



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 20 521 B4** 2004.01.29

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 20 521.6**
(22) Anmeldetag: **19.04.2000**
(43) Offenlegungstag: **31.10.2001**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.01.2004**

(51) Int Cl.7: **G01M 17/10**
B61L 23/00, G01H 1/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

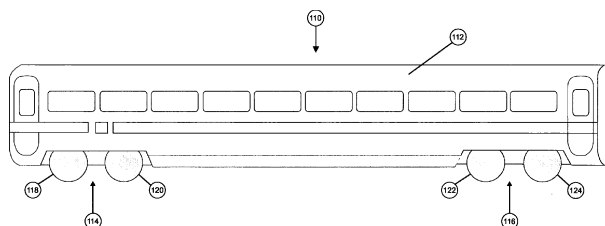
(71) Patentinhaber:
DB Reise & Touristik AG, 60326 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:
Sunder, Reinhold, 85778 Haimhausen, DE;
Kolbasseff, Alexander, 83527 Haag, DE; Kieninger,
Kurt, 81827 München, DE; Ackermann, Thomas,
85368 Wang, DE; Säglitz, Mario, Dr., 12163 Berlin,
DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 198 52 220 A1
DE 198 37 485 A1
DE 198 37 476 A1
DE 198 36 081 A1
EP 01 78 468 A2
WO 95 31 053 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, wobei ein Schwingungsverhalten wenigstens einer Fahrzeugkomponente überwacht wird, indem wenigstens ein Schwingungssignal erfasst und mit wenigstens einem Referenzwert verglichen wird, wobei wenigstens ein Eigenschwingungskennwert eines Frequenzpeaks einer Fahrzeugkomponente überwacht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 19837476 A1 ist ein Verfahren der gattungsgemäßen Art bekannt. Dort wird vorgeschlagen, das Schall- und/oder Schwingungsverhalten während des bestimmungsgemäßen Einsatzes von Schienenfahrzeugen online zu erfassen und die erfassten Messergebnisse mit einem für eine jeweilige Fahrgeschwindigkeit geltenden Referenzwert zu vergleichen, wobei die Referenzwerte insbesondere fahrtortbezogen zur Verfügung gestellt werden. Bei diesem bekannten Verfahren ist nachteilig, dass insbesondere beim Einsatz von sogenannten Hochgeschwindigkeitszügen durch den Einfluss der fahrtortbezogenen Referenzwerte eine erhebliche Fehlerquelle gegeben ist. Das bekannte Verfahren ist hierdurch mit einer relativ hohen Ungenauigkeit behaftet, die insbesondere beim Einsatz in für die Personenförderung ausgelegten Hochgeschwindigkeitszügen ein nicht tolerierbares Restrisiko bürgt. Ferner können mittels des bekannten Verfahrens lediglich vorher frequenzklassifizierte Schäden erkannt werden. Überraschende, nicht klassifizierte Schäden können nicht erkannt werden.

[0003] Die DE 198 52 220 A1 beschreibt ein Verfahren zur Erkennung von Schäden im Schienenverkehr, bei dem von aufeinander folgenden Drehgestellen gelieferte Geräuschmuster verglichen und bewertet werden.

[0004] Die DE 198 37 485 A1 beschreibt ein Verfahren zum Erkennen von Schäden an Schienenfahrzeugen und/oder Gleisen, bei dem bestimmte, sich über eine Zuglänge wiederholende Sensormeldungen in ihrer zeitlichen Abfolge bewertet werden. So kann bei abweichenden Sensormeldungen bei an sich gleichen Fahrzeugkomponenten in aufeinander folgenden Schienenfahrzeugen auf einen Fehler erkannt werden.

[0005] Die DE 198 36 081 A1 beschreibt ein Verfahren zur Früherkennung von Schäden an Schienenfahrzeugen, bei dem ebenfalls aktuelle Ist-Schwingungssignale mit Referenzwerten verglichen werden. Es erfolgt wiederum eine fahrtortbezogene Bewertung.

[0006] Aus der EP 0 178 468 A2 ist ein Verfahren zum Bestimmen reparaturbedürftiger Bauteile einer Fahrzeugeinheit, bei dem die Fahrzeugeinheit unter definierten Bedingungen bewegt wird und ein Frequenzspektrum auftretender Schwingungen erstellt wird, bekannt. Dieses Frequenzspektrum wird mit einem zuvor am gleichen Fahrzeug auf der gleichen Strecke unter gleichen Bedingungen (Referenzstrecke) ermittelten Frequenzspektrum verglichen.

[0007] Aus der WO 95/31053 A1 ist ein Verfahren

bekannt, bei dem eine Ist-Schwingungsüberwachung ebenfalls fahrtortbezogen, insbesondere über ein GPS-Ortung der Schienenfahrzeuge, durchgeführt wird.

