

(19)



(11)

EP 4 021 776 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

27.09.2023 Patentblatt 2023/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B61C 15/10 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B61C 15/107

(21) Anmeldenummer: **20765229.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2020/073965

(22) Anmeldetag: **27.08.2020**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/037974 (04.03.2021 Gazette 2021/09)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINES SANDUNGSVORGANGS FÜR EINE SANDUNGSANLAGE FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG, SANDUNGSVORRICHTUNG, SCHIENENFAHRZEUG UND GLEISVORRICHTUNG**

DEVICE AND METHOD FOR MONITORING A SANDING PROCESS FOR A SANDING SYSTEM FOR A RAIL VEHICLE, SANDING DEVICE, RAIL VEHICLE AND TRACK DEVICE

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ POUR SURVEILLER UN PROCESSUS DE SABLAGE POUR UNE INSTALLATION DE SABLAGE POUR UN VÉHICULE SUR RAILS, DISPOSITIF DE SABLAGE, VÉHICULE SUR RAILS ET ENSEMBLE VOIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder:

- **KRISMANIC, Georg**
1020 Wien (AT)
- **HASELSTEINER, Kurt**
2340 Mödling (AT)

(30) Priorität: **29.08.2019 DE 102019123233**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

06.07.2022 Patentblatt 2022/27

(74) Vertreter: **Aurigium Leischner & Luthe**

Patentanwälte Partnerschaft mbB
Robert-Koch-Straße 2
82152 Planegg (DE)

(73) Patentinhaber: **Knorr-Bremse Gesellschaft mit beschränkter Haftung**

2340 Mödling (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-2005/077679 WO-A1-2013/034740
WO-A1-2014/108316 WO-A1-2015/044246

EP 4 021 776 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Der vorliegende Ansatz bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Überwachen eines Sandungsvorgangs für eine Sandungsanlage für ein Schienenfahrzeug und auf eine Sandungsvorrichtung, ein Schienenfahrzeug und eine Gleisvorrichtung.

[0002] Beim Sanden eines Schienenfahrzeugs wird Streumittel in einen Radschienenspalt zwischen eine Schiene und ein Rad des Schienenfahrzeugs befördert, um bei einem Bremsvorgang bei niedrigen und sehr niedrigen Haftwerten die Bremswirkung signifikant zu verbessern und damit kurze Bremswege zu ermöglichen. Dies kann erforderlich sein, wenn der Kraftschluss durch Verunreinigungen wie Blätter oder auch durch Staub in Verbindung mit Feuchte stark reduziert wird. Ohne Gegenmaßnahme kann dies zum Stillstand der Räder und in der Folge zu Flachställen auf den Rädern kommen. Die WO 2014/108316 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Analysieren eines Streumittels und zum Steuern eines Aufbringens eines Streumittels auf eine Schiene für ein Schienenfahrzeug.

[0003] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe des vorliegenden Ansatzes eine verbesserte Sandungsvorrichtung, ein verbessertes Schienenfahrzeug, eine verbesserte Gleisvorrichtung, und ein verbessertes Verfahren zum Überwachen eines Sandungsvorgangs zu schaffen.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Vorrichtungsanspruchs 1, durch eine Sandungsvorrichtung nach Anspruch 11, durch ein Schienenfahrzeug nach Anspruch 12, durch eine Gleisvorrichtung nach Anspruch 14 und durch ein Verfahren nach Anspruch 15 gelöst.

[0005] Die mit dem vorgestellten Ansatz erreichbaren Vorteile bestehen darin, dass ein Sandungsvorgang einer Sandungsanlage eines Schienenfahrzeugs überwacht wird, um einen Bremsvorgang des Schienenfahrzeugs optimieren zu können.

[0006] Eine Vorrichtung zum Überwachen eines Sandungsvorgangs für eine Sandungsanlage für ein Schienenfahrzeug weist eine Auswerteeinrichtung auf, die dazu ausgebildet ist, um ein Zermahlsignal einzulesen, das einen von einer Sensoreinrichtung sensierten Zermahlvorgang repräsentiert, der ein Zermahlen zumindest eines Streumittelkorns in einem Radschienenspalt zwischen einer Schiene und einem Rad des Schienenfahrzeugs repräsentiert. Die Vorrichtung ist ferner dazu ausgebildet, um unter Verwendung des Zermahlsignals ein Streumittelmengensignal zu bestimmen, das eine Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern während des Sandungsvorgangs anzeigt.

[0007] Während des Sandungsvorgangs kann von der Sandungsanlage des Schienenfahrzeugs Streumittel ausgebracht werden. Streumittel kann sowohl auf natürlich vorkommenden (abgebauten) Medien als auch auf künstlich hergestellten Stoffen basieren. Ein typisches Streumittel ist Sand, der hier auch als Synonym für Streu-

mittel verwendet werden kann. Das Zermahlsignal kann eine von der Sensoreinrichtung während des Sandungsvorgangs sensierte physikalische Größe anzeigen, beispielsweise eine sensierte Beschleunigung, einen sensierten Schall, wie ein Geräusch, oder eine Vibration. Eine Charakteristik des Zermahlsignals kann davon abhängen, ob und gegebenenfalls wie viel von dem ausgebrachten Streumittel zermahlen wird. Somit kann durch eine geeignete Auswertung der Charakteristik des Zermahlsignals auf die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern während des Sandungsvorgangs geschlossen werden. Dabei kann das Zermahlsignal sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich ausgewertet werden. Eine solche Vorrichtung zum Überwachen eines Sandungsvorgangs ermöglicht es vorteilhafterweise, die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern zu erkennen, wodurch eine Funktion oder Fehlfunktion der Sandungsanlage überprüft werden kann. So kann das Streumittelmengensignal beispielsweise Aufschluss darüber geben, ob beim Sandungsvorgang erwartungsgemäß viel Streumittel auf der Schiene, oder aber unerwünscht viel Streumittel neben der Schiene gelandet ist. Ein Sandrohr oder eine andere Komponente der Sandungsanlage kann im Folgenden entsprechend überprüft oder neu eingestellt werden, um zukünftig einen idealen Sandungsvorgang zu ermöglichen, um ein schnelleres und zusätzlich oder alternativ stärkeres Bremsen des Schienenfahrzeugs sicherzustellen.

[0008] Die Vorrichtung kann auch die Sensoreinrichtung aufweisen, die dazu ausgebildet ist, um den Zermahlvorgang zu sensieren und das den sensierten Zermahlvorgang repräsentierende Zermahlsignal bereitzustellen. Wenn die Auswerteeinrichtung und die Sensoreinrichtung separat voneinander angeordnet sind, kann eine drahtlose oder drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle zwischen der Auswerteeinrichtung und der Sensoreinrichtung vorgesehen sein. Vorteilhafterweise können die Auswerteeinrichtung und die Sensoreinrichtung gemeinsam an dem Schienenfahrzeug oder gemeinsam an einer Gleisvorrichtung oder aufgeteilt auf das Schienenfahrzeug und die Gleisvorrichtung angeordnet sein.

[0009] Es ist weiterhin von Vorteil, wenn die Sensoreinrichtung ausgebildet ist, um eine Beschleunigung eines Elements des Schienenfahrzeugs oder eines Schienenelements einer Gleisvorrichtung und zusätzlich oder alternativ eine Schallwelle zu erfassen und ein die Beschleunigung repräsentierendes Beschleunigungssignal bereitzustellen. Das Element des Schienenfahrzeugs kann ein Rad oder eine Radachse des Schienenfahrzeugs sein. Bei der Schallwelle kann es sich um eine Körperschallwelle oder eine Luftschallwelle handeln. Somit kann die Sensoreinrichtung gemäß einer Ausführungsform ausgebildet sein, um ein akustisches Signal zu erfassen. Eine akustische Auswertung ist vorteilhaft. Die Sensoreinrichtung kann beispielsweise einen Beschleunigungssensor und zusätzlich oder alternativ zumindest eine Membran oder ein Mikrofon umfassen. Bei-

spielsweise kann das Mikrofon am Sandschlauch, beispielsweise an der Sandrohrheizung, angeordnet sein. Das Beschleunigungssignal und insbesondere das während des Sandungsvorgangs bereitgestellte Beschleunigungssignal kann somit von der Vorrichtung als das Zermahlsignal verwendet werden. Eine solche Sensoreinrichtung schafft eine einfache Methode, den Zermahlvorgang zu sensieren.

[0010] Die Vorrichtung kann gemäß einer Ausführungsform ferner eine Sendeeinrichtung aufweisen, die dazu ausgebildet ist, um das Streumittelmengensignal an eine Fahrzeugsteuerung des Schienenfahrzeugs zu senden. So kann das Streumittelmengensignal von einer bereits vorhandenen Fahrzeugsteuerung des Schienenfahrzeugs weiterverarbeitet werden.

[0011] Die Auswerteeinrichtung kann dazu ausgebildet sein, um die Amplitude und zusätzlich oder alternativ Frequenz des Zermahlsignals auszuwerten, um das Streumittelmengensignal zu bestimmen. Die Amplitude des Zermahlsignals kann vorteilhafterweise Aufschluss darüber geben, ob bei der Überfahrt des Schienenfahrzeugs überhaupt Streumittel auf der Schiene vorhanden ist. Die Frequenz kann einen Überblick darüber verschaffen, wann wie viel Streumittel beim Sandungsvorgang zermahlen wird.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform kann die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet sein, um das Zermahlsignal mit einem festgelegten Amplitudengrenzwert zu vergleichen, um den Zermahlvorgang zu erkennen. Wenn die Amplitude des Zermahlsignals den Amplitudengrenzwert überschreitet, kann auf das Vorhandensein von Streumittel geschlossen werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet sein, um ein Frequenzspektrum des Zermahlsignals zu ermitteln und auszuwerten, um die zermahlene Streumittelmenge zu bestimmen. Beispielsweise kann aus einer Verteilung oder einem Mittelwert der von dem Zermahlsignal umfassten Frequenzen auf die Menge des pro Zeiteinheit zermahlenen Streumittels geschlossen werden. Dies schafft eine sehr schnelle Methode, den Sandungsvorgang zu überwachen.

