelten Raddurchmessern (2R, 2Rs) des Doppelradsensorpaars (4a1, 4b1; 4b1, 4b2) der kleinere Raddurchmesser verwendet wird.
- 30 11. Schwerkraftablaufanlage für Schienenfahrzeuge mit sich längs zweier paralleler Fahrschienen (1) bewegenden Rädern (3), insbesondere für Güterwagen, mit zumindest einer Kolbengleisbremse zum Abbremsen der schwerkraftangetriebenen Schienenfahrzeuge, bei denen die Räder (3) jeweils paarweise angeordnet sind und einander gegenüberliegen, wobei zur Ermittlung des Raddurchmessers (2R, 2Rs) zumindest an einer Fahrschiene (1) ein das Rad (3) erfassender Radsensor (4a, 4b) unterhalb der auf der Fahrschiene (1) abrollenden Räder (3) angeordnet ist, der ein Sensorsignal (8a, 8b) erzeugt, dessen zeitlicher Verlauf bei einem darüber rollenden Rad (3) jeweils am Anfang stetig ansteigt oder abfällt und umgekehrt am Ende wieder stetig abfällt bzw. ansteigt, wobei mit Hilfe des Sensorsignals (8a, 8b) eine dem Raddurchmesser (2R, 2Rs) entsprechende Sehnenlänge (se) ermittelt wird, die der Länge einer Kreissehne im gedachten Raddurchmesserkreis (RDK) entspricht, mit deren Hilfe der unbekannte Raddurchmesser (2R, 2Rs) berechnet wird,
- 45 *dadurch gekennzeichnet*,
dass die Zeitdifferenz des Sensorsignals (8a, 8b) zwischen dem Über- und anschließenden Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes (9) erfasst wird, dass anhand der Radgeschwindigkeit aus der Zeitdifferenz die Sehnenlänge (se) ermittelt wird, dass aus der Sehnenlänge (se) sowie aus einem vorgegebenen Hilfwert (hs) der unbekannte Raddurchmesser (2R, 2Rs) berechnet wird, wobei der Hilfwert (hs) der Sehnenhöhe dem
- 50
55

Abstand der Sehne im gedachten Raddurchmesserkreis (RDK) entspricht.

12. Schwerkraftablaufanlage nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass die zeitliche Differenz eines nachfolgend ablaufenden Schienenfahrzeugs zum unmittelbar vorhergehenden Schienenfahrzeug am Startpunkt anhand des ermittelten Spurranzdurchmessers (2Rs) des nachlaufenden oder des vorlaufenden Schienenfahrzeugs bestimmt wird.

