

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 622 802 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2006 Patentblatt 2006/42

(51) Int Cl.:
B61F 9/00 (2006.01) B61K 13/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04733271.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2004/000173

(22) Anmeldetag: **17.05.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/101343 (25.11.2004 Gazette 2004/48)

(54) **ENTGLEISUNGSDETEKTION DURCH FALLGESCHWINDIGKEITSBESTIMMUNG**

DETECTION OF DERAILMENT BY DETERMINING THE RATE OF FALL

DETECTION DE DERAILLEMENT PAR DETERMINATION DE LA VITESSE DE CHUTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

• **SCHMEJA, Michael**
A-8020 Graz (AT)

(30) Priorität: **15.05.2003 AT 7462003**

(74) Vertreter: **Matschnig, Franz**
Patentanwaltskanzlei,
Siebensterngasse 54
1070 Wien (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.2006 Patentblatt 2006/06

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 104 734

(73) Patentinhaber: **Siemens Transportation Systems
GmbH & Co. KG**
1110 Wien (AT)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr.
06, 31. Juli 1995 (1995-07-31) & JP 7 079501 A
(TOSHIBA CORP), 20. März 1995 (1995-03-20)**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr.
06, 30. Juni 1997 (1997-06-30) & JP 9 039790 A
(TOKYU CAR CORP), 10. Februar 1997
(1997-02-10)**

(72) Erfinder:
• **LUEGER, Gerhard**
A-8230 Hartberg (AT)
• **KITZMÜLLER, Christian**
A-8010 Graz (AT)
• **SALZGEBER, Gérard**
A-8045Graz (AT)

EP 1 622 802 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Entgleisungszustandes eines Radsatzes eines Schienenfahrzeuges, wobei die Beschleunigung des Radsatzes normal zu einer Schienenebene mit einem Beschleunigungssensor gemessen wird.

[0002] Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Erkennung eines Entgleisungszustandes eines Rades eines Schienenfahrzeuges, welche zumindest einen Beschleunigungssensor zur Erfassung der Beschleunigung des Rades normal zu einer Schienenebene aufweist, wobei der Beschleunigungssensor mit einer Auswerteeinheit zur Auswertung eines von dem Beschleunigungssensor erzeugten Beschleunigungssignals eingerichtet ist

[0003] Ein Rad bzw. Radsatz eines Schienenfahrzeuges kann beispielsweise quasistatischen, durch ein Geländeprofil hervorgerufenen Beschleunigungen aber auch durch Entgleisungen hervorgerufenen Beschleunigungen unterworfen sein. Von Interesse für eine Entgleisungsdetektion sind jedoch nur die Beschleunigungen, die durch Bewegungen des Radsatzes normal zur Schienenebene hervorgerufen sind. Im Folgenden werden normal zur Schienenebene auf die Radsätze wirkende Beschleunigungen als Fallbeschleunigungen bezeichnet. In diesem Sinne werden auch die aus diesen Beschleunigungen resultierenden vertikalen Geschwindigkeiten in diesem Dokument als Fallgeschwindigkeiten bezeichnet.

[0004] Derartige Fallbeschleunigungen können im Fall einer Entgleisung durch die Erdbeschleunigung und durch eine sich entspannende Primärfeder hervorgerufen werden, wobei der Endpunkt dieser "Fallbewegung" des Rades bzw. Radsatzes üblicherweise durch eine feste Fahrbahn bestimmt ist.

[0005] Sensoren, die den Gleichanteil der Beschleunigung messen können, sind für den Einsatz bei Schienenfahrzeugen nicht robust genug. Robuste Sensoren können jedoch den Gleichanteil nicht messen, sie besitzen eine untere Grenzfrequenz. Langsame Änderungen der Beschleunigung können somit nicht erfasst werden. Weiters weisen die Messsignale üblicherweise einen Offset auf, der Drifterscheinungen unterworfen ist. Bei der Verwendung von robusten Beschleunigungssensoren, sind es nicht die quasistatischen Anteile der Beschleunigung des Radsatzes, sondern in erster Linie Drifterscheinungen und niederfrequente elektromagnetische Einkopplungen, die den Amplitudenverlauf der erzeugten Beschleunigungssignale ergeben.

[0006] Aus der DE 199 53 677 C1 ist ein Verfahren der oben genannten Art bekannt geworden. Das bekannte Dokument beschreibt ein Verfahren zur Erkennung einer Entgleisung eines spurgebundenen Fahrzeuges. Hierzu wird eine Beschleunigung eines mit der Fahrspur direkt oder indirekt in Kontakt stehenden Bauelements des spurgebundenen Fahrzeuges vertikal und/oder quer zu einer Fahrtrichtung ermittelt. Das Beschleunigungssi-

gnal wird zweifach über die Zeit integriert und dieses zweifach integrierte Beschleunigungssignal mit einem oberen und/oder unteren Grenzwert verglichen, wobei bei Über- oder Unterschreiten des Grenzwertes eine Entgleisung vorliegt. Ein ähnliches Verfahren ist auch durch die EP 1 104 734 A1 bekannt.

