

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Oktober 2012 (18.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/140073 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
A61L 15/00 (2006.01) *A61F 9/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/056566
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. April 2012 (11.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 001 978.2
12. April 2011 (12.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH** [DE/DE]; Schöneberger Ufer 1, 10785 Berlin (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRUNDISCH, Volker** [DE/DE]; Deuzer Weg 11A, 57250 Netphen (DE).
- (74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK (24)**; Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RAIL VEHICLE HAVING DERAILMENT MONITORING

(54) Bezeichnung : SCHIENENFAHRZEUG MIT EINER ENTGLEISUNGSÜBERWACHUNG

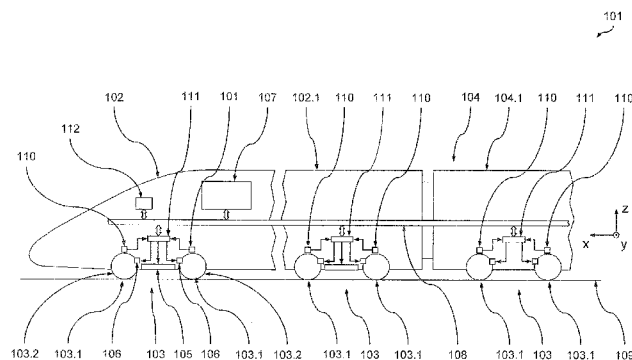


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for the derailment monitoring of at least one wheel of a chassis of a rail vehicle, wherein a derailment situation signal representative of a derailment situation of the at least one wheel (103.2) is generated according to the result of a comparison of signals available in the rail vehicle (101). In a first step, a current rotational speed signal representative of a current rotational speed of the at least one wheel (103.2) is determined. In a second step, an expected rotational speed signal representative of a rotational speed of the at least one wheel (103.2) currently to be expected is determined from at least one signal that is available in the rail vehicle (101) and that is representative of the current driving state of the rail vehicle (101). In a third step, the current rotational speed signal is compared with the expected rotational speed signal in a rotational speed signal comparison. And in a fourth step, the derailment situation signal is generated according to the result of the rotational speed signal comparison.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/140073 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entgleisungsüberwachung wenigstens eines Rades eines Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs, bei dem in Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleichs von in dem Schienenfahrzeug (101) verfügbaren Signalen ein für eine Entgleisungssituation des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives Entgleisungssituationssignal generiert wird. Dabei wird in einem ersten Schritt ein für eine aktuelle Drehzahl des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives aktuelles Drehzahlsignal ermittelt, in einem zweiten Schritt aus wenigstens einem in dem Schienenfahrzeug (101) verfügbaren, für den aktuellen Fahrzustand des Schienenfahrzeugs (101) repräsentativen Signal ein für eine aktuell zu erwartende Drehzahl des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives erwartetes Drehzahlsignal ermittelt, in einem dritten Schritt in einem Drehzahlsignalvergleich das aktuelle Drehzahlsignal mit dem erwarteten Drehzahlsignal verglichen und in einem vierten Schritt in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Drehzahlsignalvergleichs das Entgleisungssituationssignal generiert.

Schienenfahrzeug mit einer Entgleisungsüberwachung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entgleisungsüberwachung wenigstens eines Rades eines Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs, bei dem in Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleichs von in dem Schienenfahrzeug verfügbaren Signalen ein für eine Entgleisungssituation des Rades repräsentatives Entgleisungssituationssignal generiert wird.
5 Die Erfindung betrifft weiterhin ein Schienenfahrzeug, bei dem eine solche Überwachung der Entgleisungssituation implementiert ist.

Bei modernen Schienenfahrzeugen, insbesondere solchen Fahrzeugen, die mit vergleichsweise hohen Nennbetriebsgeschwindigkeiten betrieben werden, besteht unter
10 Sicherheitsgesichtspunkten ein erheblicher Bedarf, kritische Fahrsituationen, insbesondere Situationen, in denen das Entgleisen einzelner Räder droht oder bereits eingetreten ist, möglichst frühzeitig und zuverlässig zu erkennen, um entsprechende Gegenmaßnahmen (wie beispielsweise eine Notbremsung oder dergleichen) einleiten zu können.

Im Zusammenhang mit der Überwachung der Entgleisungssituation von Schienenfahrzeugen
15 ist es bereits versucht worden, am Fahrwerk wirkende Beschleunigungen über entsprechende Sensoren zu messen und aus Auswertung der Messsignale auf das Vorliegen eines entgleisten Zustandes eines oder mehrerer Räder des Fahrwerks zu schließen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass im Fahrwerk eine zusätzliche Sensorik erforderlich ist, welche den Aufwand für die Herstellung und die Wartung des Fahrwerks in die Höhe treibt.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren sowie ein Schienenfahrzeug der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, welches die oben genannten Nachteile nicht oder zumindest in geringerem Maße mit sich bringt und insbesondere auf einfache Weise eine Überwachung der Entgleisungssituation einzelner Räder des Schienenfahrzeugs ermöglicht.

25 Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe ausgehend von einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Sie löst diese Aufgabe weiterhin ausgehend von einer Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9 durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 9 angegebenen Merkmale.

Der vorliegenden Erfindung liegt die technische Lehre zu Grunde, dass man auf einfache Weise eine Überwachung der Entgleisungssituation einzelner Räder des Schienenfahrzeugs realisieren kann, wenn die in der Regel ohnehin schon anderen Zwecken (beispielsweise im Rahmen der so genannten Gleitschutzregelung) erfassten Drehzahlsignale des betreffenden Rades verwendet werden, um die aktuelle Entgleisungssituation zu beurteilen. Hierzu wird die aktuelle Drehzahl des betreffenden Rades mit einer zu erwartenden Drehzahl verglichen, die sich aus dem aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs ergibt. Entsprechende Signale, die für den aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs repräsentativ sind, sind in der Regel auf vielen Fahrzeugen ohnehin vorhandenen, sodass hierfür vorteilhafter Weise kein zusätzlicher Aufwand betrieben werden muss. Zu diesen ohnehin vorhandenen Informationen bzw. Signalen zählen insbesondere unter anderem die aktuelle bzw. momentane Geschwindigkeit des Fahrzeugs sowie die aktuellen bzw. momentanen Rollgeschwindigkeiten der betreffenden Radeinheiten (z. B. Radsätze, Radpaare oder aber auch Einzelräder).

