

(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
17. Juli 2014 (17.07.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/108316 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B61C 15/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/078033

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Dezember 2013 (27.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102013100250.1 11. Januar 2013 (11.01.2013) DE

(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR
SCHIENENFAHRZEUGE GMBH** [DE/DE]; Moosacher
Str. 80, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **HERDEN, Marc-Oliver**; Platanenstr. 27,
München 81377 (DE). **RASEL, Thomas**; Parkstr. 4,
85635 Höhenkirchen-Siegertsbrunn (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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,
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR ANALYZING A SCATTERING MATERIAL AND FOR CONTROLLING THE
APPLICATION OF A SCATTERING MATERIAL TO A RAIL FOR A RAIL VEHICLE

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ANALYSIEREN EINES STREUMITTELS UND ZUM
STEUERN EINES AUFBRINGENS EINES STREUMITTELS AUF EINE SCHIENE FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG

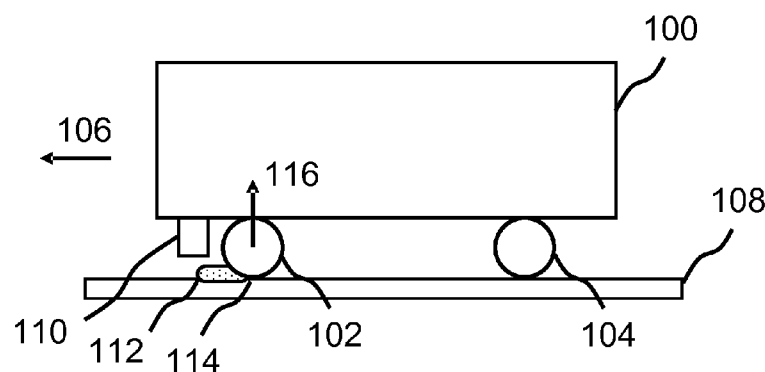


FIG 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for analyzing a scattering material (112) located at a contact point (114) between a rail (108) and a wheel (102) of a rail vehicle (100), the scattering material being intended to improve the force closure between the rail (108) and the wheel (102). The method comprises a step of reading in a motion signal that represents a motion (116) of the wheel (102) caused by the scattering material (112) located on the rail (108) and a step of evaluating the motion signal in order to analyze the scattering material (112) located on the rail (108).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt (114) zwischen einer Schiene (108) und einem Rad (102) eines

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/108316 A1

Schienenfahrzeugs (100) befindlichen Streumittels (112) zur Verbesserung des Kraftschlusses zwischen der Schiene (108) und dem Rad (102). Das Verfahren umfasst einen Schritt des Einlesens eines Bewegungssignals, das eine durch das sich auf der Schiene (108) befindliche Streumittel (112) hervorgerufene Bewegung (116) des Rades (102) repräsentiert und einen Schritt des Auswertens des Bewegungssignals, um das sich auf der Schiene (108) befindliche Streumittel (112) zu analysieren.

Verfahren und Vorrichtung zum Analysieren eines Streumittels und zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug

Beschreibung

5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene und einem Rad eines Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels, auf ein Verfahren zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug, auf entsprechende Vorrichtungen sowie auf eine Streuanlage zum Aufbringen eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug.

Mittels einer Sandungsanlage kann Sand auf eine Schiene eines Schienenfahrzeugs aufgebracht werden. Durch den aufgebrachten Sand kann der Kraftschluss zwischen der Schiene und einem Rad des Schienenfahrzeugs verbessert werden.

15

Die DE 41 22 032 A1 beschreibt eine entsprechende Sandungsanlage für Fahrzeuge, insbesondere für Schienenfahrzeuge.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene und einem Rad eines Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels, ein verbessertes Verfahren zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug, entsprechende Vorrichtungen sowie eine verbesserte Streuanlage zum Aufbringen eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug zu schaffen.

25

Diese Aufgabe wird durch Verfahren und Vorrichtungen sowie eine Streuanlage gemäß den Hauptansprüchen gelöst.

Sandungsanlagen in Schienenfahrzeugen bringen ein Streumittel, beispielsweise Sand auf die Schiene auf. Das Streumittel verbessert in den Vorgängen des Antreibens und Bremsens des Schienenfahrzeugs den Kraftschluss zwischen Rad und Schiene im Kontaktpunkt zwischen Rad und Schiene. Diese Wirkung der Verbesserung des Kraftschlusses tritt insbesondere dann ein, wenn der Kraftschluss aufgrund verschmutzter, feuchter Schienen herabgesetzt ist und eine Kraftübertragung erschwert wird.

30

Einfach gesprochen putzt das Streumittel die Schiene, überbrückt eine mögliche Trennschicht zwischen Rad und Schiene und macht damit einen höheren Kraftfluss möglich. Dazu wird das Streumittel üblicherweise immer genau auf oder vor den Ausstandspunkt, also den Kontaktpunkt zwischen dem Rad und der Schiene gestreut. Durch eine Analyse des sich an dem Kontaktpunkt befindlichen Streumittels lässt sich beispielsweise ersehen, ob das Streumittel wirklich wirkt oder nicht. Ein auf die Schiene aufgebracht

5 Streumittel kann beispielsweise keine Wirkung oder nur eine geringe Wirkung entfalten, wenn das Streumittel weggeblasen wird oder die Trennschicht zwischen Schiene und Rad zu dick ist. Die Analyse des sich an dem Kontaktpunkt befindlichen Streumittels ermöglicht in diesem Sinne beispielsweise einen Rückschluss darauf, ob ein zur Verbesserung des Kraftschlusses zwischen der Schiene und dem Rad auf die Schiene aufgestreutes Streumittel auch an dem relevanten Kontaktpunkt zwischen Schiene und Rad ankommt und dort auch seine Wirkung entfalten kann.

15

Ein Verfahren zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene und einem Rad eines Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels zur Verbesserung des Kraftschlusses zwischen der Schiene und dem Rad umfasst die folgenden Schritte:

20 Einlesen eines Bewegungssignals, das eine durch das sich auf der Schiene befindliche Streumittel hervorgerufene Bewegung des Rades repräsentiert; und

Auswerten des Bewegungssignals, um das sich auf der Schiene befindliche Streumittel zu analysieren.