[0008] Alle vorgenannten Lösungen beziehen sich sämtlich auf das Überwachen des Schwingungsverhaltens von Fahrzeugkomponenten von Schienenfahrzeugen. Es werden aktuelle, infolge des Rad-Schiene-Kontaktes entstehende Ist-Schall- oder Schwingungssignale gemessen und ausgewertet. Diese Ist-Schall- bzw. Schwingungssignale entsprechen nicht der Eigenschwingung wenigstens einer Fahrzeugkomponente. Die Eigenschwingung der wenigstens einen Fahrzeugkomponente ist lediglich ein Fahrzeugkomponenten bezogener definierter Schwingungswert der gesamten Schwingung der Fahrzeugkomponente. Die gemessenen Ist-Schall- oder Schwingungssignale enthalten nach einer Einschwingzeit als eine Komponente auch die Eigenschwingung. Um aus diesen Ist-Schwingungen eine Fehlererkennung durchführen zu können, ist ein umfassender, fahrtortbezogener Vergleich mit zuvor ermittelten Referenzwerten notwendig.

Aufgabenstellung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mittels denen in einfacher Weise eine hochgenaue Überwachung des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen möglich ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass eine Eigenschwingung wenigstens einer Fahrzeugkomponente während des bestimmungsgemäßen Einsatzes des Schienenfahrzeuges überwacht wird, kann in einfacher Weise ein hochgenaues Verfahren zur Verfügung gestellt werden, das insbesondere auch auf die zusätzliche Einbindung fahrtortbezogener Komponenten beziehungsweise Parameter verzichtet: Hierdurch kann das erfindungsgemäße Verfahren schneller und genauer durchgeführt werden. Ferner können so vorteilhaft jegliche Schäden, also auch vorher nicht klassifizierte Schäden, detektiert werden.

[0011] Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass einzelne Fahrzeugkomponenten und gegebenenfalls miteinander gekoppelte Fahrzeugkomponenten auf Schwingungsanregungen, wie dies beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Schienenfahrzeuge erfolgt, mit gekoppelten Eigenschwingungen definierter Frequenz, Amplitude und Dämpfung reagieren. Durch Vergleich der ermittelten Ist-Eigenschwingung mit der erwarteten und vorzugsweise als Referenzwert abgespeicherten Eigenschwingung lässt sich auf grund von ermittelten Abweichungen auf ein verändertes Schwingungsverhalten der überwachten Fahrzeugkomponente schließen, so dass dieses veränderte Schwingungs-

verhalten in Bezug zu etwaigen Fehlerquellen gesetzt werden kann. Somit lässt sich eine Onboard-Diagnose von Schienenfahrzeugen realisieren.

[0012] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Frequenz-, Amplituden- und/oder Dämpfungsparameter der Eigenschwingung überwacht wird. Durch eine derartige Ausgestaltung wird vorteilhaft erreicht, dass über der Zeit eine Änderung der Frequenz, Amplitude und/oder Dämpfung der jeweiligen Eigenschwingung überwacht werden kann und so in einfacher Weise eine Veränderung des Schwingungsverhaltens des gesamten Schienenfahrzeuges detektiert werden kann.

[0013] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Eigenschwingungen der wenigstens einen Fahrzeugkomponente geschwindigkeitsabhängig überwacht werden. Hierdurch kann in einfacher Weise auf unterschiedliche Anregungsfunktionen während unterschiedlicher Geschwindigkeiten des Schienenfahrzeuges Rücksicht genommen werden, so dass das Messergebnis eine hohe Genauigkeit aufweist. Hierdurch lassen sich geschwindigkeitsbedingte Amplitudenabweichungen und geschwindigkeitsbedingte Frequenzverschiebungen bei der Überwachung der Eigenschwingungen berücksichtigen.

[0014] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die geschwindigkeitsabhängige Überwachung der Eigenschwingung in festlegbaren Geschwindigkeitsstufen erfolgt. Hierdurch kann der Überwachungsaufwand reduziert werden, da durch die Festlegung von Geschwindigkeitsstufen reale Geschwindigkeitsänderungen innerhalb einer Geschwindigkeitsstufe bei der Überwachung der Eigenschwingung unberücksichtigt bleiben können. Dieser bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass innerhalb bestimmter Geschwindigkeitsstufen eine geschwindigkeitsabhängige Amplitudenänderung oder Frequenzverschiebung der Eigenschwingung vernachlässigbar ist.

[0015] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Überwachung der Eigenschwingung fahwegabhängig erfolgt. Hierdurch können die im realen Fahrbetrieb der Schienenfahrzeuge auftretenden unterschiedlichen Anregungsfunktionen bei unterschiedlichen Fahrwegen, insbesondere bei Neubaustrecken, Altbaustrecken, Ausbaustrecken oder dergleichen, berücksichtigt werden. Entsprechend dem tatsächlichen Streckenzustand ergeben sich unterschiedliche Anregungsfunktionen für die zu überwachenden Fahrzeugkomponenten, so dass bei der Auswertung der Eigenschwingung die unterschiedlichen Anregungsfunktionen entsprechend der tatsächlich befahrenen Fahrwege in einfacher Weise berücksichtigt werden können. Hierdurch wird eine genaue Überwachung des Fahrverhaltens der Schienenfahrzeuge möglich.