Die vorliegende Erfindung macht sich dabei zu Nutze, dass die Drehzahlen aller Radeinheiten eines Schienenfahrzeuges normalerweise aufgrund der kinematischen Abrollbedingungen zueinander in einem bekannten Verhältnis stehen, wobei meist der Fall vorliegt, dass alle Räder des Fahrzeuges (mit gewissen Abnutzungstoleranzen) im Wesentlichen den gleichen Durchmesser aufweisen, sodass die Drehzahlen aller Radeinheiten (ebenfalls mit gewissen bekannten Toleranzen bzw. mit einer gewissen Schwankungsbreite) im Wesentlichen gleich sind. Im Falle des Aufkletterns eines Rades auf die Schiene, mithin also im Falle eines drohenden Entgleisens, verringert sich die Drehzahl des betreffenden Rades (bzw. seiner Radeinheit) proportional zur Vergrößerung des Abrollradius (also dem Radius des Rades in seinem Berührungspunkt mit der Schiene), welche sich beim Aufklettern des Rades auf die Schiene ergibt. Wird somit ein solcher Drehzahlabfall gegenüber der zu erwartenden Drehzahl für das betreffende Rad ermittelt, lässt dies ab einer gewissen Schwelle auf ein erhöhtes Entgleisungsrisiko schließen. Sinkt die aktuelle Drehzahl weiter unter eine (von der Gestaltung des Rades abhängige) Entgleisungsschwelle, so kann darauf geschlossen werden, dass das Rad mit hoher Wahrscheinlichkeit entgleist ist. Dies rührt daher, dass das Rad nach dem Entgleisen auf seiner Spurkranzkuppe, mithin also mit einem maximalen Abrollradius abrollt.

Zudem kann sich die Erfindung zu Nutze machen, dass nach einer Entgleisung aufgrund der stark wechselnden Kontaktbedingungen zwischen Rad und Untergrund massive Drehzahlschwankungen zu erwarten sind. Auch dieser Umstand kann in vorteilhafter Weise einfach erfasst werden und bei der Beurteilung bzw. Feststellung des Entgleisens berücksichtigt werden.

Mit der vorliegenden Erfindung ist es also gegebenenfalls möglich, lediglich eine in der Regel grundsätzlich im Fahrzeug bereits vorhandene Information über die momentanen Drehzahlen aller Radsätze ständig auszuwerten und zu nutzen, um das Risiko bzw. das Eintreten einer Entgleisung zuverlässig zu detektieren.

5 Gemäß einem Aspekt betrifft die Erfindung daher ein Verfahren zur Entgleisungsüberwachung wenigstens eines Rades eines Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs, bei dem in Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleichs von in dem Schienenfahrzeug verfügbaren Signalen ein für eine Entgleisungssituation des Rades repräsentatives Entgleisungssituationssignal generiert wird. Hierzu wird in einem ersten
10 Schritt ein für eine aktuelle Drehzahl des wenigstens einen Rades repräsentatives aktuelles Drehzahlsignal ermittelt wird. In einem zweiten Schritt wird aus wenigstens einem in dem Schienenfahrzeug verfügbaren, für den aktuellen Fahrzustand des Schienenfahrzeugs repräsentativen Signal ein für eine aktuell zu erwartende Drehzahl des wenigstens einen Rades repräsentatives erwartetes Drehzahlsignal ermittelt. In einem dritten Schritt wird in
15 einem Drehzahlsignalvergleich das aktuelle Drehzahlsignal mit dem erwarteten Drehzahlsignal verglichen wird, während in einem vierten Schritt in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Drehzahlsignalvergleichs das Entgleisungssituationssignal generiert wird.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass der erste und zweite Schritt in beliebiger Reihenfolge ausgeführt werden können. Ebenso können diese beiden Schritte gleichzeitig vorgenommen
20 werden. Weiterhin kann das aktuelle Drehzahlsignal auf beliebige geeignete Weise ermittelt werden. Hierzu können separate Sensoren für das jeweilige Rad vorgesehen sein. Ebenso kann eine solche Sensorik für die Radeinheit des Rades vorgesehen sein, sofern eine (wie beispielsweise bei einem Radsatz) eine definierte Kopplung der Drehzahlen der Räder Radeinheit vorliegt. Ebenso kann eine entsprechende Information hinsichtlich einer Drehzahl
25 einer das Rad antreibenden Antriebseinrichtung verwendet werden, welche ebenfalls eine definierte, bekannte Kopplung zu dem Rad aufweist.

Auch die für den aktuellen Fahrzustand des Schienenfahrzeugs repräsentative Information kann beliebig gestaltet sein. So kann es sich beispielsweise um eine auf beliebige Weise ermittelte Information hinsichtlich der aktuellen Fahrgeschwindigkeit handeln. Diese muss
30 nicht notwendigerweise aus Drehzahlen von Rädern oder Antriebseinheiten des Fahrzeugs ermittelt worden sein. Ebenso kann es sich um eine Geschwindigkeitsinformation handeln, die auf anderem Wege ermittelt wurde. So kann die Geschwindigkeitsinformation eines Navigationssystems (z. B. GPS) ebenso verwendet werden wie eine aus den Signalen von Beschleunigungssensoren ermittelte Geschwindigkeitsinformation.

Schließlich kann das Entgleisungssituationssignal grundsätzlich beliebiger Gestalt bzw. beliebigen Informationsgehalts sein, solange es Rückschlüsse auf die aktuelle Entgleisungssituation zulässt. Im einfachsten Fall kann das Signal lediglich zwei Werte aufweisen, wobei einer der beiden Werte das Vorliegen einer Entgleisung repräsentiert.

- 5 Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in Abhängigkeit von einer Drehzahlsignalabweichung des aktuellen Drehzahlsignals von dem erwarteten Drehzahlsignal ein für das Entgleisungsrisiko des Rades repräsentatives Entgleisungsrisikosignal generiert. Dieses Entgleisungsrisikosignal kann wiederum eine beliebige Gestalt bzw. einen beliebigen geeigneten Informationsgehalt aufweisen, wobei es
10 zumindest zwei, vorzugsweise mehrere, unterschiedliche Risikostufen repräsentiert.

Für den Fall, dass die Drehzahlsignalabweichung eine vorgebbare Entgleisungsschwelle überschreitet, wird dann bevorzugt ein für das Vorliegen einer Entgleisung des Rades repräsentatives Entgleisungssignal generiert, welches ebenfalls beliebige geeignete Gestalt aufweisen kann.

- 15 Die Drehzahlsignalabweichung, bei der mit ausreichender Sicherheit von dem Vorliegen einer Entgleisung ausgegangen werden kann, hängt stark von den tatsächlichen Gegebenheiten des jeweiligen Fahrzeugs sowie dem Umfang und der Zuverlässigkeit der jeweils verfügbaren Informationen, insbesondere des aktuellen Drehzahlsignals und des erwarteten Drehzahlsignals ab. Hierbei spielt unter anderem auch der Grad der Redundanz
20 bestimmter Informationen eine Rolle, um Unsicherheiten ausschließen zu können. Eventuelle Toleranzen bzw. Unsicherheiten, die bei der Ermittlung dieser Informationen einfließen bzw. bestehen, können auch bei der Festlegung sowohl der Entgleisungsschwelle als auch einer eventuellen Schwelle berücksichtigt werden, oberhalb derer eine Ausgabe eines Entgleisungsrisikosignals erfolgt.