25

Unter einem Schienenfahrzeug kann ein Fahrzeug eines Rad-Schiene-Systems verstanden werden, das mit zumindest einem Rad auf einer oder mehreren Schienen fährt oder geführt wird. Beispielsweise kann es sich um ein Fahrzeug der Eisenbahn handeln. Das Schienenfahrzeug kann motorisiert oder unmotorisiert ausgeführt sein, also beispielsweise ein Triebwagen oder ein Waggon sein. Das Schienenfahrzeug kann beispielsweise für den Personenverkehr oder den Transport von Gütern vorgesehen sein. Bei dem Rad kann es sich um ein Laufrad des Schienenfahrzeugs handeln. Das Schienenfahrzeug kann eine Mehrzahl solcher Räder aufweisen. Beispielsweise können zwei Räder über eine gemeinsame Achse miteinander verbunden sein. Der Kontaktpunkt kann als eine Auflagefläche aufgefasst werden, innerhalb der das Rad auf der Schiene aufliegt. Sowohl das

30 Rad als auch die Schiene können aus Metall, beispielsweise aus Stahl gefertigt sein. Bei

35

dem Streumittel kann es sich um ein geeignetes Streumittel, beispielsweise Sand handeln, wie es bei Schienenfahrzeugen zur Verbesserung des Kraftschlusses zwischen Rad und Schiene bereits eingesetzt wird. Das Streumittel kann aus einer Menge von Partikeln, beispielsweise Sandkörnern, zusammengesetzt sein. Durch Partikel des Streumittels, die an dem Kontaktpunkt zugleich mit dem Rad und der Schiene in Kontakt stehen, kann der Kraftschluss und somit die Reibung zwischen Rad und Schiene erhöht werden. Eine dem Rad zugewandte Oberfläche der Schiene ist an sich glatt. Das sich auf der Oberfläche der Schiene befindliche Streumittel führt zu einer Unebenheit auf der Oberfläche der Schiene. Wenn das Rad eine solche Unebenheit überrollt, kann die Unebenheit zu Bewegungen, beispielsweise zu Vibrationen oder Längsbewegungen des Rades, insbesondere zu Vertikalbewegungen des Rades führen. Eine solche durch das Streumittel hervorgerufene Bewegung des Rades kann von unterschiedlichen Eigenschaften des sich an dem Kontaktpunkt befindlichen Streumittels abhängig sein. Eine Eigenschaft kann beispielsweise eine Menge oder Dichte des sich an dem Kontaktpunkt auf der Schiene befindlichen Streumittels betreffen. Eine weitere Eigenschaft kann die Beschaffenheit, beispielsweise die Härte oder Größe der Partikel des Streumittels betreffen. Eine weitere Eigenschaft kann beispielsweise eine Einbindung des Streumittels in eine sich eventuell auf der Oberfläche der Schiene befindliche Trennschicht betreffen, die sich beispielsweise aus Laubresten zusammensetzen kann. Unterschiedliche Eigenschaften des Streumittels können durch charakteristische Verläufe der Bewegung des Rades gekennzeichnet sein. Somit kann aus einem charakteristischen Verlauf der Bewegung des Rades auf eine Eigenschaft des Streumittels an dem Kontaktpunkt geschlossen werden. Auf diese Weise kann das Streumittel über eine Auswertung der Bewegung des Rades analysiert werden. Den durch die Analyse des Streumittels ermittelten Eigenschaften des Streumittels können wiederum unterschiedliche Wirkungen des Streumittels zugewiesen werden, die sich beispielsweise auf einen Bremsvorgang des Schienenfahrzeugs auswirken. Die Bewegung des Rades kann über eine geeignete Erfassungseinrichtung, beispielsweise in Form eines Beschleunigungssensors, eines Dehnungsmessstreifen, eines Körperschallsensors oder über einen anderen geeignete Messaufnehmer erfasst werden. Das Bewegungssignal kann ein von der Erfassungseinrichtung oder einer der Erfassungseinrichtung nachgeschalteten Verarbeitungseinrichtung bereitgestelltes Signal repräsentieren. Das Bewegungssignal kann ein analoges oder digitales elektrisches Signal sein. Das Bewegungssignal kann mit geeigneten bekannten Auswerteverfahren ausgewertet werden, um zunächst das Bewegungssignal und basierend darauf das sich auf der Schiene befindliche Streumittel zu analysieren. Eine Auswertung des Bewegungssignals kann beispielsweise auf einen Vergleich des Bewegungssignals mit einer oder mehreren Referenzen, bei-

spielsweise in Form eines Referenzwertes oder eines Referenzsignals basieren. Entsprechende Referenzen können sich auf unterschiedliche zu analysierende Eigenschaften des sich an dem Kontaktpunkt befindlichen Streumittels beziehen, und beispielsweise während einer Testfahrt eines Schienenfahrzeugs vorab ermittelt worden sein.

5

Eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen der Bewegung des Rades kann beispielsweise an dem Rad selbst, an einer Radnabe des Rades oder an einer das Rad tragenden Achse angeordnet sein. Je nach Anordnung der Erfassungseinrichtung kann das Bewegungssignal die Bewegung des Rades für sich alleine oder eine Überlagerung der Bewegungen
10 mehrerer Räder, beispielsweise von zwei Rädern des Schienenfahrzeugs repräsentieren.

Gemäß einer Ausführungsform kann das Bewegungssignal einen zeitlichen Verlauf der Bewegung des Rades repräsentieren. Dadurch kann ein Verlauf der Bewegung des Rades über die Zeit abgebildet werden. Ein solches Bewegungssignal kann über eine
15 Schnittstelle zu einer Erfassungseinrichtung eingelesen werden. Ein solches Bewegungssignal kann sehr schnell und unaufwendig bereitgestellt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Bewegungssignal ein aus dem zeitlichen Verlauf der Bewegung des Rades bestimmtes Signal repräsentieren. Das Bewegungssignal kann in diesem Fall bereits vorverarbeitet sein. Beispielsweise kann es sich
20 bei dem Bewegungssignal um ein transformiertes Signal handeln. Beispielsweise kann eine Fourier-Transformation durchgeführt werden, um das Bewegungssignal zu erhalten. Das Bewegungssignal kann die Bewegung des Rades beispielsweise im Frequenzbereich abbilden. Ein solches vorverarbeitetes Bewegungssignal kann die Auswertung erleichtern.

25

Beispielsweise kann im Schritt des Auswertens ein Frequenzspektrum des Bewegungssignals ausgewertet werden, um das sich auf der Schiene befindliche Streumittel zu analysieren. Beispielsweise kann durch Berechnungen oder Versuchsreihen ein für eine typische Eigenschaft eines Streumittels charakteristischer Verlauf in einem Frequenzspektrum der Bewegung des Rades ermittelt werden. Im Schritt des Auswertens kann das Frequenzspektrum des Bewegungssignals oder ein Frequenzbereich des Frequenzspektrums des Bewegungssignals dann mit dem charakteristischen Verlauf verglichen werden, um die Eigenschaft des Streumittels zu analysieren. Entsprechend können für mehrere
30 typische Eigenschaften des Streumittels jeweils charakteristische Verläufe in dem Frequenzspektrum ermittelt werden und zur Analyse des Bewegungssignals verwendet werden.
35

Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem im Schritt des Auswertens Profile einer Mehrzahl aufeinanderfolgender Ausschläge in einem Verlauf des Bewegungssignals ausgewertet werden, um das sich auf der Schiene befindliche Streumittel zu analysieren. Ein Ausschlag kann einen sogenannten Peak im Verlauf des Bewegungssignals darstellen. Zum Auswerten können entsprechende charakteristische Werte bezüglich des Profils der Ausschläge, wie deren Höhe oder Länge, mit vorbestimmten Referenzwerten oder Referenzintervallen in Bezug gesetzt werden. Beispielsweise kann jeweils eine Höhe der Ausschläge ausgewertet werden. Zusätzlich oder alternativ kann jeweils eine Länge der Ausschläge ausgewertet werden. Entsprechend können über die Mehrzahl von Ausschlägen gebildete Mittelwerte ausgewertet werden. Auf diese Weise lässt sich das Bewegungssignal durch einfache Schwellwertvergleiche auswerten.