10

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

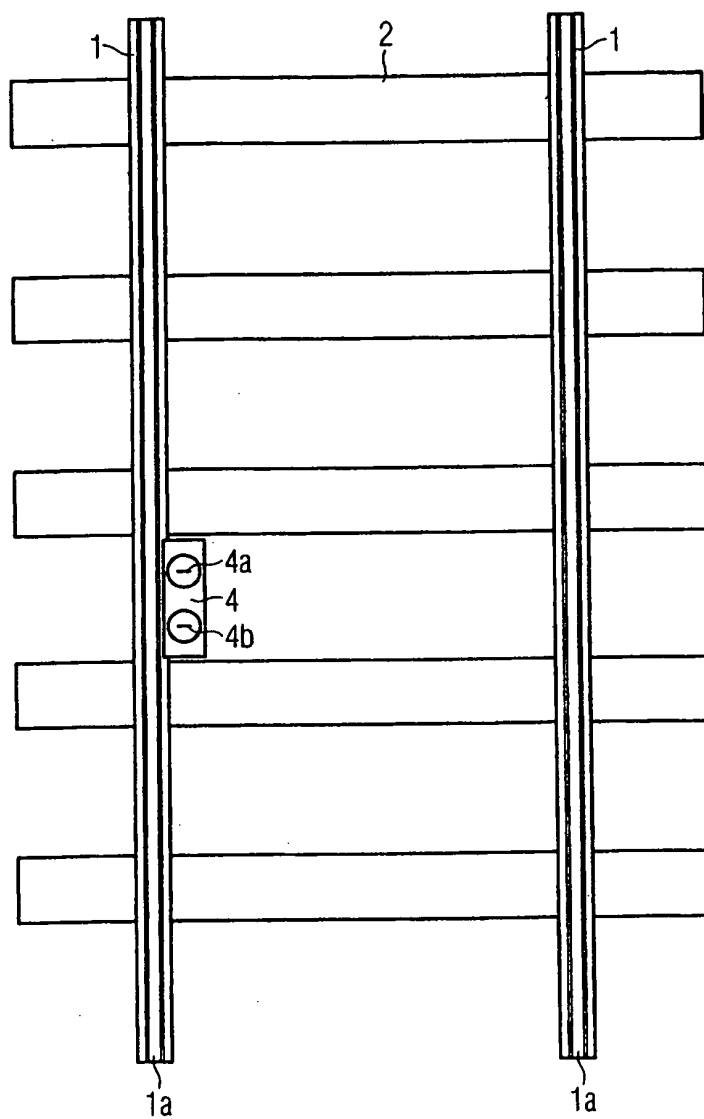




FIG 4

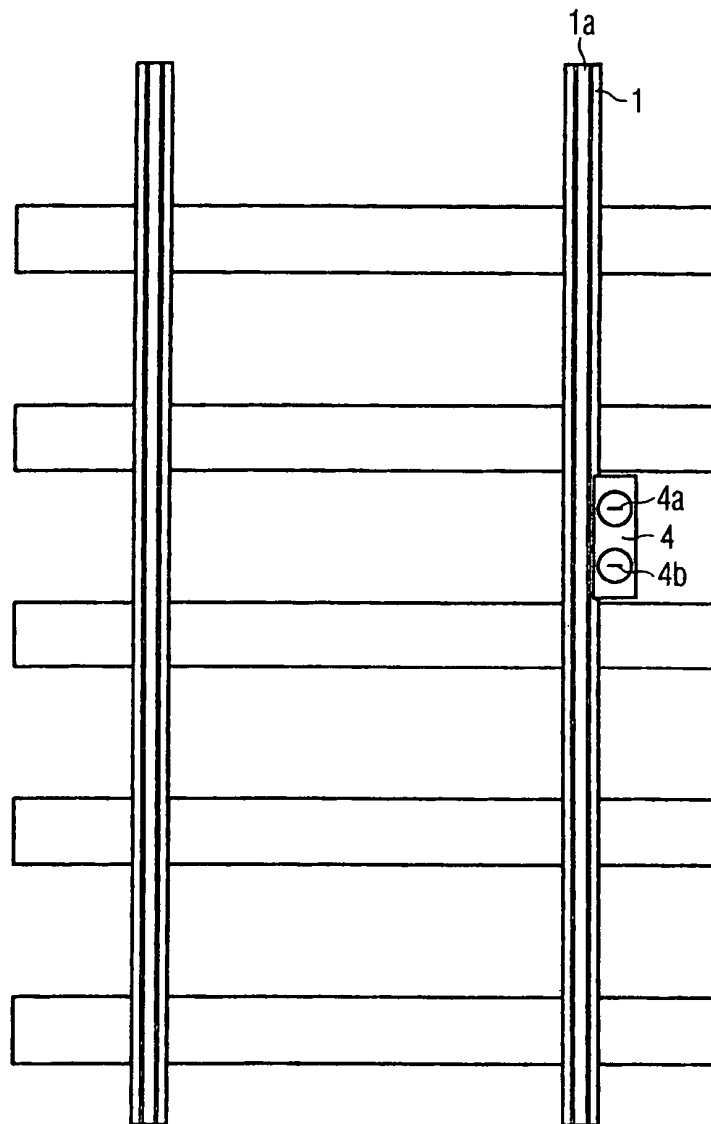




FIG 5

