

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 493/2017
(22) Anmeldetag: 21.12.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2019

(51) Int. Cl.: **E01B 27/16** (2006.01)
E01B 35/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2017129215 A1
GB 2451310 A
EP 3239398 A1
DE 2558236 A1

(71) Patentanmelder:
Plasser & Theurer Export von
Bahnbaumaschinen Gesellschaft m. b. H.
1010 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Haas Franz Dipl.Ing.
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine sowie Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung und Gleisbaumaschine**

(57) Bei einem Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats (8) einer Gleisbaumaschine (1) wird zunächst eine Gleisbaumaschine (1) mit einem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (21) bereitgestellt. Das Stopfaggregat (8) wird relativ zu dem Gleisbett (21) verlagert. Eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende und zum Verlagern erforderliche Antriebskraft (F_A) sowie eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende Beschleunigung (a_z) werden ermittelt. Eine zwischen dem Stopfaggregat (8) und dem Gleisbett (21) wirkende Schotterkraft (F_s) wird anhand der Antriebskraft (F_A) und der Beschleunigung (a_z) bestimmt und ausgewertet.

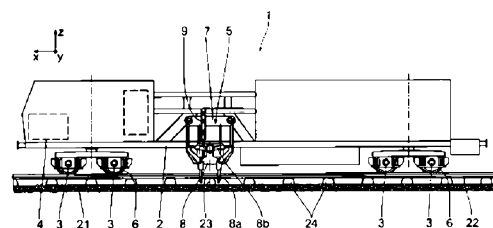
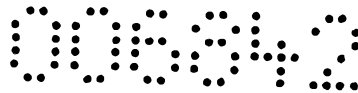


Fig. 1



Zusammenfassung

Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine sowie Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung und Gleisbaumaschine

Bei einem Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats (8) einer Gleisbaumaschine (1) wird zunächst eine Gleisbaumaschine (1) mit einem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (21) bereitgestellt. Das Stopfaggregat (8) wird relativ zu dem Gleisbett (21) verlagert. Eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende und zum Verlagern erforderliche Antriebskraft (F_A) sowie eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende Beschleunigung (a_z) werden ermittelt. Eine zwischen dem Stopfaggregat (8) und dem Gleisbett (21) wirkende Schotterkraft (F_S) wird anhand der Antriebskraft (F_A) und der Beschleunigung (a_z) bestimmt und ausgewertet.

(Fig. 1)

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine sowie Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung und Gleisbaumaschine

Gebiet der Technik

- [01] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine und ferner eine Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung sowie eine Gleisbaumaschine.

Stand der Technik

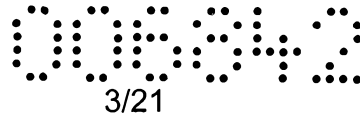
- [02] Schienengeführte Gleisbaumaschinen werden zum Instandhalten eines Gleisbetts verwendet. Derartige Gleisbaumaschinen weisen zur Gleisbettverdichtung eine Stopfvorrichtung mit einem verlagerbaren Stopfaggregat auf. Das Stopfaggregat wird im Betrieb wiederholt zwischen einer Rückstellposition, in der das Stopfaggregat außer Eingriff mit dem Gleisbett steht und einer Eingriffsposition, in der das Stopfaggregat in Eingriff mit dem Gleisbett steht, verlagert. Hierbei wirken hohe statische und dynamische Belastungen auf das Stopfaggregat ein. Zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit stark beanspruchter Teile des Stopfaggregats werden regelmäßig zeit- und kostenintensive Kontroll- und Wartungsarbeiten durchgeführt.

Zusammenfassung der Erfindung

- [03] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine zu schaffen, das die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit des Stopfaggregats erhöht.
- [04] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass die zwischen dem Stopfaggregat und dem Gleisbett, insbesondere entlang einer Verlagerungsrichtung des Stopfaggregats, wirkende Schotterkraft für die Beanspruchung des Stopfaggregats wesentlich ist und dass diese anhand der Antriebskraft und der Beschleunigung exakt bestimmt werden kann.

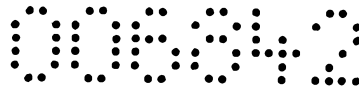
Durch das Bestimmen und Auswerten der Schotterkraft kann das Stopfaggregat effizient und wirtschaftlich betrieben werden. Beispielsweise können stark beanspruchte Teile identifiziert und beanspruchungsgerecht ausgelegt und gewartet werden. Die Bearbeitung des Gleisbetts kann zudem unter Gewährleistung eines hohen Verhältnisses zwischen einer Bearbeitungsgeschwindigkeit und eines Energieverbrauchs und unter Berücksichtigung der für den Verschleiß wesentlichen Schotterkräfte derart erfolgen, dass die zu erwartender Stillstandszeiten durch Wartungsarbeiten reduziert sind. Durch das Bestimmen und Auswerten der Schotterkraft können somit die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine gesteigert werden.

- [05] Das Verlagern des Stopfaggregats relativ zu dem Gleisbett erfolgt zumindest, insbesondere ausschließlich, in vertikaler Richtung. Das Verlagern des Stopfaggregats erfolgt vorzugsweise zwischen der Rückstellposition und der Eingriffsposition. In der Rückstellposition ist das Stopfaggregat angehoben und steht außer Eingriff mit dem Gleisbett. Insbesondere kann das Stopfaggregat in der Rückstellposition in vertikaler Richtung derart angeordnet sein, dass es vollständig oberhalb von Bahnschwellen und/oder von Gleisen positioniert ist. Vorzugsweise weist das Stopfaggregat mindestens zwei, insbesondere mindestens vier Stopfpickel auf. In der Eingriffsposition taucht das Stopfaggregat, insbesondere die mindestens zwei Stopfpickel, in das Gleisbett ein. In einer zwischen der Rückstellposition und der Eingriffsposition angeordneten Zustellposition tritt das Stopfaggregat mit dem Gleisbett in Kontakt. Die Gleisbettverdichtung kann während des Verlagerns von der Zustellposition bis zu der Eingriffsposition erfolgen.
- [06] Zum Bestimmen der Schotterkraft wird die auf das Stopfaggregat wirkende und zum Verlagern erforderliche Antriebskraft bestimmt. Unter der Antriebskraft wird diejenige Kraft verstanden, die zum Verlagern des Stopfaggregats zwischen der Rückstellposition und der Eingriffsposition, insbesondere in vertikaler Richtung, erforderlich ist. Die Antriebskraft kann beispielsweise mittels eines Kraftsensors erfasst werden. Die Antriebskraft kann an dem Stopfaggregat und/oder an dem Aggregatträger und/oder an



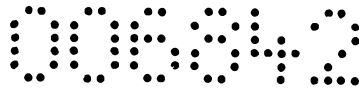
einer zwischen dem Stopfaggregat und dem Aggregatträger wirkenden Antriebseinrichtung erfasst werden.

- [07] Zum Ermitteln der auf das Stopfaggregat wirkenden Beschleunigung kann ein Beschleunigungssensors verwendet werden. Die Beschleunigung kann an dem Stopfaggregat und/oder an der Antriebseinrichtung erfasst werden.
- [08] Die Schotterkraft wird anhand der Antriebskraft und der Beschleunigung bestimmt. Unter der Schotterkraft wird diejenige Kraft verstanden, die zwischen dem Gleisbett und dem Stopfaggregat, insbesondere den mindestens zwei Stopfpickeln, wirkt und entlang der Verlagerung zwischen der Rückstellposition und der Eingriffsposition, insbesondere in vertikaler Richtung, orientiert ist. Durch Berücksichtigung sowohl der Antriebskraft als auch der Beschleunigung des Stopfaggregats kann die Schotterkraft trotz der rauen Einsatzbedingungen zuverlässig und genau bestimmt werden.
- [09] Ein Verfahren nach Anspruch 2 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Die Position des Stopfaggregats, insbesondere in vertikaler Richtung, kann besonders zuverlässig und robust erfasst werden. Zum Verlagern des Stopfaggregats verwendete Positionssensoren können verwendet werden, womit die Integration zusätzlicher Sensoren entfällt. Das Erfassen der Beschleunigung ist somit besonders wirtschaftlich. Die Position kann an der Antriebseinrichtung erfasst werden. Die Position kann auch an einer Lagereinrichtung erfasst werden, mittels derer das Stopfaggregat relativ zu dem Aggregatträger gelagert ist. Die Position kann mittels eines Positionssensors, insbesondere eines Weggebers oder eines Drehgebers, in Form eines Potentiometers oder eines Hall-Sensors oder eines Seillängengebers erfasst werden. Zum Erfassen der zeitlichen Änderung der Position kann der zeitliche Verlauf der Position mittels einer Auswerteeinheit nach der Zeit differenziert oder die Änderung der Position über einen diskreten Zeitschritt bestimmt werden. Aus der zeitlichen Änderung der Position, also der Geschwindigkeit, wird die Beschleunigung als zeitliche Änderung der Geschwindigkeit bestimmt. Vorzugsweise werden die Position und damit die Beschleunigung relativ zu dem Aggregatträger erfasst. Unter



Berücksichtigung der Erdbeschleunigung kann die absolute Beschleunigung des Stopfaggregats bestimmt werden.