Beispielsweise kann im Schritt des Auswertens unter Verwendung des Bewegungssignals eine Dichte des Streumittels an dem Kontaktpunkt ermittelt werden, um das Streumittel zu analysieren. Unter der Dichte kann eine Anzahl von Partikeln des Streumittels pro Flächeneinheit verstanden werden. Eine Information über die Dichte kann vorteilhaft verwendet werden, um eine Aufbringung des Streumittels nachzuregeln. Wird eine zu geringe Dichte ermittelt, so kann beispielsweise die Menge des aufzubringenden Streumittels erhöht werden.

Zusätzlich oder alternativ kann im Schritt des Auswertens unter Verwendung des Bewegungssignals eine Einbindung des Streumittels in eine sich auf der Oberfläche der Schiene befindliche Fremdschicht ermittelt werden, um das Streumittel zu analysieren. Je nach Schichtstärke und Konsistenz der Fremdschicht können Partikel des Streumittels vollständig oder teilweise in die Fremdschicht eingebunden werden. Wird eine zu starke Einbindung des Streumittels in eine Fremdschicht ermittelt, so kann die Menge des aufzubringenden Streumittels erhöht werden, um die Schichtstärke der Fremdschicht mit Streumittel aufzufüllen.

Ein Verfahren zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug umfasst die folgenden Schritte:

Durchführen der Schritte eines Verfahrens zum Analysieren, um ein Analyseergebnis bezüglich eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen der Schiene und einem Rad des Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels zu erhalten;

Anpassen einer Aufbringungsvorschrift zum Aufbringen des Streumittels auf die Schiene unter Verwendung des Analyseergebnisses; und

- 5 Bereitstellen eines Steuersignals, um das Streumittel gemäß der Aufbringungsvorschrift auf die Schiene aufzubringen.

Durch die Aufbringungsvorschrift kann beispielsweise definiert werden, welche Menge des Streumittels auf die Schiene aufgebracht wird und zusätzlich oder alternativ an welcher Position das Streumittel relativ zum Kontaktpunkt aufgebracht wird. Zeigt das Analyseergebnis beispielsweise eine unzureichende Menge des Streumittels an dem Kontaktpunkt an, so kann die Menge des aufzubringenden Streumittels erhöht werden oder die Richtung oder Position des Aufbringens des Streumittels variiert werden. Zeigt das Analyseergebnis dagegen eine überhöhte Menge des Streumittels an dem Kontaktpunkt an, so kann die Menge des Streumittels verringert werden. Das Steuersignal kann beispielsweise ein elektrisches Signal sein. Das Steuersignal kann ausgebildet sein, um eine Streueinrichtung zum Aufbringen des Streumittels auf die Schiene anzusteuern. Durch das Anpassen der Aufbringungsvorschrift kann ein Regelkreis geschaffen werden, durch den das Aufbringen des Streumittels und somit auch die Wirkung des Streumittels optimiert werden können.

Eine Vorrichtung zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene und einem Rad eines Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels weist Einrichtungen auf, die ausgebildet sind, um die Schritte eines genannten Verfahrens zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene und einem Rad eines Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels durchzuführen. Entsprechend weist eine Vorrichtung zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug Einrichtungen auf, die ausgebildet sind, um die Schritte eines genannten Verfahrens zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug durchzuführen. Unter einer Vorrichtung kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das das Bewegungssignal verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Die Vorrichtung kann eine Schnittstelle aufweisen, die hard- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen beispielsweise Teil einer integrierten Schaltung sein, die verschiedenste Funktionen der Vorrichtung beinhaltet. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen Softwaremodule sein, die

beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

5 Eine Streuanlage zum Aufbringen eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug weist folgende Merkmale auf:

einer Streueinrichtung zum Aufbringen des Streumittels auf die Schiene; und

10 eine Vorrichtung zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene und einem Rad eines Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels oder eine Vorrichtung zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug.

15 Die Streueinrichtung kann beispielsweise als ein Standstreuer realisiert sein. Die Streuanlage kann Teil des Schienenfahrzeugs sein oder zur Montage an dem Schienenfahrzeug vorgesehen sein. Das Schienenfahrzeug kann eine Mehrzahl von Streuanlagen aufweisen. Durch einen Betrieb der Streuanlage kann während der Fahrt des Schienenfahrzeugs Streumittel auf die Schiene aufgebracht werden, beispielsweise um die Reibung zwischen Rad und Schiene während eines Bremsvorgangs des Schienenfahrzeugs zu erhöhen.

25 Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, wenn das Programmprodukt auf einem Computer oder einer geeigneten Vorrichtung ausgeführt wird.

30 Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Schienenfahrzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

35 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Streuanlage gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Analysieren gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- 5 Fig. 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 5 einen Verlauf eines Bewegungssignals im Zeitbereich gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und
10
- Fig. 6 einen Verlauf eines Bewegungssignals im Frequenzbereich gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.
- 15 In der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.
- 20 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Schienenfahrzeugs 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Schienenfahrzeug 100 weist beispielhaft ein erstes Rad 102 und ein zweites Rad 104 auf, die während einer Fahrt des Schienenfahrzeugs 100 in einer Fahrtrichtung 106 auf einer Schiene 108 geführt werden. Das Schienenfahrzeug 100 weist zumindest eine Streuanlage 110 zum Aufbringen eines
25 Streumittels 112 auf die Schiene 108 auf. Die gezeigte Streuanlage 110 ist so an dem Schienenfahrzeug 100 angeordnet, das das Streumittel 112 in Bezug auf die Fahrtrichtung 106 vor einem Kontaktpunkt 114 zwischen dem ersten Rad 102 und der Schiene 108 auf eine dem Schienenfahrzeug 112 zugewandten Oberfläche der Schiene 108 aufgebracht wird. Wenn das erste Rad 102 das Streumittel 112 überrollt, wird das erste Rad
30 102 durch das Streumittel 112 ausgelenkt und führt eine entsprechende Bewegung 116, hier eine von der Schiene 108 weggerichtete Vertikalbewegung 116 aus.
- Ein Bewegungsprofil der Bewegung 116 ist abhängig von einer Eigenschaft des sich an dem Kontaktpunkt 114 befindlichen Streumittels 112. Beispielsweise ist das Bewegungsprofil der Bewegung 116 abhängig von einer Menge des sich an dem Kontaktpunkt 114
35 befindlichen Streumittels 112 und einer Einbindung des Streumittels 112 in eine sich

eventuell auf der Schiene 108 befindlichen Fremdschicht, die beispielsweise durch sich auf der Schiene 108 befindliches Laub hervorgerufen sein kann.