- 25 Bei bevorzugten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer zuverlässigen und dennoch schnellen Bewertung des Entgleisungsrisikos bzw. einer schnellen Erfassung des Entgleisens wird als Entgleisungsschwelle ein Unterschreiten des erwarteten Drehzahlsignals durch das aktuelle Drehzahlsignal um wenigstens 6% des erwarteten Drehzahlsignals, vorzugsweise wenigstens 3% des erwarteten Drehzahlsignals, weiter vorzugsweise
30 wenigstens 1% des erwarteten Drehzahlsignals, verwendet wird.

Grundsätzlich ist es möglich, bei der Bewertung des Entgleisungsrisikos bzw. dem Feststellen des Entgleisens stets nur die aktuell vorliegenden Informationen bzw. Signale zu

verwenden. Vorzugsweise wird hierbei jedoch der zeitliche Verlauf diese Signale, mithin also eine Historie dieser Signale, verwendet, um einen stabilen Ablauf zu erzielen, bei dem zufällige Messfehler oder dergleichen unberücksichtigt bleiben. Vorzugsweise erfolgt die Generierung des Entgleisungsrisikosignals und/oder des Entgleisungssignals daher in Abhängigkeit von einem zeitlichen Verlauf der Drehzahlabweichung.

Die Bewertung des Entgleisungsrisikos kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise erfolgen. Vorzugsweise wird das Entgleisungsrisiko umso höher bewertet, je stärker das aktuelle Drehzahlsignal von dem erwarteten Drehzahlsignal nach unten abweicht. Hierbei wird das Entgleisungssignal dann vorzugsweise generiert, wenn in einem vorgebbaren Beobachtungszeitraum die Entgleisungsschwelle, insbesondere um einen vorgebbaren Betrag, überschritten wird. Zusätzlich oder alternativ kann das Entgleisungssignal generiert werden, wenn innerhalb des Beobachtungszeitraums eine vorgebbare Anzahl von Überschreitungen der Entgleisungsschwelle festgestellt werden. Zusätzlich oder alternativ kann das Entgleisungssignal generiert werden, wenn innerhalb des Beobachtungszeitraums eine vorgebbare Variationsfrequenz und/oder eine vorgebbare Variationsamplitude des aktuellen Drehzahlsignals überschritten wird, womit der Umstand berücksichtigt wird, dass ein entgleistes Rad starken Drehzahlschwankungen unterworfen ist. Hierbei versteht es sich, dass durch die kumulative Berücksichtigung der vorgenannten Aspekte natürlich eine entsprechende Redundanz erzielt wird, welche die Zuverlässigkeit der Bewertung erhöht.

Wie bereits erwähnt wurde, hängt die Beurteilung des Entgleisungsrisikos von einer Vielzahl von Faktoren bzw. Parametern des zu betrachtenden Fahrzeugs, insbesondere seiner Radeinheiten ab, wobei gewisse Toleranzen vorgesehen sein können, um entsprechende Unsicherheiten bei der Ermittlung der für die Bewertung verwendeten Informationen zu berücksichtigen.

Vorzugsweise wird bei der Ermittlung des aktuellen Drehzahlsignals ein Abnutzungsfaktor des Rades berücksichtigt, da sich die Abnutzung des Rades signifikant auf den Abrollradius und damit die aktuelle Drehzahl einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit auswirkt. Zusätzlich oder alternativ wird aus denselben Gründen bei der Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals ein Abnutzungsfaktor wenigstens eines der Räder des Schienenfahrzeugs berücksichtigt. Dies gilt insbesondere dann, wenn das erwartete Drehzahlsignal aus den Drehzahlsignalen mehrerer Räder des Schienenfahrzeugs ermittelt wird. Zusätzlich oder alternativ kann aus denselben Gründen schließlich auch bei der Beurteilung eines Entgleisungsrisikos des Rades ein Abnutzungsfaktor wenigstens eines der Räder des Schienenfahrzeugs berücksichtigt werden.

Die Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals kann grundsätzlich auf beliebige geeignete Weise erfolgen, wobei insbesondere der Umstand genutzt werden kann, dass zwischen der aktuellen Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs und der Drehzahl seiner Räder eine vorgegebene Beziehung besteht. Vorzugsweise wird zur Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals wenigstens ein für die aktuelle Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs repräsentatives Fahrzeuggeschwindigkeitssignal verwendet.

Zusätzlich oder alternativ kann wenigstens ein für die aktuelle Fahrwerksgeschwindigkeit eines Fahrwerks des Schienenfahrzeugs repräsentatives Fahrwerksgeschwindigkeitssignal verwendet werden, welches beispielsweise anhand der Signale von Beschleunigungssensoren am Fahrwerk ermittelt werden kann.

Zusätzlich oder alternativ kann wenigstens ein mittleres Drehzahlsignal verwendet werden, welches für die mittlere Drehzahl einer Mehrzahl von Rädern wenigstens eines Fahrwerks des Schienenfahrzeugs, insbesondere sämtlicher Räder sämtlicher Fahrwerke des Schienenfahrzeugs, repräsentativ ist. Hierbei ist natürlich von Vorteil, die Drehzahlsignale möglichst vieler Räder zu verwenden, da hiermit Unsicherheiten bzw. negative Auswirkungen einzelner Ausreißer vermieden werden können.

Besonders vorteilhaft ist es, die Drehzahlsignale nicht angetriebener und vorzugsweise auch nicht gebremster Räder zu verwenden, da an diesen Rädern mangels unmittelbarer Antriebseinflüsse und gegebenenfalls mangels unmittelbarer Bremsinflüsse in der Regel höchstens ein vernachlässigbarer Schlupf auftritt. Demgemäß erlauben diese (mit anderen Worten einfach nur mitlaufenden) Räder eine besonders einfache und exakte Bestimmung der erwarteten Drehzahl bzw. des erwarteten Drehzahlsignals.

Hierbei können Abweichungen zwischen den jeweiligen betrachteten Rädern (z. B. unterschiedliche Rollradien) einfach erfasst und berücksichtigt werden, da sie sich stets in derselben Weise manifestieren. So führen z. B. unterschiedliche Rollradien zu gleichbleibend von dem Wert Eins abweichenden Drehzahlverhältnissen der Räder. Haben die Räder eines Radsatzes beispielsweise einen um 1% größeren Rollradius als die Räder eines anderen Radsatzes, so hat der Radsatz mit den kleineren Rädern eine um 1% größere Drehzahl als der Radsatz mit den größeren Rädern.