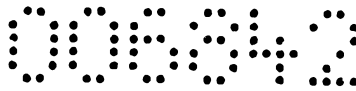
- [10] Ein Verfahren nach Anspruch 3 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Unter Berücksichtigung der von der Masse abhängigen Trägheitskraft kann die Schotterkraft besonders genau bestimmt werden. Die Masse des Stopfaggregats kann vor dem Einbau in die Gleisbaumaschine oder an der Gleisbaumaschine verbaut gewogen werden. Alternativ kann die Masse des Stopfaggregats in der Rückstellposition durch Erfassen der Antriebskraft bestimmt werden. Im unbeschleunigten Zustand kann die Gewichtskraft und damit die Masse des Stopfaggregats anhand der Antriebskraft bestimmt werden.
- [11] Ein Verfahren nach Anspruch 4 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Die fluidisch betätigte Antriebseinrichtung ist im Betrieb robust und gewährleistet die Bereitstellung der für die Bearbeitung des Gleisbetts notwendigen Leistung. Das Ermitteln der Antriebskraft durch Erfassen mindestens eines auf die Antriebseinrichtung wirkenden Fluiddrucks kann besonders robust erfolgen. Durch Verwendung von für die Druckregelung notwendigen Drucksensoren kann das Stopfaggregat durch Vermeidung von Redundanzen besonders wirtschaftlich hergestellt werden. Die Antriebseinrichtung weist vorzugsweise mindestens einen Hydraulikzylinder und/oder mindestens einen Pneumatikzylinder auf. Ein innerhalb des jeweiligen Zylinders geführter Kolben ist mit einer Kolbenstange verbunden und weist eine der Kolbenstange zugewandte Kolbenringfläche und eine der Kolbenringfläche gegenüberliegende Kolbenfläche auf. Vorzugsweise erfolgt das Erfassen des Fluiddrucks durch Erfassen eines auf die Kolbenfläche wirkenden Kolbendrucks und/oder eines auf die Kolbenringfläche wirkenden Kolbenringdrucks.
- [12] Ein Verfahren nach Anspruch 5 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Beim Betrieb der Gleisbaumaschine wird das Stopfaggregat, insbesondere die mindestens zwei Stopfpickel, die Antriebseinrichtung und die Lagereinrichtung, stark mechanisch beansprucht. Die Schotterkraft ist für die Beanspruchung des



- Stopfaggregats wesentlich. Durch das Auswerten der Beanspruchung anhand der Schotterkraft kann die Gleisbaumaschine robust ausgelegt und effizient und wirtschaftlich betrieben werden.
- [13] Ein Verfahren nach Anspruch 6 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Beim Verlagern des Stopfaggregats zwischen der Rückstellposition und der Eingriffsposition variiert die auf das Stopfaggregat wirkende Schotterkraft erheblich. Durch das Bestimmen der Beanspruchung anhand des zeitlichen Verlaufs der Schotterkraft können Änderungen der Schotterkraft berücksichtigt werden. Vorzugsweise wird die Beanspruchung des Stopfaggregats über mindestens einen Stopfzyklus bestimmt. Ein Stopfzyklus umfasst das Verlagern des Stopfaggregats aus der Rückstellposition in die Eingriffsposition und zurück von der Eingriffsposition in die Rückstellposition. Die Beanspruchung des Stopfaggregats kann auch über die gesamte Betriebsdauer des Stopfaggregats bestimmt werden. Vorzugsweise wird die Beanspruchung des Stopfaggregats, insbesondere der mindestens zwei Stopfpickel, mindestens über die Dauer eines Stopfzyklus, insbesondere über mehrere Stopfzyklen, und insbesondere über die gesamte Betriebsdauer, bestimmt. Neben der statischen Beanspruchung gewährleistet der zeitliche Verlauf der Schotterkraft auch Rückschlüsse auf die dynamische Beanspruchung des Stopfaggregats. Mit Kenntnis der dynamischen Beanspruchung können Wartungszyklen optimiert und der Wartungsaufwand reduziert werden.
- [14] Ein Verfahren nach Anspruch 7 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Abhängig von dem zu bearbeitenden Gleisbett variiert die Schotterkraft innerhalb und zwischen verschiedenen Stopfzyklen. Es wurde erkannt, dass für die Beanspruchung des Stopfaggregats die Schotterkraft-Amplituden, also die Amplituden der wechselnden Schotterkraft, von wesentlicher Bedeutung sind. Zum Bestimmen der Schotterkraft-Amplituden kann der zeitliche Verlauf der Schotterkraft zwischen einem ersten und einem zweiten Messpunkt erfasst werden, wobei die Schotterkraft zu dem ersten und zu dem zweiten Messpunkt gleich groß ist und wobei der zweite Messpunkt durch das erstmalige Wiedererreichen dieser Schotterkraft bestimmt ist. Die

Schotterkraft-Amplitude wird als Differenz zwischen dem maximalen Schotterkraftwert und dem minimalen Schotterkraftwert zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt bestimmt.

- [15] Ein Verfahren nach Anspruch 8 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Zum Bestimmen des Lastkollektivs wird die Summenhäufigkeit der Schotterkraft-Amplituden ermittelt. Vorzugsweise wird die Bandbreite der auftretenden Schotterkraft-Amplituden zunächst in Schotterkraft-Amplituden-Abschnitte unterteilt. Zum Bestimmen des Lastkollektivs kann die Häufigkeit der auftretenden und in den jeweiligen Schotterkraft-Amplituden-Abschnitt fallenden Schotterkraft-Amplitude gezählt werden. Das Lastkollektiv gibt damit Aufschluss über die Höhe und Häufigkeit der auf das Stopfaggregat wirkenden wechselnden Beanspruchung. Das Lastkollektiv ist somit besonders zur Auswertung der auf das Stopfaggregat wirkenden dynamischen Beanspruchung geeignet.
- [16] Ein Verfahren nach Anspruch 9 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Beim Eindringen der mindestens zwei Stopfpickel in das Gleisbett wird zwischen dem Stopfaggregat und dem Gleisbett die Schotterarbeit übertragen. Die Schotterarbeit korreliert mit der Beanspruchung des Stopfaggregats. Mittels der Schotterarbeit kann die Beanspruchung des Stopfaggregats besonders effizient bestimmt werden. Zum Bestimmen der Schotterarbeit können die Schotterkraft und die Position jeweils nach bestimmten Zeitschritten bestimmt werden. Anschließend kann die Änderung der Position über diesen Zeitschritt mit der Schotterkraft, insbesondere der über diesen Zeitschritt mittleren Schotterkraft, multipliziert werden. Alternativ kann die Schotterkraft auch über die Position integriert werden.
- [17] Ein Verfahren gemäß Anspruch 10 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Zum Bestimmen des Verschleißzustands kann die auf das Stopfaggregat wirkende Beanspruchung mit einer maximal zulässigen Beanspruchung verglichen werden. Anhand des Verschleißzustands kann eine Prognose aufgestellt werden, wie lange das Stopfaggregat noch betrieben werden kann, bevor ein Versagen eintritt, insbesondere bevor einzelne Teile des



Stopfaggregats versagen. Anhand des Verschleißzustands kann auch auf die Notwendigkeit von Instandhaltungsarbeiten, insbesondere von einem Austausch des Stopfaggregats, geschlossen werden. Mit Kenntnis des Verschleißzustands kann die Gleisbaumaschine, insbesondere das Stopfaggregat, unter Ausschöpfung der tatsächlichen Lebensdauer länger betrieben werden, wodurch Stillstandszeiten reduziert und in Instandhaltungskosten verringert werden.

- [18] Ein Verfahren nach Anspruch 11 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Das Einstellen mindestens eines Prozessparameters zur Steuerung des Stopfaggregats anhand der Beanspruchung gewährleistet eine Einflussnahme auf die Beanspruchung des Stopfaggregats. Als Prozessparameter kommen beispielsweise infrage, eine Frequenz und/oder eine Amplitude der auf den mindestens einen Stopfpickel übertragenen Schwingungs- und/oder der Verlagerungskomponente, eine Stellgeschwindigkeit des Stopfaggregats zwischen der Rückstellposition und der Eingriffsposition, die Beschleunigung des Stopfaggregats und der auf die Antriebseinrichtung wirkende Fluiddruck. Vorteilhaft wird hierdurch erreicht, dass der mindestens eine Prozessparameter in Abhängigkeit von dem zu bearbeitenden Gleisbett und der aus der Beschaffenheit des jeweiligen Gleisbetts resultierenden Beanspruchung eingestellt werden kann. Abhängig von dem Gleisbett können somit der Energieverbrauch und die Bearbeitungsgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der auf das Stopfaggregat wirkende Beanspruchung optimiert werden.
- [19] Ein Verfahren nach Anspruch 12 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Durch Änderung mindestens eines Prozessparameters beim Überschreiten eines Schwellenwerts der Beanspruchung kann sowohl einer Überbeanspruchung des Stopfaggregats als auch einer zu geringen Bearbeitungsgeschwindigkeit des Gleisbetts entgegengesteuert werden. Vorzugsweise wird der mindestens eine Prozessparameter bei Überschreiten eines oberen Schwellenwerts derart reduziert, dass die Beanspruchung des Stopfaggregats abnimmt. Bei Unterschreiten eines unteren Schwellenwerts kann der mindestens eine

Prozessparameter dahingehend geändert werden, dass die Beanspruchung zunimmt. Vorteilhaft wird durch einen Differenzbetrag zwischen dem oberen und dem unteren Schwellenwert erreicht, dass der mindestens eine Prozessparameter nicht einem ständigen Wechsel unterliegt.