[0007] Nachteilig an diesen bekannten Ausführungsformen ist vor allem, dass durch die zweifache Integration ein sehr schlechter Signal-Rauschabstand gegeben ist. So kann eine einfache Integration den Signal-Rauschabstand um 20 dB pro Dekade des zu integrierenden Signals verringern. Durch eine zweifache Integration verringert sich der Signal-Rauschabstand schon um 40 dB pro Dekade. Somit wird bei einer zweifachen Integration ein niederfrequentes Störsignal um einen Faktor 10 (20 dB) mehr verstärkt, als das eigentliche Nutzsignal - die Fallbeschleunigung. Durch die zweifache Integration werden hohe Anforderungen an die Auswerteelektronik gestellt, wodurch es zu hohen Herstellungskosten kommen kann. Weiters kann es mit dem bekannten Verfahren bzw. System aufgrund der erforderlichen, aufwendigen Auswerteelektronik zu Verzögerungen bei der Erkennung von entgleisten Zuständen kommen.

[0008] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, einen Weg zu schaffen, der es ermöglicht, einfach, kostengünstig sowie schnell und mit hoher Zuverlässigkeit eine Entgleisung eines Radsatzes zu erkennen.

[0009] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass aus einem von dem Beschleunigungssensor erzeugten Beschleunigungssignal durch einfache Integration über ein Zeitfenster vorgegebener Größe eine Fallgeschwindigkeit des Rades in Richtung der Schienenebene ermittelt und anhand der ermittelten Fallgeschwindigkeit überprüft wird, ob ein entgleister Zustand vorliegt.

[0010] Es ist ein Verdienst der Erfindung, durch die Bestimmung der momentanen Fallgeschwindigkeit mittels einfacher Integration des Beschleunigungssignals die Erkennung eines entgleisten Zustands wesentlich zu vereinfachen. Da sich durch die einfache Integration ein wesentlich besseres Signal-Rauschverhältnis als bei Mehrfachintegration ergibt, werden auch geringere Anforderungen an die Auswerteelektronik gestellt. Somit wird ein einfacher und kostengünstiger Aufbau der Auswerteelektronik ermöglicht. Weiters erlaubt die erfindungsgemäße Lösung eine einfache, ausschließlich hardwaremäßige Realisierung, wodurch sich die Zuverlässigkeit der Entgleisungsdetektion weiter erhöhen lässt.

[0011] In einer ersten Variante der Erfindung wird der Wert der Fallgeschwindigkeit mit einer Grenzfallgeschwindigkeit verglichen wird, wobei bei Überschreiten der Grenzfallgeschwindigkeit auf einen entgleisten Zustand erkannt wird.

[0012] Gemäß einer zweiten Variante der Erfindung wird aus dem zeitlichen Verlauf der Fallgeschwindigkeit auf einen entgleisten Zustand geschlossen.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform der Er-

findung wird das Beschleunigungssignal im Bereich eines Achslagers erzeugt.

[0014] Um die Signalauswertung zu verbessern und die Robustheit des Verfahrens gegen Störeinflüsse zu erhöhen, werden niederfrequente in dem Beschleunigungssignal enthaltene Störanteile vor der Integration eliminiert.

[0015] Günstigerweise wird zur Eliminierung der Störanteile eine Hochpassfilterung verwendet.

[0016] Um den Verlauf der Fallbewegung durch Integration richtig wiedergeben zu können, wird die Gruppenlaufzeit der einzelnen Frequenzanteile des zu integrierenden Beschleunigungssignals bei der Filterung konstant gehalten.

[0017] Vorteilhafterweise wird die Integration des Beschleunigungssignals jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchgeführt, wobei der Endpunkt eines Zeitfensters den Anfangspunkt eines darauffolgenden Zeitfensters bildet.

[0018] Die Integration des Beschleunigungssignals kann jedoch auch jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchgeführt werden, wobei aufeinanderfolgende Zeitfenster einander abschnittsweise überlappen.

[0019] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet sich insbesondere eine Vorrichtung der eingangs genannten Art, bei welcher die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, aus dem Beschleunigungssignal durch einfache Integration über ein Zeitfenster vorgegebbarer Größe eine Fallgeschwindigkeit des Rades in Richtung der Schienenebene zu ermitteln und anhand der ermittelten Fallgeschwindigkeit zu überprüfen, ob ein entgleister Zustand vorliegt.

[0020] Bevorzugterweise ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, die ermittelte Fallgeschwindigkeit mit einer Grenzfallgeschwindigkeit zu vergleichen, wobei bei Überschreiten der Grenzfallgeschwindigkeit auf einen entgleisten Zustand erkannt wird.

[0021] Weiters kann die Auswerteeinheit dazu eingerichtet sein, anhand des zeitlichen Verlaufs der Fallgeschwindigkeit einen entgleisten Zustand zu erkennen.

[0022] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Beschleunigungssensor im Bereich eines Achslagers eines Rades des Schienenfahrzeuges angeordnet.

[0023] Weiters kann ein Filter zur Eliminierung niederfrequenter, in dem Beschleunigungssignal enthaltener Störanteile vor der Integration vorgesehen sein, wobei der Filter günstigerweise ein Hochpassfilter ist.