[0016] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe ferner durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 17 ge-

nannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass Mittel zur Auswertung der von wenigstens einem Schwingungsaufnehmer an wenigstens einer Fahrzeugkomponente gelieferten Signale vorgesehen sind, wobei eine Eigenschwingung der wenigstens einen Fahrzeugkomponente überwachbar ist und mit wenigstens einem Referenzwert vergleichbar ist, lässt sich in einfacher Weise eine Vorrichtung bereitstellen, mittels der eine genaue Schwingungsüberwachung zur Schadensfrüherkennung an Schienenfahrzeugen möglich ist.

[0017] Die Erfindung ermöglicht insbesondere eine zustandsbezogene Instandhaltung von Komponenten von Schienenfahrzeugen. Das Überwachungsverfahren kann insbesondere kontinuierlich während des Einsatzes der Schienenfahrzeuge durchgeführt werden. Das Verfahren lässt sich in einfacher Weise in eine Onboard-Diagnose des Schienenfahrzeuges integrieren.

[0018] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Ausführungsbeispiel

[0019] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0020] **Fig. 1** eine schematische Ansicht eines Schienenfahrzeuges;

[0021] **Fig. 2** eine schematische Perspektivansicht von Drehgestellen eines Schienenfahrzeuges und

[0022] **Fig. 2a** schematisch ein Blockschaltbild einer Signalerfassungs- und Auswerteeinheit.

[0023] **Fig. 1** zeigt schematisch ein Schienenfahrzeug **110**. Bei dem hier dargestellten Schienenfahrzeug **110** handelt es sich um einen Mittelwagen eines Hochgeschwindigkeitszuges. Die Erfindung wird lediglich beispielhaft anhand dieses Mittelwagens erläutert. Selbstverständlich lässt sich die Erfindung ohne Weiteres auf andere Schienenfahrzeuge, beispielsweise Triebfahrzeuge, Steuerwagen, Güterwagen oder dergleichen, übertragen.

[0024] Das Schienenfahrzeug **110** umfasst einen Wagenkasten **112**, der auf zwei Laufdrehgestelle **114** und **116** gelagert ist. Die Laufdrehgestelle **114**, **116** umfassen jeweils Radsätze **118**, **120**, **122** und **124**. Der allgemeine Aufbau derartiger Schienenfahrzeuge **110**, insbesondere die Ankopplung des Wagenkastens **112** an die Laufdrehgestelle **114** und **116** beziehungsweise die Lagerung der Radsätze **118**, **120**, **122** und **124** an den Laufdrehgestellen **114** und **116**, sind allgemein bekannt, so dass hierauf im Einzelnen im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht näher eingegangen werden soll.

[0025] Während des Einsatzes des Schienenfahrzeuges **110** rollen die Radsätze über einen Fahweg. Je nach Fahrgeschwindigkeit und Zustand des Fahweges erfährt das Schienenfahrzeug **110** eine Schwingungsanregung. Diese Schwingungsanre-

gung führt zu einem Schwingungsverhalten einzelner Komponenten des Schienenfahrzeuges **110**. Dies betrifft sowohl das Schwingungsverhalten einzelner Komponenten in Bezug auf einen festen Raumpunkt als auch das Schwingungsverhalten von wenigstens zwei Fahrzeugkomponenten relativ zueinander. Nach einem Einschwing-Zeitraum schwingen die Fahrzeugkomponenten mit definierten Eigenschwingungen. Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung dieser Eigenschwingungen sind abhängig von der Schwingungsanregung. Diese wiederum ist abhängig von einer Geschwindigkeit und/oder einem Zustand des Fahrweges.

[0026] **Fig. 2** zeigt in einer schematischen Perspektivansicht die Laufdrehgestelle **114** und **116** des Schienenfahrzeuges **110**.

[0027] Anhand der Darstellung wird deutlich, dass das Laufdrehgestell **116** die Räder **1R**, **2R**, **1L** und **2L** und das Laufdrehgestell **114** die Räder **3R**, **4R**, **3L** und **4L** umfasst, wobei R hierbei für rechts und L für links – in Fahrtrichtung gesehen – steht. Die Radsätze **118**, **120**, **122** und **124** sind jeweils über Achslager mit einem primären Feder/Dämpfersystem verbunden, das andererseits an einem Drehgestellrahmen angreift. Der Drehgestellrahmen ist über ein sekundäres Feder/Dämpfersystem mit dem Wagenkasten **112** verbunden.

[0028] Gleichzeitig sind sogenannten Schlingerdämpferkonsolen am Wagenkasten angeordnet, die über Schlingerdämpfer mit dem Drehgestellrahmen verbunden sind.