- [20] Ein Verfahren nach Anspruch 13 gewährleistet die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Durch das Einstellen des mindestens einen Prozessparameters dahingehend, dass ein Beanspruchungs-Grenzwert nicht überschritten wird, kann ein Versagen des Stopfaggregats, insbesondere der mindestens zwei Stopfpickel, zuverlässig verhindert werden. Der Beanspruchungs-Grenzwert kann ein statischer und/oder dynamischer, insbesondere experimentell ermittelter, Festigkeitswert des Stopfaggregats, insbesondere einzelner Teile des Stopfaggregats, sein. Der mindestens eine Prozessparameter kann anhand der Beanspruchung kontinuierlich geändert werden oder die Änderung kann in diskreten Schritten erfolgen. Beispielsweise kann eine Schwingfrequenz der mindestens zwei Stopfpickel kontinuierlich zwischen 30 Hz und 50 Hz verändert werden. Alternativ beträgt die Schwingfrequenz in einem ersten Modus 35 Hz und in einem zweiten Modus 45 Hz. Das Stopfaggregat kann in dem ersten und in dem zweiten Modus betrieben werden, wobei anhand der Beanspruchung zwischen dem ersten Modus und dem zweiten Modus umgeschaltet werden kann. Das Stopfaggregat kann in mehr als zwei Betriebsmodi betreibbar sein. Jeder Betriebsmodus unterscheidet sich von einem anderen Betriebsmodus in mindestens einem Prozessparameter.
- [21] Anhand der Schotterkraft und/oder der Beanspruchung können unterschiedliche Typen von Stopfaggregaten untereinander verglichen und bewertet werden. Die Schotterkraft und/oder die Beanspruchung können auch zur Optimierung des Stopfaggregats, insbesondere der Kinematik und/oder der Lagerung und/oder der verwendeten Materialien und/oder der konstruktiven Ausgestaltung, verwendet werden.
- [22] Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung zu schaffen, die eine erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit aufweist.

- [23] Diese Aufgabe wird durch eine Stopfvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Die Vorteile der erfindungsgemäßen Stopfvorrichtung entsprechen den Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Stopfvorrichtung kann insbesondere mit den Merkmalen mindestens einer der Ansprüche 1 bis 13 weitergebildet werden. Vorzugsweise ist das Stopfaggregat an dem Aggregatträger in vertikaler Richtung verschiebbar gelagert. Die Antriebseinrichtung kann einen Hydraulikzylinder aufweisen. Zum Eingriff in das Gleisbett umfasst das Stopfaggregat vorzugsweise mindestens zwei, insbesondere mindestens vier Stopfpickel. Die Antriebskraft-Sensorik kann mindestens einen Drucksensor und/oder mindestens einen Kraftsensor aufweisen. Die Beschleunigungs-Sensorik kann mindestens einen Geschwindigkeits-Sensor und/oder mindestens einen Positions-Sensor und/oder mindestens einen Beschleunigungs-Sensor aufweisen. Der Positions-Sensor kann als berührungsloser Sensor ausgebildet sein. Der Positions-Sensor kann zwischen dem Stopfaggregat und dem Aggregatträger, insbesondere an der Antriebseinrichtung angeordnet sein. Vorzugsweise ist der mindestens eine Positions-Sensor als Potentiometer und/oder als Hall-Sensor und/oder als Seillängengeber ausgebildet.
- [24] Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine Gleisbaumaschine mit einer Stopfvorrichtung zu schaffen, die eine erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit aufweist.
- [25] Diese Aufgabe wird durch eine Gleisbaumaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Die Vorteile der erfindungsgemäßen Gleisbaumaschine entsprechen den Vorteilen der erfindungsgemäßen Stopfvorrichtung. Die Gleisbaumaschine kann insbesondere mit den Merkmalen mindestens einer der Ansprüche 1 bis 14 weitergebildet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- [26] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der Nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer schienengeführten Gleisbaumaschine mit einer Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung,
- Fig. 2 eine schematische Vorderansicht der Stopfvorrichtung in Fig. 1, wobei die Stopfvorrichtung ein Stopfaggregat mit vier Stopfpickeln aufweist und wobei die Stopfpickel in Eingriff mit einem Gleisbett stehen,
- Fig. 3 eine schematische Seitenansicht der Stopfvorrichtung in Fig. 1, wobei eine Antriebskraft, eine Trägheitskraft und eine Schotterkraft auf das Stopfaggregat wirken,
- Fig. 4 Verläufe der Antriebskraft, der Trägheitskraft und der Schotterkraft über der Zeit und für einen einzelnen Stopfzyklus,
- Fig. 5 Verlauf der Schotterkraft über der Zeit für sechs Stopfzyklen,
- Fig. 6 Verlauf erfasster Lastamplituden der Schotterkraft über einer Lastspielzahl und
- Fig. 7 Verläufe einer Position des Stopfaggregats, der Schotterkraft und einer Schotterarbeit über der Zeit.

Beschreibung der Ausführungsformen

- [27] Eine Gleisbaumaschine 1 weist einen Maschinenrahmen 2, mindestens zwei an den Maschinenrahmen 2 gelagerte Achsen 3, einen Maschinenantrieb 4 und eine Stopfvorrichtung 5 zur Gleisbettverdichtung auf. Die Achsen 3 sind entlang einer horizontalen x-Richtung zueinander beanstandet an der Gleisbaumaschine 1 angeordnet. Die x-Richtung bildet zusammen mit einer vertikalen z-Richtung und einer horizontalen y-Richtung ein maschinenfestes Koordinatensystem. An den Achsen 3 sind schienenführbare Räder 6 drehbar gelagert. Der Maschinenantrieb 2 ist zum Drehantreiben der Räder 6 mindestens einer der Achsen 3 ausgebildet.
- [28] Die Stopfvorrichtung 5 weist einen Aggregatträger 7 und ein in z-Richtung relativ zu diesem gelagertes Stopfaggregat 8 auf. Das Stopfaggregat 8 umfasst vier Stopfpickel 8a und einen Verdichtungsantrieb 8b. Die Stopfpickel 8a sind jeweils an einem Stopfpickelträger 8c angebracht und über diesen um eine Trägerachse 8d drehbar gelagert. Mittels des

Verdichtungsantriebs 8b sind die Stopfpickelträger 8c um die jeweilige Trägerachse 8d drehantreibbar.

- [29] Die Stopfvorrichtung 5 ist über den Aggregatträger 7 an dem Maschinenrahmen 2 angebracht. Das Stopfaggregat 8 ist relativ zu dem Aggregatträger 7 verlagerbar. Hierzu ist zwischen dem Aggregatträger 7 und dem Stopfaggregat 8 ein Linearlager 10 ausgebildet. Das Linearlager 10 weist an dem Aggregatträger 7 angebrachte Lagerschienen 11 und mit dem Stopfaggregat 8 verbundene Lagerhülsen 12 auf.
- [30] Die Stopfvorrichtung weist ferner eine Antriebseinrichtung 9 auf. Die Antriebseinrichtung 9 umfasst einen Hydraulikzylinder 13. Der Hydraulikzylinder 13 wirkt zwischen dem Aggregatträger 7 und dem Stopfaggregat 8. In dem Hydraulikzylinder 13 ist ein Hydraulikkolben 14 mit einer mit einer daran angebrachten Kolbenstange 15 linear verschiebbar gelagert. Der Hydraulikkolben 14 weist eine der Kolbenstange 15 zugewandte Kolbenringfläche A_{KR} sowie eine der Kolbenstange 15 abgewandte Kolbenfläche A_K auf. Ein Kolbendruck p_K einer in dem Hydraulikzylinder 13 befindlichen Hydraulikflüssigkeit wirkt dabei auf die Kolbenfläche A_K . Ein Kolbenringdruck p_{KR} der Hydraulikflüssigkeit wirkt auf die Kolbenringfläche A_{KR} . Aus dem auf die Kolbenfläche A_K wirkenden Kolbendruck p_K und dem auf die Kolbenringfläche A_{KR} wirkenden Kolbenringdruck p_{KR} resultiert eine insgesamt über die Kolbenstange 15 auf das Stopfaggregat 8 übertragene Antriebskraft F_A .
- [31] Die Stopfvorrichtung 1 weist eine Antriebskraft-Sensorik zum Erfassen einer zu der Antriebskraft F_A korrespondierenden ersten Messgröße p_K , p_{KR} , F_A auf. Die Antriebskraft-Sensorik umfasst einen Kolbendruck-Sensor 16 zum Erfassen des Kolbendrucks p_K und einen Kolbenringdruck-Sensor 17 zum Erfassen des Kolbenringdrucks p_{KR} . Aus dem auf die Kolbenfläche A_K wirkenden Kolbendruck p_K und aus dem auf die Kolbenringfläche A_{KR} wirkenden Kolbenringdruck p_{KR} kann auf die insgesamt über die Kolbenstange 15 auf das Stopfaggregat 8 wirkende Antriebskraft F_A geschlossen werden. Die Antriebskraft F_A berechnet sich wie folgt:

$$F_A = p_{KR} \cdot A_{KR} - p_K \cdot A_K \quad (1)$$

- [32] Die Stopfvorrichtung 1 weist eine Beschleunigungs-Sensorik zum Erfassen einer zu einer Beschleunigung a_z des Stopfaggregats 8 korrespondierenden zweiten Messgröße auf, der Position z und/oder der Geschwindigkeit v_z . Die Beschleunigung-Sensorik ist in Form eines Wegaufnehmers 18 ausgebildet. Der Wegaufnehmer 18 ist an dem Aggregatträger 7 und an dem Stopfaggregat 8 angebracht. Der Wegaufnehmer 18 ist zum Erfassen der Position z und der Geschwindigkeit v_z des Stopfaggregats 8 relativ zu dem Aggregatträger 7 in z -Richtung ausgebildet.
- [33] Zum Bestimmen der auf das Stopfaggregat 8 wirkenden Schotterkraft F_s umfasst die Stopfvorrichtung 5 eine Auswerteeinheit 19. Die Auswerteeinheit 19 steht in Signalverbindung mit dem Kolbendruck-Sensor 16, dem Kolbenringdruck-Sensor 17 sowie dem Wegaufnehmer 18. Zudem steht die Auswerteeinheit 19 in Signalverbindung mit einem Druckregler 20. Der Druckregler 20 ist zur Regelung des Kolbendrucks p_K und des Kolbenringdrucks p_{KR} auf je einen Sollwert ausgebildet. Der jeweilige Sollwert für den Kolbendruck p_K und den Kolbenringdruck p_{KR} ist von der Auswerteeinheit 19 vorgebar.
- [34] Nachfolgend sind der Betrieb der Gleisbaumaschine 1 und der Betrieb des Stopfaggregats 8 beschrieben:
- [35] Zum Anlegen und/oder Instandhalten eines Gleisbetts 21 wird die Gleisbaumaschine 1 mittels des Maschinenantriebs 4 auf einem Gleis 22 entlang der x -Richtung verfahren. Eine Mittelachse 23 der Stopfvorrichtung 5 wird dabei mittig über einer auf dem Gleisbett 21 angeordneten und die Gleise 22 tragenden Bahnschwelle 24 positioniert.
- [36] Zur Beginn des Prozesses zur Gleisbettverdichtung befindet sich das Stopfaggregat 8 in einer Rückstellposition 25. Die Lagerhülse 12 befindet sich an einem oberen Ende des Linearlagers 10 und die Kolbenstange 15 taucht weitgehend in den Hydraulikkolben 14 ein. Die an dem Stopfaggregat 8 angebrachten Stopfpickel 8a stehen außer Eingriff mit dem Gleisbett 21. Die Kolbenfläche A_K ist mit dem Kolbendruck p_K und die Kolbenringfläche A_{KR} ist mit dem Kolbenringdruck p_{KR} beaufschlagt. Mittels der Auswerteeinheit 19 wird die von dem Hydraulikkolben 14 auf das Stopfaggregat 8 wirkende Antriebskraft F_A bestimmt. Hierzu werden der

Kolbendruck p_K mit der Kolbenfläche A_K und der Kolbenringdruck p_{KR} mit der Kolbenringfläche A_{KR} multipliziert. Für die Antriebskraft F_A gilt somit:

$$F_A = p_{KR} \cdot A_{KR} - p_K \cdot A_K \quad (2)$$

- [37] In der Rückstellposition 25 ruht das Stopfaggregat 8 relativ zu dem Aggregatträger 7 und auf das Stopfaggregat 8 wirkt lediglich die Erdbeschleunigung g . Für die Beschleunigung a_z des Stopfaggregats 8 relativ zu dem Aggregatträger 7 gilt $a_z=0$ und für die Schotterkraft F_S gilt $F_S=0$. Für das Kräftegleichgewicht entlang der z -Richtung an dem Stopfaggregat 8 gilt:

$$\Sigma F_z = F_A + F_T + F_S = F_A - m \cdot (a_z + g) + F_S = 0 \quad (3)$$

- [38] Mittels der Auswerteeinheit 19 wird in der Rückstellposition 25 vor Aufnahme des Betriebs der Stopfvorrichtung 5 die Masse m des Stopfaggregats bestimmt. Unter Berücksichtigung der in der Rückstellposition 25 herrschenden Randbedingungen gilt für die Masse m :

$$m = F_A / g \quad (4)$$

- [39] Die Masse m des Stopfaggregats 8 wird in einem Speicherelement der Auswerteeinheit 19 gespeichert.

- [40] Die Verdichtung des Gleisbetts 21 ist in einzelne Stopfzyklen unterteilt. Entlang der z -Richtung wird das Stopfaggregat 8 während des Stopfzyklus aus der Rückstellposition 25 in eine Zustellposition 26 und eine Eingriffsposition 27 verlagert. In der Zustellposition 26 kontaktieren die Stopfpickel 8a das Gleisbett 21, dringen jedoch nicht in dieses ein. In der Eingriffsposition 27 dringen die Stopfpickel 8a in das Gleisbett 21 ein. Der Stopfzyklus ist beendet, wenn das Stopfaggregat 8 aus der Eingriffsposition 27 über die Zustellposition 26 wieder in die Rückstellposition 25 zurückverlagert ist. Die Schotterkraft F_S wird mittels der Auswerteeinheit 19 aus der Trägheitskraft F_T und der Antriebskraft F_A bestimmt. Zum Bestimmen der Trägheitskraft F_T wird zunächst die Geschwindigkeit v_z des Stopfaggregats 8 relativ zu dem Aggregatträger 7 in z -Richtung als Veränderung der Position z über die Zeit t bestimmt. Die Beschleunigung a_z wird wiederum als Veränderung der Geschwindigkeit v_z über die Zeit t bestimmt. Die Beschleunigung a_z wird damit wie folgt berechnet:

$$a_z(t) = \frac{dv_z(t)}{dt} = \frac{d^2z(t)}{dt^2} \quad (5)$$

- [41] Mit Beginn des Stopfzyklus beginnt das Auswerten der von der Zeit t abhängigen Schotterkraft $F_S(t)$. Anhand der Antriebskraft $F_A(t)$ und der Beschleunigung $a_z(t)$ sowie mit Kenntnis der Masse m und der Erdbeschleunigung g wird die Schotterkraft $F_S(t)$ wie folgt bestimmt:
- $$F_S(t) = -F_T(t) - F_A(t) = m[a_z(t) + g] - F_A(t) \quad (6)$$
- [42] Zum Verlagern des Stopfaggregats 8 aus der Rückstellposition 25 entgegen der z -Richtung in die Zustellposition 26 wird zunächst die Antriebseinrichtung 9 betätigt. Dabei wird der Kolbendruck p_K erhöht und der Kolbenringdruck p_{KR} gesenkt. Die über die Kolbenstange 15 auf das Stopfaggregat 8 wirkende Antriebskraft F_A wird entgegen der z -Richtung erhöht. Aus der Antriebskraft F_A resultiert die auf das Stopfaggregat 8 wirkende Beschleunigung a_z , welche entgegen der z -Richtung orientiert ist und zu einer ansteigenden Geschwindigkeit v_z des Stopfaggregats 8 in Richtung des Gleisbetts 21 führt. Das Stopfaggregat 8 wird entgegen der z -Richtung verlagert. Entgegen der Antriebskraft F_A wirkt die im Betrag ebenso große Trägheitskraft F_T . Die Schotterkraft F_S ist vor dem Kontakt der Stopfpickel 8a mit dem Gleisbett 21 gleich Null.
- [43] In der Zustellposition 26 gelangen die Stopfpickel 8a in Eingriff mit dem Gleisbett 21. Zwischen der Zustellposition 26 und der Eingriffsposition 27 wirken über die vier Stopfpickel 8a zusätzlich die partiellen Schotterkräfte F_{S1} , F_{S2} , F_{S3} und F_{S4} in z -Richtung auf das Stopfaggregat 8. Die partiellen Schotterkräfte F_{S1} , F_{S2} , F_{S3} und F_{S4} addieren sich zur Schotterkraft F_S . Über die Verlagerung zwischen der Zustellposition und der Eingriffsposition 27 ist die Schotterkraft F_S ungleich Null.
- [44] Die Verläufe der Antriebskraft F_A , der Trägheitskraft F_T und der Schotterkraft F_S sind in Fig. 4 über der Zeit t für die Dauer eines Stopfzyklus im Detail dargestellt. Die Verlagerung des Stopfaggregats 8 zwischen der Rückstellposition 25 und der Eingriffsposition 27 erfolgt in der Zustellphase 28. Zeitlich beabstandet zu der Zustellphase 28 schließt sich die Rückstellphase 29 an.

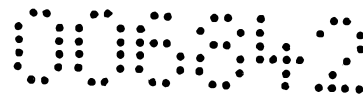
- [45] In der Rückstellphase 29 wird das Stopfaggregat 8 aus der Eingriffsposition 27 über die Zustellposition 26 in die Rückstellposition 25 zurückverlagert. Hierzu wird die Antriebseinrichtung 9 derart betätigt, dass der Kolbendruck p_K reduziert und der Kolbenringdruck p_{KR} erhöht wird. Der Hydraulikzylinder 13 bewirkt damit die Antriebskraft F_A , welche nun in z-Richtung orientiert ist. Das Stopfaggregat 8 wird aufgrund der Antriebskraft F_A in z-Richtung beschleunigt. Die Beschleunigung a_z ist in z-Richtung orientiert und resultiert in einer in z-Richtung zunehmenden Geschwindigkeit v_z und der Verlagerung des Stopfaggregats 8 in z-Richtung. Zwischen der Eingriffsposition 27 und der Zustellposition 26 wirkt die Schotterkraft F_S auf das Stopfaggregat 8. Zwischen der Zustellposition 26 und der Rückstellposition 25 wirken lediglich die Antriebskraft F_A sowie die betragsmäßig ebenso große und entgegengesetzt orientierte Trägheitskraft F_T auf das Stopfaggregat 8, wobei die Schotterkraft F_S gleich Null ist.
- [46] Während des Stopfzyklus werden die Stopfpickel 8a durch Betätigung des Verdichtungsantriebs 8b in Schwingung versetzt. Hierzu treibt der Verdichtungsantrieb 8b den Stopfpickelträger 8c im Wesentlichen in horizontaler Richtung an, wodurch die Stopfpickelträger 8c und die daran angebrachten Stopfpickel 8a um die jeweilige Trägerachse 8d drehen. Die Bewegung der Stopfpickel 8a um die jeweilige Trägerachse 8d umfasst im Wesentlichen zwei Bewegungskomponenten. Eine Schwingungskomponente verursacht eine nur geringe Drehamplitude der Stopfpickel 8a um die jeweilige Trägerachse 8d, wobei eine Schwingungsfrequenz f_S zwischen 35 Hz und 45 Hz beträgt. Die Schwingungskomponente wirkt während des gesamten Stopfzyklus auf die Stopfpickel 8a. Zusätzlich zu der Schwingungskomponente werden die Stopfpickel 8a mit einer Verlagerungskomponente beaufschlagt. Die Verlagerungskomponente weist eine höhere Drehamplitude als die Schwingungskomponente und eine Verlagerungsfrequenz von etwa 0,5 Hz auf. In der Eingriffsposition 27 werden die Stopfpickel 8a dabei derart um die jeweilige Trägerachse 8d gedreht, dass sich die in x-Richtung zueinander beabstandeten Stopfpickel 8a aufeinander zu bewegen. In der Rückstellposition 25 ist die Verlagerungskomponente derart orientiert, dass sich die Stopfpickel 8a

wieder voneinander entfernen. Die Beaufschlagung der Stopfpickel 8a mit der Verlagerungskomponente folgt in der Verlagerungsphase 30. Durch die überlagerte Beaufschlagung der Stopfpickel 8a mit der Schwingungskomponente und der Verlagerungskomponente erfolgt die Verdichtung des Gleisbetts 21.