[0013] Beispielsweise kann die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet sein, um das Frequenzspektrum auszuwerten, um die zermahlene Streumittelmenge innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts oder des gesamten Sandungsvorgangs zu bestimmen. Auf diese Weise kann der Sandungsvorgang beispielsweise periodisch oder fortlaufend überwacht werden.

[0014] Es ist weiterhin von Vorteil, wenn die Vorrichtung eine Vergleichseinrichtung aufweist, die dazu ausgebildet ist, um unter Verwendung des Streumittelmengensignals und eines Sollstreumittelmengensignals, das eine erwartete Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern repräsentiert, ein Warnsignal auszugeben, wenn die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern von der gewünschten Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern abweicht. Zusätzlich oder alternativ kann die Vergleichseinrichtung dazu ausgebil-

det sein, ein Bestätigungssignal auszugeben, wenn die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern der gewünschten Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern entspricht.

[0015] Die Vergleichseinrichtung kann in die Auswerteeinrichtung oder die Fahrzeugsteuerung implementiert sein. Das Sollstreumittelmengensignal kann ein von einer Sandungsanforderungseinrichtung der Sandungsanlage bereitgestelltes oder eingelesenes Signal sein. Die Vergleichseinrichtung kann dazu ausgebildet sein, um die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern mit der erwarteten Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern zu vergleichen und abhängig von einem Vergleichsergebnis entweder das Warnsignal oder das Bestätigungssignal auszugeben. Das Bestätigungssignal kann hierbei als ein Entwarnungssignal verstanden werden, das eine korrekte Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern anzeigt. Dies schafft eine Unterscheidungsmöglichkeit zum Erkennen, ob die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern korrekt ist, oder nicht.

[0016] Beispielsweise kann das Warnsignal dazu ausgebildet sein, um eine Information an einen Fahrzeugführer des Schienenfahrzeugs über eine inkorrekte zermahlene Streumittelmenge anzuzeigen. Zusätzlich oder alternativ kann das Warnsignal dazu ausgebildet sein, um eine Differenz zwischen der ausgegebene Streumittelmenge und den zermahlenen Streumittelkörnern anzuzeigen und zusätzlich oder alternativ eine Ausrichtung eines Sandrohrs der Sandungsanlage zu verändern. Beispielsweise kann das Warnsignal geeignet sein, um eine optische oder akustische Anzeigeeinrichtung zu aktivieren.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform können die Sensoreinrichtung und die Auswerteeinrichtung als ein Bauteil ausgeformt sein oder aber als zumindest zwei getrennte Bauteile ausgeformt sein. Als ein Bauteil können die Sensoreinrichtung und die Auswerteeinrichtung beispielsweise in einem gemeinsamen Gehäuse aufgenommen oder aber die Auswerteeinrichtung kann in die Sensoreinrichtung integriert angeordnet sein. Als zumindest zwei getrennte Bauteile können die Sensoreinrichtung und die Auswerteeinrichtung beispielsweise in getrennten Gehäusen aufgenommen sein. Als ein Bauteil kann die komplette Vorrichtung beispielsweise nahe des Radschienenpals angeordnet werden, beispielsweise an dem Rad oder Achslager oder an einem Radlager, beispielsweise bei einem Einzelradfahrwerk, des Schienenfahrzeugs oder an einem Schienenelement einer Gleisvorrichtung, um hier das Zermahlen des von Streumittelkörnern ideal sensieren und auswerten zu können. Als zwei Bauteile kann zumindest die Sensoreinrichtung nahe des Radschienenpals angeordnet werden und die Auswertung durch die Auswerteeinrichtung beispielsweise in einem anderen Bereich des Schienenfahrzeugs stattfinden, der beispielsweise vor Umwelteinflüssen geschützt ist.

[0018] Eine Sandungsvorrichtung für ein Schienenfahrzeug weist eine Sandungsanlage und eine Vorrich-

tung auf, die in einer der vorangehend beschriebenen Varianten ausgeformt ist. Eine solche Sandungsvorrichtung kann vorteilhafterweise ein Sanden des Schienenfahrzeugs ermöglichen und dabei dank der Vorrichtung die eigene Sandungsfunktion überwachen.

[0019] Es wird ferner ein Schienenfahrzeug mit einer solchen Sandungsvorrichtung vorgestellt. Dieses Schienenfahrzeug kann vorteilhafterweise effektiv gesandet werden, wobei der Sandungsvorgang dank der Vorrichtung optimal überwacht wird. Zumindest die Sensoreinrichtung der Vorrichtung kann an oder in einem Achslager, einer Radachse, einem Rad, einem Drehgestell und zusätzlich oder alternativ einem Unterbau des Schienenfahrzeugs angeordnet sein. Es kann auch die gesamte Vorrichtung an oder in dem Achslager, der Radachse, dem Rad, dem Drehgestell oder dem Unterbau des Schienenfahrzeugs angeordnet sein. Die genannten Positionen sind nahe am Radschienenspalt und ermöglichen hier ein ideales Sensieren des Zermahlens von Streumittelkörnern.

[0020] Eine Gleisvorrichtung mit einem Schienenelement weist eine der vorangehend beschriebenen Vorrichtungen auf, wobei zumindest die Sensoreinrichtung an oder in dem Schienenelement angeordnet ist. Es kann auch die gesamte Vorrichtung an oder in dem Schienenelement angeordnet sein. Das Schienenelement kann ein Bauteil der Schiene oder eine Schienenschwelle sein. Eine solche Gleisvorrichtung eignet sich beispielsweise für einen Einsatz im Zusammenhang mit einer Testgleisanlage zum Testen des Sandungsvorgangs außerhalb des normalen Fahrbetriebs des Schienenfahrzeugs. Die Vorrichtung kann hierbei ausgebildet sein, um ansprechend auf ein Aktivierungssignal, das ein Nähern des Schienenfahrzeugs an die Sensoreinrichtung repräsentiert, ein Sandungssignal an die Sandungsanlage des Schienenfahrzeugs auszugeben, um den Sandungsvorgang zu starten. Das Aktivierungssignal kann von einer Detektionseinrichtung ausgegeben oder bereitgestellt werden, die beispielsweise an oder in dem Schienenelement angeordnet ist. Die Detektionseinrichtung kann auch Teil der Vorrichtung sein. Eine solche Gleisvorrichtung kann vorteilhafterweise zum Testen des Sandungsvorgangs der Sandungsanlage dienen, bevor die Sandungsanlage in einem normalen Fahrbetrieb für das Schienenfahrzeug eingesetzt werden soll.

[0021] Ein Verfahren zum Überwachen eines Sandungsvorgangs für eine Sandungsanlage für ein Schienenfahrzeug weist einen Schritt des Einlesens und einen Schritt des Bestimmens auf. Im Schritt des Einlesens wird ein Zermahlsignal eingelesen, das einen von einer Sensoreinrichtung sensierten Zermahlvorgang repräsentiert, der ein Zermahlen zumindest eines Streumittelkorns in einem Radschienenspalt zwischen einer Schiene und einem Rad des Schienenfahrzeugs repräsentiert. Im Schritt des Bestimmens wird unter Verwendung des Zermahlsignals ein Streumittelmengensignal bestimmt, das eine Streumittelmenge an zermahlenden Streumittelkörnern während des Sandungsvorgangs anzeigt.

[0022] Dieses Verfahren kann beispielsweise in Software oder Hardware oder in einer Mischform aus Software und Hardware beispielsweise in der vorangehend beschriebenen Vorrichtung implementiert sein.

[0023] Ausführungsbeispiele des hier vorgestellten Ansatzes werden in der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug zu den Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische seitliche Darstellung eines Schienenfahrzeugs mit einer Sandungsvorrichtung mit einer Sandungsanlage und einer Vorrichtung zum Überwachen eines Sandungsvorgangs der Sandungsanlage gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine schematische seitliche Darstellung eines Schienenfahrzeugs und einer Gleisvorrichtung mit einem Schienenelement und einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Beschleunigungssignals einer Sensoreinrichtung für einen Bremsvorgang ohne Sandungsvorgang gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Zermahlsignals einer Vorrichtung für einen Bremsvorgang mit Sandungsvorgang gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Frequenzspektrums für einen Bremsvorgang ohne Sandungsvorgang gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines von einer Vorrichtung ermittelten Frequenzspektrums für einen Bremsvorgang mit Sandungsvorgang gemäß einem Ausführungsbeispiel; und

Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Überwachen eines Sandungsvorgangs für eine Sandungsanlage für ein Schienenfahrzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0024] In der nachfolgenden Beschreibung günstiger Ausführungsbeispiele des vorliegenden Ansatzes 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.

