



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 020 378 A1** 2009.11.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 020 378.5**

(22) Anmeldetag: **23.04.2008**

(43) Offenlegungstag: **19.11.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01M 1/00** (2006.01)

G01B 21/10 (2006.01)

G01B 21/12 (2006.01)

(71) Anmelder:

Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

**Klein, Wolfram, Dr., 85579 Neubiberg, DE; Mäkel,
 Oliver, 85551 Kirchheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

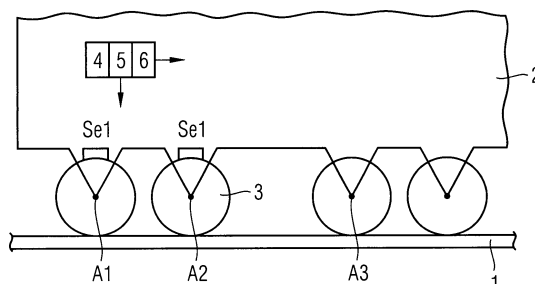
DE	10 2006 039883	A1
DE	103 20 342	B3
EP	11 97 419	A1
EP	12 36 633	A2
EP	15 59 625	A1
US	54 33 111	A
US	44 32 229	A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Dynamische Analyse einer Unwucht**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung von Unwuchten bei Rädern (3), bei Rad (3)-Schiene (1)-Systemen. Es soll bei Rad (3)-Schiene (1)-Systemen Flachstellen bzw. Unwuchten in Rädern (3) auf einfache und direkte Weise während des Betriebs eines Zuges (2) bestimmt werden. Zur Vermeidung von Schlupf erfolgt ein Bereitstellen von ersten jeweils mindestens zwei Rädern (3) aufweisenden n Achsen (A) eines fahrenden Zuges (2) als freilaufend für ein Zeitintervall, wobei die Länge der vom Zug (2) zurückgelegten Strecke in dem Zeitintervall bekannt ist. Danach schließt sich ein Bestimmen der Umfänge der beiden Räder (3) der freilaufenden Achse (A) in den Zeitintervall an. Abschließend werden die bestimmten Umfänge mit früheren Messungen der Räder (3) verglichen, wobei Abweichungen erfasst werden. Ab einer gewissen Größe von Abweichungen erfolgt das Ausgeben von Warnhinweisen, beispielsweise an ein Fahrerhaus.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung von Unwucht bei Rädern bei Rad-Schiene-Systemen.

[0002] Insbesondere im Bereich von Hochgeschwindigkeitszügen, aber ebenso bei Untergrundbahnen sowie auch im Metro-Bereich ergeben sich Probleme mit den Rädern. Aufgrund der Abnutzung infolge von Brems-/Beschleunigungsvorgängen beziehungsweise durch Unebenheiten im Gleis ergeben sich unrunde Räder, entstehen Unwuchten beziehungsweise Flachstellen. Diese sollen aufgrund von Sicherheits- und Komfortgründen möglichst schnell erfasst werden.

[0003] Herkömmlicherweise kann eine derartige Analyse lediglich nach der Fahrt, das heißt im Depot beziehungsweise bei Werkstattaufenthalten durchgeführt werden, nicht jedoch während des Betriebs der Züge. Es werden sogenannte Fahrdrehgestell-Überwachungssysteme aktuell entwickelt beziehungsweise bei Hochgeschwindigkeitszügen eingeführt. Derartige Systeme detektieren die Schwingungen im Drehgestell und prognostizieren darüber den Rad-/Reifen- und Achsenzustand. Die Prognose des Zustands erfolgt auf diese Weise indirekt.

