



(10) **DE 10 2009 015 011 A1** 2010.10.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 015 011.0**

(22) Anmeldetag: **26.03.2009**

(43) Offenlegungstag: **07.10.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01M 17/08** (2006.01)  
**B61K 9/00** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Burg, Wilhelm, 47799 Krefeld, DE;**  
**Schroeder-Bodenstein, Kaspar, Dr., 40547**  
**Düsseldorf, DE**

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

**DE 101 45 433 C2**  
**DE 10 2007 024065 B3**  
**US 67 86 458 B1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Überwachung der Laufstabilität bei Schienenfahrzeugen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Laufstabilität bei Schienenfahrzeugen, bei dem Querschleunigungswerte für Drehgestelle des Schienenfahrzeugs gemessen werden und ein Überschreiten eines Schwellwertes für die Querschleunigung eines der Drehgestelle als Störung interpretiert und signalisiert wird, wobei zur Differenzierung zwischen einer streckenseitig hervorgerufenen Störung und einer Drehgestellstörung ein Vergleich der Querschleunigungen wenigstens eines Teils der Drehgestelle vorgenommen wird und die Signalisierung einer Störung nur dann erfolgt, wenn aufgrund des Vergleichs eine Drehgestellstörung festgestellt bzw. bestätigt wird.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überwachung der Laufstabilität bei Schienenfahrzeugen, bei dem Querschleunigungswerte für Drehgestelle des Schienenfahrzeugs gemessen werden und ein Überschreiten eines Schwellwertes für die Querschleunigung eines der Drehgestelle als kritischer Zustand interpretiert und signalisiert wird.

**[0002]** Gerade im Hochgeschwindigkeitsbereich sind Schienenfahrzeuge häufig mit einer Laufstabilitätsüberwachung ausgerüstet, die im Wesentlichen auf Messungen für Querschleunigungen der Drehgestelle beruht. Die üblicher Weise vorgegebene Laufstabilitätsparameter werden durch verschiedene Parameter der Strecke und des Schienenfahrzeugs beeinflusst. Diese Parameter sind größtenteils variabel. Dabei handelt es sich beispielsweise um die Gleislage, den Profilverschleiß, die Konizität und den Zustand der Schlingerdämpfer.

**[0003]** Sobald ein vorgegebener Schwellwert für die Querschleunigung eines Drehgestells überschritten wird, wird dies signalisiert, beispielsweise durch Ausgabe eines Alarmsignals. Auch wird bei Feststellen einer Querschleunigungsüberschreitung auf den Betrieb des Fahrzeugs eingewirkt, beispielsweise durch Begrenzung seiner Höchstgeschwindigkeit und ggf. Vornahme einer Sichtkontrolle der Drehgestelle. Dabei kommt es häufig vor, dass für die Verursachung des ausgelösten Alarms eine singuläre streckenseitige Störung verantwortlich ist, d. h. eine Störung, die nicht auf Betriebseinschränkungen der Drehgestelle beruht.

**[0004]** Bei gängigen Laufstabilitätsüberwachungsverfahren wird jedes Drehgestell des Schienenfahrzeugs einzeln betrachtet und ausgewertet. Bei Überschreiten vorgegebener Stabilitätskriterien wird eine Alarm ausgelöst, die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs reduziert und das Drehgestell unmittelbar oder bei nächster Gelegenheit auf Schäden kontrolliert.

**[0005]** Neben dem Alarmkriterium (beispielsweise Querschleunigungswert:  $8 \text{ m/s}^2$ ) werden weitere Schwellwerte für eine Instandhaltungsmeldung festgelegt (beispielsweise  $5 \text{ m/s}^2$ ).

**[0006]** Nach einem Überschreiten der vorgegebenen Schwellwerte wird das Drehgestell in einer Werkstatt überprüft. Die Fehlersuche in einer solchen Werkstatt ist aufwendig und oft erfolglos. Beispielsweise sind defekte Schwingungsdämpfer oft nur in ausgebautem Zustand als solche erkennbar.

**[0007]** Einschlägige Normkriterien (TSI HGV Rolling Stock: 2008 und UIC 515: 1884) setzen einen festen Grenzwert für das jeweilige Drehgestell, beispiels-

weise die bereits erwähnten  $8 \text{ m/s}^2$ , im Bereich 4–8 Hz über 6 Amplituden hinweg.