Dabei kann natürlich auch aus Abweichungen von den zu erwartenden Drehzahlverhältnissen zwischen diesen Radsätzen auf die Entgleisungssituation an diesen

Rädern bzw. Radeinheiten geschlossen werden und ein Ausschluss einzelner Räder bzw. Radeinheiten aus der Betrachtung bzw. Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals erfolgen.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs, bei dem mit einem erfindungsgemäßen Verfahren ein
5 Entgleisungssituationssignal generiert wird und dieses Entgleisungssituationssignal an den Fahrzeugführer ausgegeben wird, damit dieser gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen einleiten kann, sofern er diese für erforderlich erachtet. Zusätzlich oder alternativ kann das Schienenfahrzeug in Abhängigkeit von dem Entgleisungssituationssignal gesteuert werden, wobei in Abhängigkeit von dem Entgleisungssituationssignal insbesondere eine
10 Antriebseinrichtung des Schienenfahrzeugs und/oder eine Bremseinrichtung des Schienenfahrzeugs angesteuert wird. So kann beispielsweise beim Feststellen eines Entgleisungsrisikos oberhalb einer gewissen Schwelle der Antrieb gedrosselt werden. Ebenso kann beim Feststellen eines Entgleisens der Antrieb abgeschaltet und eine entsprechende Bremsung eingeleitet werden.

15 Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Entgleisungsüberwachung wenigstens eines Rades eines Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs mit einer Erfassungseinrichtung, die dazu ausgebildet ist, ein für eine aktuelle Drehzahl des wenigstens einen Rades repräsentatives aktuelles Drehzahlsignal zu erfassen, und einer mit der Erfassungseinrichtung verbindbaren Verarbeitungseinheit, die dazu ausgebildet ist, in
20 Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleichs von in dem Schienenfahrzeug verfügbaren Signalen ein für eine Entgleisungssituation des Rades repräsentatives Entgleisungssituationssignal zu generieren. Die Verarbeitungseinheit ist dazu ausgebildet, aus wenigstens einem in dem Schienenfahrzeug verfügbaren, für den aktuellen Fahrzustand des Schienenfahrzeugs repräsentativen Signal ein für eine aktuell zu erwartende Drehzahl
25 des wenigstens einen Rades repräsentatives erwartetes Drehzahlsignal zu ermitteln, in einem Drehzahlsignalvergleich das aktuelle Drehzahlsignal mit dem erwarteten Drehzahlsignal zu vergleichen, und in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Drehzahlsignalvergleichs das Entgleisungssituationssignal zu generieren. Hiermit lassen sich die oben beschriebenen Varianten und Vorteile in demselben Maße realisieren, sodass
30 diesbezüglich ausdrücklich auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich ein Schienenfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Entgleisungsüberwachung. Auch hiermit lassen sich die oben beschriebenen Varianten und Vorteile in demselben Maße realisieren, sodass diesbezüglich ausdrücklich auf die obigen Ausführungen verwiesen wird. Bevorzugt ist das

Schienenfahrzeug als Fahrzeug für den Hochgeschwindigkeitsverkehr mit einer Nennbetriebsgeschwindigkeit oberhalb von 250 km/h, insbesondere oberhalb von 300 km/h bis 380 km/h, ausgebildet, da hier die beschriebenen Vorteile besonders stark zum Tragen kommen.

5 Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen bzw. der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht eines Teils einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs mit einer bevorzugten Ausführungsform
10 der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Entgleisungsüberwachung, mit der eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Entgleisungsüberwachung ausgeführt werden kann.

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figur 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs 101 beschrieben. Bei dem Schienenfahrzeug
15 101 handelt es sich um einen Triebzug für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, dessen Nennbetriebsgeschwindigkeit oberhalb von 250 km/h, nämlich bei $v_n = 300$ km/h bis 380 km/h, liegt.

Das Fahrzeug 101 umfasst einen Endwagen 102 mit einem Wagenkasten 102.1, der im Bereich seiner beiden Enden in herkömmlicher Weise jeweils auf einem Fahrwerk in Form
20 eines Drehgestells 103 abgestützt ist. Es versteht sich jedoch, dass die vorliegende Erfindung auch in Verbindung mit anderen Konfigurationen eingesetzt werden kann, bei denen der Wagenkasten lediglich auf einem Fahrwerk abgestützt ist. An den Endwagen schließen sich weitere Mittelwagen 104, deren Wagenkästen 104.1 ebenfalls jeweils auf Drehgestellen 103 abgestützt sind.

25 Zum einfacheren Verständnis der nachfolgenden Erläuterungen ist in der Figur 1 ein (durch die Radaufstandsebene des Drehgestells 103 vorgegebenes) Fahrzeug-Koordinatensystem x,y,z angegeben, in dem die x -Koordinate die Längsrichtung, die y -Koordinate die Querrichtung und die z -Koordinate die Höhenrichtung des Schienenfahrzeugs 101 bezeichnen.

30 Das Drehgestell 103 weist in herkömmlicher Weise zwei Radeinheiten in Form von Radsätzen 103.1 auf, die jeweils zwei Räder 103.2 umfassen. Bei den Drehgestellen 103

handelt es sich teils um angetriebene Triebdrehgestelle und teils um nicht angetriebene Laufdrehgestelle. Die Radsätze 103.1 von Triebdrehgestellen werden über eine Antriebseinrichtung 105 angetrieben, während die Radsätze aller Drehgestelle über Bremsrichtungen 106 gebremst werden können.

- 5 Das Fahrzeug 101 weist in dem Endwagen 102 eine Verarbeitungseinheit in Form einer zentralen Fahrzeugsteuerung 107 auf, die im vorliegenden Beispiel mit entfernten Komponenten unter anderem über eine sich durch das gesamte Fahrzeug 101 erstreckende Kommunikationsverbindung in Form eines Fahrzeugbusses 108 verbunden ist. Es versteht sich hierbei, dass bei anderen Varianten der Erfindung auch eine andere
- 10 Kommunikationsverbindung gewählt sein kann. Insbesondere kann (unter anderem je nach den Vorgaben bestimmter Sicherheitsrichtlinien oder dergleichen) zusätzlich oder alternativ eine feste Verdrahtung mit den entfernten Komponenten vorgesehen sein.

In der Fahrzeugsteuerung 107 ist im vorliegenden Beispiel eine Überwachung implementiert, welche jedes der Räder 103.2 dahingehend überwacht, ob ein ordnungsgemäßer Kontakt mit der Schiene 109 vorliegt oder ob ein gewisses erhöhtes Entgleisungsrisiko besteht bzw. das

15 betreffende Rad 103.2 entgleist ist.

Zu diesem Zweck analysiert die Fahrzeugsteuerung 107 die Signale von Erfassungseinheiten (einer Erfassungseinrichtung) in Form von Drehzahlsensoren 110, die jedem Radsatz 103.1 zugeordnet sind und in einem ersten Schritt ein für die aktuelle Drehzahl des jeweiligen

20 Radsatzes 103.1 und (wegen der starren Kopplung über die Radsatzwelle) damit auch der beiden Räder 103.2 des jeweiligen Radsatz repräsentativen aktuellen Drehzahlsignale ADS_i von i Radsätzen 103.1 liefern. Die aktuellen Drehzahlsignale ADS_i der Drehzahlsensoren 110 werden jeweils von einer dem jeweiligen Fahrwerk 103 zugeordneten und mit den Drehzahlsensoren 110 verbundenen Kommunikationseinheit 111 über den Fahrzeugbus 108

25 an die Fahrzeugsteuerung 107 übermittelt.