Die Bewegung 116 kann von einer geeigneten Erfassungseinrichtung erfasst werden. Die Erfassungseinrichtung kann dazu beispielsweise direkt mit dem ersten Rad 102, mit einer Radachse des ersten Rads 102, mit einer Radnabe des ersten Rads 102, mit einer Rad-
5 aufhängung des ersten Rads 102, mit einem das erste Rad 102 umfassenden Drehgestell oder mit einer anderen geeigneten Komponente des Schienenfahrzeugs 100 gekoppelt sein und ausgebildet sein, um die Bewegung 116 zu erfassen und ein die Bewegung 116
10 oder das Bewegungsprofil der Bewegung 116 repräsentierendes Bewegungssignal auszugeben. Das Bewegungssignal kann unter Verwendung einer geeigneten Auswerteeinrichtung ausgewertet werden, um einen Rückschluss auf das die Bewegung 116 hervorru-
fende Streumittel 112 ziehen zu können. Auf diese Weise kann das Streumittel 112 über die Bewegung 116 analysiert werden. Ein Analyseergebnis bezüglich des Streumittels
15 112 kann beispielsweise zur Steuerung der Streuanlage 110 oder zur Steuerung eines Bremsmanövers oder Anfahrmanövers des Schienenfahrzeugs 100 genutzt werden.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Streuanlage 110 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Streuanlage 110 kann beispielsweise im
20 Zusammenhang mit dem anhand von Fig. 1 beschriebenen Schienenfahrzeug eingesetzt werden. Die Streuanlage 110 ist ausgebildet, um ein Streumittel 112 an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene 108 und einem auf der Schiene 108 laufenden Rad 102 aufzubringen. Das Rad 102 weist eine Radachse 218 auf. Das Rad 102 und die Radachse 218 führen aufgrund des Überrollens des Streumittels 112 durch das Rad 102 eine
25 Bewegung 116 auf. In Fig. 2 ist die Bewegung 116 als eine Rückbewegung des Rads 102 in Richtung der Schiene 108 gezeigt.

Die Streuanlage 110 weist einen Vorratsbehälter 220 für Streumittel 112, beispielsweise einen Sandkasten, ein auch als „Sand Valve“ bezeichnetes Sandventil 222 und eine
30 Sanddüse 224 auf. Der Vorratsbehälter 220 ist ausgebildet, um Streumittel 112 vorzuhalten und an das Sandventil 222 abzugeben. Das Sandventil 222 weist eine Öffnung zum Zuführen von Druckluft 226 auf. Wird dem Sandventil 222 Druckluft 226 zugeführt, so wird Streumittel 112 aus dem Vorratsbehälter 220 durch das Sandventil 222 hindurch zu der Sanddüse 224 geführt und aus einer Ausgangsöffnung eines Auslaufrohres der Sanddüse
35 224 in Richtung des Kontaktpunkts zwischen der Schiene 108 und dem Rad 102 geblasen.

Das Ausbringen des Streumittels 112 kann beispielsweise über eine Steuerung der Druckluft 226 oder über eine Ausrichtung der Ausgangsöffnung der Sanddüse 224 gesteuert werden. Beispielsweise kann über ein geeignetes Steuersignal ein Ventil zur Bereitstellung der Druckluft angesteuert und somit das Ausbringen des Streumittels 112 gesteuert werden. Ferner kann über ein geeignetes Steuersignal ein Verstellmotor angetrieben werden, um die Ausrichtung der Ausgangsöffnung der Sanddüse 224 und somit das Ausbringen des Streumittels 112 zu steuern. Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird zumindest ein Steuersignal zum Steuern des Ausbringens des Streumittels 112 abhängig von einer über die Bewegung 116 des Rades 102 ermittelten Eigenschaft des Streumittels 112 an dem Kontaktpunkt zwischen dem Rad 102 auf der Schiene 108 generiert.

Die Bewegung 116 des Rades 102 kann mittels einer geeigneten Erfassungseinrichtung erfasst werden und von einer Vorrichtung 230 zum Analysieren des sich an dem Kontaktpunkt zwischen der Schiene 108 und dem Rad 102 befindlichen Streumittels 112 ausgewertet werden. Dazu ist die Erfassungseinrichtung ausgebildet, um ein die Bewegung 116 repräsentierendes Bewegungssignal 232 an die Vorrichtung 230 zum Analysieren bereitzustellen, beispielsweise über eine elektrische Leitung. Die Vorrichtung 230 zum Analysieren kann in Form einer Elektronik oder elektrischen Schaltung ausgeführt sein.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele einer Wirküberwachung für eine Streuanlage 110 eines Schienenfahrzeugs beschrieben. Als Streumittel 112 wird im folgenden Sand angenommen, sodass eine Streuanlage 110 in Form einer Sandungsanlage angenommen wird.

Die Wirkung der Sandung durch das Überrollen des Sandes 112 und damit der Brechung des Korns, wird indirekt durch die Auswirkung auf das Rollverhalten des Rades 102 gemessen. Hierzu kommt eine Erfassungseinrichtung, beispielsweise ein Vibrationsaufnehmer am jeweiligen Radlager zum Einsatz, der Informationen über die Vertikalbeschleunigung 116 liefert.

Das von der Erfassungseinrichtung bereitgestellte Bewegungssignal, also das Messsignal wird durch die Vorrichtung 230 zum Analysieren, die als eine Elektronik realisiert sein kann, ausgewertet. Die Auswertung kann zum Beispiel durch eine oder mehrere Fourier-Analysen so erfolgen, dass eine, durch die Überrollung des Sandes 212 sich ergebende spezifische Änderung des Frequenzspektrums, überwacht wird. Die Länge und Höhe der

Ausschläge können dazu genutzt werden zu erkennen, wie viel Sand 212 tatsächlich in den Kontakt mit dem Rad kommt und wie gedämpft oder „klar“ der Kraftschluss ist. Dies kann sowohl für eine Diagnose, eine Wirküberwachung wie auch für eine mögliche Menge oder Positionsregulierung der Sandung genutzt werden. Beispielsweise kann eine solche
5 Überwachung als Standardfunktion in eine Drehgestelldiagnose eines Schienenfahrzeugs integriert werden. Auch kann der Ansatz genutzt werden, um eine Rückmeldung zu erhalten, ob überhaupt Sand 212 aus der Sandungsanlage 110 fließt. Dies kann zusätzlich oder anstelle eines Sandflusssensors durchgeführt werden, welcher zu einem gewissen Grad die Flussmenge bestimmen kann. Vorteilhafterweise kann durch die Auswertung
10 des Bewegungssignals 212 erfasst werden, ob der Sand 212 wirkt, bzw. im Rad-Schiene-Kontaktpunkt ankommt.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 230 zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen einer Schiene und einem Rad eines Schienenfahr-
15 zeugs befindlichen Streumittels, die gemäß diesem Ausführungsbeispiel in einem Regelkreis zum Steuern einer Streuanlage 110 zum Aufbringen des Streumittels auf die Schiene eingesetzt wird. Die Vorrichtung 230 und die Streuanlage 110 können beispielsweise im Zusammenhang mit dem in Fig. 1 gezeigten Schienenfahrzeug eingesetzt werden.

20 Gezeigt ist eine Erfassungseinrichtung 340, die ausgebildet ist, um eine für ein sich auf der Schiene befindliches Streumittel charakteristische Bewegung des Rads des Schienenfahrzeugs zu erfassen und ein die Bewegung repräsentierendes Bewegungssignal 232 zu erzeugen und an die Vorrichtung 230 zum Analysieren auszugeben. Die Vorrichtung 230 zum Analysieren ist ausgebildet, um das Bewegungssignal 232 auszuwerten und ein der
25 Auswertung entsprechendes Analyseergebnis 342 an eine Steuereinrichtung 344 auszugeben. Die Steuereinrichtung 344 ist ausgebildet, um unter Verwendung des Analyseergebnisses 342 ein Steuersignal 346 zu generieren und zur Steuerung der Streuanlage 110 an die Streuanlage auszugeben.