[0024] Darüber hinaus lässt der Filter Phasenbeziehungen von Frequenzanteilen des Beschleunigungssignals im wesentlichen unbeeinflusst.

[0025] Weitere Vorteile lassen sich dadurch erzielen, dass die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, die Integration des Beschleunigungssignals jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchzuführen, wobei der Endpunkt eines Zeitfensters den Anfangspunkt eines darauffolgenden Zeitfensters bildet.

[0026] In einer anderen Variante der Erfindung kann

die Auswerteeinheit auch dazu eingerichtet sein, die Integration des Beschleunigungssignals jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchzuführen, wobei aufeinanderfolgende Zeitfenster einander abschnittsweise überlappen.

[0027] Vorteilhafterweise ist im Bereich jedes Rades des Schienenfahrzeuges ein Beschleunigungssensor angeordnet.

[0028] Die Erfindung samt weiterer Vorteile wird im Folgenden anhand einiger nicht einschränkender Ausführungsbeispiele näher erläutert, welche in der Zeichnung dargestellt sind. In dieser zeigen schematisch:

Fig. 1 ein Schienenfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 3 einen zeitlichen Verlauf einer Fallgeschwindigkeit des Schienenfahrzeuges in einem Zeitfenster bei einer Entgleisung.

[0029] Gemäß Fig. 1 wird zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erkennung eines entgleisten Zustandes eines Schienenfahrzeuges im Bereich eines Drehgestells DRE des Schienenfahrzeuges ein Beschleunigungssignal erzeugt. Hierzu weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung einen Beschleunigungssensor BSE auf, der an einem Achslager AXL eines Rades RAD bzw. Radsatzes des Schienenfahrzeuges angeordnet sein kann. Günstigerweise ist im Bereich jedes Rades RAD, beispielsweise an jedem Achslager AXL, ein Beschleunigungssensor BSE angeordnet.

[0030] Ein wesentliches Element der vorliegenden Erfindung ist die Erkenntnis, dass besonders zuverlässige und repräsentative Messergebnisse erzielt werden können, wenn die Wirkungsrichtung der Beschleunigungssensoren BSE im wesentlichen normal zur Fahrtrichtung, d. h. normal zu einer Schienenebene ε verläuft. In der Zeichnung ist die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges mit einem Pfeil FAR dargestellt, wobei die Wirkungsrichtung der Beschleunigungssensoren BSE normal auf die Zeichenebene verläuft. Unter Wirkungsrichtung eines Beschleunigungssensors BSE wird in diesem Dokument, die Richtung verstanden, in welcher der Sensor Beschleunigungskräfte bevorzugt aufnehmen und Signale liefern kann.

[0031] Die Beschleunigungssensoren BSE können beispielsweise als piezoelektrische Sensoren ausgebildet sein, bei welchen in bekannter Weise ein piezoelektrischer Kristall zwischen zwei parallel zueinander verlaufenden Kondensatorplatten angeordnet ist. Findet diese Art von Sensoren Verwendung so kann man dadurch, dass die beiden Kondensatorplatten im wesentlichen normal zur Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges verlaufen, eine Übereinstimmung der Wirkungsrichtung der Beschleunigungssensoren mit der Fahrtrichtung er-

reichen. Selbstverständlich können auch andere bekannte Beschleunigungssensoren, die auf anderen Mechanismen beruhen, verwendet werden. Derartige Sensoren sind dem Fachmann in großer Zahl bekannt und sollen daher an dieser Stelle nicht weiter erläutert werden.

[0032] Das von dem Beschleunigungssensor BSE erzeugte Beschleunigungssignal BSI wird gemäß Fig. 2 an eine Auswerteeinheit ASW übermittelt, wobei die Übertragung des Beschleunigungssignals BSI von den Beschleunigungssensoren BSE an die Auswerteeinheit ASW über elektrische Leitungen, Glasfaserkabel oder drahtlos, beispielsweise über Funk oder Blue Tooth erfolgen kann. Die Auswerteeinheit kann ein entsprechend programmierter Mikro- bzw. Signalprozessor sein, jedoch wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung aus Gründen einer höheren Sicherheit einer rein hardwaretechnischen Realisierung der Auswerteeinheit ASW der Vorzug gegeben.

[0033] Aus dem Beschleunigungssignal wird in der Auswerteeinheit ASW mittels einfacher Integration INT über ein Zeitfenster vorgegebener Größe die Fallgeschwindigkeit FAG des Rades RAD bzw. Radsatzes in Richtung der Schienenenebene s ermittelt. Hierbei kann die Integration des Beschleunigungssignals BSI jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern bzw. Zeitintervallen erfolgen, wobei der Endpunkt eines Zeitfensters den Anfangspunkt eines darauffolgenden Zeitfensters bilden kann. Weiters ist es auch möglich, dass aufeinanderfolgende Zeitfenster einander teilweise überlappen. Prinzipiell kann zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zeitfenstern auch ein zeitlicher Abstand bestehen.