Im vorliegenden Beispiel werden die Signale sämtlicher n Radsätze 103 des Fahrzeugs 101 verwendet (d. h. $i = 1$ bis n). Es versteht sich jedoch, dass der anderen Varianten der Erfindung gegebenenfalls auch nur ein Teil der Signale der vorhandenen Radsätze verwendet werden kann. Insbesondere können beispielsweise nur die m nicht angetriebenen und nicht gebremsten Radsätze 103 des Fahrzeugs 101 betrachtet werden, da hier wie oben

30 beschrieben der Einfluss des Schlupfs vernachlässigbar ist.

Die aktuellen Drehzahlsignale ADS_i sind jedoch nicht nur für die aktuelle Drehzahl des einzelnen Radsatzes 103.1 repräsentativ, vielmehr sind sie auch für den aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs repräsentativ. So steht auch die aktuelle Fahrgeschwindigkeit V des Fahrzeugs bei einem ordnungsgemäßen Kontakt zwischen den Rädern 103.2 und den Schienen 109 aufgrund der geometrischen Gegebenheiten in einer festen Beziehung zu den
5 aktuellen Drehzahlsignalen ADS_i in. Demgemäß ergibt sich bei einem ordnungsgemäßen Rad-Schiene-Kontakt auch eine feste Beziehung zwischen den Drehzahlen und damit den Drehzahlsignalen ADS_i der einzelnen Radsätze 103.1. Bei gleich großen Rädern 103.2 an allen Radsätzen 103.1 sind beispielsweise sämtliche Drehzahlen im Wesentlichen identisch,
10 während sich bei abweichenden Raddurchmessern abweichende, aber in vorgegebener Beziehung zueinander stehende Drehzahlen ergeben.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird daher in der Fahrzeugsteuerung 107 in einem zweiten Schritt wird aus den verfügbaren auch für den aktuellen Fahrzustand des Fahrzeugs 101 repräsentativen aktuellen Drehzahlsignalen ADS_i ein für eine aktuell zu erwartende
15 Drehzahl jeweiligen Rades 103.2 repräsentatives erwartetes Drehzahlsignal EDS_i ermittelt. Hierzu wird im vorliegenden Beispiel für die Beurteilung der Entgleisungssituation der Räder 103.2 des jeweiligen i-ten Radsatzes 103.1 als erwartetes Drehzahlsignal EDS_i für den Radsatz ein Mittelwert MADS_j aus den aktuellen Drehzahlsignalen ADS_j der j übrigen Radsätze 103.1 gebildet, d. h. $EDS_i = MADS_j$ (mit $i = 1$ bis n , $j = 1$ bis n und $j \neq i$).

Hierbei versteht es sich, dass durch geeignete, hinlänglich bekannte Mittel auf Messfehlern oder defekten Sensoren etc. basierende Ausreißer unter den Messwerten der einzelnen Drehzahlsensoren 110 eliminiert werden können. Zudem ist es von Vorteil, die Drehzahlsignale aller Radsätze 103.1 zu verwenden, da hiermit Unsicherheiten bzw.
20 negative Auswirkungen einzelner Ausreißer vermieden werden können. Es versteht sich weiterhin, dass über geeignete, hinlänglich bekannte Mittel auch die Kontaktbedingungen zwischen Rad 103.2 und Schiene 109, insbesondere der aktuell vorliegende Schlupf am jeweiligen Radsatz 103.1 berücksichtigt werden kann, um Verzerrungen des Ergebnisses durch derartige Phänomene auszuschließen bzw. zu kompensieren.

Ebenso kann natürlich auch vorgesehen sein, dass bei der Mittelwertbildung auch das
30 Drehzahlsignal ADS_i für den aktuell zu beurteilenden Radsatzes mit verwendet wird. Schließlich kann zur Plausibilitätsprüfung auch eine erwartete Drehzahl über ein auf anderem Wege ermitteltes, für die aktuelle Fahrgeschwindigkeit V des Schienenfahrzeugs repräsentatives Fahrzeuggeschwindigkeitssignal VS verwendet bzw. berücksichtigt werden. Ein solches Fahrwerksgeschwindigkeitssignal VS kann beispielsweise anhand der Signale

von Beschleunigungssensoren ermittelt werden, die am Fahrzeug 101, zum Beispiel an einem oder mehreren Fahrwerken 103, angeordnet sind.

In einem dritten Schritt vergleicht die Fahrzeugsteuerung 107 dann in einem Drehzahlvergleich für den aktuell betrachteten Radsatz 103.1 das aktuelle
5 Drehzahlsignal ADSi mit dem erwarteten Drehzahlsignal EDSi.

Unterschreitet das aktuelle Drehzahlsignal ADSi das erwartete Drehzahlsignal EDSi für einen vorgegebenen Zeitraum um einen vorgegebenen ersten Grenzwert GD1, so erzeugt die Fahrzeugsteuerung 107 in einem vierten Schritt als Entgleisungssituationssignal ein Entgleisungsrisikosignal ERSi, welches unter anderem über geeignete Ausgabemittel 112 an
10 den Fahrzeugführer ausgegeben wird, sodass dieser gegebenenfalls entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen kann.

Das Entgleisungsrisikosignal ERSi variiert im vorliegenden Beispiel stufenlos oder in vorgegebenen Schritten in Abhängigkeit von der Höhe der Abweichung zwischen dem aktuellen Drehzahlsignal ADSi und dem erwarteten Drehzahlsignal EDSi, sodass hieraus die
15 Höhe des Entgleisungsrisikos abzulesen ist.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Fahrzeugsteuerung 107 selbst bereits in Abhängigkeit von den Entgleisungsrisikosignal ERSi entsprechende Gegenmaßnahmen einleitet. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Leistung der Antriebe 105 reduziert wird und/oder die Bremseinrichtungen 106 aktiviert werden, wobei dies an
20 sämtlichen oder, insbesondere in Abhängigkeit von dem aktuell als entgleisungsgefährdet eingestuften Radsatz 103.1, an ausgewählten Drehgestellen 103 erfolgen kann. Art und Stärke des automatischen Eingriffs kann sich dabei nach der Höhe des Entgleisungsrisikos richten.