[0025] **Fig. 1** zeigt eine schematische seitliche Darstellung eines Schienenfahrzeugs 100 mit einer Sandungsvorrichtung 105 mit einer Sandungsanlage 110 und einer Vorrichtung 115 zum Überwachen eines Sandungsvorgangs der Sandungsanlage 110 gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0026] Lediglich beispielhaft ist die Sandungsvorrich-

tung 105 gemäß diesem Ausführungsbeispiel an dem Schienenfahrzeug 100 aufgenommen. Die Sandungsvorrichtung 105 weist die Sandungsanlage 110 zum Sanden des Schienenfahrzeugs 100 und die Vorrichtung 115 auf, die dazu ausgebildet ist, um den Sandungsvorgangs der Sandungsanlage 110 zu überwachen. Die Sandungsanlage 110 weist gemäß diesem Ausführungsbeispiel einen Sandkasten 120 zum Bevorraten von Streumittel, einen Sanddosierer 125 zum Dosieren des Streumittels und ein Sandrohr 130 zum Zuführen des Streumittels in einen Radschienenpalt 135 zwischen einem Rad 140 des Schienenfahrzeugs 100 und einer Schiene 145, auf welcher das Schienenfahrzeug 100 angeordnet ist. Das Schienenfahrzeug 100 weist ferner gemäß diesem Ausführungsbeispiel zumindest ein Achslager 150 mit je zwei gelagerten Rädern 140 und/oder zumindest ein Drehgestell 155, eine Fahrzeugsteuerung 160 und/oder eine Sandungssteuerung 165 auf. Die Sandungssteuerung 165 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel signaltechnisch mit der Fahrzeugsteuerung 160 verbunden und dazu ausgebildet, um den Sanddosierer 125 anzusteuern, um das Dosieren des Streumittels zu bewirken. Die Fahrzeugsteuerung 160, Sandungssteuerung 165, der Sandkasten 120, Sanddosierer 125 und/oder teilweise auch das Sandrohr 130 sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel in einem Fahrzeugkörper 167 des Schienenfahrzeugs 100 aufgenommen. Das Drehgestell 155, die Achslager 150, Räder 140 und/oder teilweise auch das Sandrohr 130 sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel außerhalb des Fahrzeugkörpers 167 angeordnet. Ein Pfeil 168 zeigt eine Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs 100.

[0027] Die Vorrichtung 115 weist eine Auswerteeinrichtung 170 auf, die dazu ausgebildet ist, um ein Zermahlsignal 175 einzulesen, das einen von einer Sensoreinrichtung 180 sensierten Zermahlvorgang repräsentiert, der ein Zermahlen zumindest eines Streumittelkorns, beispielsweise eines Sandkorns, in dem Radschienenpalt 135 repräsentiert. Die Auswerteeinrichtung 170 ist ferner dazu ausgebildet, um unter Verwendung des Zermahlsignals 175 ein Streumittelmengensignal 185 zu bestimmen, das eine Streumittelmenge an zermahlenden Streumittelkörnern während des Sandungsvorgangs anzeigt. Beispielsweise ist die Auswerteeinrichtung 170 ausgebildet, um eine Charakteristik des Zermahlsignals 175 unter Verwendung einer geeigneten Auswertevorschrift auszuwerten, um das Streumittelmengensignal 185 zu bestimmen. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Auswerteeinrichtung 170 ausgebildet, um einen zeitlichen Verlauf und zusätzlich oder ein Frequenzspektrum des Zermahlsignals 175 auszuwerten, beispielsweise durch einen Vergleich mit für einen Zermahlvorgang charakteristischen Referenzverläufen, Referenzspektren oder Referenzschwellenwerten.

[0028] Die Auswerteeinrichtung 170 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel in dem Fahrzeugkörper 167 aufgenommen.

[0029] Die Vorrichtung 115 umfasst gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Sensoreinrichtung 180, die dazu ausgebildet ist, um den Zermahlvorgang zu sensieren und das den sensierten Zermahlvorgang repräsentierende Zermahlsignal 175 bereitzustellen. Die Sensoreinrichtung 180 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel ausgebildet, um eine Beschleunigung eines Elements des Schienenfahrzeugs 100 oder eines Schienenelements einer Gleisvorrichtung und/oder eine Schallwelle zu erfassen und ein die Beschleunigung repräsentierendes Beschleunigungssignal bereitzustellen, wie es beispielsweise in Fig. 3 gezeigt ist. Die Sensoreinrichtung 180 weist hierzu gemäß diesem Ausführungsbeispiel einen Beschleunigungssensor und/oder zumindest eine Membran oder ein Mikrofon auf. Das Zermahlsignal 175 zeigt somit gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine von der Sensoreinrichtung 180 während des Sandungsvorgangsensierte Beschleunigung an, beispielsweise einen sensierten Schall wie ein Geräusch oder eine Vibration. Somit kann das Beschleunigungssignal während des Sandungsvorgangs als das Zermahlsignal 175 verwendet werden, wie es beispielsweise in Fig. 4 gezeigt ist. Die Sensoreinrichtung 180 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel an oder in dem Achslager 150, oder gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel an oder in der Radachse, dem Rad 140, Drehgestell 155 oder einem Unterbau des Schienenfahrzeugs 100 angeordnet. Wenn die Vorrichtung 115 die Sensoreinrichtung 180 nicht umfasst, weist die Vorrichtung 115 beispielsweise eine Schnittstelle auf, um das Zermahlsignal 175 beispielsweise von einer anderweitig bereits verwendeten Sensorik, Verarbeitungseinrichtung oder Speichereinrichtung einzulesen.

[0030] Die Vorrichtung 115 weist gemäß diesem Ausführungsbeispiel ferner eine optionale Sendeeinrichtung auf, die dazu ausgebildet ist, um das Streumittelmengensignal 185 an die Fahrzeugsteuerung 160 des Schienenfahrzeugs 100 zu senden.

[0031] Die Auswerteeinrichtung 170 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel beispielhaft dazu ausgebildet, um die Amplitude und/oder Frequenz des Zermahlsignals 175 auszuwerten, um das Streumittelmengensignal 185 zu bestimmen. Hierbei ist die Auswerteeinrichtung 170 gemäß diesem Ausführungsbeispiel dazu ausgebildet, um die Amplitude mit einem festgelegten Amplitudengrenzwert zu vergleichen, um den Zermahlvorgang zu erkennen. Der Amplitudengrenzwert ist geeignet, um eine Situation in der kein Streumittel zermahlen wird von einer Situation zu unterscheiden, in der Streumittel zermahlen wird. Der Amplitudengrenzwert kann beispielsweise durch eine Testfahrt bestimmt oder angelernt werden. Zusätzlich oder alternativ ist die Auswerteeinrichtung 170 gemäß diesem Ausführungsbeispiel dazu ausgebildet, um unter Verwendung des Zermahlsignals 175 ein Frequenzspektrum des Zermahlsignals 175 zu ermitteln und auszuwerten, um die zermahlene Streumittelmenge zu bestimmen. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Auswerteeinrichtung 170 dazu ausgebildet,

um das Frequenzspektrum auszuwerten, um die zermahlene Streumittelmenge innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts oder des gesamten Sandungsvorgangs zu bestimmen, wie in Fig. 6 gezeigt. Dazu ist die Auswerteeinrichtung 170 beispielsweise dazu ausgebildet, um ein Maximum oder einen Mittelwert oder eine Verteilung des Frequenzspektrums zu ermitteln und auszuwerten. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Auswerteeinrichtung 170 dazu ausgebildet, um das Maximum des Frequenzspektrums zu verwenden, um eine Menge von pro Zeiteinheit zermahlene Streumittelkörnern zu ermitteln. Dabei kann das Maximum beispielsweise verwendet werden, wenn eine dem Maximum zugeordnete Frequenz in einem vorbestimmten und für einen Zermahlvorgang charakteristischen Frequenzbereich 610 liegt.

[0032] Die Vorrichtung 115 weist ferner gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Vergleichseinrichtung 190 auf, die dazu ausgebildet ist, um unter Verwendung des Streumittelmengensignals 185 und eines Sollstreumittelmengensignals, das eine erwartete Streumittelmenge an zermahlene Streumittelkörnern repräsentiert, ein Warnsignal 192 auszugeben, wenn die Streumittelmenge an zermahlene Streumittelkörnern von der gewünschten Streumittelmenge an zermahlene Streumittelkörnern abweicht und/oder ein Bestätigungssignal auszugeben, wenn die Streumittelmenge an zermahlene Streumittelkörnern der gewünschten Streumittelmenge an zermahlene Streumittelkörnern entspricht. Das Sollstreumittelmengensignal wird beispielsweise über eine Schnittstelle zu einer Steuereinrichtung zum Steuern der Sandungsanlage 110 oder zum Steuern einer Bremsvorrichtung des Schienenfahrzeugs 100 eingelesen.

[0033] Die Vergleichseinrichtung 190 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel in die Auswerteeinrichtung 170 oder gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel in die Fahrzeugsteuerung 160 oder Sandungssteuerung 165 implementiert. Die Vergleichseinrichtung 190 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel dazu ausgebildet, um das Sollstreumittelmengensignal von einer Sandungsanforderungseinrichtung der Sandungsanlage 110 einzulesen. Die Vergleichseinrichtung 190 ist dazu ausgebildet, um die Streumittelmenge an zermahlene Streumittelkörnern mit der erwarteten Streumittelmenge an zermahlene Streumittelkörnern zu vergleichen und abhängig von einem Vergleichsergebnis entweder das Warnsignal 192 oder das Bestätigungssignal auszugeben.

[0034] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist das Warnsignal 192 dazu ausgebildet, um eine Information an einen Fahrzeugführer 195 des Schienenfahrzeugs 100 über eine inkorrekte zermahlene Streumittelmenge anzuzeigen und/oder eine Differenz zwischen der ausgegebene Streumittelmenge und der zermahlene Streumittelmenge anzuzeigen und/oder eine Ausrichtung des Sandrohrs 130 der Sandungsanlage 110 zu verändern. Eine entsprechende Anzeige für den Fahrzeugführer 195

kann über eine geeignete Anzeigeeinrichtung erfolgen. Die Ausrichtung des Sandrohrs 130 kann unter Verwendung einer geeigneten Stelleinrichtung erfolgen.

[0035] Lediglich beispielhaft sind die Sensoreinrichtung 180 und die Auswerteeinrichtung 170 gemäß diesem Ausführungsbeispiel als zwei getrennte Bauteile ausgeformt, wobei die Sensoreinrichtung 180 und die Auswerteeinrichtung 170 gemäß einem Ausführungsbeispiel in getrennten Gehäusen aufgenommen sind. Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel sind die Sensoreinrichtung 180 und die Auswerteeinrichtung 170 als ein Bauteil ausgeformt. Hierbei sind die Sensoreinrichtung 180 und die Auswerteeinrichtung 170 gemäß einem Ausführungsbeispiel in einem gemeinsamen Gehäuse aufgenommen oder aber die Auswerteeinrichtung 170 ist in die Sensoreinrichtung 180 integriert angeordnet. Als ein Bauteil ist die komplette Vorrichtung 115 gemäß einem Ausführungsbeispiel nahe des Radschienenpalt 135 angeordnet, beispielsweise an dem Rad 140, Achslager 150, der Radachse, dem Drehgestell 155 oder dem Unterbau des Schienenfahrzeugs 100.