[0004] Die DE 10 2006 039 883 offenbart ein Verfahren und ein System zur Bremskraft erhaltenden Aktivierung einer freilaufenden Achse eines Zuges. Es ist ein Bremssystem für einen Zug offenbart, der mehrere Achsen aufweist, wobei mindestens eine freilaufende Achse zur Positionsbestimmung des Zuges aktiviert ist und die übrigen Achsen als nicht-freilaufende Achsen zum Bremsen des Zuges aktiviert sind, wobei bei Ausfall einer Bremse, die an einer nicht-freilaufenden Achse vorgesehen ist, eine bisher freilaufende Achse als nicht-freilaufende Achse aktiviert wird und die nicht-freilaufende Achse, die eine ausgefallene Bremse aufweist, als freilaufende Achse zur Positionsbestimmung des Zuges aktiviert wird. Der Inhalt dieser Anmeldung gehört vollständig zur Offenbarung vorliegender Anmeldung.

[0005] Gemäß dieser intelligent gebremsten dynamisch variablen freilaufenden Achse wurde gezeigt, wie man von der bisher mechanisch einmal und fest definierten freilaufenden Achse des Zuges durch die Verwendung entsprechender Software zu einem frei konfigurierbaren Achsensystem des Zuges gelangt. Durch Software wird eine beliebige der n-Achsen des Zuges als "freilaufend" definiert, bei Ausfall einer Achse kann diese defekte Achse neu als "freilaufend" umdefiniert werden, die bisherige freilaufende Achse wird stattdessen zum Antrieb/Bremsen verwendet. Dadurch bleiben die Sicherheit und die Funktionalität des Zuges weiter gegeben.

[0006] Die vorstehend beschriebene herkömmliche indirekte Messung beruhend auf einer Schwingungsanalyse kann den Radumfang beziehungsweise dessen Änderung nicht direkt berechnen.

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung bei Rad-Schiene-Systemen Flachstellen beziehungsweise Unwuchten in Rädern auf einfache und direkte Weise während des Betriebs eines Zuges zu bestimmen.

[0008] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Hauptanspruch und eine Vorrichtung gemäß dem Nebenanspruch gelöst.

[0009] Freilaufend ist eine Achse die weder zum Antrieb, noch zum Bremsen eines Zuges verwendet wird.

[0010] Zum Bestimmen der Umfänge der Räder der freilaufenden Achse in dem Zeitintervall darf während der Messung kein Schlupf durch Brems- beziehungsweise Beschleunigungsvorgänge auftreten. Eine Messung kann lediglich für sogenannte freilaufende Achsen ausgeführt werden, das heißt nur für eine beziehungsweise maximal zwei Achsen des gesamten Zuges.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren weist prinzipiell drei Schritte auf. Mit einem ersten Schritt wird für ein bestimmtes Zeitintervall eine erste der n Achsen des Zuges auf "freilaufend" gesetzt. Damit ist gewährleistet, dass für diese Achse kein Schlupf auftritt. Während des Zeitintervalls muss die Länge der zurückgelegten Strecke bekannt sein. Die zurückgelegte Strecke kann beispielsweise mittels Global Positioning System (GPS) ermittelt werden oder die Messung erfolgt entlang bekannter Streckenabschnitte der Bahn. Mit einem zweiten Schritt können nun für diese freilaufende Achse die Radumfänge in diesem Zeitintervall bestimmt werden. Mit einem dritten Schritt werden diese gemessenen aktuellen Umfänge mit früheren Messungen der Räder verglichen. Eventuelle Abweichungen werden erfasst. Das vorgeschlagene Verfahren hat den Vorteil, dass es während der Fahrt eingesetzt werden kann, und nicht lediglich nach der Fahrt beispielsweise im Depot.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden in Verbindung mit den Unteransprüchen beansprucht.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt ein Durchlaufen der vorhergehenden Schritte für alle weiteren n-1 Achsen des Zuges, das heißt es wird für einen bestimmten Zeitintervall jede der n Achsen des Zuges sukzessive auf "freilaufend" gesetzt. Zunächst Achse 1, danach Achse 2, und so weiter. Nach der Messung beziehungsweise dem vorgegebenen Zeitintervall wird die nächste Achse untersucht, und so weiter.