Unterschreitet das aktuelle Drehzahlsignal ADSi das erwartete Drehzahlsignal EDSi für einen
25 vorgegebenen Zeitraum um einen vorgegebenen zweiten Grenzwert GD2, dessen Betrag größer ist als der Betrag des ersten Grenzwerts GD1 und der eine Entgleisungsschwelle darstellt, so wird dies als Zustand eingestuft, in dem mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen wird, dass die Räder 103.2 des betreffenden Radsatzes 103.1 entgleist sind. In diesem Fall erzeugt die Fahrzeugsteuerung 107 in dem
30 vierten Schritt als Entgleisungssituationssignal ein Entgleisungssignal ESi, welches unter anderem über geeignete Ausgabemittel 112 an den Fahrzeugführer ausgegeben wird, sodass dieser gegebenenfalls entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen kann.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Fahrzeugsteuerung 107 selbst bereits in Abhängigkeit von den Entgleisungssignal ESi entsprechende Gegenmaßnahmen einleitet. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Antriebe 105 abgeschaltet werden und die Bremsenrichtungen 106 für eine Notbremsung aktiviert werden, wobei dies wiederum an
5 sämtlichen oder, insbesondere in Abhängigkeit von dem aktuell als entgleist eingestuften Radsatz 103.1, an ausgewählten Drehgestellen 103 erfolgen kann.

In beiden Fällen kann vorgesehen sein, dass der automatische Eingriff der Fahrzeugsteuerung 107 unmittelbar erfolgt. Ebenso kann aber auch vorgesehen sein, dass dieser Eingriff erst erfolgt, wenn seitens des Fahrzeugführers nach einer bestimmten
10 vorgegebenen Zeitspanne noch keine oder keine als ausreichend eingestuften Gegenmaßnahmen ergriffen wurden.

Die Drehzahlsignalabweichung, bei der mit ausreichender Sicherheit von dem Vorliegen einer Entgleisung ausgegangen werden kann, hängt stark von den tatsächlichen Gegebenheiten des Fahrzeugs 101 sowie dem Umfang und der Zuverlässigkeit der jeweils
15 verfügbaren Informationen, insbesondere des aktuellen Drehzahlsignals ADSi und des erwarteten Drehzahlsignals EDSi ab. Hierbei spielt unter anderem auch der Grad der Redundanz bestimmter Informationen eine Rolle, um Unsicherheiten ausschließen zu können. Eventuelle Toleranzen bzw. Unsicherheiten, die bei der Ermittlung dieser Informationen einfließen bzw. bestehen, können auch bei der Festlegung sowohl der
20 Entgleisungsschwelle GD2 für die Ausgabe des Entgleisungssignals ESi als auch der Schwelle GD1 für die Ausgabe des Entgleisungsrisikosignals ERSi berücksichtigt werden.

Im vorliegenden wird als Entgleisungsschwelle GD2 ein Unterschreiten des erwarteten Drehzahlsignals EDSi durch das aktuelle Drehzahlsignal ADSi um 3% des erwarteten Drehzahlsignals EDSi verwendet, während als Schwelle GD1 ein Unterschreiten des
25 erwarteten Drehzahlsignals EDSi durch das aktuelle Drehzahlsignal ADSi um 1% des erwarteten Drehzahlsignals EDSi verwendet wird.

Wie erwähnt, wird bei der Bewertung des Entgleisungsrisikos bzw. dem Feststellen des Entgleisens im vorliegenden Beispiel der zeitliche Verlauf der aktuellen Drehzahlsignalen ADSi und der erwarteten Drehzahlsignale EDSi, mithin also eine Historie dieser Signale,
30 verwendet, um einen stabilen Ablauf zu erzielen, bei dem zufällige Messfehler oder dergleichen unberücksichtigt bleiben.

- Dabei kann vorgesehen sein, dass das Entgleisungssignal ESi nur generiert wird, wenn innerhalb des Beobachtungszeitraums eine vorgegebene Anzahl von Überschreitungen der Entgleisungsschwelle GD2 festgestellt wurde. Zusätzlich oder alternativ kann das Entgleisungssignal ESi generiert werden, wenn innerhalb des Beobachtungszeitraums eine vorgebbare Variationsfrequenz und/oder eine vorgebbare Variationsamplitude des aktuellen Drehzahlsignals ADSi überschritten wird, womit der Umstand berücksichtigt wird, dass ein entgleistes Rad 103.2 starken Drehzahlschwankungen unterworfen ist. Hierbei versteht es sich, dass durch die kumulative Berücksichtigung der vorgenannten Aspekte natürlich eine entsprechende Redundanz erzielt wird, welche die Zuverlässigkeit der Bewertung erhöht.
- 10 Wie bereits erwähnt wurde, hängt die Beurteilung des Entgleisungsrisikos von einer Vielzahl von Faktoren bzw. Parametern des zu betrachtenden Fahrzeugs 101, insbesondere seiner Radsätze 103.1 ab, wobei gewisse Toleranzen vorgesehen sein können, um entsprechende Unsicherheiten bei der Ermittlung der für die Bewertung verwendeten Informationen zu berücksichtigen.
- 15 Vorzugsweise wird bei der Ermittlung des aktuellen Drehzahlsignals ein Abnutzungsfaktor des Rades 103.2 berücksichtigt, da sich die Abnutzung des Rades 103.2 signifikant auf den Abrollradius und damit die aktuelle Drehzahl einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit V auswirkt. Zusätzlich oder alternativ wird aus denselben Gründen bei der Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals EDSi für sämtliche Räder 103.2 ein entsprechender
- 20 Abnutzungsfaktor berücksichtigt, der über das erwartete Drehzahlsignal EDSi auch bei der Beurteilung eines Entgleisungsrisikos Einfluss findet.

Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend ausschließlich anhand eines Triebzugs im Hochgeschwindigkeitsverkehr beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung auch im Zusammenhang mit anderen Schienenfahrzeugen zum Einsatz kommen kann.

- 25 Weiterhin versteht es sich, dass die vorliegende Erfindung nicht nur für aus mehreren Wagen zusammengesetzte Fahrzeuge eingesetzt werden kann. Vielmehr kann sie natürlich auch an einem Fahrzeug, dass aus einem einzigen Wagen besteht zum Einsatz kommen.