[0029] In **Fig. 2** ist schematisch die Anordnung von Schwingungsaufnehmern am Schienenfahrzeug **110** gezeigt. Die hier gezeigte Auswahl von Befestigungspunkten ist lediglich beispielhaft. So kann die Anzahl der Schwingungsaufnehmer reduziert sein beziehungsweise es können auch andere Befestigungspunkte an gegebenenfalls anderen Fahrzeugkomponenten vorgesehen sein. Die Schwingungsaufnehmer sind als triaxiale Beschleunigungssensoren ausgebildet. Das heißt, mittels der Schwingungsaufnehmer können in den Raumrichtungen x, y und z auftretende Beschleunigungen erfasst werden. Diese Beschleunigungen in X-, y- und/oder z-Richtung sind direkt proportional zu dem Schwingverhalten des Schienenfahrzeuges **110**.

[0030] Insgesamt sind mit D an den vier Klammervorrichtungen des Drehgestells befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet. Mit R sind an den unteren Sekundärdämpferbefestigungen des Drehgestellrahmens befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet. Mit K sind an den Schlingerdämpferkonsolen befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet, während mit L an den oberen Lagerschalen der Achslager befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet sind. Mit MSB ist ein am Halterahmen einer Magnetschienenbremse angeordneter Schwingungsaufnehmer bezeichnet, mit WK ein außerhalb des Wagenkastens **112** in der Nähe eines Drehzapfens angeordneter Schwingungsaufnehmer und mit

WKI ein im Innenraum des Wagenkastens **112** angeordneter Schwingungsaufnehmer. Die Schwingungsaufnehmer D bestimmen die Messpositionen **1** bis **4**, die Schwingungsaufnehmer R die Messpositionen **5** und **6**, die Schwingungsaufnehmer K die Messpositionen **7** und **8**, die Schwingungsaufnehmer L die Messpositionen **9** bis **12**, der Schwingungsaufnehmer MSB die Messposition **13**, der Schwingungsaufnehmer WK die Messposition **14** und der Schwingungsaufnehmer WKI die Messposition **21**.

[0031] **Fig. 2** zeigt mögliche Anordnungsvarianten, einerseits mit insgesamt fünfzehn Schwingungsaufnehmerpositionen am Laufdrehgestell **116**, so dass insgesamt fünfundvierzig Beschleunigungssignale zur Verfügung stehen. Gemäß dem weiteren in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel sind am Laufdrehgestell **114** sieben Schwingungsaufnehmerpositionen angeordnet, so dass dort insgesamt einundzwanzig Beschleunigungssignale zur Verfügung stehen. Erhält beispielsweise ein Schienenfahrzeug **110** die in **Fig. 2** gezeigte Ausstattung mit Schwingungsaufnehmern, sind an insgesamt zweiundzwanzig Positionen Aufnehmer angeordnet, die insgesamt sechsundsechzig Beschleunigungssignale bereitstellen. Die möglichen Beschleunigungssignale sind mit den Zahlen **1** bis **66** durchnummeriert. Es ist jedoch jede andere Anzahl von Schwingungsaufnehmern möglich. Insbesondere wird zur Kostenminimierung bei realem Einsatz die Anzahl der Schwingungsaufnehmer zu reduzieren sein. [0026] **Fig. 2a** zeigt schematisch in einem Blockschaltbild eine Signalerfassungs- und Auswerteeinheit **126**. Diese Signalerfassungs- und Auswerteeinheit **126** ist entweder in einem Schienenfahrzeug **110** angeordnet oder bei einem Zugverband von mehreren Schienenfahrzeugen **110** wenigstens einem der Schienenfahrzeuge, beispielsweise einem Triebfahrzeug, zugeordnet. Bei einer Mehrzahl von Schienenfahrzeugen **110** innerhalb eines Zuges und nur einer Signalerfassungs- und Auswerteeinheit **126** stehen ein entsprechendes Vielfaches an Eingangssignalen zur Verfügung. Anhand des erläuterten Ausführungsbeispiels sind Signaleingänge **1** bis **66** vorhanden. Die Übertragung der Signale kann leitungsgebunden, beispielsweise über ein BUS-System, oder leitungslos erfolgen. Bei einer leitungslosen Übertragung wird vorteilhaft möglich, die Signale neben der zug- oder schienenfahrzeuggebundenen Signalerfassungs- und Auswerteeinheit **126** gleichzeitig einer übergeordneten Leitstelle zu übertragen.

[0032] Die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit **126** umfasst eine Frequenzanalyseeinheit **128**, mittels der die von den Schwingungsaufnehmern gelieferten Signale einer Frequenzanalyse unterzogen werden können. Dies kann beispielsweise in Form einer Fast-Fourier-Transformation (FFT) erfolgen, so dass ein Frequenzspektrum des aktuellen Schwingungsverhaltens der einzelnen Fahrzeugkomponenten zur Verfügung steht. Diese Frequenzsignale werden einem Vergleicher **130** zugeführt, der die Ist-Sig-