- [47] Der Stopfzyklus ist beendet, sobald sich das Stopfaggregat 8 wieder in der Rückstellposition 25 befindet. Zur weiteren Verdichtung des Gleisbetts 21 wird die Gleisbaumaschine 1 in der x-Richtung verlagert bis die Mittelachse 23 mittig über der in x-Richtung nächsten Bahnschwelle 24 angeordnet ist. In dieser wird der Stopfzyklus wiederholt. Der Verlauf der Schotterkraft F_S über der Zeit t ist für sechs aufeinanderfolgende Stopfzyklen in Fig. 5 dargestellt.
- [48] Mittels der Auswerteeinheit 19 wird die Beanspruchung der Stopfvorrichtung 5 anhand des zeitlichen Verlaufs der Schotterkraft F_S bestimmt. Die Beanspruchung wird anhand von Schotterkraft-Amplituden S_{F_S} der Schotterkraft F_S bestimmt. Die Schotterkraft F_S ist eine zeitlich variable, schwingende Last. Die Schotterkraft-Amplitude S_{F_S} wird als Differenz einer maximalen Schotterkraft F_S und einer minimalen Schotterkraft F_S innerhalb einer Schwingung bestimmt. Zusätzlich zu den Schotterkraft-Amplituden S_{F_S} wird die Summenhäufigkeit N_{F_S} der jeweiligen Schotterkraft-Amplitude S_{F_S} ermittelt. Zum Bestimmen der Beanspruchung wird ein Lastkollektiv anhand der Summenhäufigkeit N_{F_S} bestimmt.
- [49] In Fig. 6 ist ein Verlauf der Schotterkraft-Amplitude S_{F_S} über der Summenhäufigkeit N_{F_S} dargestellt. Durch Abgleich des Verlaufs der Schotterkraft-Amplitude S_{F_S} über der Summenhäufigkeit N_{F_S} mit einer maximal zulässigen Summenhäufigkeit N_{F_S} von Schotterkraft-Amplitude S_{F_S} wird ein Verschleißzustand des Stopfaggregats 8 bestimmt. Der Verschleißzustand wird sowohl für einzelne Teile des Stopfaggregats 8, wie die Stopfpickel 8a, die Antriebseinrichtung 9 und die Linearlager 10, bestimmt als auch für das gesamte Stopfaggregat 8.
- [50] In Abhängigkeit von der Beanspruchung wird mindestens ein Prozessparameter p_K , p_{KR} , f_S zum Betrieb des Stopfaggregats 8 mittels der Auswerteeinheit 19 eingestellt. Hierzu steht die Auswerteeinheit 19 mit dem Verdichtungsantrieb 8b zur Steuerung der Schwingfrequenz f_S und mit dem

Druckregler 20 zur Steuerung des Kolbendrucks p_K und des Kolbenringdrucks p_{KR} in Signalverbindung. Bei Überschreiten eines Schwellenwerts SW der Beanspruchung wird der mindestens eine Prozessparameter p_K , p_{KR} , f_s geändert. Mittels der Auswerteeinheit 19 wird hierzu die Schotterkraft F_s mit dem Schwellenwert SW verglichen, wobei der mindestens eine Prozessparameter p_K , p_{KR} , f_s beim Überschreiten eines oberen Schwellenwerts SW_1 derart verändert wird, dass die Schotterkraft F_s verringert wird, wobei beim Unterschreiten eines unteren Schwellenwerts SW_2 der mindestens eine Prozessparameter p_K , p_{KR} , f_s derart verändert wird, dass die Schotterkraft F_s erhöht wird. Die Schotterkraft F_s wird durch Erhöhen der Schwingfrequenz f_s sowie durch eine Reduktion des Druckunterschieds zwischen dem Kolbendruck p_K und dem Kolbenringdruck p_{KR} reduziert und in entgegengesetzter Weise erhöht. Die Prozessparameter p_K , p_{KR} , f_s werden mittels der Auswerteeinheit 19 dahingehend geändert, dass ein Optimum zwischen einer geringen Beanspruchung der Stopfvorrichtung 5 und einer hohen Bearbeitungsgeschwindigkeit des Gleisbetts 21 erfolgt.

- [51] Zum Ermitteln der Beanspruchung kann alternativ zum Bestimmen des Lastkollektivs auch eine Schotterarbeit W_s mittels der Auswerteeinheit 19 bestimmt werden. Die Schotterarbeit W_s wird aus der Schotterkraft F_s und einer Änderung der Position z des Stopfaggregats 8 bestimmt. Die Schotterarbeit W_s entspricht der in das Gleisbett 21 über die Stopfpickel 8a eingebrachten Arbeit. Die Änderung der Position z wird dabei über eine diskrete Zeitdauer erfasst. Diese Änderung der Position z wird anschließend mit der Schotterkraft F_s multipliziert. Die Schotterarbeit W_s wird als Summe der Produkte aus der Schotterkraft F_s und der Änderungen der Positionen z bestimmt.
- [52] In Fig. 7 sind die Verläufe des Position z , der Schotterkraft F_s und der Schotterarbeit W_s für einen Stopfzyklus über der Zeit t angetragen. Die Schotterarbeit W_s kann auch als die Fläche unter dem Verlauf der Schotterkraft F_s über der Position z verstanden werden.
- [53] Durch Bestimmen der auf das Stopfaggregat 8 wirkenden Schotterkraft F_s mittels der Auswerteeinheit 19 können Rückschlüsse auf die Beanspruchung



des Stopfaggagats 8 gezogen werden. Das Bestimmen der Schotterkraft F_S unter Berücksichtigung der Antriebskraft F_A und zusätzlich der Beschleunigung a_z ist im Vergleich zu einer ausschließlichen Betrachtung der Antriebskraft F_A zur Ermittlung der Schotterkraft F_S wesentlich genauer. Die Beanspruchung des Stopfaggagats 8 kann somit zuverlässig bestimmt werden und ein Verschleißzustand des Stopfaggagats 8 kann sicher ermittelt werden. Die Anpassung des mindestens eines Prozessparameters p_K , p_{KR} , f_S in Abhängigkeit von der Beanspruchung ermöglicht das effiziente und wirtschaftliche Betreiben der Gleisbaumaschine. Dabei werden, insbesondere mittels einer Optimierung, eine hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit, ein geringer Energieverbrauch und eine reduzierte Beanspruchung des Stopfaggagats 8 erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine, umfassend die Schritte:
 - Bereitstellen einer Gleisbaumaschine (1) mit einem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (21),
 - Verlagern des Stopfaggregats (8) relativ zu dem Gleisbett (21),
 - Ermitteln einer auf das Stopfaggregat (8) wirkenden und zum Verlagern erforderlichen Antriebskraft (F_A),
 - Ermitteln einer auf das Stopfaggregat (8) wirkenden Beschleunigung (a_z),
 - Bestimmen einer zwischen dem Stopfaggregat (8) und dem Gleisbett (21) wirkenden Schotterkraft (F_S) anhand der Antriebskraft (F_A) und der Beschleunigung (a_z) und
 - Auswerten der Schotterkraft (F_S).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschleunigung (a_z) durch Erfassen einer zeitlichen Änderung einer Position (z) des Stopfaggregats (8) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Bestimmen der Schotterkraft (F_S) eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende Trägheitskraft (F_T) anhand der Beschleunigung (a_z) bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verlagern des Stopfaggregats (8) mittels einer fluidisch betätigten Antriebseinrichtung (9) erfolgt, wobei zum Ermitteln der Antriebskraft (F_A) mindestens ein auf die Antriebseinrichtung (9) wirkender Fluiddruck (p_K, p_{KR}) erfasst wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auswerten derart erfolgt, dass eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende Beanspruchung anhand der Schotterkraft (F_S) bestimmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beanspruchung anhand eines zeitlichen Verlaufs der Schotterkraft (F_S) bestimmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beanspruchung anhand von Schotterkraft-Amplituden (S_{F_S}) der Schotterkraft (F_S) bestimmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Bestimmen der Beanspruchung ein Lastkollektiv anhand einer Summenhäufigkeit (N_{F_S}) der Schotterkraft-Amplituden (S_{F_S}) bestimmt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Bestimmen der Beanspruchung eine Schotterarbeit (W_S) aus der Schotterkraft (F_S) und einer Änderung einer Position (z) des Stopfaggregats (8) bestimmt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass anhand der Beanspruchung ein Verschleißzustand des Stopfaggregats (8) bestimmt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Prozessparameter ($f_s, v_z, a_z, p_K, p_{KR}$) zur Steuerung des Stopfaggregats (8) abhängig von der Beanspruchung eingestellt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Prozessparameter ($f_s, v_z, a_z, p_K, p_{KR}$) beim Überschreiten oder Unterschreiten eines Schwellenwerts der Beanspruchung geändert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Prozessparameter ($f_s, v_z, a_z, p_K, p_{KR}$) derart eingestellt wird, dass die Beanspruchung einen Beanspruchungs-Grenzwert nicht überschreitet.

14. Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung, aufweisend

- einen Aggregatträger (7),
- ein an dem Aggregatträger (7) gelagertes Stopfaggregat (8)
- eine Antriebseinrichtung (9) zum Bereitstellen einer Antriebskraft (F_A) und zum Verlagern des Stopfaggregats (8) relativ zu dem Aggregatträger (7),
- eine Antriebskraft-Sensorik zum Erfassen einer zu der Antriebskraft (F_A) korrespondierenden ersten Messgröße (p_K, p_{KR}, F_A),
- eine Beschleunigungs-Sensorik zum Erfassen einer zu einer Beschleunigung (a_z) des Stopfaggregats (8) korrespondierenden zweiten Messgröße (z, v_z, a_z) und
- eine Auswerteeinheit (19) zum Bestimmen einer auf das Stopfaggregat (8) wirkenden Schotterkraft (F_S) anhand der ersten Messgröße (p_K, p_{KR}, F_A) und der zweiten Messgröße (z, v_z, a_z).

15. Gleisbaumaschine, aufweisend

- einen Maschinenrahmen (2),
- mindestens zwei an dem Maschinenrahmen (2) gelagerte Achsen (3) mit daran angeordneten schienenführbaren Rädern (6),
- einen Maschinenantrieb (4) zum Drehantreiben der Räder (6) mindestens einer der Achsen (3) und
- mindestens eine an dem Maschinenrahmen (2) befestigte Stopfvorrichtung (5) nach Anspruch 14.

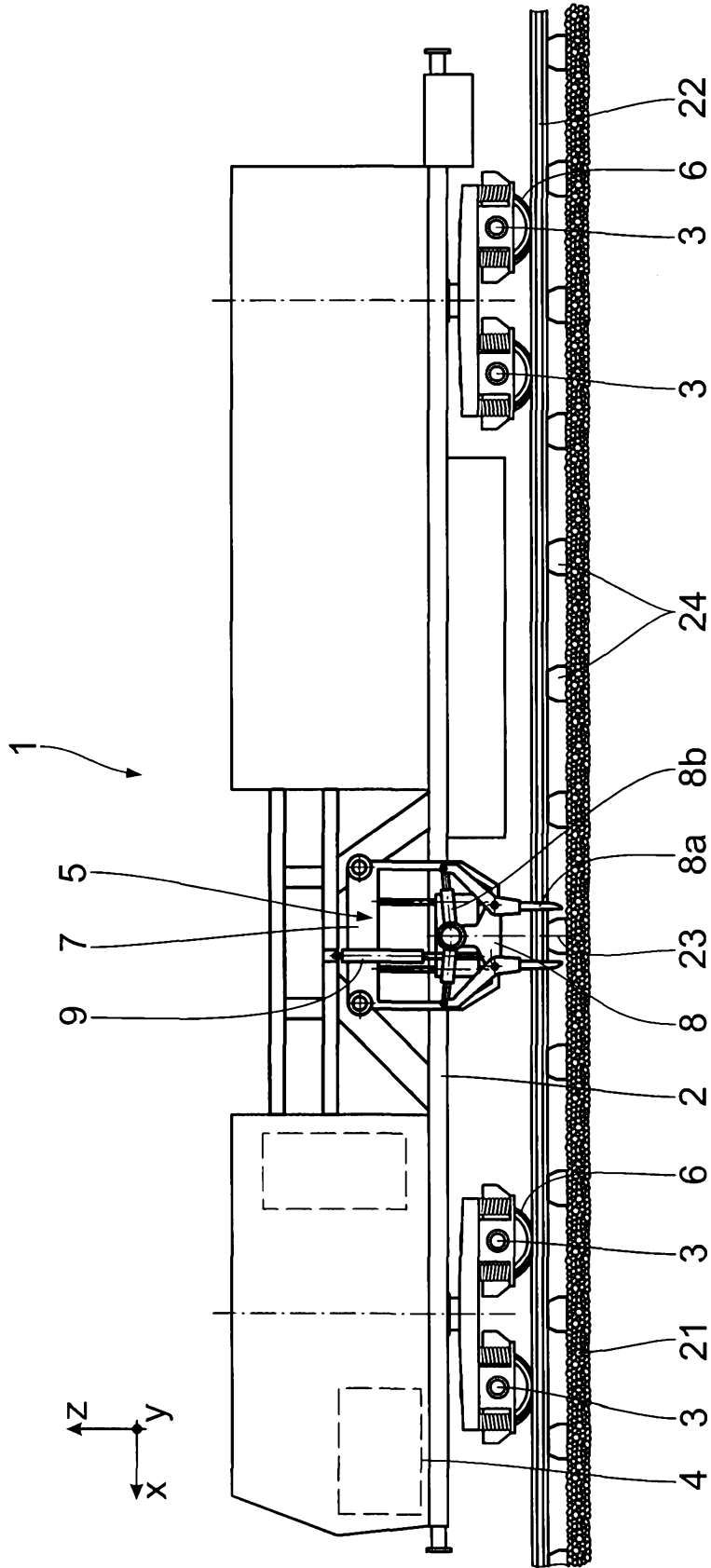
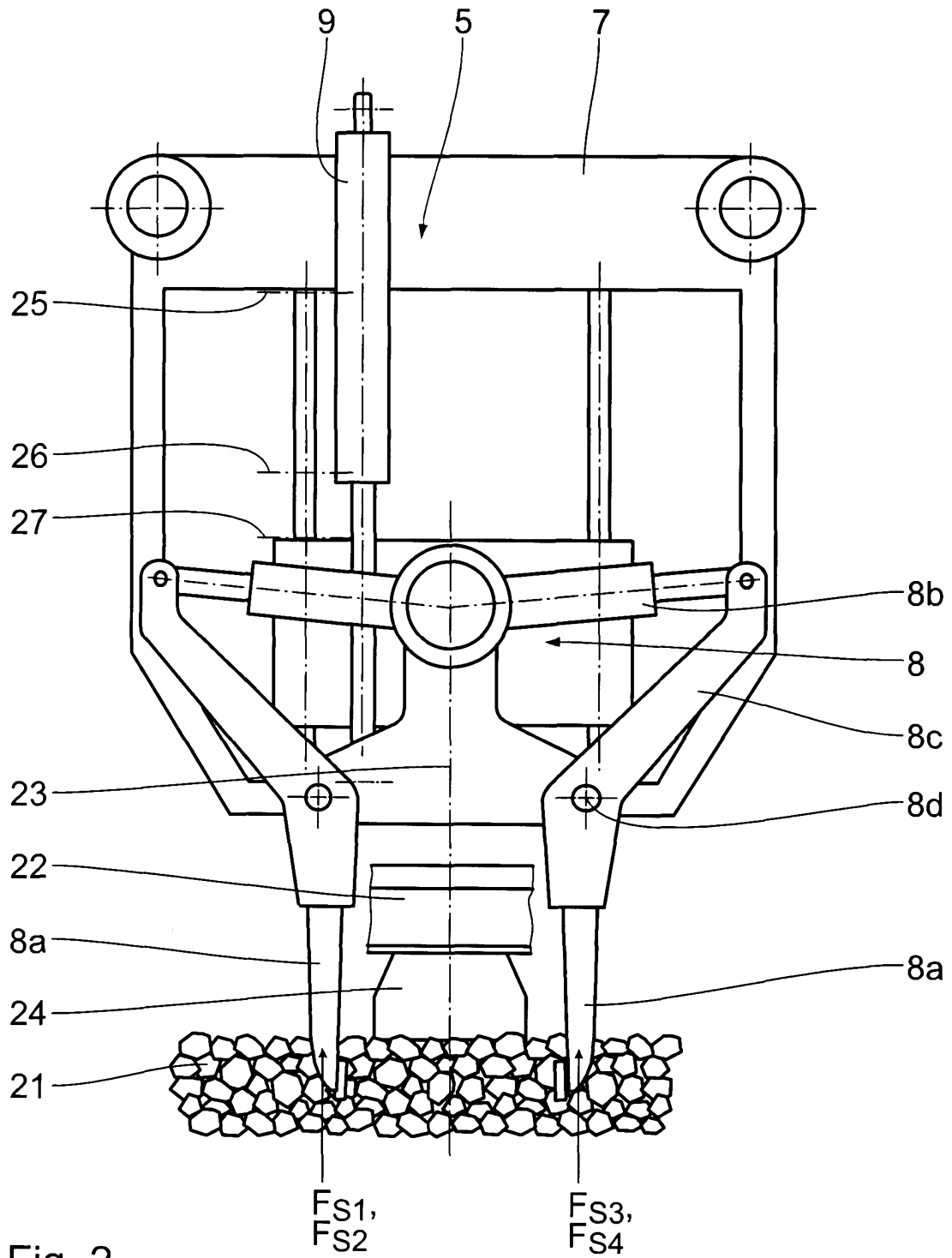