[0036] Sandungssysteme mit Sandungsanlagen 110 dienen bei Schienenfahrzeugen 100 dazu, Streumittel auf die Schiene 145 vor das ihn überrollende Rad 140 oder direkt in den Radschienenpalt 135 zu bringen, um den Reibwert zwischen Rad 140 und Schiene 145 zu erhöhen oder auf einen ursprünglich höheren Wert zu bringen. Durch diese Maßnahme können die Traktion und die Bremsung des Schienenfahrzeugs 100 verbessert werden. Sandungssysteme werden oft als Systeme betrachtet, welche einen erheblichen Faktor zur Risikominderung betreffend Unfälle beitragen, da bei einer Bremsung mit aktivierter Streumittelausbringung, also einem Sandungsvorgang, der Bremsweg verkürzt werden kann.

[0037] Die hier vorgestellte Vorrichtung 115 ermöglicht es nun vorteilhafterweise, die vollständige Funktionskette des Sandungssystems von der Anforderung der Sandung durch den Fahrzeugführer 195 oder die Fahrzeugsteuerung 160 durch die Sandrohrdüse bis hin zum Streumittel, welcher im Radschienenpalt 135 zermahlen wird, überprüfen zu können. Somit ist nun eine Anrechnung der hier vorgestellten Sandungsvorrichtung 105 zu risikomindernden Maßnahmen - im Konkreten zu Bremsweg reduzierenden Maßnahmen - möglich. Hierbei ermöglicht die Vorrichtung 115 vorteilhafterweise eine quantitative Erfassung des in den Radschienenpalt 135 gelangenden Streumittels.

[0038] Nur das Streumittel, welches in den Radschienenpalt 135 gelangt, trägt zu der erwünschten Reibwerterhöhung bei. Ob das Streumittel auf die Schiene 145 gelangt, könnte beispielsweise im Stillstand des Schienenfahrzeugs 100 ermittelt werden, wobei durch die Luftströmung, welche bei der Fahrt entsteht, das Streumittel im Extremfall auch neben die Schiene 145 geblasen werden könnte. Es könnten bei Fahrversuchen auch Kameras verwendet werden, um die Treffgenauigkeit der Streumittelausbringung in den Radschienenpalt 135

optisch zu überwachen. Kameras liefern aber nur qualitative, nicht aber quantitative Ergebnisse. Die Vorrichtung 115 ermöglicht nun eine Methode, im regulären Bahnbetrieb in den Radschienenpalt 135 gelangtes Streumittel quantitativ und/oder während der Fahrt zu erfassen.

[0039] Der hier vorgestellte Ansatz betrifft eine mobile oder stationäre Überwachungs- und Messeinrichtung für das Sandungssystem eines Schienenfahrzeugs. In Fig. 1 ist ein mobiles und in Fig. 2 ein stationäres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 115 beschrieben. Die Vorrichtung 115 löst das Problem, die im Radschienenpalt 135 zermahlene Streumittelmenge, während der Fahrt und auch im normalen Fahrbetrieb, erfassen zu können. Eine Aufgabe des hier beschriebenen Ansatzes besteht also darin, eine entsprechende Sensorik und Auswertprozeduren zu finden.

[0040] Ein grundsätzlicher Gedanke ist es, aus zumindest einem Zermahlsignal 175, welches auch als "zeitliche Beschleunigungssignale" bezeichnet werden kann, welche an entsprechenden Messstellen aufgenommen werden, auf die Menge des zermahlenden Streumittels zu schließen. Das Zermahlen der Streumittelkörner erzeugt Vibrationen, die - wenn im hörbaren Frequenzbereich - auch akustisch wahrnehmbar sind. Durch das Zermahlen der Streumittelkörner im Radschienenpalt 135 kommen Beschleunigungen zustande, welche sich auf Rad 140 und Schiene 145 und in Folge auf Radachse und Radlager einerseits sowie auf Schienenschwelle und Unterbau andererseits übertragen. Entsprechende Messstellen für die Sensoreinrichtung 180 sind somit gemäß einem Ausführungsbeispiel an Rad 140, Schiene 145, Radachse, Achslager 150, Drehgestell 155, Schienenschwelle, Unterbau und/oder an weiteren Körpern, an die diese Beschleunigungen übertragen werden. Beschleunigungen können auch an Gase, wie beispielsweise als Schall in die Umgebungsluft, und an feste Körper, als Körperschall übertragen werden. Entsprechende Messstellen für die Sensoreinrichtung 180 können somit auch gemäß einem Ausführungsbeispiel an Membranen, in Mikrofonen nahe dem Radschienenpalt 135 angebracht sein.

[0041] Jedes im Radschienenpalt 135 zermahlene Streumittelkorn erzeugt einen Beschleunigungsimpuls. Ein solcher Beschleunigungsimpuls wird in dem Zermahlsignal 175 abgebildet. Mehrere solcher Pulse, welche in zeitlicher Folge erzeugt werden, liefern ein Beschleunigungsspektrum. In diesem Beschleunigungsspektrum kann aus den Frequenzen der zeitliche Abstand von aufeinander folgenden Streumittelkornzermahlungen bestimmt werden. Hierzu wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Auswerteeinrichtung 170 verwendet. Aus der Amplitude des Zermahlsignals 175 in Form eines Beschleunigungssignals schließt die Auswerteeinrichtung 170 gemäß einem Ausführungsbeispiel bereits auf die korrekte Ausrichtung der Sandrohrdüse des Sandrohrs 130 betreffend der Treffergenauigkeit des Streumittels in den Radschienenpalt 135. Ein Maximum

im Beschleunigungsspektrum zeigt gemäß einem Ausführungsbeispiel außerdem die mittlere Frequenz der Streumittelkornzermahlungen an. Aus dieser mittleren Frequenz schießt die Auswerteeinrichtung 170 gemäß einem Ausführungsbeispiel auf die Anzahl der zermahlenden Streumittelkörner pro Zeiteinheit. Unter Verwendung der bekannten mittleren Streumittelkornmasse schließt die Auswerteeinrichtung 170 gemäß einem Ausführungsbeispiel auf die zermahlene Streumittelmenge pro Zeiteinheit, das heißt, auf die die Masse des zermahlenden Streumittels pro Zeiteinheit. Im Beispiel in Fig. 6 eines Beschleunigungsspektrums, das auch als Frequenzspektrum bezeichnet werden kann, ist die Ausbringung von ca. 1500 Streumittelkörnern pro Sekunde im Spektrum durch das Maximum bei ca. 1500 Hz repräsentiert. Die von der Auswerteeinrichtung 170 ermittelten Ergebnisse werden gemäß einem Ausführungsbeispiel unter Verwendung geeigneter Signale, wie beispielsweise dem Streumittelmengensignal 185, angezeigt oder bereitgestellt.

[0042] Gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 1 eine mobile Ausführung der Vorrichtung 115 mit der Sensoreinrichtung 180 am Achslager 150. Die Vorrichtung 115 wird gemäß einem Ausführungsbeispiel als eine manuell aktivierte Sandungsüberprüfung entweder manuell durch den Fahrzeugführer 195 oder als automatische Sandungsüberprüfung automatisch bei jedem eingeleiteten Sandungsvorgang aktiviert.

[0043] Der Fahrzeugführer 195 oder auch gemäß einem Ausführungsbeispiel ein Gleitschutz fordern über die Fahrzeugsteuerung 160 während der Fahrt des Schienenfahrzeugs 100 die Sandung an. Die Sandungssteuerung 165 aktiviert den Sanddosierer 125, welcher aus dem Sandkasten 120 Streumittel dosiert und durch das Sandrohr 130 und die Sandrohrdüse in den Radschienenpalt 135 fördert. Das Streumittel wird im Radschienenpalt 135 zermahlen und erzeugt entsprechende Beschleunigungen am Achslager 150, welche gemäß diesem Ausführungsbeispiel vom Beschleunigungssensor der Sensoreinrichtung 180 aufgenommen und von der Auswerteeinrichtung 170 betreffend Amplitudensignal und Frequenzspektrum ausgewertet werden. Aus dem Amplitudensignal wird mittels eines zuvor festgelegten Grenzwertes ermittelt, ob Streumittel im Radschienenpalt 135 zermahlen wurde. Aus dem Frequenzspektrum ermittelt die Auswerteeinrichtung 170 gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Anzahl der im Radschienenpalt 135 zermahlenden Streumittelkörner. Mit der zuvor festgelegten mittleren Streumittelkornmasse errechnet die Auswerteeinrichtung 170 gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Streumittelmenge pro Zeit. Außerdem berechnet die Auswerteeinrichtung 170 gemäß diesem Ausführungsbeispiel aus der Signaldauer die kumulierte Streumittelmenge. Die ermittelten Werte werden gemäß einem Ausführungsbeispiel an die Fahrzeugsteuerung 160 und/oder die Vergleichseinrichtung 190 gesendet, welche den Sollwert der Sandungsanforderung mit dem Istwert vergleicht und die korrekte oder

inkorrekte Ausführung der Sandungsanforderung an den Fahrzeugführer 195 meldet.

[0044] Fig. 2 zeigt eine schematische seitliche Darstellung eines Schienenfahrzeugs 100 und einer Gleisvorrichtung 200 mit einem Schienenelement 205 und einer Vorrichtung 115 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei kann es sich um das anhand von Fig. 1 beschriebene Schienenfahrzeug 100 und die Vorrichtung 115 handeln, mit dem Unterschied, dass die Vorrichtung 115 gemäß diesem Ausführungsbeispiel als ein Bauteil ausgeformt und/oder an oder in dem Schienenelement 205 angeordnet ist. Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel ist lediglich die Sensoreinrichtung 180 an oder in dem Schienenelement 205 angeordnet und die anderen Komponenten der Vorrichtung 115 sind wie in Fig. 1 beschrieben in dem Fahrzeugkörper 167 aufgenommen.