nale mit in einem Speichermittel **132** abgelegten Referenzsignalen vergleicht. In dem Speichermittel **132** sind zuvor messtechnisch ermittelte, zu erwartende Eigenschwingungskennwerte der einzelnen Fahrzeugkomponenten abgelegt. Eigenschwingungskennwerte werden für charakteristische Peaks in den Frequenzspektren ermittelt. Diese Peaks erlauben die Beurteilung des Zustands- und Störungsverhaltens einer Fahrzeugkomponente. Peakkennwerte sind der Frequenzwert und die Amplitude des Peakmaximums und die Peakform als Kriterium für das Dämpfungsverhalten. Deshalb ist das Speichermittel **132** so strukturiert, dass für jede Fahrzeugkomponente geschwindigkeitsabhängige und/oder fahrwegabhängige Eigenschwingungskennwerte abgelegt sind. Über ein hier angedeutetes Aktivierungsmittel **134** wird dem Speichermittel **132** mitgeteilt, welche momentane Geschwindigkeitsparameter und/oder Fahrwegparameter zu beachten sind. Entsprechend der Geschwindigkeit und/oder dem Fahrweg ergibt sich eine unterschiedliche Anregungsfunktion für das Schienenfahrzeug **110**, so dass unterschiedliche Eigenschwingungskennwerte, insbesondere hinsichtlich Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung, an der gleichen Fahrzeugkomponente beziehungsweise an der gleichen Kombination von Fahrzeugkomponenten zu erwarten sind. Die Geschwindigkeit wird hierbei in Geschwindigkeitsstufen unterteilt.

[0033] **Fig. 2a** zeigt schematisch drei Geschwindigkeitsstufen, die beispielsweise bei einer Ist-Geschwindigkeit von 0 bis 100 km/h, einer Geschwindigkeitsstufe von 100 bis 200 km/h und einer Geschwindigkeitsstufe > 200 km/h ansprechen. Selbstverständlich ist möglich, die Anzahl der Geschwindigkeitsstufen anders festzulegen. Beispielsweise kann eine feinere Unterteilung in kleinere Geschwindigkeitsstufen oder auch eine gröbere Unterteilung in weniger Geschwindigkeitsstufen erfolgen. Charakteristisch für die Festlegung der Geschwindigkeitsstufen ist, dass bei allen Ist-Geschwindigkeiten innerhalb einer Geschwindigkeitsstufe, beispielsweise zwischen 100 und 200 km/h, ein im Wesentlichen vergleichbares Anregungsverhalten für das Schienenfahrzeug **110** gegeben ist.

[0034] Die Auswahl der Geschwindigkeitsstufe **136** kann beispielsweise durch eine Messung der Ist-Geschwindigkeit des Schienenfahrzeuges erfolgen.

[0035] Die fahrwegabhängige Aktivierung des Speichermittels **132** kann beispielsweise über hier angedeutete Fahrwegstufen **138** erfolgen. Hierbei ist beispielsweise eine Fahrwegstufe einer Neubaustrecke, eine Fahrwegstufe einer Altbaustrecke, eine Fahrwegstufe einer Ausbaustrecke zugeordnet. Je nach Zustand des Fahrweges ergeben sich wiederum unterschiedliche Anregungszustände für das Schienenfahrzeug.

[0036] Anhand der schematischen Darstellung wird deutlich, dass über die geschwindigkeitsabhängige und/oder fahrwegabhängige Aktivierung des Spei-

chermittels **132** eine variable und genaue Vorgabe des wenigstens einen Referenzwertes für einen Eigenschwingungskennwert wenigstens einer der Fahrzeugkomponenten möglich ist.

[0037] Der Vergleich **130** vergleicht nunmehr die für die wenigstens eine ausgewählte Fahrzeugkomponente erwartete Eigenschwingung mit dem von der Frequenzanalyse **128** gelieferten Signal. Zeigt die der Eigenschwingung zugeordnete Spektrallinie beziehungsweise ein um diese Spektrallinie liegender Bereich Abweichungen in der Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung zu dem erwarteten Referenzkennwert, wird über ein Diagnosemittel auf ein abweichendes Schwingungsverhalten des Schienenfahrzeuges **110** geschlussfolgert. Je nach Grad der Abweichung, beispielsweise Über- oder Unterschreiten vorgegebener Grenzwerte, erfolgt eine Registrierung der Abweichung oder eine Sofortreaktion, beispielsweise ein Auslösen eines Bremsvorganges des Schienenfahrzeuges **110**.

[0038] Durch Aufzeichnen der gemessenen Signalmuster und/oder Kennwerte und/oder der Vergleiche lässt sich neben der Ist-Überwachung des Fahrverhaltens des Schienenfahrzeuges eine statistische Auswertung über der Zeit durchführen. Ein Speichermittel **142**, beispielsweise ein beschreibbarer Datenträger, wie Magnetband, Compactdisc, Festplatte oder dergleichen, kann zur Aufzeichnung der Signalmuster und/oder Kennwerte beziehungsweise Auswertung in der Erfassungs- und Auswerteeinheit **126** integriert sein.

[0039] Die im Speichermittel **142** abgespeicherten Daten lassen sich so beispielsweise fortlaufend für ein Schienenfahrzeug **110** und gegebenenfalls für von dem Schienenfahrzeug **110** regelmäßig befahrene Fahrwege analysieren, so dass über eine Langzeitstudie Veränderungen von Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung der Frequenzpeaks im Bereich der erwarteten Eigenschwingungen zur Erstellung von Wartungsdiagnosen, Schadensfrüherkennungsdiagnosen oder dergleichen zur Verfügung stehen.