30 Die Erfassungseinrichtung 340 ist ausgebildet, um eine Bewegung des Rads des Schienenfahrzeugs zu erfassen und das die Bewegung repräsentierende Bewegungssignal 232 zu erzeugen und auszugeben. Die Erfassungseinrichtung 340 kann ausgebildet sein, um eine Vertikalbewegung des Rades oder eine Komponente einer Vertikalbewegung des Rades zu erfassen. Die Erfassungseinrichtung 340 kann beispielsweise als ein Beschleunigungssensor ausgeführt sein. In diesem Fall kann die Erfassungseinrichtung 340 aus-
35

gebildet sein, um eine Beschleunigung des Rades als die Bewegung des Rades zu erfassen.

Die Vorrichtung 230 zum Analysieren ist ausgebildet, um das Bewegungssignal 232 einzulesen und auszuwerten. Dabei kann die Vorrichtung 230 zum Analysieren ausgebildet sein, um einen zeitlichen Verlauf des Bewegungssignals 232 auszuwerten. Alternativ oder zusätzlich kann die Vorrichtung 230 zum Analysieren ausgebildet sein, um ein Frequenzspektrum oder einen Frequenzbereich eines Frequenzspektrums des Bewegungssignals auszuwerten. Dazu kann die Vorrichtung 230 zum Analysieren ausgebildet sein, um das eingeleseene Bewegungssignal in den Frequenzbereich zu transformieren. Alternativ kann die Vorrichtung 230 zum Analysieren auch ausgebildet sein, um das Bewegungssignal 232 als ein bereits in den Frequenzbereich transformiertes Signal zu empfangen. Eine entsprechende Transformation kann in diesem Fall von der Erfassungseinrichtung 340 oder einer zwischengeschalteten Aufbereitungseinrichtung durchgeführt worden sein. Die Vorrichtung 230 zum Analysieren ist ausgebildet, um einen Verlauf oder eine Charakteristik des Bewegungssignals 232 auszuwerten, um das Streumittel zu analysieren. Dazu können bekannte Verfahren zur Signalauswertung eines im Zeitbereich oder Frequenzbereich vorliegenden Signals eingesetzt werden. Beispielsweise kann das Bewegungssignal 232 durch die Auswertung klassifiziert werden, wobei unterschiedliche Klasseneinteilungen des Bewegungssignals 232 wiederum unterschiedlichen Eigenschaften des Streumittels zugeordnet werden können. Beispielsweise kann die Auswertung auf Vergleichen mit vorbestimmten Signalwerten oder Signalverläufen basieren, die charakteristisch für bestimmte Eigenschaften des Streumittels sind. Beispielsweise können solche Signalwerte oder Signalverläufe bei praktischen Fahrversuchen ermittelt worden sein. Solche vorbestimmten Signalwerte oder Signalverläufe können in einer Speichereinrichtung gespeichert und von der Vorrichtung 230 zum Analysieren ausgelesen werden, um das Bewegungssignal 232 auszuwerten.

Die Vorrichtung 230 zum Analysieren ist ausgebildet, um ein der Auswertung entsprechendes Analyseergebnis 342 an eine Steuereinrichtung 344 auszugeben. Das Analyseergebnis 342 umfasst eine Information über die basierend auf dem Bewegungssignal 232 ermittelte Eigenschaft des Streumittels an dem Kontaktpunkt zwischen dem Rad und der Schiene.

Die Steuereinrichtung 344 ist ausgebildet, um das Analyseergebnis 342 zu empfangen und basierend darauf ein Steuersignal 346 zum Steuern oder Regeln der Streuanlage 110

zu erzeugen und an eine Schnittstelle zu der Streuanlage 110 bereitzustellen. Dazu ist die Steuereinrichtung 344 ausgebildet, um unter Verwendung des Analyseergebnisses 342 eine Aufbringungs-vorschrift zum Aufbringen des Streumittels auf die Schiene anzupassen und basierend auf der angepassten Aufbringungs-vorschrift das Steuersignal 346 zu erzeugen. Durch die Aufbringungs-vorschrift kann beispielsweise definiert werden, wie viel Streumittel und auf welche Weise das Streumittel ausgebracht wird.

Auf diese Weise lässt sich ein Regelkreis realisieren, bei dem zunächst Streumittel durch die Streuanlage 110 aufgebracht wird, anschließend eine Wirkung des Streumittels an dem Kontaktpunkt analysiert wird und basierend darauf das Aufbringen von weiterem Streumittel durch die Streuanlage 110 nachgeregelt oder unverändert beibehalten wird.

Alternativ oder zusätzlich kann das Analyseergebnis 344 an eine weitere Steuereinrichtung oder Überwachungseinrichtung bereitgestellt werden, um beispielsweise einen Beschleunigungsvorgang oder einen Bremsvorgang des Schienenfahrzeugs zu steuern, eine Funktion der Streuanlage 110 zu überwachen oder eine Erkenntnis über einen Oberflächenzustand der Schiene zu erhalten.

Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 450 zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren 450 umfasst gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Verfahren 452 zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt zwischen der Schiene und einem Rad des Schienenfahrzeugs befindlichen Streumittels. Das Verfahren 450 zum Steuern kann beispielsweise ausgeführt werden, um die Streuanlage des in Fig. 1 gezeigten Schienenfahrzeugs zu steuern. Das Bewegungssignal 232 kann beispielsweise von einer Vorrichtung zum Analysieren ausgewertet werden, wie sie anhand von Fig. 3 beschreiben ist.

Das Verfahren 452 zum Analysieren umfasst einen Schritt 462 des Einlesens eines Bewegungssignals, das eine durch das sich auf der Schiene befindliche Streumittel hervorgerufene Bewegung des Rades repräsentiert und einen Schritt 464 des Auswertens des Bewegungssignals, um das sich auf der Schiene befindliche Streumittel zu analysieren.

Neben den Schritten 462, 464 des Verfahrens 452 zum Analysieren weist das Verfahren 450 zum Steuern einen Schritt 466 des Anpassens einer Aufbringungs-vorschrift zum Aufbringen des Streumittels auf die Schiene unter Verwendung eines im Schritt 464 des

Auswertens ermittelten Analyseergebnisses auf. In einem Schritt 468 wird schließlich ein Steuersignal bereitgestellt, um das Streumittel gemäß der Aufbringungsvorschrift auf die Schiene aufzubringen. Dazu kann das Steuersignal an eine geeignete Einrichtung der Streuanlage, beispielsweise eine Einrichtung zur Steuerung der zum Aufbringen des
5 Streumittels eingesetzten Druckluft bereitgestellt werden.

Alternativ kann das Verfahren 452 zum Analysieren auch eigenständig, also unabhängig von den weiteren Schritten 466, 468 des Verfahrens 450 zum Steuern ausgeführt werden.