**[0008]** Es ist erforderlich, bei Ausfall einer Überwachung für die Laufstabilität die Fahrzeuggeschwindigkeit zu reduzieren. Sonst bestünde ein unsicherer Fahrzustand, da der Zustand des betroffenen Drehgestells, beispielsweise Verschleißzustand der Räder und Restdämpfung der Schlingerdämpfer, nicht bekannt sind. Ein in der Zeit vor dem Ausfall nicht ausgelöster Schwellwert, der zu einer Alarmsignalisierung geführt hätte, ist nicht hinreichend als Kriterium für den Gutzustand des Drehgestells, da dies ggf. dem guten Streckenzustand bei den zuvor befahrenen Strecken zuzuschreiben sein kann. Sobald das Fahrzeug bei ausgefallener Überwachung einen weniger guten Streckenzustand befährt, können die Normwerte ohne funktionierende Überwachung deutlich überschritten werden.

**[0009]** Die korrekte Funktion der Messeinrichtung für die Querschleunigung der Drehgestelle wird ggf. überprüft, indem in festgelegten Intervallen im Rahmen der Instandhaltung die Sensoren abgebaut und definiert in Schwingung versetzt werden.

**[0010]** Insgesamt ist es daher im Stand der Technik für ein Verfahren zur Laufstabilitätsüberwachung bei Schienenfahrzeugen nachteilig, dass die Ergebnisse des Überwachungsverfahrens nur eingeschränkt Informationen darüber liefern, inwieweit ein Betriebszustand eines Drehgestells tatsächlich beeinträchtigt ist.

**[0011]** Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung der Laufstabilität eines Schienenfahrzeugs anzugeben, bei dem eine größere Aussagekraft hinsichtlich des Zustandes eines Drehgestells gewonnen werden kann.

**[0012]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zur Differenzierung zwischen einer streckenseitig hervorgerufenen Störung und einer Drehgestellstörung ein Vergleich der Querschleunigungen wenigstens eines Teils der Drehgestelle des Schienenfahrzeuges bzw. des Zuges vorgenommen wird und die Signalisierung einer Störung nur dann erfolgt, wenn aufgrund des Vergleichs eine Drehgestellstörung festgestellt wird.

**[0013]** Bei dem Vergleich der Querschleunigungen lässt sich in einfacher Weise feststellen, ob mehrere Drehgestelle im gleichen Streckenabschnitt bestimmte vorgegebene Querschleunigungsschwellwerte überschreiten. In einem solchen Fall kann davon ausgegangen werden, dass nicht eine Störung bei jedem einzelnen Drehgestell vorliegt, sondern die Störung durch Eigenschaften der Gleisstrecke hervorgerufen wird.

**[0014]** Zur weiteren Erhöhung der Genauigkeit des Überwachungsverfahrens ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich bei dem Vergleich die zeitlichen oder auch streckenbezogenen Verläufe von Querschleunigungswerten der Drehgestelle einbezogen werden. Dadurch können zeitliche Änderungen des Beschleunigungsverhaltens der Drehgestelle und deren zeitliche Korrelationen festgestellt werden. Auch hieraus lässt sich die Ursache für das Erreichen besonders hoher Querschleunigungswerte näher bestimmen.

**[0015]** Das vorstehend erläuterte Verfahren kann auch dazu dienen, eine Zustandsbeschreibung für jedes einzelne Drehgestell hinsichtlich seiner Genauigkeit zu verbessern. Zu diesem Zweck kann ein festgestelltes streckenseitig hervorgerufenes Störungsniveau aus Zustandswerten für die Drehgestelle herausgerechnet werden.

**[0016]** Vorteilhafterweise können auch historische Daten zur Beurteilung der Zustände der Drehgestelle einbezogen werden. Auf diese Weise lassen sich Trendaussagen treffen. Wenn nun eine Überwachung ausfällt, kann differenziert reagiert werden, und zwar je nach Zustand des betroffenen Drehgestells. Bei gutem Zustand des betroffenen Drehgestells kann so eine betriebliche Einschränkung, beispielsweise die Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit, vermieden werden. Weiter kann mit Hilfe dieser Auswertung eine zustandsbezogene Instandhaltung durchgeführt werden, d. h. gezielt und geplant Arbeiten durchgeführt werden, wenn sie erforderlich sind.

**[0017]** Bevorzugt umfassen die historischen Daten auf bestimmte Streckenabschnitte bezogene historische Beschleunigungswerte. Dadurch wird es möglich, aktuelle und historische Beschleunigungswerte auch auf den betreffenden Streckenabschnitt bezogen zu analysieren und Änderungen und Störungen ggf. zu melden. Eine solche Meldung kann auch Ortsinformationen enthalten. Eine solche Ortsangabe lässt sich beispielsweise mit Hilfe eines GPS-Empfängers auf dem Schienenfahrzeug gewinnen.