[0040] Anhand der vorstehenden Erläuterung wird deutlich, dass für jede beliebige Fahrzeugkomponente in den drei Raumrichtungen x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung eine Eigenschwingung ermittelbar ist und jede zugehörige Eigenfrequenz während des bestimmungsgemäßen Einsatzes des Schienenfahrzeuges **110** mit der gemessenen Ist-Frequenz vergleichbar ist. Auf diese Weise ist eine umfassende und genaue Überwachung des Fahrverhaltens der Schienenfahrzeuge insbesondere zur Früherkennung von Schäden durchführbar. Selbstverständlich kann zur Optimierung vorgesehen sein, dass die Anzahl der Schwingungsaufnehmer pro Laufdrehgesell reduziert ist und eine Analyse gegebenenfalls nur in ausgewählten Raumrichtungen erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, wobei ein Schwingungsverhalten wenigstens einer Fahrzeugkomponente überwacht wird, indem wenigstens ein Schwingungssignal erfasst und mit wenigstens einem Referenzwert verglichen wird, wobei wenigstens ein Eigenschwingungskennwert eines Frequenzpeaks einer Fahrzeugkomponente überwacht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Amplitudenkennwert eines Frequenzpeaks überwacht wird

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Frequenzkennwert eines Frequenzpeaks überwacht wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dämpfungskennwert eines Frequenzpeaks überwacht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennwerte der Frequenzpeaks geschwindigkeitsabhängig überwacht werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die geschwindigkeitsabhängige Überwachung in festlegbaren Geschwindigkeitsstufen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennwerte der Frequenzpeaks fahwegabhängig überwacht werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die fahwegabhängige Überwachung in festlegbaren Fahwegstufen erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eigenschwingung in wenigstens einer Raumrichtung überwacht wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingungsverhalten einer einzelnen Fahrzeugkomponente in Bezug auf einen festen Raumpunkt überwacht wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingungsverhalten von wenigstens zwei Fahrzeugkomponenten relativ zueinander überwacht wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Abweichen der ermittelten Kennwerte von den Referenzkennwerten Warn-, Störungs- oder Alarmsignale gebildet werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Abweichen der gemessenen Kennwerte über einen tolerierbaren Bereich hinaus eine Abbremsung des Schienenfahrzeuges ausgelöst wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erfassten Schwingungsmuster und die davon ermittelten peakspezifischen Kennwerte aufgezeichnet und statistisch ausgewertet werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren kontinuierlich während des bestimmungsgemäßen Einsatzes des Schienenfahrzeuges durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren als Onboard-Überwachung/Diagnose durchgeführt wird.

17. Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, wobei wenigstens ein Schwingungsaufnehmer an wenigstens einer Fahrzeugkomponente angeordnet ist, gekennzeichnet durch Mittel zur Auswertung der von wenigstens einem Schwingungsaufnehmer gelieferten Signale, wobei ein Peakkennwert der Eigenschwingung der wenigstens einen Fahrzeugkomponente erfassbar ist und mit einem zugeordneten Referenzkennwert der Fahrzeugkomponente verglichen wird.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente ein Radlager ist.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente ein Drehgestell ist.

20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente ein Wagenkasten ist.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente eine Schlingerdämpferkonsole ist.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente eine Magnetschienenbremse ist.

23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingungsaufnehmer ein triaxialer Beschleunigungssensor ist.

24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungsaufnehmer mit wenigstens einer Signalerfassungs- und Auswerteeinheit verbunden sind.

25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit im Schienenfahrzeug angeordnet ist.

26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit für mehrere Schienenfahrzeuge eines Zuges in einem Triebfahrzeug des Zuges angeordnet ist.

27. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit für mehrere Schienenfahrzeuge, insbesondere für mehrere Züge, in einer übergeordneten Leitzentrale angeordnet ist.

28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verbindung zwischen dem wenigstens einen Schwingungsaufnehmer und der Signalerfassungs- und Auswerteeinheit leitungsgebunden ist.

29. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verbindung zwischen dem wenigstens einen Schwingungsaufnehmer und der Signalerfassungs- und Auswerteeinheit leitungslos ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