[0014] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt ein Wiederholen aller vorhergehenden Schritte für alle n Achsen. Das heißt nach der letzten Achse wird wieder die erste Achse untersucht und so weiter. Durch dieses Vorgehen wird während der Fahrt jede Achse regelmäßig und mehrmals untersucht. Es können alle Achsen des Zuges auch mehrmals untersucht werden und nicht lediglich eine feste vorgegebene Achse.

[0015] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt das Bereitstellen der Achsen des Zuges als freilaufend mittels Software-Management. Es wird für ein bestimmtes Zeitintervall jede der n Achsen des Zuges sukzessive per Software-Management auf "freilaufend" gesetzt, zunächst Achse 1, danach Achse 2 und so weiter.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt ein Ausgeben einer Warnmeldung an einen Fahrerstand und/oder an ein Ersatzteillager-Haltungssystem bei großen Abweichungen. Bei deutlichen Messabweichungen können Warnhinweise während der Fahrt generiert werden. Die Warnhinweise können an entsprechende Depots beziehungsweise Lagerhaltungssysteme weitergeleitet werden. Ersatzteile können bereitgestellt werden.

[0017] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt ein Bestimmen der jeweiligen Umfänge der Räder mittels Zählens der jeweiligen Radumdrehungen im Zeitintervall mit jeweils einem ersten Sensor. Die Zählung der Radumdrehungen erfolgt über einen Streckenabschnitt bekannter Länge. Eine Messung und damit auch eine Analyse des Radumfanges kann über dieses Verfahren ausgeführt werden.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erfolgt ein Bestimmen der jeweiligen Umfänge der Räder mittels Messens der jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten im Zeitintervall mit jeweils einem zweiten Sensor. Eine Messung und damit eine Analyse des Radumfanges kann über die Messung der Winkelgeschwindigkeiten des Rades erfolgen. Die mittels eines angenommenen Radradius und der gemessenen Winkelgeschwindigkeiten im Zeitintervall ermittelte zurückgelegte Wegstrecke wird mit der tatsächlich zurückgelegten Wegstrecke verglichen. Bei Unterschieden liegen Abnutzungen entlang des Radumfangs vor. Ist die ermittelte zurückgelegte Wegstrecke größer als die tatsächlich zurückgelegte Wegstrecke, folgt daraus, dass der tatsächliche Radius an mindestens einer Stelle verringert ist.

[0019] Im Gegensatz zu dem herkömmlichen indirekten Verfahren kann erfindungsgemäß der Radumfang direkt berechnet werden.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausge-

staltung erfolgt ein häufigeres Bestimmen der Radumfänge von als kritisch erkannten Achsen im Vergleich zu verbleibenden Achsen. Als kritisch bezüglich der Radumfänge erkannte Achsen können bevorzugt behandelt und häufiger analysiert werden als die anderen Achsen.

[0021] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird die zurückgelegte Strecke mittels des Global Positioning System (GPS) ermittelt.

[0022] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird eine Einrichtung zum Ausgeben einer Warnmeldung an einen Fahrerstand und/oder an ein Ersatzteillager-Haltungssystem bei großen Abweichungen bereitgestellt.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Einrichtung zum Bestimmen des jeweiligen Umfangs eines Rades ein erster Sensor zum Zählen der jeweiligen Radumdrehungen.

[0024] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Einrichtung zum Bestimmen eines jeweiligen Umfangs eines Rades ein zweiter Sensor zum Messen der jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten des Rades im Zeitintervall.