[0045] Das Schienenelement 205 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel als ein Bauteil der Schiene 145 oder eine Schienenschwelle ausgeformt.

[0046] Die Vorrichtung 115 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel ausgebildet, um ansprechend auf ein Aktivierungssignal 210, das ein Näheren des Schienenfahrzeugs 100 an die Sensoreinrichtung 180 repräsentiert, ein Sandungssignal 215 an die Sandungsanlage 110 des Schienenfahrzeugs 100 auszugeben, um den Sandungsvorgang zu starten. Das Aktivierungssignal 210 wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel von einer Detektionseinrichtung 220 ausgegeben oder bereitgestellt, die gemäß diesem Ausführungsbeispiel an oder in dem Schienenelement 205 angeordnet ist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Detektionseinrichtung 220, die auch als "Fahrzeugdetektor" bezeichnet werden kann, Teil der Vorrichtung 115.

[0047] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel empfängt die Sendeeinrichtung 225 der Vorrichtung 115 das Aktivierungssignal 210 und sendet ansprechend auf das Aktivierungssignal 210 das Sandungssignal 215 an einen Empfänger 230 im Fahrzeugkörper 167. Der Empfänger 230 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel signaltechnisch mit der Fahrzeugsteuerung 160 verbunden.

[0048] Gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt Fig. 2 ein stationäres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 115 an der Schiene 145 mit einer gemäß diesem Ausführungsbeispiel automatischen Sandungsüberprüfung.

[0049] Die vorgelagerte Detektionseinrichtung 220 sendet gemäß einem Ausführungsbeispiel per Funk an den Empfänger 230 im Schienenfahrzeug 100 ein Signal, dass das Schienenfahrzeug 100 kurz vor der Vorrichtung 115 ist, die auch als "Sandungsüberprüfungseinheit" bezeichnet werden kann. Die Fahrzeugsteuerung 160 fordert daraufhin für eine definierte Zeit bei weiterhin konstanter Fahrt die Sandung an. Die Sandungssteuerung 165 aktiviert den Sanddosierer 125, welcher aus dem Sandkasten 120 Streumittel dosiert und durch das Sandrohr 130 in den Radschienenpalt 135 fördert. Das Streumittel wird im Radschienenpalt 135 zermahlen und erzeugt entsprechende Beschleunigungen an der Schiene 145, welche vom stationären Beschleunigungssensor

der Sensoreinrichtung 180 aufgenommen und von der Auswerteeinheit 170 betreffend Amplitudensignal und Frequenzspektrum ausgewertet werden. Aus dem Amplitudensignal wird mittels zuvor festgelegten Grenzwertes ermittelt, ob Streumittel im Radschienenpalt 135 zermahlen wurde. Aus dem Frequenzspektrum wird die Anzahl der im Radschienenpalt 135 zermahlenen Streumittelkörner ermittelt. Die ermittelten Werte werden gemäß einem Ausführungsbeispiel an die Fahrzeugsteuerung 160 oder Vergleichseinrichtung gesendet, welche mit der zuvor festgelegten mittleren Streumittelkornmasse die Streumittelmenge pro Zeit errechnet, den Sollwert der Sandungsanforderung mit dem Istwert vergleicht und/oder die korrekte oder inkorrekte Ausführung der Sandungsanforderung an den Fahrzeugführer 195 meldet.

[0050] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Beschleunigungssignals 300 einer Sensoreinrichtung für einen Bremsvorgangs 305 ohne Sandungsvorgang gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei kann es sich um ein von einer der in Fig. 1 oder 2 beschriebenen Sensoreinrichtungen bereitgestelltes Beschleunigungssignal 300 handeln. Das Beschleunigungssignal 300 ist über die Zeit $t(s)$ aufgetragen. Die Ordinate zeigt eine Beschleunigung m/s^2 . Der Bremsvorgang 305 erfolgt gemäß diesem Ausführungsbeispiel über eine gesamte Strecke ohne Streumittel und mit 10% Schlupf. Das Beschleunigungssignal 300 stellt ein Zeitsignal dar.

[0051] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Zermahlsignals 175 einer Vorrichtung für einen Bremsvorgang mit Sandungsvorgang 400 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei kann es sich um ein von der in Fig. 1 oder 2 beschriebenen Sensoreinrichtung bereitgestelltes Zermahlsignal 175 handeln, welches von der in Fig. 1 oder 2 beschriebenen Auswerteeinheit einlesbar ist.

[0052] Gezeigt ist entsprechend zu Fig. 3 ein Beschleunigungssignal 300 einer Sensoreinrichtung, wobei das Beschleunigungssignal 300 gemäß diesem Ausführungsbeispiel während des Zeitraums des Sandungsvorgangs 400 als das Zermahlsignal 175 verwendet wird.

[0053] Das Beschleunigungssignal 300 und somit das Zermahlsignal 175 ist über die Zeit $t(s)$ aufgetragen. Die Ordinate zeigt eine Beschleunigung m/s^2 . Der Sandungsvorgang 400 erfolgt gemäß diesem Ausführungsbeispiel während des Bremsvorgangs für eine Teilstrecke der in Fig. 3 beschriebenen gesamten Strecke mit beispielhaften 4 g/m Sand.

[0054] Das Beschleunigungssignal 300 weist Schwingungen auf, deren Amplitude während des Sandungsvorgangs 400 um ein Vielfaches über den Amplituden von Schwingungen des Beschleunigungssignals 300 außerhalb des Sandungsvorgangs 400 liegen. Diese Schwingungen werden durch das Zermahlen von Streumittel hervorgerufen. Durch einen Vergleich der Amplituden des Beschleunigungssignals 300 und somit des Zermahlsignals 175 mit einem geeigneten Amplitudengrenzwert kann erkannt werden, das Streumittel zermah-

len wird. Dies ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Fall, wenn das Zermahlsignal 175 den Amplitudengrenzwert betragsmäßig überschreitet.

[0055] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Frequenzspektrums 500 für einen Bremsvorgang ohne Sandungsvorgang gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei kann es sich um das Frequenzspektrum 500 für das in Fig. 3 beschriebene Beschleunigungssignal handeln. Zu erkennen ist, dass das Beschleunigungssignal vorwiegend Frequenzen in einem niedrigen Frequenzbereich, beispielsweise bis 1000 Hz aufweist.

[0056] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielsweise von einer Auswerteeinrichtung ermittelten Frequenzspektrums 600 für einen Bremsvorgang mit Sandungsvorgang gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei kann es sich um das Frequenzspektrum 600 für das in Fig. 4 beschriebene Zermahlsignal handeln. Ein Teilspektrum 605 eines für den Sandungsvorgang relevanten Frequenzbereichs 610 des Frequenzspektrums 600 zeigt einen für den Sandungsvorgang charakteristischen Verlauf. Aus dem Verlauf des Teilspektrums 605 kann zum einen darauf geschlossen werden, dass Streumittel zermahlen wird, und zum anderen darauf geschlossen werden, wie viel Streumittel pro Zeiteinheit zermahlen wird. Dazu können beispielsweise Frequenzanteile des Frequenzspektrums 600 oder des Teilspektrums 605 mit Frequenzschwellenwerten verglichen werden, oder es kann eine Verteilung der Frequenzanteile des Frequenzspektrums 600 oder des Teilspektrums 605 mit einer Referenzverteilung verglichen werden oder es kann ein Mittelwert der Frequenzanteile des Frequenzspektrums 600 oder des Teilspektrums 605 mit einem Referenzmittelwert verglichen werden oder es kann ein Maximum des Frequenzspektrums 600 oder des Teilspektrums 605 mit einem Referenzmaximum verglichen werden.

[0057] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel umfasst der Frequenzbereich 610 beispielhaft Frequenzen zwischen 1500 und 2500 Hz. Im Vergleich zu dem in Fig. 5 gezeigten Frequenzspektrum weist das in Fig. 6 gezeigte Frequenzspektrum 600 eine Häufung von Frequenzanteilen innerhalb des Frequenzbereichs 610 auf. Die Häufung der Frequenzanteile innerhalb des Frequenzbereichs 610 wird gemäß einem Ausführungsbeispiel verwendet, um zu erkennen, das Streumittel zermahlen wird. Eine Verteilung der Frequenzanteile innerhalb des Frequenzbereichs 610 wird gemäß einem Ausführungsbeispiel verwendet, um zu erkennen, wieviel Streumittel pro Zeiteinheit zermahlen wird.

[0058] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist eine Zerkleinerung von ca. 1500 Sandkörnern pro Sekunde im Frequenzspektrum 600 erkennbar. Die Zerkleinerung der ca. 1500 Sandkörnern pro Sekunde ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel im Teilspektrum 605 durch das Maximum 615 bei ca. 1500 Hz repräsentiert.

[0059] Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 700 zum Überwachen eines Sandungsvorgangs für eine Sandungsanlage für ein Schienenfahrzeug gemäß

einem Ausführungsbeispiel. Dieses Verfahren 700 ist von einer der in einer der Figuren 1 oder 2 beschriebenen Vorrichtungen ansteuerbar oder ausführbar.