10 Fig. 5 zeigt einen schematischen Verlauf eines Bewegungssignals 232 im Zeitbereich gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem Bewegungssignal 232 kann es sich um ein Signal handeln, das eine durch ein sich auf einer Schiene befindliches Streumittel hervorgerufene Bewegung eines Rades eines Schienenfahrzeugs repräsentiert, wie es beispielsweise anhand von Fig. 1 beschrieben ist. Das Bewegungssignal 232 kann beispielsweise von einer Vorrichtung zum Analysieren ausgewertet werden, wie sie anhand von Fig. 3 beschrieben ist. Das Bewegungssignal 232 ist in einem Koordinatensystem dargestellt. Dabei ist auf der Abszisse die Zeit t und auf der Ordinate die Amplitude des Bewegungssignals 232 dargestellt. Beispielsweise kann das Bewegungssignal 232 eine Beschleunigung, eine Geschwindigkeit oder eine Auslenkung eines
15 Rades abbilden. Das Bewegungssignal 232 kann gefiltert oder ungefiltert vorliegen. Beispielsweise können zur Analyse des Streumittels nicht relevante Frequenzanteile des Bewegungssignals 232 ausgefiltert worden sein, um das Bewegungssignal 232 leichter auswerten zu können. In die Auswertung des Bewegungssignals kann eine aktuelle Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs mit einfließen.

25 In einem ersten Zeitabschnitt weist das Bewegungssignal 232 eine Mehrzahl von Ausschlägen auf, die sich in ihrer jeweiligen Höhe, also ihrer Amplitude, und ihrer Länge, also ihrer Zeitdauer, ähneln. Aus der Höhe und zusätzlich oder alternativ aus der Länge der Ausschläge kann auf eine Eigenschaft des Streumittels geschlossen werden. Dazu kann
30 einer der Mehrzahl der Ausschläge in dem ersten Zeitabschnitt ausgewertet werden oder es kann beispielsweise durch eine Mittelwertbildung ein aus der Mehrzahl der Ausschläge ermittelter durchschnittlicher Ausschlag ausgewertet werden.

In einem auf den ersten Zeitabschnitt folgenden zweiten Zeitabschnitt weist das Bewegungssignal 232 eine weitere Mehrzahl von Ausschlägen auf, die einander wiederum äh-
35

neln, sich jedoch in ihrer durchschnittlichen Amplitude von der Mehrzahl von Ausschlägen im ersten Zeitabschnitt unterscheiden.

In einem auf den zweiten Zeitabschnitt folgenden dritten Zeitabschnitt weist das Bewegungssignal 232 keine Ausschläge oder nur sehr geringe Ausschläge auf.

Der Verlauf des Bewegungssignals 232 im ersten Zeitabschnitt kann charakteristisch für eine erste Eigenschaft des Streumittels sein, der Verlauf des Bewegungssignals 232 im zweiten Zeitabschnitt kann charakteristisch für eine zweite Eigenschaft des Streumittels sein und der Verlauf des Bewegungssignals 232 im dritten Zeitabschnitt kann charakteristisch für eine dritte Eigenschaft des Streumittels sein. Beispielsweise kann der Verlauf des Bewegungssignals 232 im ersten Zeitabschnitt einem Streumittel zugeordnet werden, das einen direkten Kraftschluss zwischen Schiene und Rad ermöglicht. Der Verlauf des Bewegungssignals 232 im zweiten Zeitabschnitt kann beispielsweise einem Streumittel zugeordnet werden, das in einer Fremdschicht eingebunden ist, wodurch der Kraftschluss zwischen der Schiene und dem Rad gedämpft ist. Der Verlauf des Bewegungssignals 232 im dritten Zeitabschnitt kann beispielsweise einem Streumittel zugeordnet werden, das entweder nicht ausreichend ist, um eine sich auf der Schiene befindliche Fremdschicht aufzufüllen, oder das die Kontaktstelle zwischen dem Rad und der Schiene nicht erreicht hat, beispielsweise weil es von der Schiene geblasen wurde.

Fig. 6 zeigt einen Verlauf eines Bewegungssignals 232 im Frequenzbereich gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem Bewegungssignal 232 kann es sich um ein Signal handeln, das eine durch ein sich auf einer Schiene befindliches Streumittel hervorgerufene Bewegung eines Rades eines Schienenfahrzeugs repräsentiert, wie es beispielsweise anhand von Fig. 1 beschrieben ist. Das Bewegungssignal 232 ist in einem Koordinatensystem dargestellt. Dabei ist auf der Abszisse die Frequenz f dargestellt. Bei einer Auswertung des Bewegungssignals 232 können beispielsweise Maximalwerte des Bewegungssignals 232 oder Werte des Bewegungssignals 232 in bestimmten Frequenzbereichen ausgewertet werden, um das Streumittel zu analysieren. Beispielsweise weist das Bewegungssignal 232 bei einer Frequenz f_1 ein Maximum auf. Bei der Auswertung des Bewegungssignals 232 kann aus dem Maximum an der Frequenz f_1 beispielsweise geschlossen werden, dass sich Streumittel an der Kontaktstelle zwischen Schiene und Rad befindet.

Die beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele sind nur beispielhaft gewählt. Unterschiedliche Ausführungsbeispiele können vollständig oder in Bezug auf einzelne Merkmale miteinander kombiniert werden. Auch kann ein Ausführungsbeispiel durch Merkmale eines weiteren Ausführungsbeispiels ergänzt werden. Ferner können erfindungsgemäße Verfahrensschritte wiederholt sowie in einer anderen als in der beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden. Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine

5 „und/oder“-Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so ist dies so zu lesen, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungs-

10 form entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist. Sofern es sich anbietet, kann der beschriebene Ansatz auch bei nicht schienengebundenen Fahrzeugen eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

	100	Schienenfahrzeug
	102	erstes Rad
5	104	zweites Rad
	106	Fahrtrichtung
	108	Schiene
	110	Streuanlage
	112	Streumittel
10	114	Kontaktpunkt
	116	Bewegung
	218	Radachse
	220	Vorratsbehälter
	222	Sandventil
15	224	Sanddüse
	226	Druckluft
	230	Vorrichtung zum Analysieren
	232	Bewegungssignal
	340	Erfassungseinrichtung
20	342	Analyseergebnis
	344	Steuereinrichtung
	346	Steuersignal
	450	Verfahren zum Steuern
	452	Verfahren zum Analysieren
25	462	Schritt des Einlesens
	464	Schritt des Auswertens
	466	Schritt des Anpassens
	468	Schritt des Bereitstellens

Patentansprüche

1. Verfahren (452) zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt (114) zwischen einer Schiene (108) und einem Rad (102) eines Schienenfahrzeugs (100) befindlichen Streumittels (112) zur Verbesserung des Kraftschlusses zwischen der Schiene und dem Rad, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Einlesen (462) eines Bewegungssignals (232), das eine durch das sich auf der Schiene (108) befindliche Streumittel (112) hervorgerufene Bewegung (116) des Rades (102) repräsentiert; und

Auswerten (464) des Bewegungssignals (232), um das sich auf der Schiene (108) befindliche Streumittel (112) zu analysieren.
2. Verfahren (452) gemäß Anspruch 1, bei dem das Bewegungssignal (232) einen zeitlichen Verlauf der Bewegung (116) des Rades (102) oder ein aus dem zeitlichen Verlauf der Bewegung des Rades bestimmtes Signal repräsentiert.
3. Verfahren (452) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem im Schritt des Auswertens (464) ein Frequenzspektrum des Bewegungssignals (232) ausgewertet wird, um das sich auf der Schiene (108) befindliche Streumittel (112) zu analysieren.
4. Verfahren (452) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem im Schritt des Auswertens (464) Profile einer Mehrzahl aufeinanderfolgende Ausschläge in einem Verlauf des Bewegungssignals (232) ausgewertet werden, um das sich auf der Schiene (108) befindliche Streumittel (112) zu analysieren.
5. Verfahren (452) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem im Schritt des Auswertens (464) unter Verwendung des Bewegungssignals (232) eine Dichte des Streumittels (112) an dem Kontaktpunkt (114) ermittelt wird, um das Streumittel zu analysieren.
6. Verfahren (452) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem im Schritt des Auswertens (464) unter Verwendung des Bewegungssignals (232) eine Einbin-

dung des Streumittels (112) in eine sich auf der Oberfläche der Schiene (108) befindliche Fremdschicht ermittelt wird, um das Streumittel zu analysieren.