Fig. 1



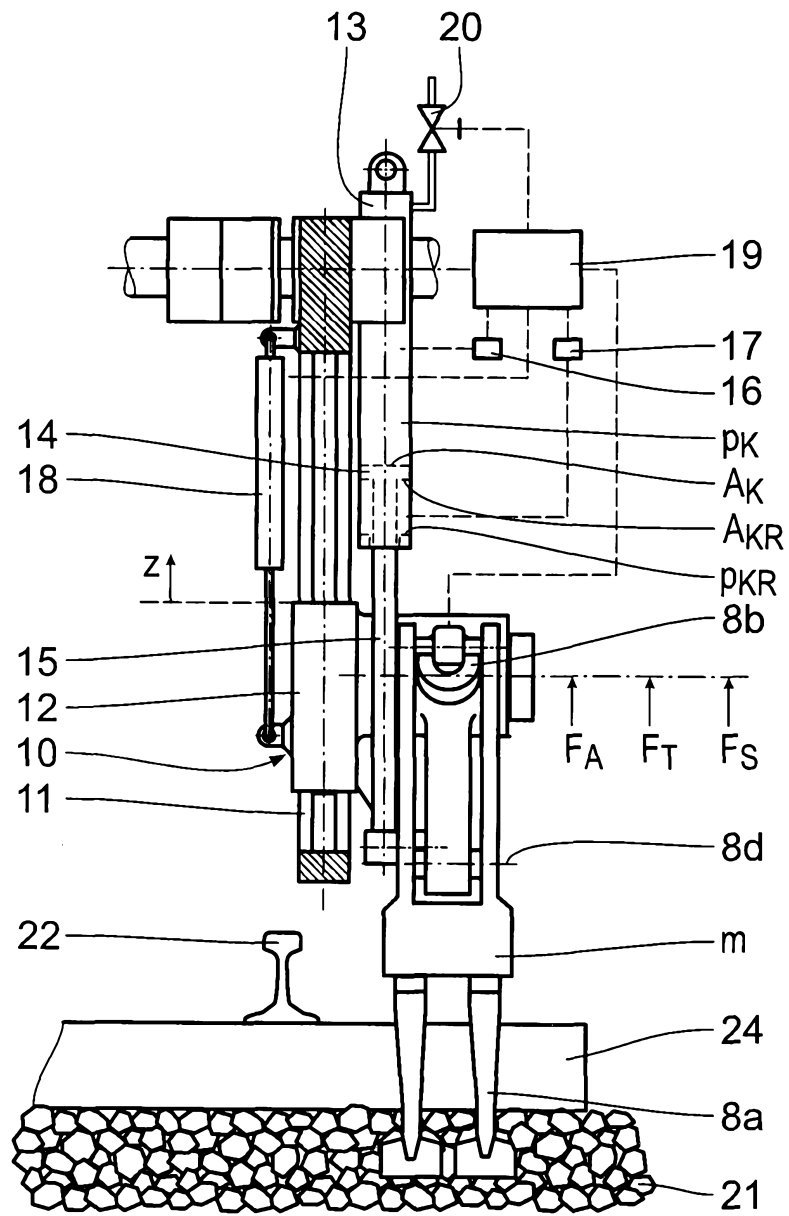


Fig. 3

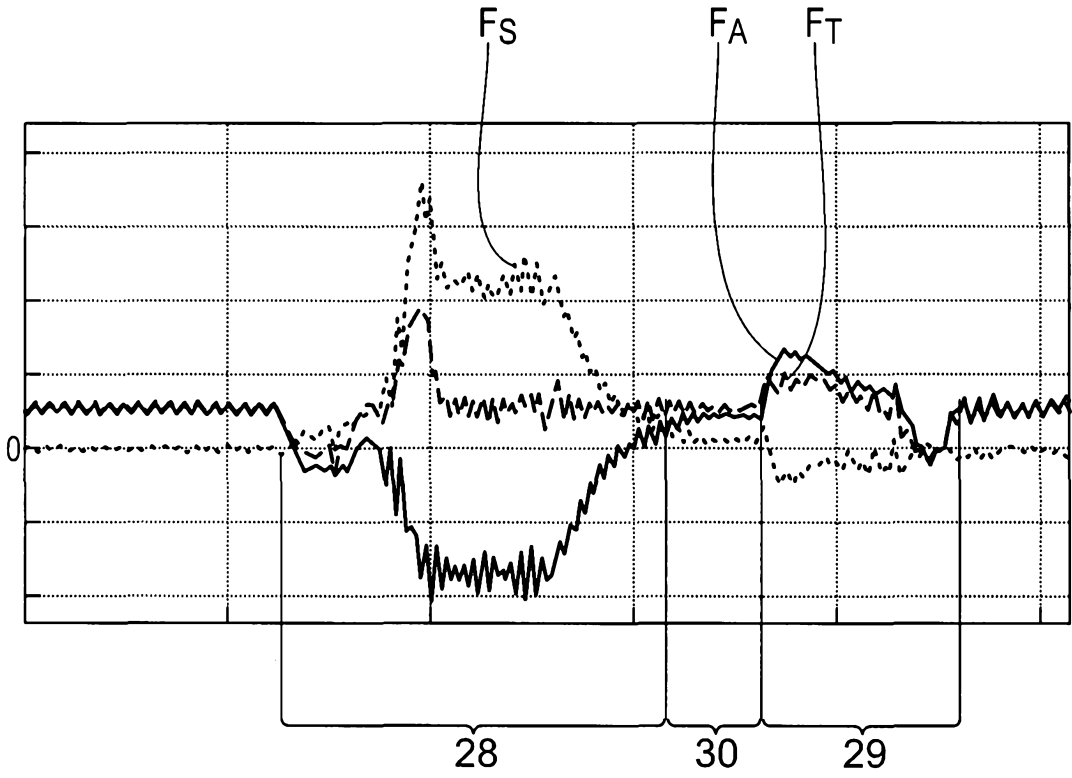


Fig. 4

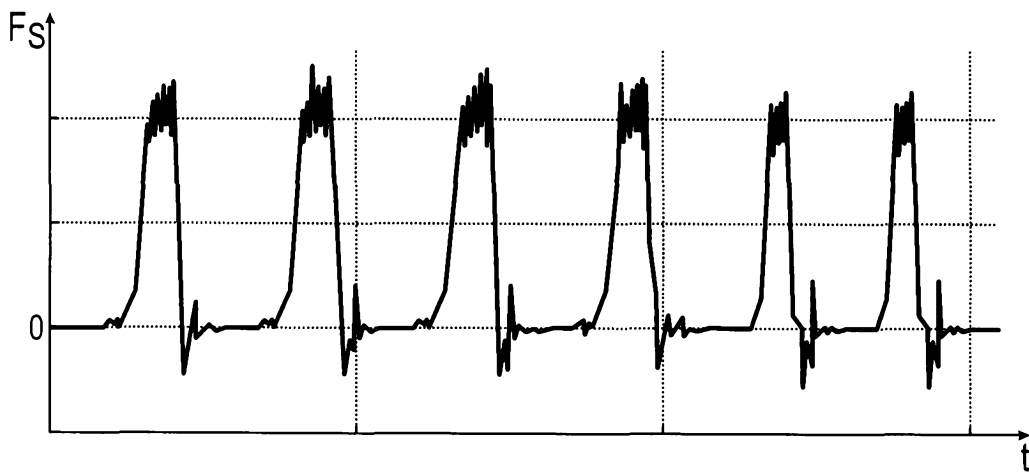


Fig. 5

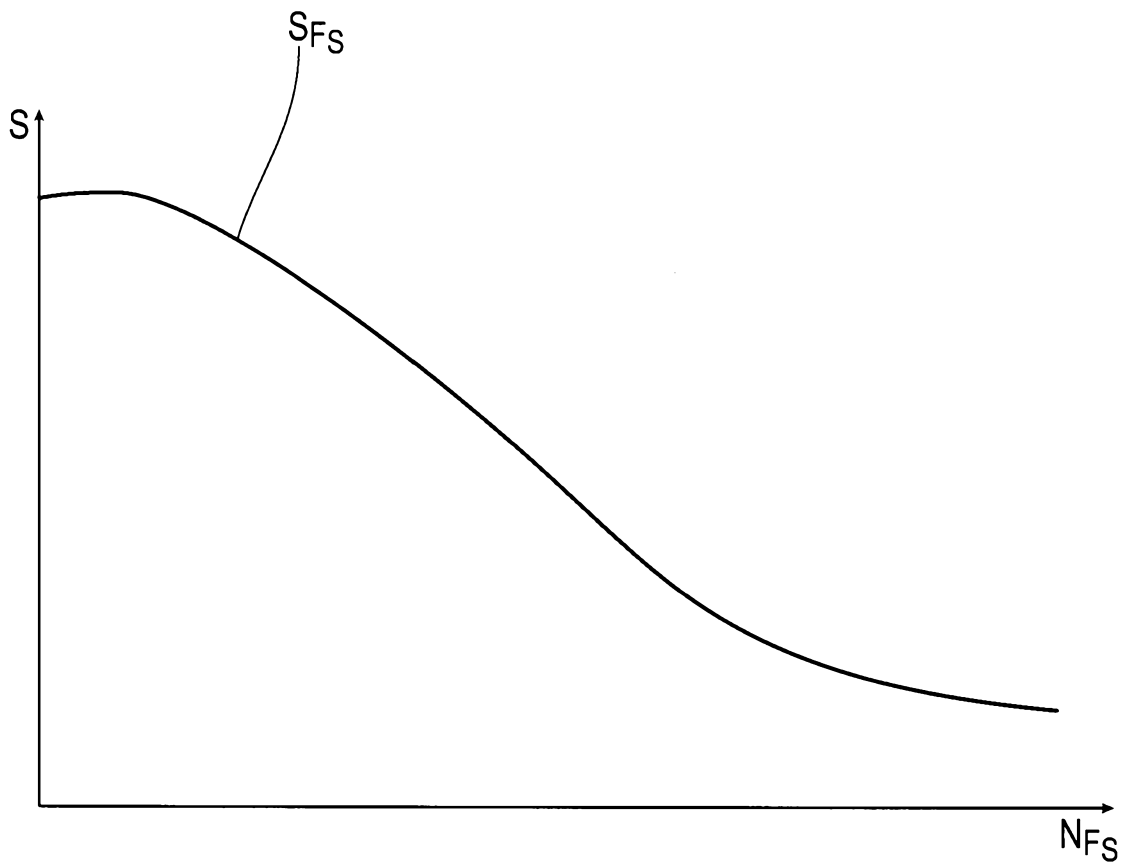


Fig. 6

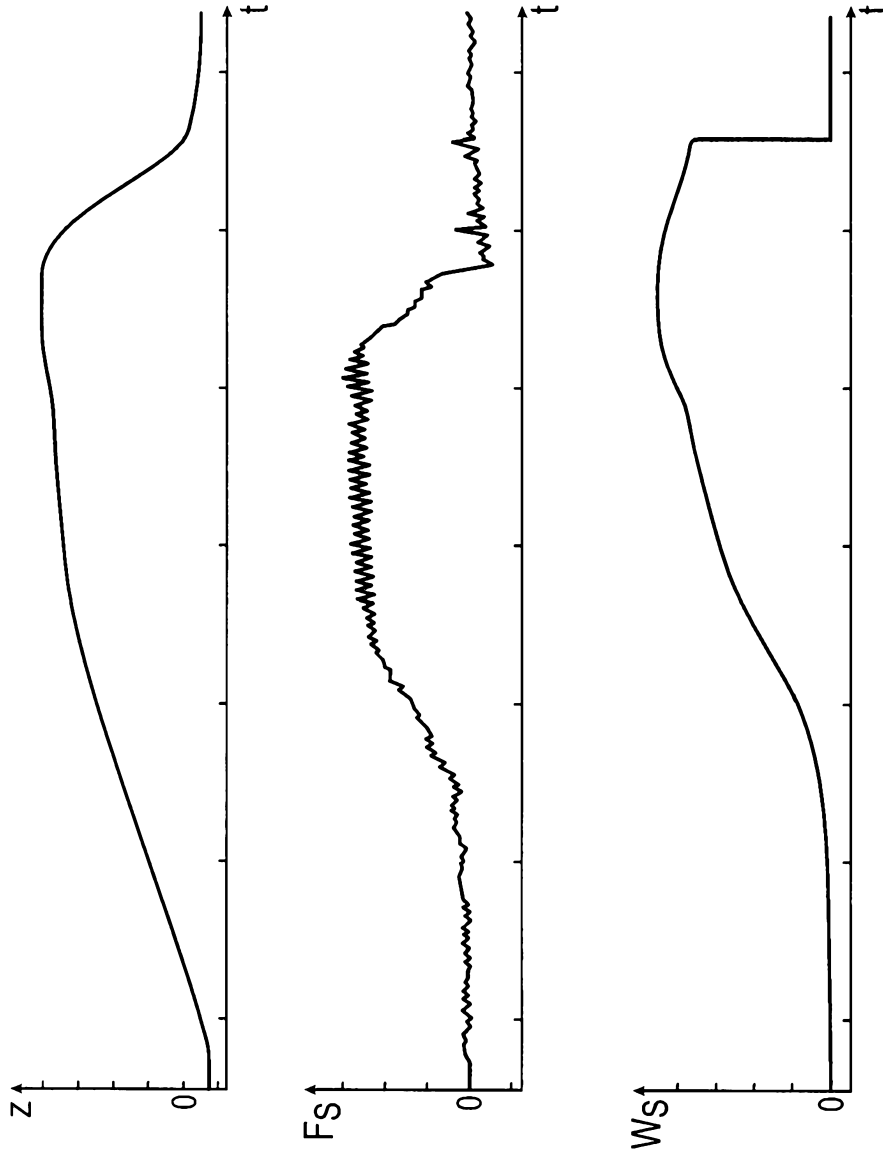


Fig. 7

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: E01B 27/16 (2006.01); E01B 35/00 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: E01B 27/16 (2013.01); E01B 35/00 (2013.01); E01B 2203/12 (2013.01)
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): E01B
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC; WPIAP; TXTnn
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 21.12.2017 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2017129215 A1 (PLASSER) 03. August 2017 (03.08.2017) Ansprüche 1-13; Figuren 1-3d	1-15
X	GB 2451310 A (MONITION) 28. Januar 2009 (28.01.2009) Ansprüche 1-15	1-15
X	EP 3239398 A1 (HP3 REAL) 01. November 2017 (01.11.2017) Ansprüche 1-3	1-15
A	DE 2558236 A1 (PLASSER) 29. Juli 1976 (29.07.1976) Anspruch 1	1-15

Datum der Beendigung der Recherche: 06.09.2018	Seite 1 von 1	Prüfer(in): STAWA Richard
---	---------------	------------------------------

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.
---	--

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen einer Gleisbaumaschine (1) mit einem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (21),
- Verlagern des Stopfaggregats (8) relativ zu dem Gleisbett (21),
- Ermitteln einer auf das Stopfaggregat (8) wirkenden und zum Verlagern erforderlichen Antriebskraft (F_A),
- Ermitteln einer auf das Stopfaggregat (8) wirkenden Beschleunigung (a_z) und
- Bestimmen einer zwischen dem Stopfaggregat (8) und dem Gleisbett (21) wirkenden Schotterkraft (F_S) anhand der Antriebskraft (F_A) und der Beschleunigung (a_z),

gekennzeichnet durch

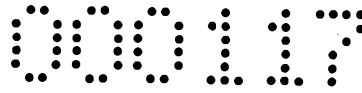
ein Auswerten der Schotterkraft (F_S) derart, dass eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende Beanspruchung anhand der Schotterkraft (F_S) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschleunigung (a_z) durch Erfassen einer zeitlichen Änderung einer Position (z) des Stopfaggregats (8) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Bestimmen der Schotterkraft (F_S) eine auf das Stopfaggregat (8) wirkende Trägheitskraft (F_T) anhand der Beschleunigung (a_z) bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verlagern des Stopfaggregats (8) mittels einer fluidisch betätigten Antriebseinrichtung (9) erfolgt, wobei zum Ermitteln der Antriebskraft (F_A) mindestens ein auf die Antriebseinrichtung (9) wirkender Fluiddruck (p_K, p_{KR}) erfasst wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beanspruchung anhand eines zeitlichen Verlaufs der Schotterkraft (F_S) bestimmt wird.