[0060] Das Verfahren 700 weist einen Schritt 705 des Einlesens und einen Schritt 710 des Bestimmens auf. Im Schritt 705 des Einlesens wird ein Zermahlsignal eingelesen, das einen von einer Sensoreinrichtung sensierten Zermahlvorgang repräsentiert, der ein Zermahlen zumindest eines Streumittelkorns in einem Radschienenpalt zwischen einer Schiene und einem Rad des Schienenfahrzeugs repräsentiert. Im Schritt 710 des Bestimmens wird unter Verwendung des Zermahlsignals ein Streumittelmengensignal bestimmt, das eine Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern während des Sandungsvorgangs anzeigt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0061]

100	Schienenfahrzeug
105	Sandungsvorrichtung
110	Sandungsanlage
115	Vorrichtung
120	Sandkasten
125	Sanddosierer
130	Sandrohr
135	Radschienenpalt
140	Rad
145	Schiene
150	Achslager
155	Drehgestell
160	Fahrzeugsteuerung
165	Sandungssteuerung
167	Fahrzeugkörper
168	Fahrtrichtung
170	Auswerteeinrichtung
175	Zermahlsignal
180	Sensoreinrichtung
185	Streumittelmengensignal
190	Vergleichseinrichtung
192	Warnsignal
195	Fahrzeugführer
200	Gleisvorrichtung
205	Schienenelement
210	Aktivierungssignal
215	Sandungssignal
220	Detektionseinrichtung
225	Sendeeinrichtung
230	Empfänger
300	Beschleunigungssignal
305	Bremsvorgang
400	Sandungsvorgang
500	Frequenzspektrum für einen Bremsvorgang ohne Sandungsvorgang

- 600 Frequenzspektrum für einen Bremsvorgang mit Sandungsvorgang
- 605 Teilspektrum
- 610 Frequenzbereich
- 615 Maximum
- 700 Verfahren zum Überwachen eines Sandungsvorgangs für eine Sandungsanlage für ein Schienenfahrzeug
- 705 Schritt des Einlesens
- 710 Schritt des Bestimmens

Patentansprüche

1. Vorrichtung (115) zum Überwachen eines Sandungsvorgangs (400) für eine Sandungsanlage (110) für ein Schienenfahrzeug (100), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (115) die folgenden Merkmale aufweist:
eine Auswerteeinrichtung (170), die dazu ausgebildet ist, um ein Zermahlsignal (175) einzulesen, das einen von einer Sensoreinrichtung (180) sensierten Zermahlvorgang repräsentiert, der ein Zermahlen zumindest eines Streumittelkorns in einem Rad-schienen-spalt (135) zwischen einer Schiene (145) und einem Rad (140) des Schienenfahrzeugs (100) repräsentiert, und die dazu ausgebildet ist, um unter Verwendung des Zermahlsignals (175) ein Streumittel-mengensignal (185) zu bestimmen, das eine Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern während des Sandungsvorgangs (400) anzeigt.
2. Vorrichtung (115) gemäß Anspruch 1, mit der Sensoreinrichtung (180), die dazu ausgebildet ist, um den Zermahlvorgang zu sensieren und das den sensierten Zermahlvorgang repräsentierende Zermahlsignal (175) bereitzustellen.
3. Vorrichtung (115) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der die Sensoreinrichtung (180) ausgebildet ist, um eine Beschleunigung eines Elements (140, 150) des Schienenfahrzeugs (100) oder eines Schienenelements (205) einer Gleisvorrichtung (200) und/oder eine Schallwelle und/oder ein akustisches Signal zu erfassen.
4. Vorrichtung (115) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einer Sendeeinrichtung (225), die dazu ausgebildet ist, um das Streumittel-mengensignal (185) an eine Fahrzeugsteuerung (160) des Schienenfahrzeugs (100) zu senden.
5. Vorrichtung (115) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der die Auswerteeinrichtung (170) dazu ausgebildet ist, um die Amplitude und/oder Frequenz (Hz) des Zermahlsignals (175)

auszuwerten, um das Streumittel-mengensignal (185) zu bestimmen.

6. Vorrichtung (115) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der die Auswerteeinrichtung (170) dazu ausgebildet ist, um das Zermahlsignal (175) mit einem festgelegten Amplitudengrenzwert zu vergleichen, um den Zermahlvorgang zu erkennen und/oder um ein Frequenzspektrum (600, 605) des Zermahlsignals (175) zu ermitteln und auszuwerten, um die zermahlene Streumittelmenge zu bestimmen.
7. Vorrichtung (115) gemäß Anspruch 6, bei der die Auswerteeinrichtung (170) dazu ausgebildet ist, um das Frequenzspektrum (600, 605) auszuwerten, um die zermahlene Streumittelmenge innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts oder des gesamten Sandungsvorgangs (400) zu bestimmen.
8. Vorrichtung (115) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einer Vergleichseinrichtung (190), die dazu ausgebildet ist, um unter Verwendung des Streumittel-mengensignals (185) und eines Sollstreumittel-mengensignals, das eine erwartete Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern repräsentiert, ein Warnsignal (192) auszugeben, wenn die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern von der gewünschten Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern abweicht und/oder ein Bestätigungssignal auszugeben, wenn die Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern der gewünschten Streumittelmenge an zermahlenen Streumittelkörnern entspricht.
9. Vorrichtung (115) gemäß Anspruch 8, bei der das Warnsignal (192) dazu ausgebildet ist, um eine Information an einen Fahrzeugführer (195) des Schienenfahrzeugs (100) über eine inkorrekte zermahlene Streumittelmenge anzuzeigen.
10. Vorrichtung (115) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der die Sensoreinrichtung (180) und die Auswerteeinrichtung (170) als ein Bauteil ausgeformt sind oder als zumindest zwei getrennte Bauteile ausgeformt sind.
11. Sandungsvorrichtung (105) für ein Schienenfahrzeug (100), wobei die Sandungsvorrichtung (105) eine Sandungsanlage (110) und eine Vorrichtung (115) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche aufweist.
12. Schienenfahrzeug (100) mit einer Sandungsvorrichtung (105) gemäß Anspruch 11.
13. Schienenfahrzeug (100) gemäß Anspruch 12, bei

der zumindest die Sensoreinrichtung (180) an oder in einem Achslager (150), einer Radachse, einem Rad (140), einem Drehgestell (155) und/oder einem Unterbau des Schienenfahrzeugs (100) angeordnet ist.

14. Gleisvorrichtung (200) mit einem Schienenelement (205) und einer Vorrichtung (115) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei zumindest die Sensoreinrichtung (180) an oder in dem Schienenelement (205) angeordnet ist.
15. Verfahren (700) zum Überwachen eines Sandungsvorgangs (400) für eine Sandungsanlage (110) für ein Schienenfahrzeug (100), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren (700) zumindest die folgenden Schritte aufweist:

Einlesen (705) eines Zermahlsignals (175), das einen von einer Sensoreinrichtung (180) sensierten Zermahlvorgang repräsentiert, der ein Zermahlen zumindest eines Streumittelkorns in einem Rad-schienen-spalt (135) zwischen einer Schiene (145) und einem Rad (140) des Schienenfahrzeugs (100) repräsentiert; und Bestimmen (710) eines Streumittelmengensignals (185), das eine Streumittelmenge an zermahlenden Streumittelkörnern während des Sandungsvorgangs (400) anzeigt, unter Verwendung des Zermahlsignals (175).

Claims

1. Device (115) for monitoring a sanding process (400) for a sanding system (110) for a rail vehicle (100), **characterised in that** the device (115) has the following features:
an evaluation device (117), which is designed to read in a grinding signal (175) representing a grinding process sensed by a sensor device (180), which grinding process represents a grinding of at least one grit grain in a wheel-rail gap (135) between a rail (145) and a wheel (140) of the rail vehicle (100), and which is designed to determine, using the grinding signal (175), a grit quantity signal (185) indicating a grit quantity of ground grit grains during the sanding process (400).
2. Device (115) according to claim 1, having the sensor device (180), which is designed to sense the grinding process and to provide the grinding signal (175) representing the sensed grinding process.
3. Device (115) according to any of the preceding claims, in which the sensor device (180) is designed to detect an acceleration of an element (140, 150)

of the rail vehicle (100) or of a rail element (205) of a track device (200) and/or a sound wave and/or an acoustic signal.

4. Device (115) according to any of the preceding claims, having a transmitting device (225), which is designed to transmit the grit quantity signal (185) to a vehicle control unit (160) of the rail vehicle (100).
5. Device (115) according to any of the preceding claims, in which the evaluation device (117) is designed to evaluate the amplitude and/or the frequency (Hz) of the grinding signal (175) in order to determine the grit quantity signal (185).
6. Device (115) according to any of the preceding claims, in which the evaluation device (117) is designed to compare the grinding signal (175) to a fixed amplitude limit value in order to identify the grinding process and/or in order to determine and evaluate a frequency spectrum (600, 605) of the grinding signal (175) for determining the ground grit quantity.
7. Device (115) according to claim 6, in which the evaluation device (117) is designed to evaluate the frequency spectrum (600, 605) in order to determine the ground grit quantity within a defined period of time or within the entire sanding process (400).
8. Device (115) according to any of the preceding claims, having a comparison device (190), which is designed to output, using the grit quantity signal (185) and a set grit quantity signal representing an expected grit quantity of ground grit grains, a warning signal (192) if the grit quantity of ground grit grains deviates from the desired grit quantity of ground grit grains, and/or to output a confirmation signal if the grit quantity of ground grit grains corresponds to the desired grit quantity of ground grit grains.
9. Device (115) according to claim 8, in which the warning signal (192) is designed to indicate an information to a driver (195) of the rail vehicle (100) about an incorrect ground grit quantity.
10. Device (115) according to any of the preceding claims, in which the sensor device (180) and the evaluation device (170) are shaped as one component or as at least two separate components.
11. Sanding device (105) for a rail vehicle (100), wherein the sanding device (105) has a sanding system (110) and a device (115) according to any of the preceding claims.
12. Rail vehicle (100) having a sanding device (105) according to claim 11.

13. Rail vehicle (100) according to claim 12, in which at least the sensor device (180) is located at or in an axle bearing (150), a wheel axle, a wheel (140), a bogie (155) and/or an undercarriage of the rail vehicle (100).
14. Track device (200) having a rail element (205) and a device (115) according to any of claims 1 to 10, wherein at least the sensor device (180) is located at or in the rail element (205).
15. Method (700) for monitoring a sanding process (400) for a sanding system (110) for a rail vehicle (100), **characterised in that** the method (700) comprises at least the following steps:

reading in a grinding signal (175) representing a grinding process sensed by a sensor device (180), which grinding process represents a grinding of at least one grit grain in a wheel-rail gap (135) between a rail (145) and a wheel (140) of the rail vehicle (100); and
determining a grit quantity signal (185) indicating a grit quantity of ground grit grains during the sanding process (400), using the grinding signal (175).