[0034] Die Integration des Beschleunigungssignals BSI kann digital oder analog erfolgen. Schaltungen und Verfahren zur numerischen bzw. analogen Integration eines Signals über einen vorgebbaren Zeitbereich sind dem Fachmann in großer Zahl bekannt und sollen daher an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

[0035] Nach Berechnung der aktuellen Fallgeschwindigkeit FAG des Rades RAD in dem betrachteten Zeitfenster bzw. des Radsatzes wird diese mit einer Grenzfallgeschwindigkeit GFG verglichen, wobei bei Überschreiten dieser Grenzfallgeschwindigkeit, auf einen entgleisten Zustand erkannt wird. Da die in dem betrachteten Zeitfenster ermittelte Fallgeschwindigkeit im Fall einer Entgleisung Werte annimmt, die in einem Normalzustand (z. B. bei Weichenüberfahrten) nie erreicht werden können - im Normalbetrieb sind die auftretenden Höhendifferenzen zur Beschleunigung auf hohe Geschwindigkeiten zu gering - kann eine Entgleisung mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit festgestellt werden. Somit nimmt der Wert des Integrals des Beschleunigungssignals über das betrachtete Zeitfenster im Fall einer Entgleisung Werte an, die im Normalbetrieb nicht erreicht werden können.

[0036] Zum einen kann somit anhand des Wertes des bestimmten Integrals, dessen obere und untere Grenze durch das jeweils betrachtete Zeitfenster festgelegt sind, des Beschleunigungssignals auf eine Entgleisung ge-

schlossen werden. Zum anderen kann aber auch aus dem Verlauf der Fallgeschwindigkeit als Funktion der Zeit in dem betrachteten Zeitintervall auf eine Entgleisung geschlossen werden.

[0037] Gemäß Fig. 3 kann eine Änderung in dem zeitlichen Verlauf der Fallgeschwindigkeit FAG innerhalb des Integrationsintervalls, welches in der hier gezeigten Darstellung bei ca. einer Sekunde liegt, um einen vorgebbaren Wert einer Entgleisung entsprechen. Der in Fig. 3 dargestellte zeitliche Verlauf der Fallgeschwindigkeit FAG, ist, wie bereits oben erwähnt, durch einmalige Integration des Beschleunigungssignals BSI gewonnen, wobei die Wirkungsrichtung des zugehörigen Beschleunigungssensors BSE von der Schienenenebene ε aus betrachtet nach "oben" gerichtet ist, sodass eine Fallbewegung des Schienenfahrzeuges in Richtung der Schienenenebene als "negative" Geschwindigkeit in dem Verlauf auftritt. Natürlich könnte die Wirkrichtung des Beschleunigungssensors BSE auch in Richtung der Schienenenebene ε zeigen, wobei sich dann ein an der Nulllinie NUL gespiegelter Verlauf der Fallgeschwindigkeit FAG ergeben würde.

[0038] Das Ende der Fallbewegung des Schienenfahrzeuges ist durch das Minimum MIN des zeitlichen Verlaufes charakterisiert. Das Minimum MIN entspricht bei Entgleisung zeitlich dem Auftreffen des Schienenfahrzeuges auf der Fahrbahn. Hierauf erfolgt aufgrund der infolge des Aufschlags auf der Fahrbahn nach oben wirkenden Beschleunigung ein positiver Wert der Fallgeschwindigkeit.

[0039] Weiters kann die Auswerteeinheit ASW einen Filter FIL zur Eliminierung niederfrequenter Störungen vor der Integration aufweisen, die beispielsweise von Drifterscheinungen und niederfrequenten elektromagnetischen Einstreuungen verursacht sind, um das Signal-Rauschverhältnis zu verbessern. Um eine scharfe Trennung von Nutz- und Störsignal zu erzielen, wird bevorzugterweise ein Filter mit einem schnellen Übergang von seinem Sperrzu seinem Durchlassbereich verwendet. Filter mit einem schnellen Übergang von einem gesperrten zu einem durchgelassenen Frequenzbereich können die Phasenlagen zwischen den einzelnen Frequenzanteilen des zu integrierenden Signals verändern. Dies kann zur Folge haben, dass der Verlauf der Fallbewegung durch Integration nicht mehr richtig rekonstruiert werden kann.

[0040] Aus diesem Grund wird bevorzugterweise ein Filter verwendet, der die Phasenbeziehungen der einzelnen in dem Signal enthaltenen Frequenzanteile zueinander nicht verändert. Diese Bedingung ist beispielsweise für Besselfilter bzw. für FIR-Filter erfüllt. Bevorzugterweise erfolgt die Filterung des Signals mit einem zur Familie der Besselfilter gehörigen Hochpass. Für sicherheitskritische Anwendungen wird Besselfiltern gegenüber FIR-Filtern der Vorzug gegeben, da vergleichbare FIR-Filter eine höhere Reaktionszeit aufweisen.