6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Beanspruchung anhand von Schotterkraft-Amplituden (S_{F_S}) der Schotterkraft (F_S) bestimmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Bestimmen der Beanspruchung ein Lastkollektiv anhand einer Summenhäufigkeit (N_{F_S}) der Schotterkraft-Amplituden (S_{F_S}) bestimmt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zum Bestimmen der Beanspruchung eine Schotterarbeit (W_S) aus der Schotterkraft (F_S) und einer Änderung einer Position (z) des Stopfaggregats (8) bestimmt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der Beanspruchung ein Verschleißzustand des Stopfaggregats (8) bestimmt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Prozessparameter ($f_s, v_z, a_z, p_K, p_{KR}$) zur Steuerung des Stopfaggregats (8) abhängig von der Beanspruchung eingestellt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Prozessparameter ($f_s, v_z, a_z, p_K, p_{KR}$) beim Überschreiten oder Unterschreiten eines Schwellenwerts der Beanspruchung geändert wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Prozessparameter ($f_s, v_z, a_z, p_K, p_{KR}$) derart eingestellt wird, dass die Beanspruchung einen Beanspruchungs-Grenzwert nicht überschreitet.
13. Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung, aufweisend
- einen Aggregatträger (7),
 - ein an dem Aggregatträger (7) gelagertes Stopfaggregat (8),

- eine Antriebseinrichtung (9) zum Bereitstellen einer Antriebskraft (F_A) und zum Verlagern des Stopfaggregats (8) relativ zu dem Aggregatträger (7),
- eine Antriebskraft-Sensorik zum Erfassen einer zu der Antriebskraft (F_A) korrespondierenden ersten Messgröße (p_K, p_{KR}, F_A),
- eine Beschleunigungs-Sensorik zum Erfassen einer zu einer Beschleunigung (a_z) des Stopfaggregats (8) korrespondierenden zweiten Messgröße (z, v_z, a_z) und
- eine Auswerteeinheit (19) zum Bestimmen einer auf das Stopfaggregat (8) wirkenden Schotterkraft (F_S) anhand der ersten Messgröße (p_K, p_{KR}, F_A) und der zweiten Messgröße (z, v_z, a_z),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Auswerteeinheit (19) zum Bestimmen einer auf das Stopfaggregat (8) wirkenden Beanspruchung anhand der Schotterkraft (F_S) ausgebildet ist.

14. Gleisbaumaschine, aufweisend

- einen Maschinenrahmen (2),
- mindestens zwei an dem Maschinenrahmen (2) gelagerte Achsen (3) mit daran angeordneten schienenführbaren Rädern (6),
- einen Maschinenantrieb (4) zum Drehantreiben der Räder (6) mindestens einer der Achsen (3) und
- mindestens eine an dem Maschinenrahmen (2) befestigte Stopfvorrichtung (5) nach Anspruch 13.