Revendications

1. Système (115) de contrôle d'une opération (400) de sablage d'une installation (110) de sablage pour un véhicule (100) ferroviaire, **caractérisé en ce que** le système (115) a les caractéristiques suivantes : un dispositif (170) d'analyse, qui est constitué pour lire un signal (175) de broyage, qui représente, détectée par un dispositif (180) capteur, une opération de broyage, qui représente un broyage d'au moins un grain d'agent d'épandage dans un intervalle (135) roue - rail entre un rail (145) et une roue (140) du véhicule (100) ferroviaire, et qui est constitué pour déterminer, en utilisant le signal (175) de broyage, un signal (185) de quantité d'agents d'épandage, qui indiquent une quantité d'agent d'épandage en grains d'agent d'épandage broyés pendant l'opération (400) de sablage.
2. Système (115) suivant la revendication 1, comprenant le dispositif (180) capteur, qui est constitué pour détecter l'opération de broyage et pour disposer du signal (175) de broyage représentant l'opération de broyage détectée.
3. Système (115) suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (180) capteur est constitué pour détecter une accélération d'un élément (140, 150) du véhicule (100) ferroviaire ou d'un élément (205) de rail d'un dispositif (200) de rail et/ou
- une onde sonore et/ou un signal acoustique.
4. Système (115) suivant l'une des revendications précédentes, comprenant un dispositif (225) d'envoi, qui est constitué pour envoyer le signal (185) de quantité d'agent d'épandage à une commande (160) du véhicule (100) ferroviaire.
5. Système (115) suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (170) d'analyse est constitué pour analyser l'amplitude et/ou la fréquence (Hz) du signal (175) de broyage, afin de déterminer le signal (185) de quantité d'agent d'épandage.
6. Système (115) suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (170) d'analyse est constitué pour comparer le signal (175) de broyage à une valeur limite d'amplitude fixée, afin de détecter l'opération de broyage et/ou de déterminer et d'analyser un spectre (600, 605) de fréquence du signal (175) de broyage, afin de déterminer la quantité d'agent d'épandage broyée.
7. Système (115) suivant la revendication 6, dans lequel le dispositif (170) d'analyse est constitué pour analyser le spectre (600, 605) de fréquence, afin de déterminer la quantité d'agent d'épandage broyée dans un laps de temps déterminé ou dans toute l'opération (400) de sablage.
8. Système (115) suivant l'une des revendications précédentes, comprenant un dispositif (190) de comparaison, qui est constitué pour, en utilisant le signal (185) de quantité d'agent d'épandage et un signal de consigne de quantité d'agent d'épandage, qui représente une quantité escomptée d'agent d'épandage en grains broyés d'agent d'épandage, donner un signal (192) d'alerte, si la quantité d'agent d'épandage en grains broyée d'agent d'épandage s'écarte de la quantité souhaitée d'agent d'épandage en grains d'agents d'épandage broyés et/ou donner un signal d'actionnement, si la quantité d'agent d'épandage en grains d'agent d'épandage broyée correspond à la quantité d'agent d'épandage en grains d'agent d'épandage broyés.
9. Système (115) suivant la revendication 8, dans lequel le signal (192) d'alerte est constitué pour indiquer, à un conducteur (195) du véhicule (100) ferroviaire, une information sur une quantité incorrecte d'agent d'épandage broyée.
10. Système (115) suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (180) capteur et le dispositif (170) d'analyse sont formés en une pièce ou sont formés en au moins deux pièces distinctes.

11. Système (105) de sablage pour un véhicule (100) ferroviaire, dans lequel le système (105) de sablage a une installation (110) de sablage et un système (115) suivant l'une des revendications précédentes. 5
12. Véhicule (100) ferroviaire ayant un système (105) de sablage suivant la revendication 11.
13. Véhicule (100) ferroviaire suivant la revendication 12, dans lequel au moins le dispositif (180) capteur est monté sur ou dans un palier (150) d'essieu, un essieu, une roue (140), un bogie (155) et/ou une infrastructure du véhicule (100) ferroviaire. 10
14. Système (200) de voie comprenant un élément (205) de rail et un système (115) suivant l'une des revendications 1 à 10, dans lequel au moins le dispositif (180) capteur est monté sur ou dans l'élément (205) de rail. 15
15. Procédé (700) de contrôle d'une opération (400) d'une installation (110) de sablage pour un véhicule (100) ferroviaire, **caractérisé en ce que** le procédé (700) a au moins les stades suivants : 20
- lecture (705) d'un signal (175) de broyage, qui représente une opération, détectée par un dispositif (180) capteur, de broyage, qui représente un broyage d'au moins un grain d'agent d'épandage dans un intervalle (135) roue - rail entre un rail (145) et une roue (140) du véhicule (100) ferroviaire ; et 25
- détermination (710) d'un signal (185) de quantité d'agent d'épandage, qui indique une quantité d'agent d'épandage en grains d'agents d'épandage broyés pendant l'opération (400) de sablage, en utilisant le signal (175) de broyage. 30
- 35