[0041] Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es ein großer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens

ist, dass es sich sehr leicht, auch hardwaretechnisch, realisieren lässt und für sicherheitskritische Anwendungen sehr gut geeignet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Entgleisungszustandes eines Rades (RAD) eines Schienenfahrzeuges, wobei die Beschleunigung des Rades (RAD) normal zu einer Schienenebene (ϵ) mit zumindest einem Beschleunigungssensor (SEN) gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einem von dem Beschleunigungssensor (SEN) erzeugten Beschleunigungssignal (BSI) durch einfache Integration (INT) über ein Zeitfenster vorgegebbarer Größe eine Fallgeschwindigkeit (FAG) des Rades (RAD) in Richtung der Schienenebene (ϵ) ermittelt und anhand der ermittelten Fallgeschwindigkeit (FAG) überprüft wird, ob ein entgleister Zustand vorliegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ermittelte Fallgeschwindigkeit mit einer Grenzfallgeschwindigkeit (GFG) verglichen wird, wobei bei Überschreiten der Grenzfallgeschwindigkeit (GFG) auf einen entgleisten Zustand erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem zeitlichen Verlauf der Fallgeschwindigkeit (FAG) auf einen entgleisten Zustand geschlossen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beschleunigungssignal (BSI) im Bereich eines Achslagers (ALA) eines Rades (RAD) des Schienenfahrzeuges erzeugt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** niederfrequente, in dem Beschleunigungssignal (BSI) enthaltene Störanteile vor der Integration (INT) mittels einer Filterung (FIL) eliminiert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Eliminierung der Störanteile eine Hochpassfilterung verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Phasenbeziehungen von Frequenzanteile des zu integrierenden Beschleunigungssignals (BSI) zueinander bei der Filterung (FIL) erhalten bleiben.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Integration (INT) des Beschleunigungssignals (BSI) jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchgeführt wird, wobei der Endpunkt eines Zeitfensters den Anfangspunkt eines darauffolgenden Zeitfensters bildet.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Integration des Beschleunigungssignals (BSI) jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchgeführt wird, wobei aufeinanderfolgende Zeitfenster einander abschnittsweise überlappen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich jedes Rades (RAD) des Schienenfahrzeuges ein Beschleunigungssignal (BSI) erzeugt wird.
11. Vorrichtung zur Erkennung eines Entgleisungszustandes eines Rades (RAD) eines Schienenfahrzeuges, welche zumindest einen Beschleunigungssensor (BSE) zur Erfassung der Beschleunigung des Rades (RAD) normal zu einer Schienenebene (ϵ) aufweist, wobei der Beschleunigungssensor (BSE) mit einer Auswerteeinheit (ASW) zur Auswertung eines von dem Beschleunigungssensors (BSE) erzeugten Beschleunigungssignals (BSI) eingerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (ASW) dazu eingerichtet ist, aus dem Beschleunigungssignal (BSI) durch einfache Integration (INT) über ein Zeitfenster vorgegebbarer Größe eine Fallgeschwindigkeit (FAG) des Rades (RAD) in Richtung der Schienenebene (ϵ) zu ermitteln und anhand der ermittelten Fallgeschwindigkeit (FAG) zu überprüfen, ob ein entgleister Zustand vorliegt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (ASW) dazu eingerichtet ist, die ermittelte Fallgeschwindigkeit (FAG) mit einer Grenzfallgeschwindigkeit (GFG) zu vergleichen, wobei bei Überschreiten der Grenzfallgeschwindigkeit (GFG) auf einen entgleisten Zustand erkannt wird.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (ASW) dazu eingerichtet ist, anhand des zeitlichen Verlaufs der Fallgeschwindigkeit (FAG) einen entgleisten Zustand zu erkennen.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beschleunigungssensor (BSE) im Bereich eines Achslagers (ALA) eines Rades (RAD) des Schienenfahrzeuges angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Filter (FIL) zur Eliminierung niederfrequenter, in dem Beschleunigungssignal (BSI) enthaltener Störanteile vor der In-

tegration (INT) vorgesehen ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filter (FIL) ein Hochpassfilter ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filter (FIL) Phasenbeziehungen von Frequenzanteilen zueinander des Beschleunigungssignals (BSI) im wesentlichen unbeeinflusst lässt.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (ASW) dazu eingerichtet ist, die Integration (INT) des Beschleunigungssignals (BSI) jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchzuführen, wobei der Endpunkt eines Zeitfensters den Anfangspunkt eines darauffolgenden Zeitfensters bildet.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (ASW) dazu eingerichtet ist, die Integration des Beschleunigungssignals (BSI) jeweils in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern durchzuführen, wobei aufeinanderfolgende Zeitfenster einander abschnittsweise überlappen.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich jedes Rades (RAD) des Schienenfahrzeuges ein Beschleunigungssensor (BSE) angeordnet ist.

Claims

1. A method of recognizing a state of derailment of a wheel (RAD) of a rail vehicle, in which the acceleration of said wheel (RAD) is measured normal to a plane (ϵ) of the track by means of at least one acceleration pick-up (SEN), **characterized in that** the gravitational velocity (FAG) of said wheel (RAD) in the direction toward the plane (ϵ) of the track is determined from an acceleration signal (BSI), produced by said acceleration pick-up (SEN), by a single integration step (INT) over a time window of predefined size, and said determined gravitational velocity (FAG) serves as reference to check whether a state of derailment exists.
2. A method as defined in claim 1, **characterized in that** said determined gravitational velocity is compared with a critical gravitational velocity (GFG), and the state at which said critical gravitational velocity (GFG) is exceeded is recognized as being a state of derailment.
3. A method as defined in claim 1, **characterized in that** a state of derailment is concluded from the tem-

poral course of said gravitational velocity (FAG).