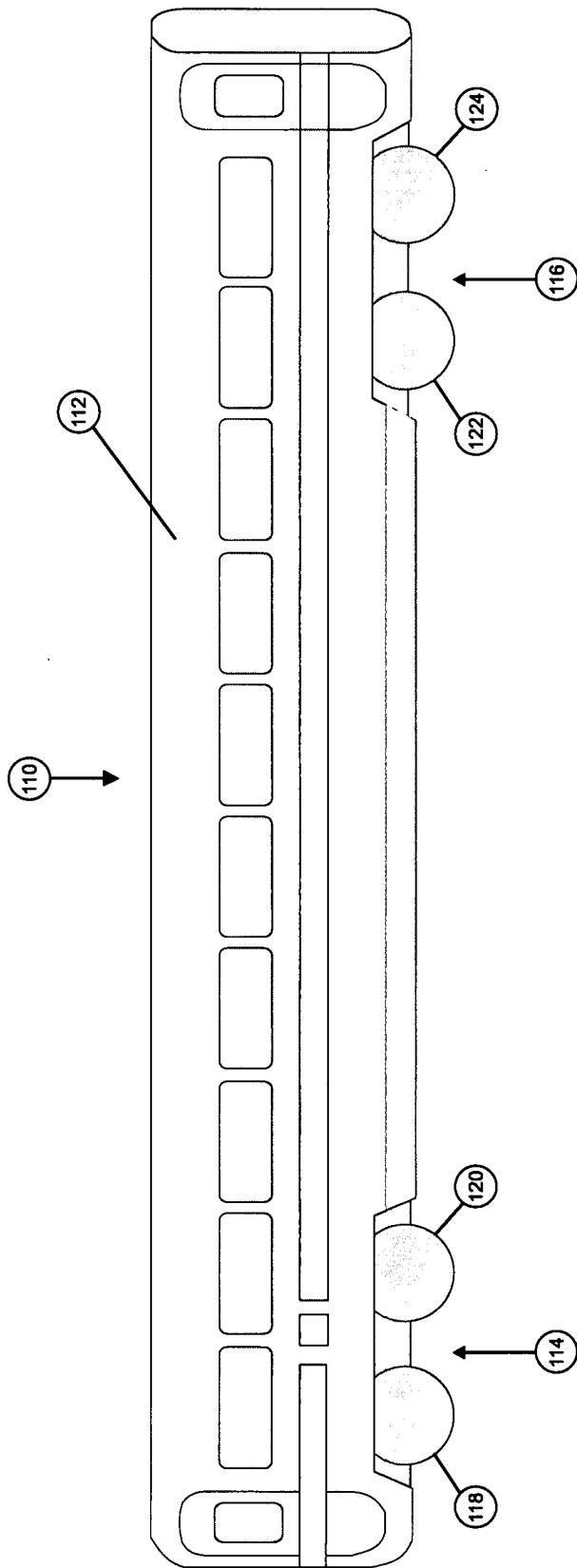


Fig. 1

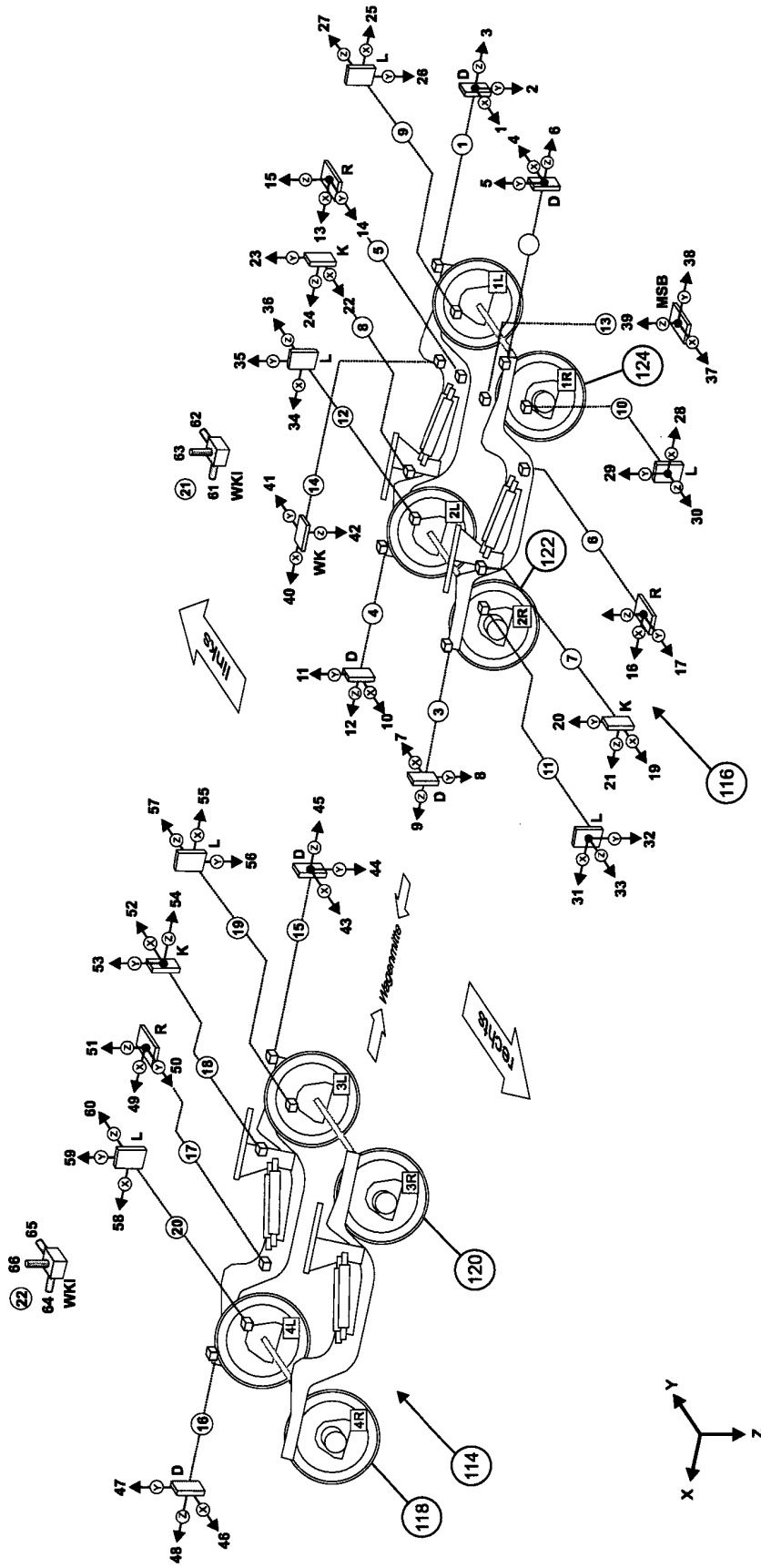