**[0018]** Außerdem kann bevorzugt ein Vergleich mittlerer Beschleunigungswerte von Querschleunigungssensoren an den Drehgestellen zur Beurteilung einer Sensorkalibrierung und Ausfallüberwachung vorgenommen werden. Dies bedeutet, dass die von den Sensoren bestimmte Genauigkeit des Verfahrens zur Laufstabilitätsüberwachung durch Quervergleich über die Drehgestelle überprüft wird. Weicht beispielsweise ein Störniveau an einem der Sensoren deutlich nach unten ab, so dass diese Abweichung auch bei einem fehlerfreien Drehgestell nicht den Tatsachen entsprechen kann, so kann von einem Sensorausfall ausgegangen werden. Auf diese Weise können Prüfintervalle für die Laufstabilitätsüberwachung erhöht werden. Eine weitere Möglichkeit der Ausfallüberwachung ist bei Vergleich der nie-

derfrequenten Signalanteile der Sensoren möglich. In solchen Fällen müssen nämlich in Gleisbögen gleiche Überhöhungsfehlbeträge wiedergegeben werden.

**[0019]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend noch näher erläutert.

**[0020]** Bei dem Verfahren zur Überwachung der Laufstabilität bei Schienenfahrzeugen werden für jedes einzelne Drehgestell Querschleunigungswerte gemessen. Diese Querschleunigungswerte werden einer zentralen Auswerteeinheit zugeleitet, welche Vergleiche unter den gemessenen Querschleunigungswerten für die verschiedenen Drehgestelle anstellt.

**[0021]** Für jedes Drehgestell ist ein Schwellwert für die Querschleunigung vorgegeben, dessen Überschreiten grundsätzlich dazu führt, dass eine Störung an dem Drehgestell zu signalisieren ist. Ein geeigneter Schwellwert ist beispielsweise der Beschleunigungswert  $8 \text{ m/s}^2$ , der sich aus dem oben angegebenen Normwerken ableitet.

**[0022]** Um nun die Möglichkeit zu haben, zwischen einer streckenseitigen Störung und einer Störung des betreffenden Drehgestells zu differenzieren, erfolgt ein Vergleich der gemessenen Querschleunigungswerte für die Drehgestelle des Schienenfahrzeugs. Dabei können sämtliche Drehgestelle einbezogen werden oder lediglich ein repräsentativer Teil davon. Wird nun festgestellt, dass bei mindestens einem Drehgestell der Querschleunigungsschwellwert überschritten wird und im Wesentlichen gleichzeitig an mehreren Drehgestellen das Beschleunigungsniveau erheblich ansteigt, kann davon ausgegangen werden, dass eine streckenseitige Störung vorliegt, so dass eine Wartung oder Überprüfung derjenigen Drehgestelle, die eine Überschreitung des Schwellwerts gezeigt haben, nicht erforderlich erscheint.

**[0023]** Wenn dem gegenüber ein einzelnes Drehgestell ausschließlich das Überschreiten des Schwellwertes zeigt, ohne dass andere Drehgestelle wesentlich erhöhte Beschleunigungswerte aufweisen, kann von einer Drehgestellstörung ausgegangen werden. Diese Vergleiche werden mit Hilfe der Auswerteeinheit vorgenommen. Aufgrund des Vergleichs wird entschieden, ob die Signalisierung einer Drehgestellstörung unter Angabe des betroffenen Drehgestells zu erfolgen hat.

**[0024]** Zur Erhöhung der Genauigkeit dieses Verfahrens wird außerdem ein Vergleich der zeitlichen Verläufe der Querschleunigungsniveaus der einzelnen Drehgestelle in die Auswertekriterien der Auswerteeinheit miteinbezogen. Es ist ersichtlich, dass zeitlich begrenzte und miteinander korrelierende,

hohe Querbeschleunigungswerte auf eine strecken-  
seitige Störung zurückzuführen sind.

**[0025]** Wenn mehrere Drehgestelle einen ähnlichen Verlauf der Beschleunigungsniveaus zeigen, kann eine Anregung durch ein singuläres Ereignis sicher als solches erkannt werden. In diesem Fall wäre die Anregung aus dem Gleis bei allen Drehgestellen mehr oder weniger stark als erhöhte Querbeschleunigung sichtbar und das Schwingungsniveau geht danach wieder auf ein normales Niveau zurück. Hier ist seitens des Schienenfahrzeugs keine Reaktion notwendig. Es erscheint jedoch eine Meldung an einen Betreiber der Gleisstrecke sinnvoll.