4. A method as defined in any one of claims 1 to 3, **characterized in that** said acceleration signal (BSI) is produced in the region of a journal box (ALA) of a wheel (RAD) of the rail vehicle.
5. A method as defined in any one of claims 1 to 4, **characterized in that** low-frequency interfering components present in said acceleration signal (BSI) are eliminated prior to said integration step (INT) by means of a filtration step (FIL).
6. A method as defined in any one of claims 1 to 5, **characterized in that** high-pass filtering means are used for the elimination of said interfering components.
7. A method as defined in any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the phase interrelationship of frequency components of said acceleration signal (BSI) to be integrated is maintained during filtering (FIL).
8. A method as defined in any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the integration (INT) of the acceleration signal (BSI) is carried out in successive time windows, the end point of one time window forming the starting point of the next time window.
9. A method as defined in any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the integration of the acceleration signal (BSI) is carried out in successive time windows which partially overlap each other.
10. A method as defined in any one of claims 1 to 9, **characterized in that** an acceleration signal (BSI) is produced in the region of each wheel (RAD) of the rail vehicle.
11. A device for recognizing a state of derailment of a wheel (RAD) of a rail vehicle, comprising at least one acceleration pick-up (BSE) for determining the acceleration of said wheel (RAD) in a direction normal to the plane (ϵ) of the track, in which said acceleration pick-up (BSE) is equipped with an evaluation unit (ASW) for evaluating an acceleration signal (BSI) produced by said acceleration pick-up (BSE), **characterized in that** said evaluation unit (ASW) is adapted to ascertain the gravitational velocity (FAG) of said wheel (RAD) in the direction toward the plane (ϵ) of the track from said acceleration signal (BSI) by a single integration step (INT) over a time window of predefined size and to implement said determined gravitational velocity (FAG) as a reference to check whether a state of derailment exists.
12. A device as defined in claim 11, **characterized in**

that said evaluation unit (ASW) is adapted to compare the determined gravitational velocity (FAG) with a critical gravitational velocity (GFG), and the state at which said critical gravitational velocity (GFG) is exceeded is recognized as being a state of derailment.

13. A device as defined in claim 11, **characterized in that** said evaluation unit (ASW) is adapted to recognize a state of derailment from the temporal course of said gravitational velocity (FAG).

14. A device as defined in any one of claims 11 to 13, **characterized in that** said acceleration pick-up (BSE) is located in the region of a journal box (ALA) of a wheel (RAD) of the rail vehicle.

15. A device as defined in any one of claims 11 to 14, **characterized in that** a filter (FIL) is provided for the elimination, prior to integration (INT), of low-frequency interfering components present in said acceleration signal (BSI).

16. A device as defined in claim 15, **characterized in that** said filter (FIL) is a high-pass filter.

17. A device as defined in claim 15 or claim 16, **characterized in that** said filter (FIL) leaves the phase interrelationship of frequency components of said acceleration signal (BSI) substantially uninfluenced.

18. A device as defined in any one of claims 11 to 17, **characterized in that** said evaluation unit (ASW) is adapted to carry out said integration (INT) of said acceleration signal (BSI) in successive time windows, the end point of one time window forming the starting point of the following time window.

19. A device as defined in any one of claims 11 to 17, **characterized in that** said evaluation unit (ASW) is adapted to carry out said integration of said acceleration signal (BSI) in successive time windows which partially overlap each other.

20. A device as defined in any one of claims 1 to 19, **characterized in that** an acceleration pick-up (BSE) is located in the region of each wheel (RAD) of the rail vehicle.

Revendications

1. Procédé pour la détection d'un état de déraillement d'une roue (RAD) d'un véhicule ferroviaire, dans lequel l'accélération de la roue (RAD) perpendiculairement à un plan des rails (ϵ) est mesurée au moyen d'au moins un capteur d'accélération (SEN), **caractérisé en ce qu'à** partir d'un signal d'accélération

(BSI) produit par le capteur d'accélération (SEN), on obtient par intégration simple (INT) sur une fenêtre de temps d'une longueur pouvant être prédéterminée, une vitesse de chute (FAG) de la roue (RAD) en direction du plan des rails (ϵ) et que, sur la base de la vitesse de chute (FAG) obtenue, on vérifie si l'on est en présence d'un état de déraillement.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse de chute obtenue est comparée à une vitesse de chute limite (GFG) et, en cas de dépassement de la vitesse de chute limite (GFG), on détecte un état de déraillement.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'à** partir de la courbe de variation dans le temps de la vitesse de chute (FAG), on conclut à un état de déraillement.

4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le signal d'accélération (BSI) est produit dans la région d'un palier d'essieu (ALA) d'une roue (RAD) du véhicule ferroviaire.

5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** des composantes parasites à basse fréquence contenue dans le signal d'accélération (BSI) sont éliminées au moyen d'un filtrage (FIL) avant l'intégration (INT).

6. Procédé selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'on** utilise un filtrage passe-haut pour l'élimination des composantes parasites.

7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** des relations de phase entre les composantes de fréquence du signal d'accélération (BSI) à intégrer les unes par rapport aux autres restent conservées lors du filtrage (FIL).

8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'intégration (INT) du signal d'accélération (BSI) est réalisée dans des fenêtres de temps successives, le point final d'une fenêtre de temps formant le point initial de la fenêtre de temps suivante.

9. Procédé selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'intégration du signal d'accélération (BSI) est exécutée à chaque fois dans des fenêtres de temps successives, les fenêtres de temps successives se chevauchant partiellement.

10. Procédé selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'un** signal d'accélération (BSI) est produit dans la région de chaque roue (RAD) du véhicule ferroviaire.

11. Dispositif pour la détection d'un état de déraillement d'une roue (RAD) d'un véhicule ferroviaire, qui présente au moins un capteur d'accélération (BSE) destiné à capter l'accélération de la roue (RAD) perpendiculairement à un plan des rails (ϵ), dans lequel le capteur d'accélération (BSE) est agencé avec une unité d'analyse (ASW) destinée à analyser un signal d'accélération (BSI) produit par le capteur d'accélération (BSE), **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (ASW) est agencée pour calculer à partir du signal d'accélération (BSI), par intégration simple (INT) sur une fenêtre de temps d'une longueur pouvant être prédéterminée, une vitesse de chute (FAG) de la roue (RAD) en direction du plan des rails (ϵ) et pour vérifier sur la base de la vitesse de chute (FAG) obtenue, si l'on est en présence d'un état de déraillement.
12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (ASW) est agencée pour comparer la vitesse de chute (FAG) obtenue à une vitesse de chute limite (GFG), un état de déraillement étant détecté en cas de dépassement de la vitesse de chute limite (GFG).
13. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (ASW) est agencée pour détecter un état de déraillement sur la base de la courbe de variation dans le temps de la vitesse de chute (FAG).
14. Dispositif selon une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** le capteur d'accélération (BSE) est disposé dans la région d'un palier d'essieu (ALA) d'une roue (RAD) du véhicule ferroviaire.
15. Dispositif selon une des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce qu'un** filtre (FIL) destiné à l'élimination des composantes parasites à basse fréquence contenues dans le signal d'accélération (BSI) est prévu avant l'intégration (INT).
16. Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le filtre (FIL) est un filtre passe-haut.
17. Dispositif selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** le filtre (FIL) laisse les relations de phase entre les fractions de fréquence du signal d'accélération (BSI) sensiblement non influencées.
18. Dispositif selon une des revendications 11 à 17, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (ASW) est agencée pour exécuter l'intégration (INT) du signal d'accélération (BSI) dans des fenêtres de temps successives, le point final d'une fenêtre de temps formant le point initial d'une fenêtre de temps suivante.
19. Dispositif selon une des revendications 11 à 17, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (ASW) est agencée de manière à exécuter l'intégration du signal d'accélération (BSI) dans des fenêtres de temps successives, les fenêtres de temps successives se chevauchant partiellement.
20. Dispositif selon une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce qu'un** capteur d'accélération (BSE) est disposé dans la région de chaque roue (RAD) du véhicule ferroviaire.