Fig. 2

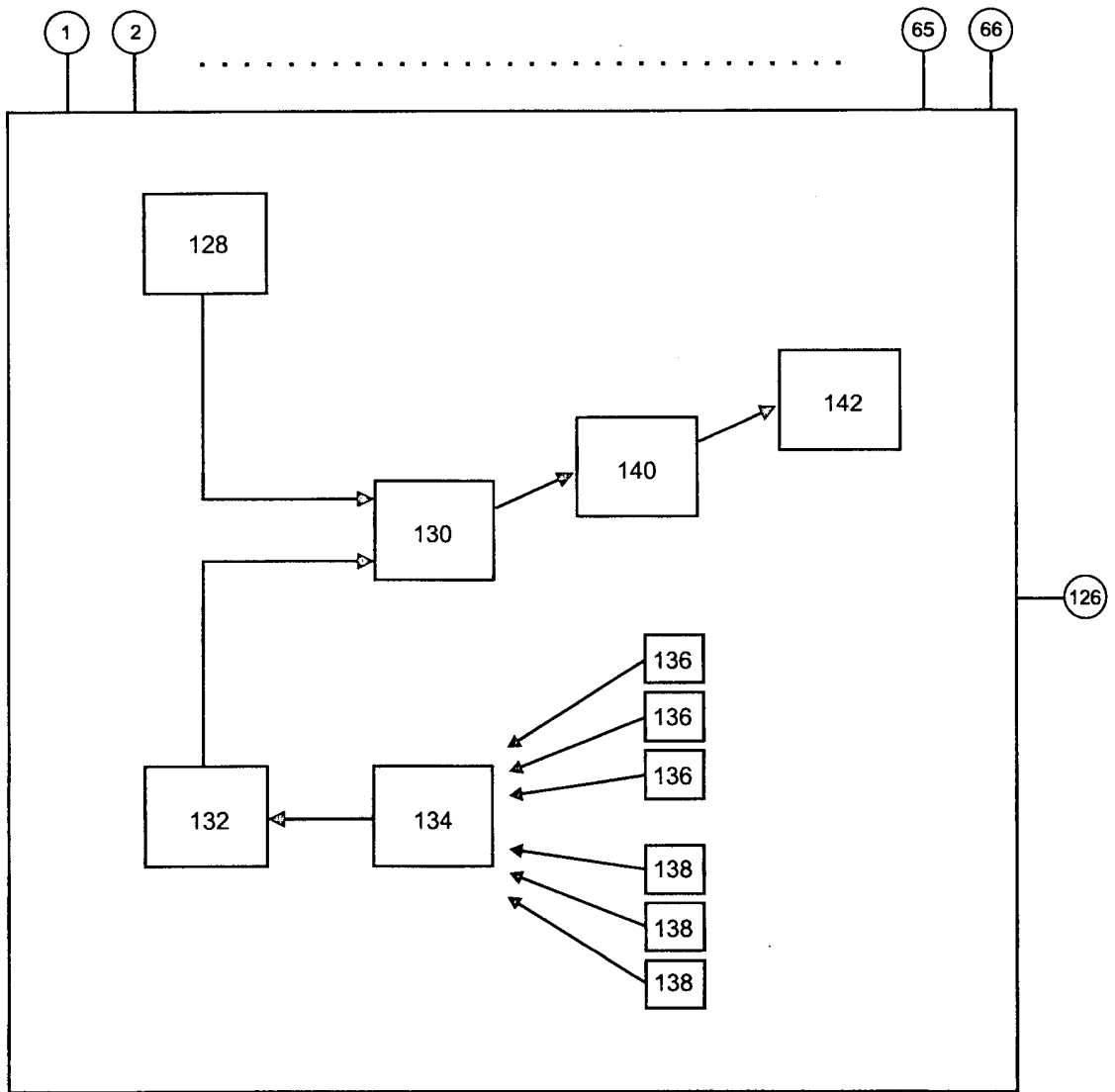


Fig. 2a