* * * * *

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entgleisungsüberwachung wenigstens eines Rades eines Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs, bei dem
 - in Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleichs von in dem Schienenfahrzeug (101) verfügbaren Signalen ein für eine Entgleisungssituation des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives Entgleisungssituationssignal generiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - in einem ersten Schritt ein für eine aktuelle Drehzahl des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives aktuelles Drehzahlsignal ermittelt wird,
 - in einem zweiten Schritt aus wenigstens einem in dem Schienenfahrzeug (101) verfügbaren, für den aktuellen Fahrzustand des Schienenfahrzeugs (101) repräsentativen Signal ein für eine aktuell zu erwartende Drehzahl des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives erwartetes Drehzahlsignal ermittelt wird,
 - in einem dritten Schritt in einem Drehzahlsignalvergleich das aktuelle Drehzahlsignal mit dem erwarteten Drehzahlsignal verglichen wird und
 - in einem vierten Schritt in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Drehzahlsignalvergleichs das Entgleisungssituationssignal generiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - in Abhängigkeit von einer Drehzahlsignalabweichung des aktuellen Drehzahlsignals von dem erwarteten Drehzahlsignal ein für das Entgleisungsrisiko des Rades (103.2) repräsentatives Entgleisungsrisikosignal generiert wird, wobei
 - insbesondere für den Fall, dass die Drehzahlsignalabweichung eine vorgebbare Entgleisungsschwelle überschreitet, ein für das Vorliegen einer Entgleisung des Rades (103.2) repräsentatives Entgleisungssignal generiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Entgleisungsschwelle ein Unterschreiten des erwarteten Drehzahlsignals durch das aktuelle Drehzahlsignal um wenigstens 6% des erwarteten Drehzahlsignals, vorzugsweise wenigstens 3% des erwarteten Drehzahlsignals, weiter vorzugsweise wenigstens 1% des erwarteten Drehzahlsignals, verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Generierung des Entgleisungsrisikosignals und/oder des Entgleisungssignals in Abhängigkeit von einem zeitlichen Verlauf der Drehzahlsignalabweichung erfolgt.

5. Verfahrenen nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Entgleisungsrisiko umso höher bewertet wird, je stärker das aktuelle Drehzahlsignal von dem erwarteten Drehzahlsignal nach unten abweicht, wobei
- insbesondere das Entgleisungssignal generiert wird, wenn
 - in einem vorgebbaren Beobachtungszeitraum die Entgleisungsschwelle, insbesondere um einen vorgebbaren Betrag, überschritten wird

und/oder

- eine vorgegebene Anzahl von Überschreitungen der Entgleisungsschwelle festgestellt werden

und/oder

- eine vorgebbare Variationsfrequenz des aktuellen Drehzahlsignals überschritten wird

und/oder

- eine vorgebbare Variationsamplitude des aktuellen Drehzahlsignals überschritten wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- bei der Ermittlung des aktuellen Drehzahlsignals ein Abnutzungsfaktor des Rades (103.2) berücksichtigt wird,

und/oder

- bei der Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals ein Abnutzungsfaktor wenigstens eines der Räder des Schienenfahrzeugs (101) berücksichtigt wird,

und/oder

- bei der Beurteilung eines Entgleisungsrisikos des Rades (103.2) ein Abnutzungsfaktor wenigstens eines der Räder des Schienenfahrzeugs (101) berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals
- wenigstens ein für die aktuelle Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs (101) repräsentatives Fahrzeuggeschwindigkeitssignal verwendet wird
- 5 und/oder
- wenigstens ein für die aktuelle Fahrwerksgeschwindigkeit eines Fahrwerks (103) des Schienenfahrzeugs (101) repräsentatives Fahrwerksgeschwindigkeitssignal verwendet wird
- und/oder
- 10 - wenigstens ein mittleres Drehzahlsignal verwendet wird, welches für die mittlere Drehzahl einer Mehrzahl von Rädern (103.2) wenigstens eines Fahrwerks (103) des Schienenfahrzeugs (101), insbesondere sämtlicher Räder (103.2) sämtlicher Fahrwerke (103) des Schienenfahrzeugs (101), repräsentativ ist.
8. Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs, bei dem
- 15 - mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ein Entgleisungssituationssignal generiert wird und
- das Entgleisungssituationssignal an den Fahrzeugführer ausgegeben wird
- und/oder
- das Schienenfahrzeug (101) in Abhängigkeit von dem Entgleisungssituationssignal gesteuert wird, wobei
- 20 - in Abhängigkeit von dem Entgleisungssituationssignal insbesondere eine Antriebseinrichtung (105) des Schienenfahrzeugs (101) und/oder eine Bremsenrichtung (106) des Schienenfahrzeugs (101) angesteuert wird
9. Vorrichtung zur Entgleisungsüberwachung wenigstens eines Rades eines Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs mit
- 25 - einer Erfassungseinrichtung (110), die dazu ausgebildet ist, ein für eine aktuelle Drehzahl des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives aktuelles Drehzahlsignal zu erfassen, und
- einer mit der Erfassungseinrichtung (110) verbindbaren Verarbeitungseinheit
- 30 (107), die dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleichs von in dem Schienenfahrzeug (101) verfügbaren Signalen ein für eine

Entgleisungssituation des Rades (103.2) repräsentatives
Entgleisungssituationssignal zu generieren,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist, aus wenigstens einem in dem Schienenfahrzeug (101) verfügbaren, für den aktuellen Fahrzustand des Schienenfahrzeugs (101) repräsentativen Signal ein für eine aktuell zu erwartende Drehzahl des wenigstens einen Rades (103.2) repräsentatives erwartetes Drehzahlsignal zu ermitteln,
- die Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist, in einem Drehzahlsignalvergleich das aktuelle Drehzahlsignal mit dem erwarteten Drehzahlsignal zu vergleichen, und
- die Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Drehzahlsignalvergleichs das Entgleisungssituationssignal zu generieren.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer Drehzahlsignalabweichung des aktuellen Drehzahlsignals von dem erwarteten Drehzahlsignal ein für das Entgleisungsrisiko des Rades (103.2) repräsentatives Entgleisungsrisikosignal zu generieren, wobei
- die Verarbeitungseinheit (107) insbesondere für den Fall, dass die Drehzahlsignalabweichung eine vorgebbare Entgleisungsschwelle überschreitet, ein für das Vorliegen einer Entgleisung des Rades (103.2) repräsentatives Entgleisungssignal generiert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die

Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist, als Entgleisungsschwelle ein Unterschreiten des erwarteten Drehzahlsignals durch das aktuelle Drehzahlsignal um wenigstens 6% des erwarteten Drehzahlsignals, vorzugsweise wenigstens 3% des erwarteten Drehzahlsignals, weiter vorzugsweise wenigstens 1% des erwarteten Drehzahlsignals, zu verwenden.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass

Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist, das Entgleisungsrisikosignal

und/oder das Entgleisungssignal in Abhängigkeit von einem zeitlichen Verlauf der Drehzahlsignalabweichung zu generieren.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist, das Entgleisungsrisiko umso
5 höher zu bewerten, je stärker das aktuelle Drehzahlsignal von dem erwarteten Drehzahlsignal nach unten abweicht, wobei
 - die Verarbeitungseinheit (107) insbesondere das Entgleisungssignal generiert, wenn
 - in einem vorgebbaren Beobachtungszeitraum die Entgleisungsschwelle,
10 insbesondere um einen vorgebbaren Betrag, überschritten wird
- und/oder
- eine vorgegebene Anzahl von Überschreitungen der Entgleisungsschwelle festgestellt werden
- und/oder
- eine vorgebbare Variationsfrequenz des aktuellen Drehzahlsignals
15 überschritten wird
- und/oder
- eine vorgebbare Variationsamplitude des aktuellen Drehzahlsignals überschritten wird.
- 20 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist,
- bei der Ermittlung des aktuellen Drehzahlsignals einen Abnutzungsfaktor des Rades (103.2) zu berücksichtigen,
- und/oder
- bei der Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals ein Abnutzungsfaktor
25 wenigstens eines der Räder (103.2) des Schienenfahrzeugs (101) zu berücksichtigen,
- und/oder
- bei der Beurteilung eines Entgleisungsrisikos des Rades (103.2) ein
30 Abnutzungsfaktor wenigstens eines der Räder des Schienenfahrzeugs (101) zu berücksichtigen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit (107) zur Ermittlung des erwarteten Drehzahlsignals
- wenigstens ein für die aktuelle Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs (101) repräsentatives Fahrzeuggeschwindigkeitssignal verwendet
- 5 und/oder
- wenigstens ein für die aktuelle Fahrwerksgeschwindigkeit eines Fahrwerks des Schienenfahrzeugs (101) repräsentatives Fahrwerksgeschwindigkeitssignal verwendet
- und/oder
- 10 - wenigstens ein mittleres Drehzahlsignal verwendet, welches für die mittlere Drehzahl einer Mehrzahl von Rädern (103.2) wenigstens eines Fahrwerks (103) des Schienenfahrzeugs (101), insbesondere sämtlicher Räder (103.2) sämtlicher Fahrwerke (103.1) des Schienenfahrzeugs (101), repräsentativ ist.
16. Schienenfahrzeug, insbesondere für den Hochgeschwindigkeitsverkehr mit einer
- 15 Nennbetriebsgeschwindigkeit oberhalb von 250 km/h, insbesondere oberhalb von 350 km/h, mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei die Verarbeitungseinheit (107) dazu ausgebildet ist,
- das Entgleisungssituationssignal über eine Ausgabeeinheit (112) an den Fahrzeugführer auszugeben,
- 20 und/oder
- das Schienenfahrzeug (101) in Abhängigkeit von dem Entgleisungssituationssignal zu steuern, wobei
 - in Abhängigkeit von dem Entgleisungssituationssignal insbesondere eine Antriebseinrichtung (105) des Schienenfahrzeugs (101) und/oder eine
- 25 Bremsenrichtung (106) des Schienenfahrzeugs (101) angesteuert wird.

* * * * *

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/056566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B61L15/00 B61F9/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B61L B61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/94174 A1 (SKF IND SPA [IT]; MORETTI ROBERTO [IT]; SEMA SILVANO [IT]) 13 December 2001 (2001-12-13)	1-3, 6-11, 14-16
Y	page 1, paragraph 3 page 2, paragraph 3 - page 5, paragraph 1 figure	4,5,12, 13
Y	----- EP 1 104 734 A1 (TOKYU CAR CORP [JP]) 6 June 2001 (2001-06-06) paragraphs [0004] - [0010], [0030], [0031]; figures 1-9	4,5,12, 13
Y	----- EP 2 166 333 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 24 March 2010 (2010-03-24) paragraphs [0004], [0034] ----- -/--	4,5,12, 13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 12 July 2012	Date of mailing of the international search report 19/07/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Massalski, Matthias

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/056566

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 236 633 A2 (SIEMENS SGP VERKEHRSTECH GMBH [AT]) 4 September 2002 (2002-09-04) paragraphs [0016] - [0019], [0032] - [0035], [0087]; figures 5-13 -----	1-16
A	DE 198 27 271 A1 (MUELLER ANDREAS [DE]; WEIDER DIETMAR [DE]) 23 December 1999 (1999-12-23) the whole document -----	1-16
A	OA 6 050 A (SAMBRE & MEUSE USINES; MARCEL MAZALEYRAT) 30 June 1981 (1981-06-30) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/056566

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0194174	A1	13-12-2001	IT T020000552 A1 WO 0194174 A1	10-12-2001 13-12-2001

EP 1104734	A1	06-06-2001	AT 285352 T DE 69828316 D1 DE 69828316 T2 EP 1104734 A1 JP 4246919 B2 US 6411870 B1 WO 0009379 A1	15-01-2005 27-01-2005 25-05-2005 06-06-2001 02-04-2009 25-06-2002 24-02-2000

EP 2166333	A1	24-03-2010	AT 543085 T CN 102144150 A EP 2166333 A1 ES 2382836 T3 JP 2012503184 A KR 20110073456 A US 2011224944 A1 WO 2010031569 A1	15-02-2012 03-08-2011 24-03-2010 13-06-2012 02-02-2012 29-06-2011 15-09-2011 25-03-2010

EP 1236633	A2	04-09-2002	AT 413372 B EP 1236633 A2	15-02-2006 04-09-2002

DE 19827271	A1	23-12-1999	NONE	

OA 6050	A	30-06-1981	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B61L15/00 B61F9/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B61L B61F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01/94174 A1 (SKF IND SPA [IT]; MORETTI ROBERTO [IT]; SEMA SILVANO [IT]) 13. Dezember 2001 (2001-12-13)	1-3, 6-11, 14-16
Y	Seite 1, Absatz 3 Seite 2, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 1 Abbildung	4,5,12, 13
Y	EP 1 104 734 A1 (TOKYU CAR CORP [JP]) 6. Juni 2001 (2001-06-06) Absätze [0004] - [0010], [0030], [0031]; Abbildungen 1-9	4,5,12, 13
Y	EP 2 166 333 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 24. März 2010 (2010-03-24) Absätze [0004], [0034]	4,5,12, 13
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/07/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Massalski, Matthias

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 236 633 A2 (SIEMENS SGP VERKEHRSTECH GMBH [AT]) 4. September 2002 (2002-09-04) Absätze [0016] - [0019], [0032] - [0035], [0087]; Abbildungen 5-13 -----	1-16
A	DE 198 27 271 A1 (MUELLER ANDREAS [DE]; WEIDER DIETMAR [DE]) 23. Dezember 1999 (1999-12-23) das ganze Dokument -----	1-16
A	OA 6 050 A (SAMBRE & MEUSE USINES; MARCEL MAZALEYRAT) 30. Juni 1981 (1981-06-30) das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/056566

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0194174	A1	13-12-2001	IT T020000552 A1
			WO 0194174 A1

EP 1104734	A1	06-06-2001	AT 285352 T
			DE 69828316 D1
			DE 69828316 T2
			EP 1104734 A1
			JP 4246919 B2
			US 6411870 B1
			WO 0009379 A1

EP 2166333	A1	24-03-2010	AT 543085 T
			CN 102144150 A
			EP 2166333 A1
			ES 2382836 T3
			JP 2012503184 A
			KR 20110073456 A
			US 2011224944 A1
			WO 2010031569 A1

EP 1236633	A2	04-09-2002	AT 413372 B
			EP 1236633 A2

DE 19827271	A1	23-12-1999	KEINE

OA 6050	A	30-06-1981	KEINE