[0025] Die vorliegende Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

[0026] [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0027] [Fig. 2](#) ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Mit einem Schritt S1 erfolgt zur Vermeidung von Schlupf ein Bereitstellen einer ersten von jeweils mindestens zwei Räder aufweisenden n Achsen eines fahrenden Zuges als freilaufend für ein Zeitintervall, wobei die Länge der vom Zug zurückgelegten Strecke in dem Zeitintervall bekannt ist. Mit einem zweiten Schritt S2 erfolgt ein Bestimmen der beiden Umfänge der beiden Räder der freilaufenden Achse in dem Zeitintervall. Mit einem Schritt S3 erfolgt ein Vergleichen der bestimmten Umfänge mit früheren Messungen der Räder, wobei Abweichungen erfasst werden. Mit einem optionalen Schritt S4 erfolgt ein Durchlaufen der vorhergehenden Schritte für alle weiteren $n-1$ Achsen des Zuges. Mit einem Schritt S5 erfolgt ein Wiederholen aller vorhergehenden Schritte für alle n Achsen. Mit einem weiteren Schritt S6 erfolgt ein Ausgeben einer Warnmeldung, und zwar beispielsweise an einen Fahrerstand und/oder an ein Ersatzteillager-Haltungssystem bei großen Abweichungen.

[0029] Das Bestimmen der jeweiligen Umfänge der Räder gemäß Schritt S2 kann beispielsweise mittels Zählen der jeweiligen Radumdrehungen im Zeitintervall mit jeweils einem ersten Sensor mit Bezug auf ein Rad bestimmt werden. Alternativ erfolgt der Schritt S2 mittels Bestimmens der jeweiligen Umfänge der Räder mittels Messens der jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten im Zeitintervall mit jeweils einem zweiten und jeweils einem Rad zugeordneten Sensor. Gemäß einem weiteren optionalen Schritt kann ein häufigeres Bestimmen der Radumfänge von als kritisch erkannten Achsen im Vergleich zu anderen Achsen ausgeführt werden. Bei dem Schritt S1 kann die zurückgelegte Strecke mittels des Global Positioning Systems ermittelt werden. Andere Verfahren zur Bestimmung der zurückgelegten Strecke sind ebenso möglich.

[0030] [Fig. 2](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Bezugszeichen **1** bezeichnet eine Schiene, Bezugszeichen **2** bezeichnet einen Zug. Der Zug weist Achsen auf. A1, A2 und A3 bezeichnen Achsen des Zuges **2**. Set bezeichnet einen ersten Sensor zum Bestimmen der jeweiligen Umfänge der Räder mittels Zählens der jeweiligen Radumdrehungen im Zeitintervall. Se2 bezeichnet einen zweiten Sensor zum Bestimmen eines Radumfangs mittels Messens der jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten eines Rades **3**. Jedem Rad ist jeweils ein Sensor zum Bestimmen des jeweiligen Radumfangs zugeordnet.

[0031] [Fig. 2](#) zeigt ebenso eine Einrichtung **4** zur Vermeidung von Schlupf erfolgenden Bereitstellung einer Achse von jeweils mindestens zwei Rädern aufweisenden n Achsen des fahrenden Zuges **2** als freilaufend für ein Zeitintervall, wobei die Länge der vom Zug **2** zurückgelegten Strecke in dem Zeitintervall bekannt ist. Sensor Se1 und Sensor Se2 sind die Einrichtungen zum Bestimmen der jeweiligen Umfänge der beiden Räder der freilaufenden Achse in dem Zeitintervall. Gemäß [Fig. 2](#) ist die freilaufende Achse die Achse A1. Bezugszeichen **5** kennzeichnet eine Einrichtung zum Vergleichen der bestimmten Umfänge mit früheren Messungen der Räder, wobei Abweichungen erfasst werden. Bezugszeichen **6** kennzeichnet eine Einrichtung zum Ausgeben einer Warnmeldung. Beispielsweise an einen Fahrerstand und/oder ein Ersatzteillager-Haltungssystem bei großen Abweichungen des aktuell gemessenen Radumfangs von einer vorhergehenden Messung.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006039883 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Unwuchten bei Rädern (3) von Rad (3)-Schiene (1)-Systemen, gekennzeichnet durch die Schritte

- zur Vermeidung von Schlupf erfolgendes Bereitstellen einer ersten von jeweils mindestens zwei Räder (3) aufweisenden n Achsen (A) eines fahrenden Zuges (2) als freilaufend für ein Zeitintervall, wobei die Länge der vom Zug (2) zurückgelegten Strecke in dem Zeitintervall bekannt ist;
- Bestimmen der Umfänge der Räder (3) der freilaufenden Achse (A) in dem Zeitintervall;
- Vergleichen der bestimmten Umfänge mit früheren Messungen der Räder (3), wobei Abweichungen erfasst werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Durchlaufen der vorhergehenden Schritte für alle weiteren n-1 Achsen (A) des Zuges (2).