40

45

50

55

Fig. 1

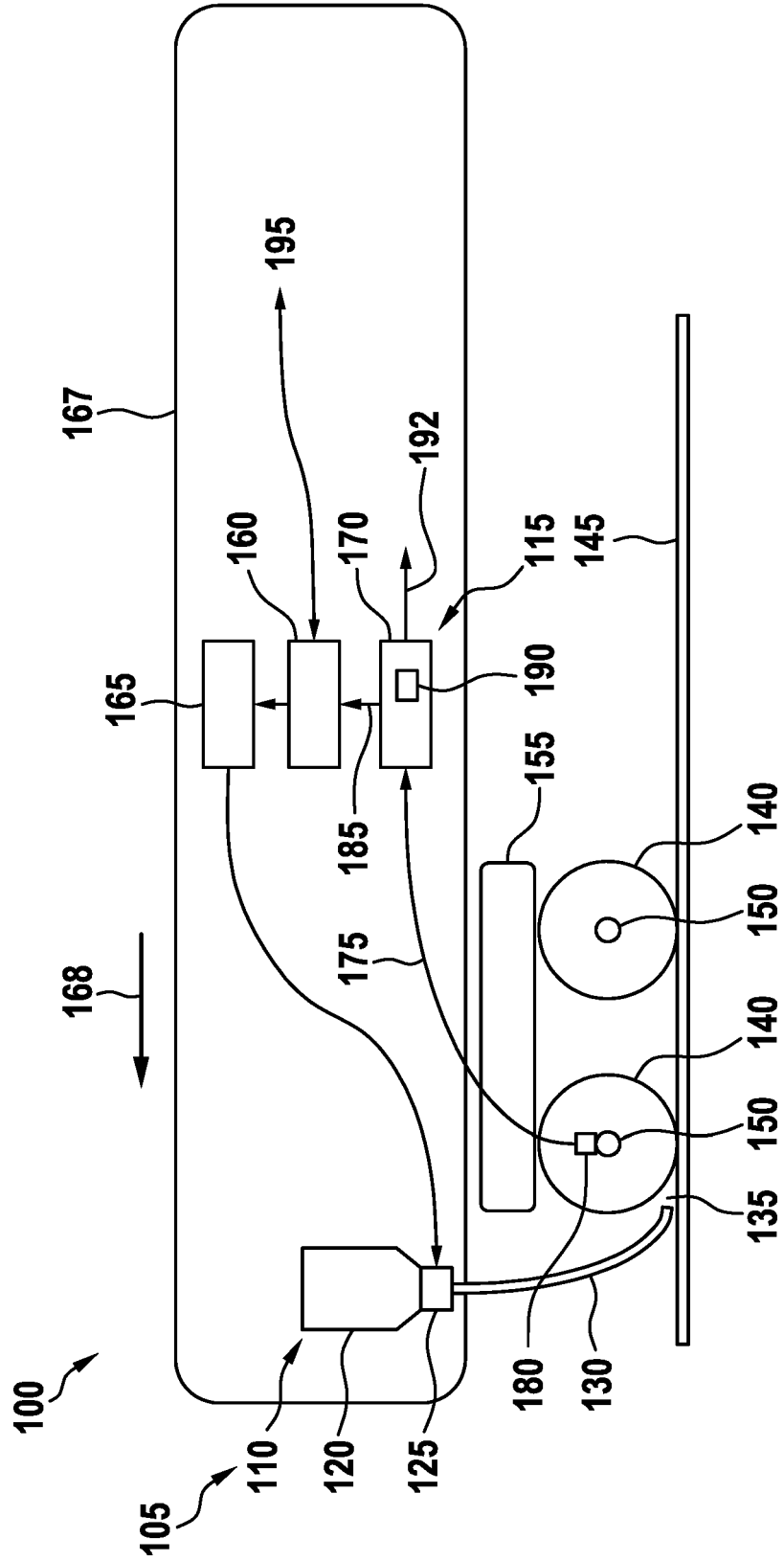


Fig. 2

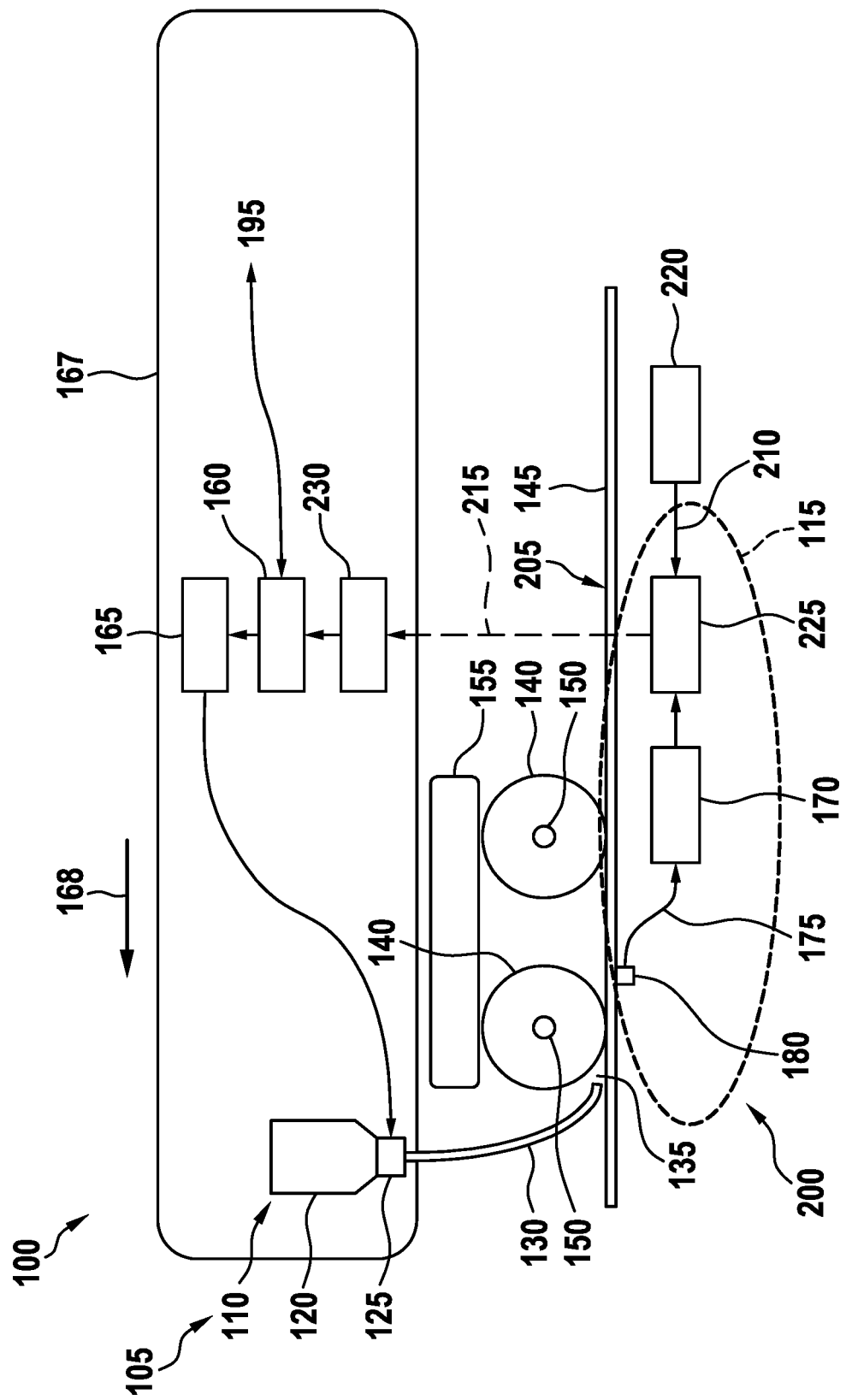


Fig. 3

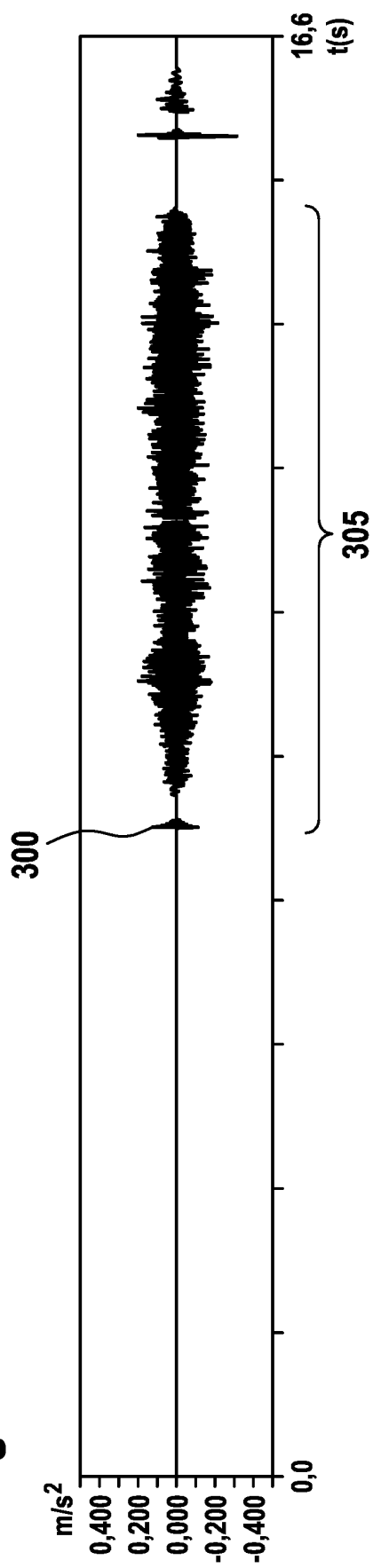


Fig. 4

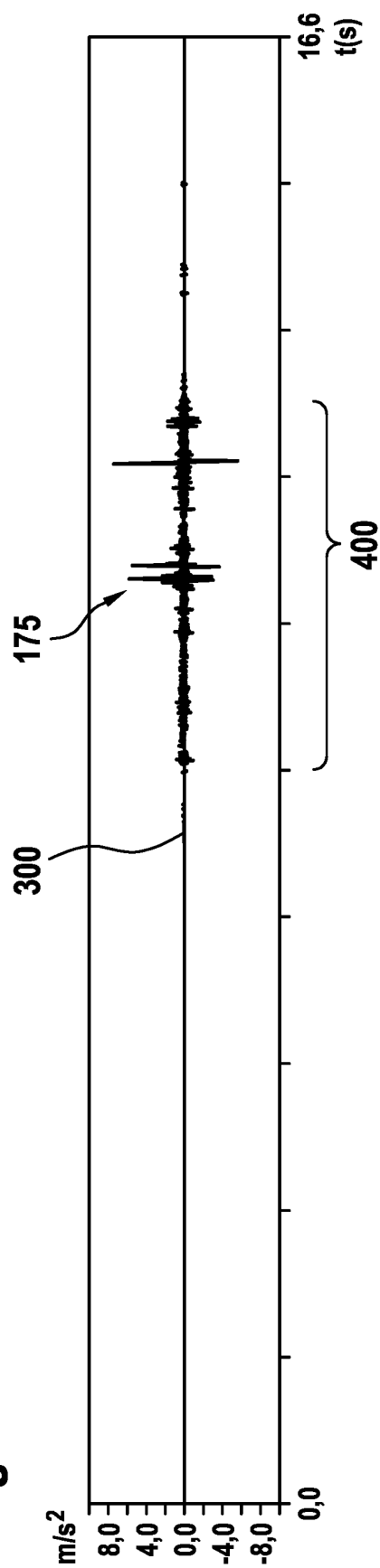


Fig. 5



Fig. 6

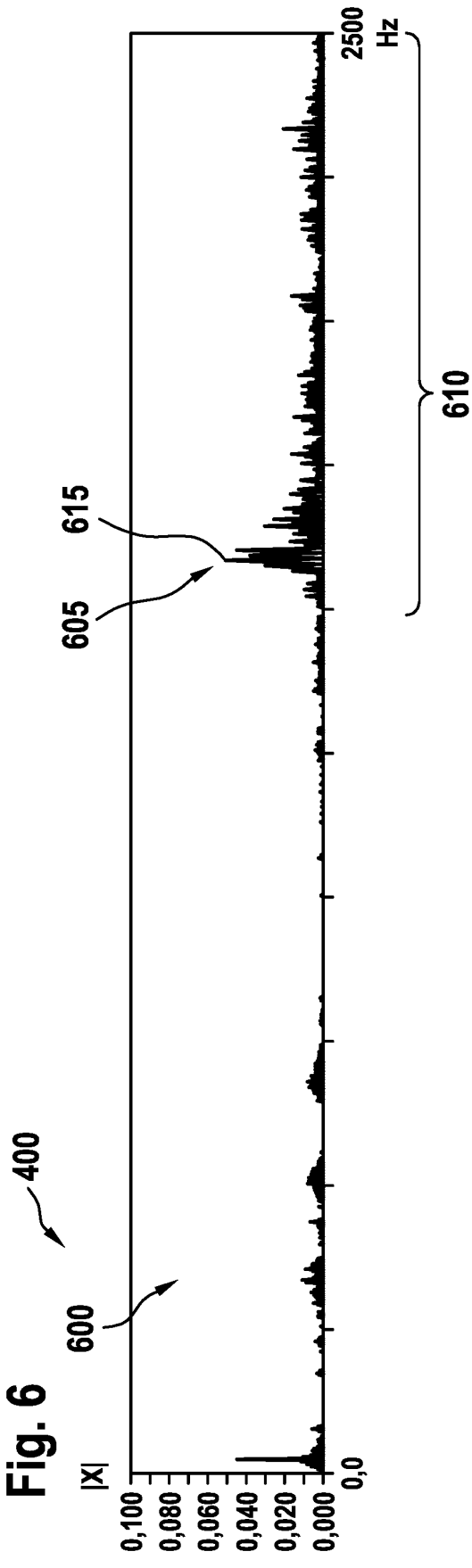
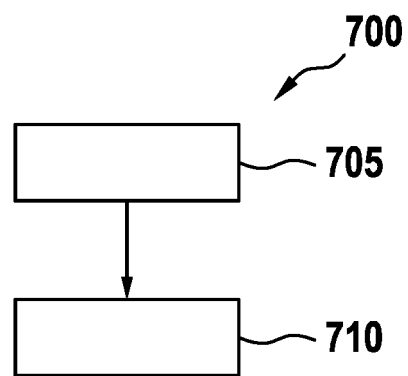


Fig. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2014108316 A1 [0002]