- 5 7. Verfahren (450) zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels (112) auf eine Schiene (108) für ein Schienenfahrzeug (100), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

10 Durchführen der Schritte (462, 464) eines Verfahrens (452) zum Analysieren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, um ein Analyseergebnis (342) bezüglich eines sich an einem Kontaktpunkt (114) zwischen der Schiene (108) und einem Rad (102) des Schienenfahrzeugs (100) befindlichen Streumittels (112) zu erhalten;

15 Anpassen (466) einer Aufbringungsanweisung zum Aufbringen des Streumittels auf die Schiene unter Verwendung des Analyseergebnisses; und

Bereitstellen (468) eines Steuersignals (346), um das Streumittel gemäß der Aufbringungsanweisung auf die Schiene aufzubringen.

- 20 8. Vorrichtung (230) zum Analysieren eines sich an einem Kontaktpunkt (114) zwischen einer Schiene (108) und einem Rad (102) eines Schienenfahrzeugs (100) befindlichen Streumittels (112) oder zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels (112) auf eine Schiene (108) für ein Schienenfahrzeug (100), wobei die Vorrichtung Einrichtungen aufweist, die ausgebildet sind, um die Schritte eines Verfahrens (450, 452) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche durchzuführen.

- 25 9. Streuanlage (110) zum Aufbringen eines Streumittels (112) auf eine Schiene (108) für ein Schienenfahrzeug (100), mit folgenden Merkmalen:

30 einer Streueinrichtung (222, 224) zum Aufbringen des Streumittels (112) auf die Schiene (108); und

einer Vorrichtung (230) gemäß Anspruch 8.

- 35 10. Computer-Programmprodukt mit Programmcode zur Durchführung des Verfahrens (450, 452) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wenn das Programmprodukt auf einer Vorrichtung ausgeführt wird.