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch Wiederholen aller vorhergehenden Schritte für alle n Achsen (A).

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch Bereitstellen der Achsen (A) des Zuges (2) als freilaufend mittels Softwaremanagement.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch Ausgeben einer Warnmeldung an einen Fahrerstand und/oder an ein Ersatzteillagerhaltungssystem bei großen Abweichungen.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Bestimmen der jeweiligen Umfänge der Räder (3) mittels Zählens der jeweiligen Radumdrehungen im Zeitintervall mit jeweils einem ersten Sensor (Se1).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch Bestimmen der jeweiligen Umfänge der Räder (3) mittels Messens der jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten im Zeitintervall mit jeweils einem zweiten Sensor (Se2).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch häufigeres Bestimmen der Radumfänge von als kritisch erkannten Achsen (A) im Vergleich zu den übrigen Achsen (A).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zurückgelegte Strecke mittels des Global Positioning Systems ermittelt wird.

10. Vorrichtung zur dynamischen Analyse zur Ermittlung von Unwuchten bei Rädern von Rad-Schiene-Systemen nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

gekennzeichnet durch

- eine Einrichtung zum zur Vermeidung von Schlupf erfolgenden Bereitstellen einer Achse (A) von jeweils mindestens zwei Räder (3) aufweisenden n Achsen (A) eines fahrenden Zuges (2) als freilaufend für ein Zeitintervall, wobei die Länge der vom Zug (2) zurückgelegten Strecke in dem Zeitintervall bekannt ist;
- eine Einrichtung zum Bestimmen des jeweiligen Umfangs der beiden Räder (3) der freilaufenden Achse (A) in dem Zeitintervall;
- eine Einrichtung zum Vergleichen der bestimmten Umfänge mit früheren Messungen der Räder (3), wobei Abweichungen erfasst werden.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Ausgeben einer Warnmeldung an einen Fahrerstand und/oder an ein Ersatzteillagerhaltungssystem bei großen Abweichungen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Bestimmen des jeweiligen Umfangs eines Rades (3) ein erster Sensor (Se1) zum Zählen der jeweiligen Radumdrehungen im Zeitintervall ist.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Bestimmen des jeweiligen Umfangs eines Rades (3) ein zweiter Sensor (Se2) zum Messen der jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten des Rades (3) im Zeitintervall ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

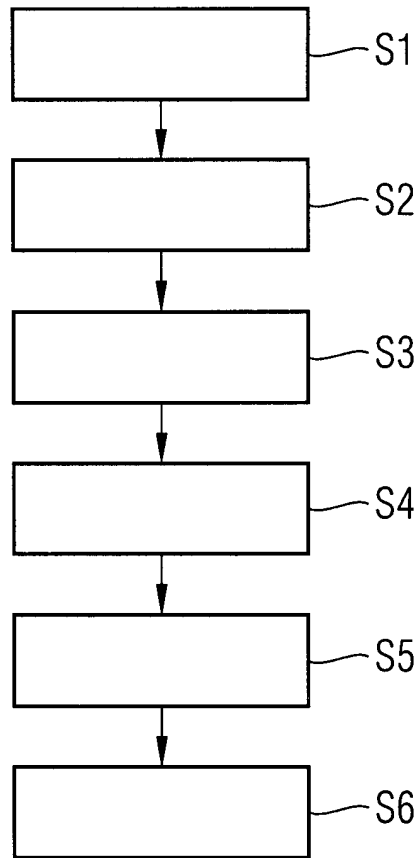


FIG 2