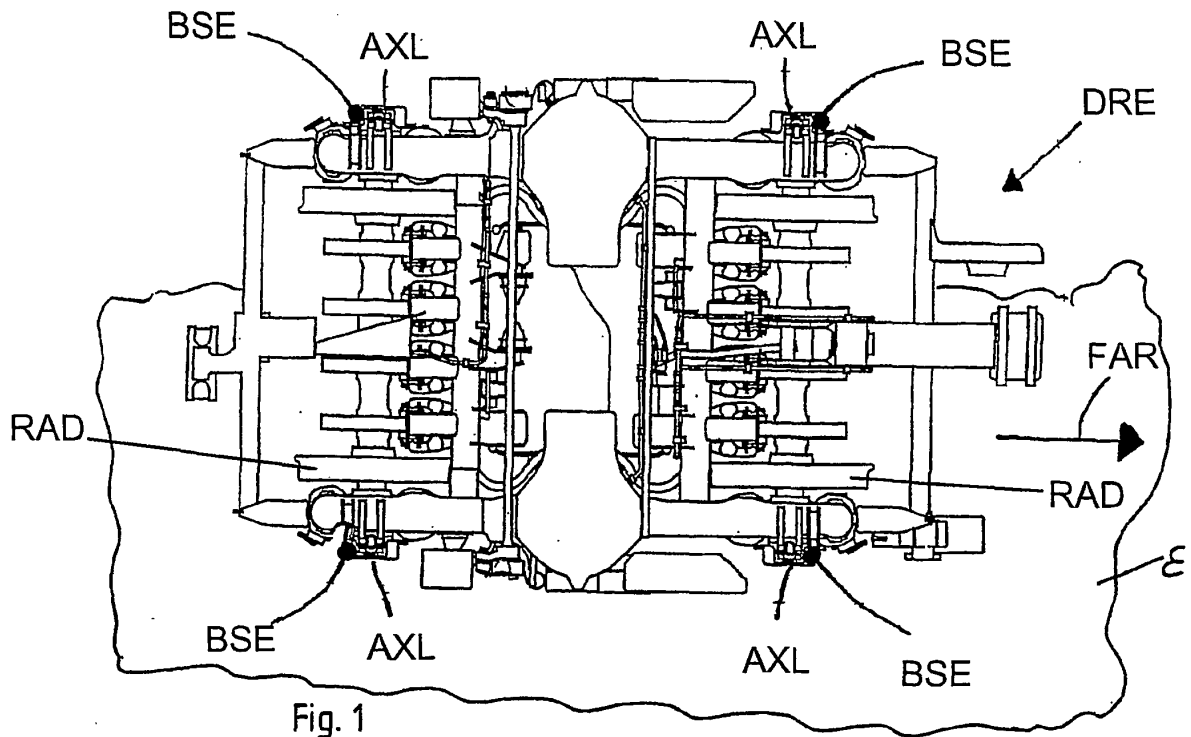


Fig. 1

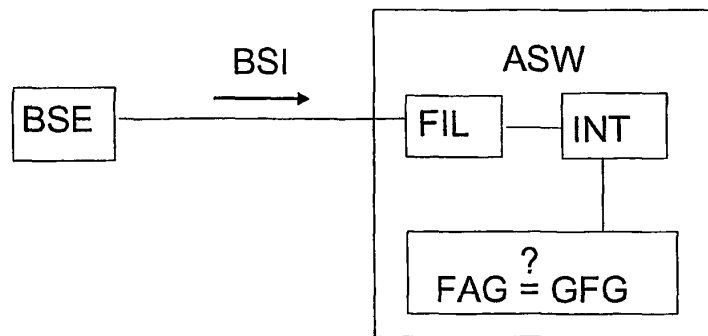


Fig. 2

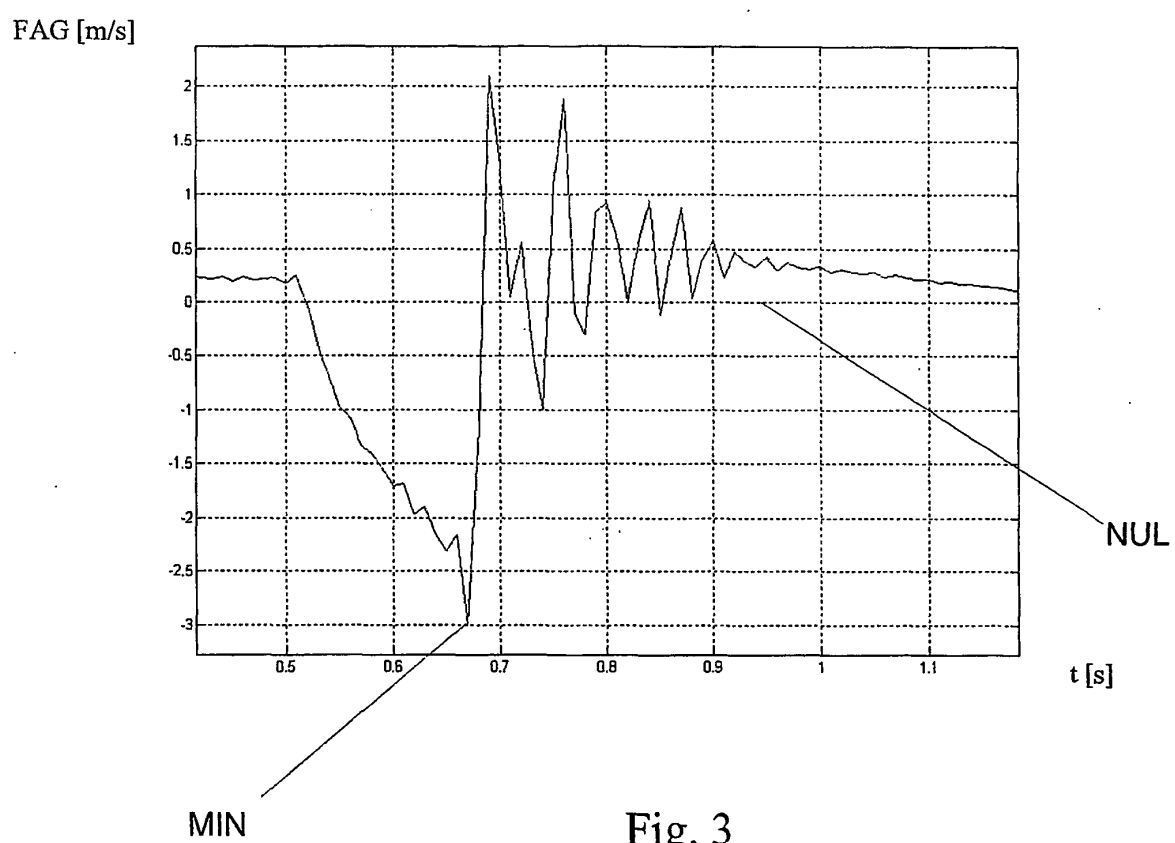


Fig. 3