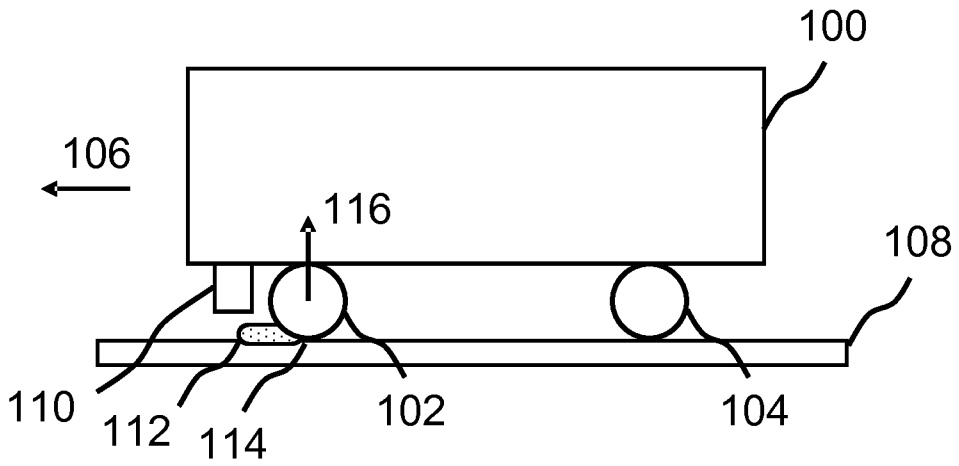


FIG 1

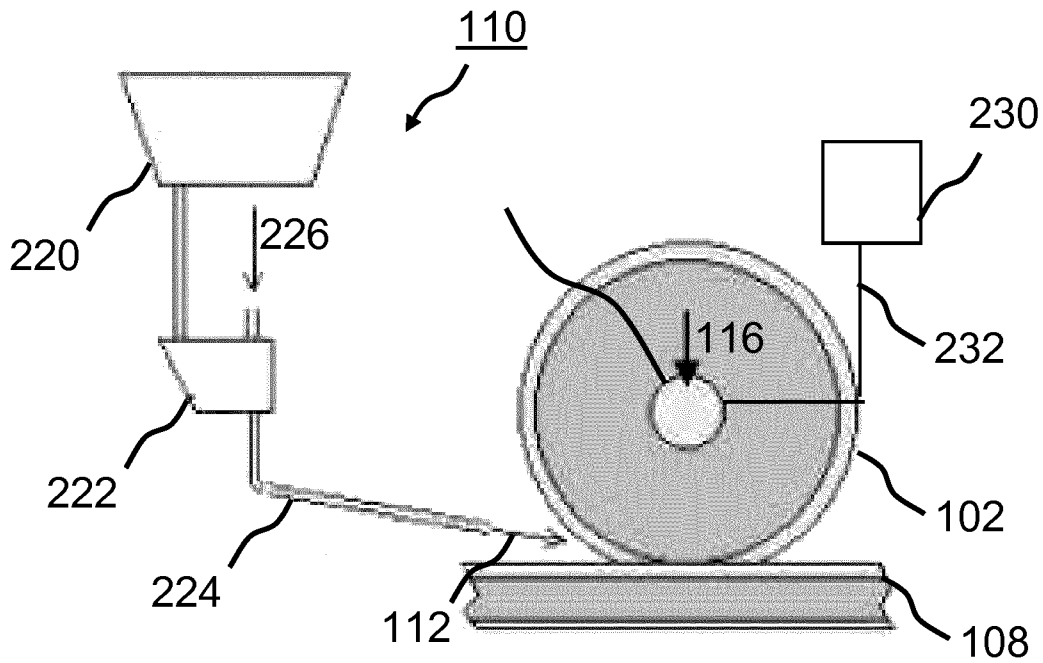


FIG 2

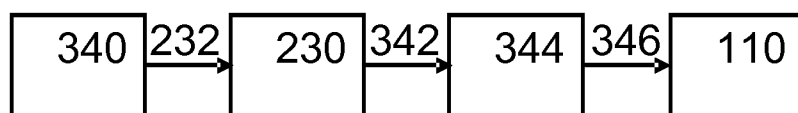


FIG 3

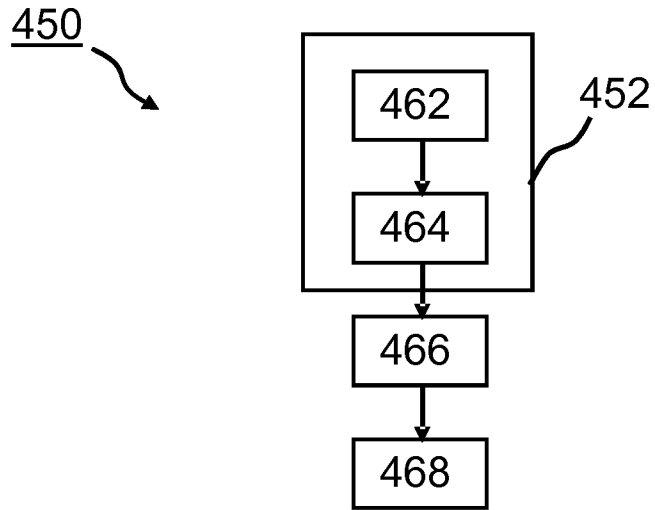


FIG 4

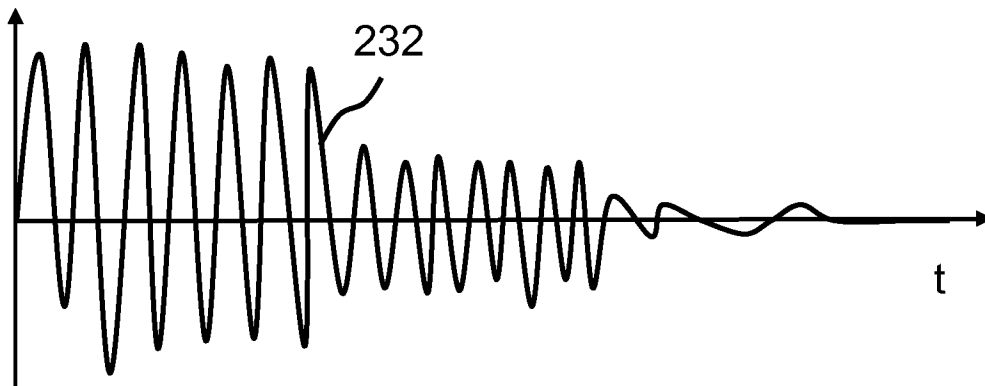


FIG 5

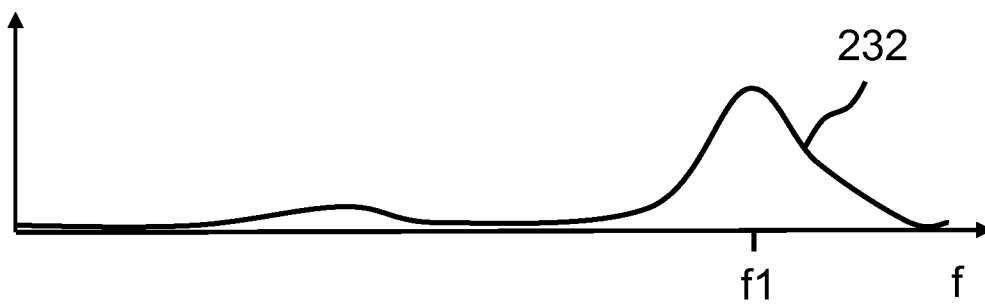


FIG 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/078033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B61C15/10
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)
B61C

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/140144 A1 (KUMAR AJITH K [US] KUMAR AJITH KUTTANNAIR [US]) 30 June 2005 (2005-06-30) abstract	1,8-10
X,P	DE 10 2011 113071 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 14 March 2013 (2013-03-14) the whole document	1,7-10
A	US 2005/253397 A1 (KUMAR AJITH K [US] ET AL KUMAR AJITH KUTTANNAIR [US] ET AL) 17 November 2005 (2005-11-17) abstract	1
A	US 2004/075280 A1 (KUMAR AJITH KUTTANNAIR [US] ET AL) 22 April 2004 (2004-04-22) page 1	1
	----- -/--	

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 21 March 2014	Date of mailing of the international search report 31/03/2014
--	--

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 Lorandi, Lorenzo
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2013/078033

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/060375 A1 (KUMAR AJITH K [US] ET AL) 1 April 2004 (2004-04-01) abstract	1
X	----- DE 10 2005 001404 A1 (KES KESCHWARI ELECTRONIC SYSTE [DE] KES KESCHWARI ELECTRONIC SYSTEMS G) 27 July 2006 (2006-07-27) paragraphs [0005], [0032], [0039] -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/078033

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005140144 A1	30-06-2005	AU 2006214429 A1 BR PI0607160 A2 CA 2597375 A1 CN 101119880 A EP 1853473 A1 US 2005140144 A1 WO 2006088880 A1 ZA 200707527 A	24-08-2006 11-08-2009 24-08-2006 06-02-2008 14-11-2007 30-06-2005 24-08-2006 27-08-2008

DE 102011113071 A1	14-03-2013	DE 102011113071 A1 WO 2013034696 A1	14-03-2013 14-03-2013

US 2005253397 A1	17-11-2005	NONE	

US 2004075280 A1	22-04-2004	CA 2444896 A1 US 2004075280 A1	18-04-2004 22-04-2004

US 2004060375 A1	01-04-2004	NONE	

DE 102005001404 A1	27-07-2006	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/078033

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B61C15/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B61C		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2005/140144 A1 (KUMAR AJITH K [US] KUMAR AJITH KUTTANNAIR [US]) 30. Juni 2005 (2005-06-30) Zusammenfassung -----	1,8-10
X,P	DE 10 2011 113071 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 14. März 2013 (2013-03-14) das ganze Dokument -----	1,7-10
A	US 2005/253397 A1 (KUMAR AJITH K [US] ET AL KUMAR AJITH KUTTANNAIR [US] ET AL) 17. November 2005 (2005-11-17) Zusammenfassung -----	1
A	US 2004/075280 A1 (KUMAR AJITH KUTTANNAIR [US] ET AL) 22. April 2004 (2004-04-22) Seite 1 -----	1
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weiters Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen 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	
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden	
"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)	"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	
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
21. März 2014	31/03/2014	
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 Lorandi, Lorenzo	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/078033

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2004/060375 A1 (KUMAR AJITH K [US] ET AL) 1. April 2004 (2004-04-01) Zusammenfassung	1
X	----- DE 10 2005 001404 A1 (KES KESCHWARI ELECTRONIC SYSTE [DE] KES KESCHWARI ELECTRONIC SYSTEMS G) 27. Juli 2006 (2006-07-27) Absätze [0005], [0032], [0039] -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/078033

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005140144 A1	30-06-2005	AU 2006214429 A1	24-08-2006
		BR PI0607160 A2	11-08-2009
		CA 2597375 A1	24-08-2006
		CN 101119880 A	06-02-2008
		EP 1853473 A1	14-11-2007
		US 2005140144 A1	30-06-2005
		WO 2006088880 A1	24-08-2006
		ZA 200707527 A	27-08-2008

DE 102011113071 A1	14-03-2013	DE 102011113071 A1	14-03-2013
		WO 2013034696 A1	14-03-2013

US 2005253397 A1	17-11-2005	KEINE	

US 2004075280 A1	22-04-2004	CA 2444896 A1	18-04-2004
		US 2004075280 A1	22-04-2004

US 2004060375 A1	01-04-2004	KEINE	

DE 102005001404 A1	27-07-2006	KEINE	