**[0026]** Im Fall eines erkannten Drehgestellschadens, beispielsweise liegen defekte oder verschlissene Dämpfer vor oder das Radprofil ist unzureichend, wäre nur am betroffenen Drehgestell das Querbeschleunigungsniveau angehoben und würde im Normalfall auch auf einem höheren Niveau bleiben im Vergleich zu den anderen Drehgestellen. Nur in solchen Fällen ist eine entsprechende betriebliche Reaktion (Sichtkontrolle und Reduktion der Höchstgeschwindigkeit) notwendig.

**[0027]** Die Erfindung gestattet es außerdem, den Zustand des Drehgestells genauer zu bestimmen. Durch Vergleich der verschiedenen Drehgestelle kann der Einfluss der Strecke weitgehend herausgerechnet werden, da sich zum Beispiel die Querbeschleunigungen aller Drehgestelle bei Fahrt auf einer schlechten Strecke auf einem höheren Niveau bewegen. Unter Berücksichtigung historischer Daten kann der Zustand des Drehgestells beurteilt und eine Trendaussage getroffen werden. Historische Daten können insbesondere historische Beschleunigungswerte sein, wobei diese Beschleunigungswerte bestimmten Streckenabschnitten zugeordnet sind. Dies wird dadurch ermöglicht, dass das Schienenfahrzeug über eine Ortserfassung verfügt, beispielsweise in Form eines GPS-Empfängers. Es können aktuelle und historische Beschleunigungswerte, bezogen auf den betreffenden Streckenabschnitt, analysiert werden, wonach dann, ebenfalls bezogen auf den bestimmten Streckenabschnitt, Änderungen und Störungen gemeldet werden, und zwar einschließlich des zugehörigen Ortes.

**[0028]** Dies erlaubt eine differenzierte Reaktion bei Ausfall der Laufstabilitätsüberwachung, und zwar je nach Zustand des betroffenen Drehgestells. Mit Hilfe der Ergebnisse der Auswerteinheit kann eine zustandsbezogene Instandhaltung der Drehgestelle des Schienenfahrzeugs durchgeführt werden, d. h. gezielt und geplant Arbeiten durchzuführen, wenn sie erforderlich sind.

**[0029]** Als drittes ist durch den Vergleich des mittleren Störniveaus der Sensoren an den Drehgestellen

eine Beurteilung der Sensorkalibrierung und Ausfallüberwachung möglich. Weicht der Querbeschleunigungswert an einem bestimmten Sensor deutlich nach unten ab, so dass diese Abweichung nicht mehr als realistisch erscheint, kann von einem Sensorausfall ausgegangen werden. Dann können Prüfintervalle für die Laufstabilitätsüberwachungen erhöht werden, denn es steht eine Möglichkeit zur Verfügung, einen Sensorausfall durch Quervergleich über die Querbeschleunigungswerte der Drehgestelle festzustellen.

**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 Nicht-Patentliteratur**

- TSI HGV Rolling Stock: 2008 [\[0007\]](#)
- UIC 515: 1884 [\[0007\]](#)

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Laufstabilität bei Schienenfahrzeugen, bei dem Querschleunigungswerte für Drehgestelle des Schienenfahrzeugs gemessen werden und ein Überschreiten eines Schwellwertes für die Querschleunigung eines der Drehgestelle als Störung interpretiert und signalisiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Differenzierung zwischen einer streckenseitig hervorgerufenen Störung und einer Drehgestellstörung ein Vergleich der Querschleunigungen wenigstens eines Teils der Drehgestelle des Schienenfahrzeuges bzw. des Zuges vorgenommen wird und die Signalisierung einer Drehgestellstörung nur dann erfolgt, wenn aufgrund des Vergleichs eine Drehgestellstörung festgestellt bzw. bestätigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine Auswertung und ein Vergleich zeitlicher Verläufe von Querschleunigungswerten der Drehgestelle vorgenommen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine festgestellte streckenseitig hervorgerufene Störung aus Zustandswerten für die Drehgestelle herausgerechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass historische Daten zur Beurteilung der Zustände der Drehgestelle einbezogen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die historischen Daten auf bestimmte Streckenabschnitte bezogene historische Beschleunigungswerte umfassen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vergleich mittlerer Beschleunigungswerte von Querschleunigungs-Sensoren an den Drehgestellen zur Beurteilung einer Sensorkalibrierung und Ausfallüberwachung vorgenommen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vergleich niederfrequenter Signalanteile von Sensoren für die Querschleunigung der Drehgestelle vorgenommen wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen