

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 502/2017
(22) Anmeldetag: 28.12.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2019

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

(56) Entgegenhaltungen:
GB 2451310 A
EP 2770108 A1
EP 3239398 A1
WO 2017097390 A1
WO 2017129215 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 die Gleisbaumaschine (1) mit dem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (19) bereitgestellt. Mindestens ein Teil (18, 24) des Stopfaggregats (8) wird beschleunigt. Mindestens eine mit der Beschleunigung korrelierende Messgröße wird erfasst. Anhand der mindestens einen Messgröße wird ein Schädigungszustand des Stopfaggregats (8) ermittelt.

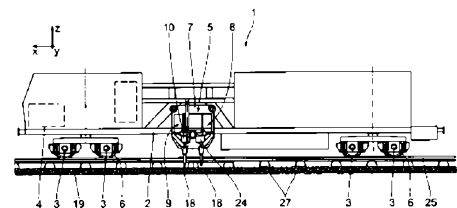
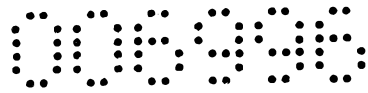


Fig. 1

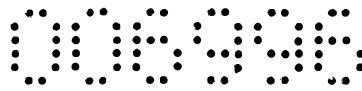


Zusammenfassung

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 die Gleisbaumaschine (1) mit dem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (19) bereitgestellt. Mindestens ein Teil (18, 24) des Stopfaggregats (8) wird beschleunigt. Mindestens eine mit der Beschleunigung korrelierende Messgröße wird erfasst. Anhand der mindestens einen Messgröße wird ein Schädigungszustand des Stopfaggregats (8) ermittelt.

(Fig. 1)



Beschreibung

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

Gebiet der Technik

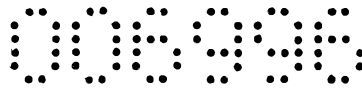
- [01] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine und ferner eine Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung sowie eine Gleisbaumaschine.

Stand der Technik

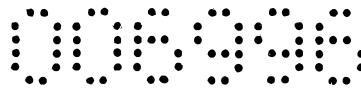
- [02] Schienengeführte Gleisbaumaschinen werden zum Instandhalten eines Gleisbetts verwendet. Derartige Gleisbaumaschinen weisen zur Gleisbettverdichtung ein in vertikaler Richtung verlagerbares Stopfaggregat mit einem Aggregatrahmen und mindestens zwei relativ zu dem Aggregatrahmen verlagerbaren Stopfpickeln 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, in vertikaler Richtung verlagert. Zudem werden die mindestens zwei Stopfpickel relativ zu dem Aggregatrahmen zyklisch bewegt. Hierbei wird das Stopfaggregat stark beansprucht, wobei es zu Schädigungen des Stopfaggregats, insbesondere zum Bruch eines Stopfpickels, kommen kann. Bei einer Schädigung des Stopfaggregats wird das Gleisbett nur unzureichend verdichtet und es kann zu einer Überbeanspruchung funktionsfähiger Komponenten des Stopfaggregats kommen. Um eine Schädigung des Stopfaggregats möglichst frühzeitig zu erkennen, werden deshalb regelmäßig zeit- und kostenintensive Kontroll- und Wartungsarbeiten durchgeführt.

Zusammenfassung der Erfindung

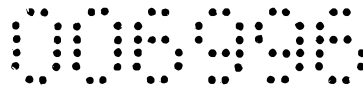
- [03] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine zu schaffen, das die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit des Stopfaggregats im Betrieb erhöht.



- [04] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass durch Beschleunigen mindestens eines Teils des Stopfaggregats und durch Erfassen mindestens einer mit der Beschleunigung korrelierenden Messgröße ein Schädigungszustand des Stopfaggregats anhand der mindesten einen Messgröße ermittelt werden kann. Die Beschädigung des Stopfaggregats kann somit besonders zuverlässig und zeitnah nach Eintreten der Schädigung, insbesondere automatisiert, ermittelt werden. Durch das zuverlässige und frühzeitige Erkennen der Schädigung können eine Überbeanspruchung funktionsfähiger Komponenten des Stopfaggregats und eine unzureichende Gleisbettverdichtung über unbestimmbare Abschnitte entlang eines Gleises zuverlässig verhindert werden. Regelmäßige Sichtprüfungen des Stopfaggregats zum Ermitteln des Schädigungszustands können entfallen. Das Stopfaggregat kann somit besonders zuverlässig und wirtschaftlich betrieben werden.
- [05] Unter dem mindestens einen Teil des Stopfaggregats können eine Komponente oder ein Teil einer Komponente des Stopfaggregats verstanden werden. Das Stopfaggregat kann einen Aggregatrahmen, mindestens zwei an dem Aggregatrahmen angebrachte und relativ zu diesem verlagerbare Stopfpickelträger und einen Stopfpickel-Antrieb zum Verlagern der mindestens zwei Stopfpickelträger relativ zu dem Aggregatrahmen umfassen. An je einem der mindestens zwei Stopfpickelträger kann ein Stopfpickel angebracht sein. Vorzugsweise ist das Stopfaggregat mittels eines Aggregatantriebs in vertikaler Richtung verlagerbar. Das Stopfaggregat kann, insbesondere mittels des Aggregatantriebs, als Ganzes beschleunigt werden. Das Beschleunigen mindestens eines Teils des Stopfaggregats kann auch dadurch erfolgen, dass mindestens eine der Komponenten, insbesondere der Aggregatrahmen und/oder die mindestens zwei Stopfpickelträger und/oder die mindestens zwei Stopfpickel und/oder der Stopfpickel-Antrieb oder ein Teil dieser mindestens einen Komponente beschleunigt wird.
- [06] Das Beschleunigen kann mittels der Antriebseinrichtung und/oder mittels eines separaten Erregerantriebs und/oder mittels einer Erregerbremse

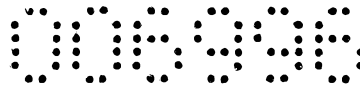


- erfolgen. Die Antriebseinrichtung kann den Aggregatantrieb und den Stopfpickel-Antrieb umfassen. Der Erregerantrieb kann beliebig an dem Stopfaggregat positioniert sein und unabhängig von der Gleisbettverdichtung betrieben werden. Mittels der Erregerbremse kann eine Bewegung mindestens eines Teils des Stopfaggregats abgebremst werden.
- [07] Das Beschleunigen kann diskret und/oder zyklisch erfolgen. Beim Beschleunigen kann eine Bewegungsgeschwindigkeit des mindestens einen Teils erhöht und/oder reduziert werden.
- [08] Zum Erfassen der mindestens einen mit der Beschleunigung korrelierenden Messgröße kann eine zum Beschleunigen erforderliche Antriebskraft und/oder eine Beschleunigung erfasst werden. Unter der Antriebskraft ist auch eine zum negativen Beschleunigen, als zum Verzögern erforderliche Abbremskraft zu verstehen. Die mindestens eine Messgröße kann an dem mindestens einen Teil des Stopfaggregats erfasst werden. Die mindestens eine Messgröße kann auch an einer zu dem mindesten einen Teil beabstandeten Position erfasst werden. Die mindestens eine Messgröße kann auch eine mit der Antriebskraft korrelierende Größe, insbesondere ein Hydraulikdruck in einem Hydraulikzylinder und/oder ein Stromfluss in einem Elektromotor, sein. Die mindestens eine Messgröße kann auch eine mit der Beschleunigung korrelierende Messgröße, insbesondere eine Geschwindigkeit und/oder eine Winkelgeschwindigkeit, sein.
- [09] Das Erfassen der mindestens einen Messgröße kann kontinuierlich über die Zeit oder zu diskreten Zeitpunkten erfolgen. Das Ermitteln des Schädigungszustands kann analog oder digital erfolgen. Vorzugsweise wird die mindestens eine Messgröße an mindestens zwei, insbesondere mindestens drei, insbesondere mindestens vier, Messpositionen an dem Stopfaggregat erfasst.
- [10] Das Ermitteln des Schädigungszustands des Stopfaggregats kann derart erfolgen, dass zwischen einer Funktionsfähigkeit und einer Schädigung des Stopfaggregats unterschieden wird. Unter einem funktionsfähigen Stopfaggregat wird ein unbeschädigtes Stopfaggregat verstanden. Der Schädigungszustand kann auch derart ermittelt werden, dass die Art und/oder die Position und/oder die Schwere der Schädigung ermittelt



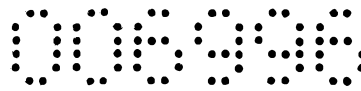
werden. Beispielsweise kann der Schädigungszustand für mindestens eine der Komponenten des Stopfaggregats ermittelt werden. Vorteilhaft wird hierdurch erreicht, dass beschädigte Komponenten des Stopfaggregats schnell und zuverlässig identifiziert und ausgetauscht werden können.

- [11] Zum Ermitteln des Schädigungszustands kann eine Änderung der mindestens einen Messgröße ermittelt werden. Beispielsweise kann auch die Geschwindigkeit der Änderung der mindestens einen Messgröße zum Ermitteln des Schädigungszustands des Stopfaggregats herangezogen werden. Ein über die Zeit zunehmender Verschleiß des Stopfaggregats kann somit von einem plötzlichen Versagen des Stopfaggregats, insbesondere einer Komponente des Stopfaggregats, unterschieden werden.
- [12] Ein Verfahren nach Anspruch 2 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Eine Schädigung eines der mindestens zwei Stopfpickel kann beispielsweise zu einer Änderung eines Lagerspiels und/oder zu einer Änderung einer Masse des Stopfpickels führen. Bei einer konstanten Antriebskraft zum Beschleunigen des Stopfpickels ändert sich die mit der Beschleunigung korrelierende mindestens eine Messgröße zusammen mit der Schädigung des Stopfpickels. Eine Schädigung des Stopfaggregats, insbesondere eines der mindestens zwei Stopfpickel, kann durch Beschleunigung der mindestens zwei Stopfpickel somit besonders zuverlässig erkannt werden. Zur Gleisbettverdichtung können die mindestens zwei Stopfpickel mittels der Antriebseinrichtung, insbesondere relativ zu dem Aggregatrahmen, beschleunigt werden. Vorzugsweise erfolgt das Beschleunigen der Stopfpickel über den Stopfpickel-Antrieb.
- [13] Ein Verfahren nach Anspruch 3 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Die mindestens zwei Stopfpickel werden beim Betrieb des Stopfaggregats besonders stark beansprucht. Die mindestens zwei Stopfpickel sind daher einem hohen Verschleiß ausgesetzt, wodurch ein Bruch der mindestens zwei Stopfpickel nicht auszuschließen ist. Beim Bruch eines der mindestens zwei Stopfpickel erfolgt die Gleisbettverdichtung nur noch teilweise und damit unzureichend. Durch das zeitnahe und zuverlässige Ermitteln der Schädigung der mindestens zwei

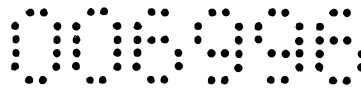


Stopfpickel können diese zeitnah nach der Schädigung ausgewechselt werden, wodurch das Stopfaggregat zuverlässig und wirtschaftlich betrieben werden kann.

- [14] Die mindestens eine Messgröße kann unmittelbar an den mindestens zwei Stopfpickeln erfasst werden. Die mindestens eine Messgröße kann auch an den mindestens zwei Stopfpickelträgern und/oder an der Antriebseinrichtung, insbesondere an dem Stopfpickel-Antrieb, insbesondere an einem Antriebsgehäuse des Stopfpickel-Antriebs, und/oder an dem Aggregatrahmen erfasst werden. Das Antriebsgehäuse kann ein Getriebe des Stopfpickel-Antriebs zumindest teilweise umschließenden und wird auch als Getriebekasten bezeichnet.
- [15] Ein Verfahren nach Anspruch 4 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Die Position und/oder die Orientierung des Stopfaggregats, insbesondere einer Komponente des Stopfaggregats, können besonders einfach und zuverlässig erfasst werden. Die Position kann beispielsweise die vertikale Position des Stopfaggregats relativ zu dem Aggregatträger sein. Die Orientierung kann ein Drehwinkel des Stopfpickelträgers sein. Beispielsweise können zum Antrieb des Stopfaggregats notwendige Sensoren der Antriebseinrichtung zum Erfassen der mindestens einen Messgröße verwendet werden. Die Position und/oder die Orientierung können beispielsweise mittels eines Positions-Sensors und/oder eines Drehgebers erfasst werden. Beispielsweise können zum Erfassen der mindestens einen Messgröße ein Hall-Sensor und/oder ein Potentiometer und/oder ein Seillängengeber und/oder ein Ultraschallsensor und/oder ein Lasersensor verwendet werden.
- [16] Ein Verfahren nach Anspruch 5 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Das Beschleunigen des mindestens einen Teils erfolgt mittels der Antriebseinrichtung. Unmittelbar an der Antriebseinrichtung kann die mit der Beschleunigung korrelierende Messgröße zuverlässig erfasst werden. Die Antriebseinrichtung wirkt über die mindestens zwei Stopfpickelträger auf die mindestens zwei Stopfpickel. Durch Erfassen der mindestens einen Messgröße an einem der mindestens zwei Stopfpickelträger wird diese entlang des Lastflusses, zwischen der

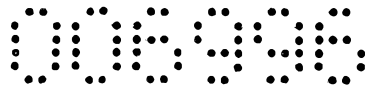


- Antriebseinrichtung und den besonders stark beanspruchten mindestens zwei Stopfpickel, erfasst. Insbesondere eine Schädigung der mindestens zwei Stopfpickel kann somit besonders zuverlässig ermittelt werden.
- [17] Die mindestens eine Messgröße kann eine Winkelbeschleunigung der mindestens zwei Stopfpickelträger und/oder eine Linearbeschleunigung, insbesondere des Trägerlagers, über welches der mindestens eine Stopfpickelträger mit dem Stopfpickel-Antrieb verbunden ist, sein. Die mindestens eine Messgröße kann auch ein Stellweg der Antriebseinrichtung, insbesondere des Aggregatantriebs und/oder des Stopfpickel-Antriebs, sein. Die mindestens eine Messgröße kann somit besonders robust und zuverlässig erfasst werden.
- [18] Ein Verfahren nach Anspruch 6 gewährleistet die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Der Hydraulikdruck kann der Druck einer hydraulischen Flüssigkeit des Stopfpickel-Antriebs und/oder des Aggregatantriebs sein. Der Hydraulikdruck kann somit mit der Antriebskraft korrelieren. Da die Antriebskraft über die Trägheit des Stopfaggregats mit der Beschleunigung korreliert, kann die mindestens eine Messgröße anhand des Hydraulikdrucks besonders einfach und robust ermittelt werden.
- [19] Anhand der mindestens einen Messgröße kann ein auf die mindestens zwei Stopfpickel wirkendes Moment und/oder eine auf die mindestens zwei Stopfpickel wirkende Kraft bestimmt werden. Die mindestens eine Messgröße kann auch in Form der von der Antriebseinrichtung bereitgestellten Antriebskraft und/oder des Antriebsmoments ermittelt werden. Anhand einer Änderung der Kraft und/oder des Moments kann der Schädigungszustand des Stopfaggregats bestimmt werden.
- [20] Ein Verfahren nach Anspruch 7 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. In der Rückstellposition steht das Stopfaggregat außer Eingriff mit dem Gleisbett. Durch das Erfassen der mindestens einen Messgröße in der Rückstellposition können Einflüsse des Gleisbetts auf die Beschleunigung des mindestens einen Teils des Stopfaggregats ausgeschlossen werden. Beispielsweise hat eine entlang des Gleises variierende Beschaffenheit des Gleisbetts damit keinen Einfluss auf die mindestens eine Messgröße. Der Schädigungszustand des



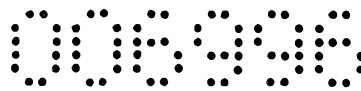
Stopfaggregats kann somit besonders robust und zuverlässig erkannt werden.

- [21] Ein Verfahren nach Anspruch 8 gewährleistet die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Die mindestens eine Referenzgröße kann der mindestens einen Messgröße bei einem bestimmten Schädigungszustand entsprechen. Vorzugsweise entspricht die mindestens eine Referenzgröße der mindestens einen Messgröße für den funktionsfähigen Zustand und/oder für den geschädigten Zustand des Stopfaggregats und/oder für den geschädigten Zustand mindestens einer Komponente des Stopfaggregats. Durch Vergleichen der mindestens einen Messgröße und der mindestens einen Referenzgröße kann somit ein von der Funktionsfähigkeit abweichender Schädigungszustand des Stopfaggregats zuverlässig ermittelt werden.
- [22] Vorzugsweise erfolgt der Vergleich der mindestens einen Messgröße mit mehreren Referenzgrößen. Mindestens zwei Referenzgrößen können mehreren bestimmten Schädigungszuständen entsprechen. Durch Vergleichen der mindestens einen Messgröße mit den Referenzgrößen kann somit ermittelt werden, nicht nur ob, sondern auch inwiefern, an welcher Stelle und an welcher Komponente eine Schädigung des Stopfaggregats vorliegt.
- [23] Vorzugsweise wird die mindestens eine Referenzgröße durch Erfassen der mindestens einen Messgröße bei einem bestimmten Schädigungszustand erfasst. Die mindestens eine Referenzgröße kann auch einmalig, insbesondere beim Einbau und/oder nach einer Wartung des Stopfaggregats, ermittelt werden. Die mindestens eine Referenzgröße kann regelmäßig, insbesondere nach höchstens 100, insbesondere nach höchstens 10, insbesondere nach jedem Stopfzyklus, ermittelt werden. Ein Stopfzyklus umfasst das Verlagern des Stopfaggregats von der Rückstellposition in die Eingriffsposition und zurück in die Rückstellposition. Die mindestens eine Referenzgröße steht somit zum späteren Vergleich mit der mindestens einen Messgröße zur Verfügung. Vorteilhaft wird hierdurch auch erreicht, dass die mindestens eine Referenzgröße individuell an das jeweilige Stopfaggregat, insbesondere an die individuellen kinematischen



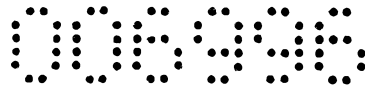
und mechanischen Eigenschaften des Stopfaggregats, und insbesondere an einen üblichen Verschleiß anpassbar ist.

- [24] Ein Verfahren nach Anspruch 9 gewährleistet die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Eine Schädigung des Stopfaggregats kann bei einer Abweichung der mindestens einen Messgröße von der mindestens einen Referenzgröße, in Form einer zuvor erfassten mindestens einen Messgröße, besonders einfach und zuverlässig bestimmt werden. Die Referenzgröße kann auch mehrere zu einem früheren Zeitpunkt erfasste Messgrößen umfassen. Es können auch mehrere zeitlich zueinander beabstandete Messgrößen zum Ermitteln des Schädigungszustands mit der mindestens einen Referenzgröße verglichen werden. Das Ermitteln des Schädigungszustands ist somit besonders robust gegenüber zufälligen Messabweichungen.
- [25] Zum Ermitteln der mindestens einen Referenzgröße anhand der mindestens einen Messgröße können die mindestens zwei Stopfpickel vor dem Betrieb des Stopfaggregats von diesem abgenommen werden.
- [26] Ein Verfahren nach Anspruch 10 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Beispielsweise kann die mindestens eine Messgröße die Position und/oder die Orientierung des mindestens einen Teils sein. Durch Ermitteln des zeitlichen Verlaufs der mindestens einen Messgröße kann von der Position und/oder der Orientierung auf die Beschleunigung des mindestens einen Teils geschlossen werden. Das Erfassen der mindestens einen Messgröße ist dabei besonders einfach und robust.
- [27] Anhand des zeitlichen Verlaufs kann eine zeitliche Änderung der mindestens einen Messgröße erfasst werden. Beispielsweise kann ermittelt werden, wie stark das Stopfaggregat, insbesondere eine einzelne Komponente des Stopfaggregats, bereits verschlissen ist und/oder ob eine plötzliche Schädigung des Stopfaggregats, insbesondere ein Bruch eines der mindestens zwei Stopfpickel, vorliegt.
- [28] Beispielsweise kann zum Ermitteln des Schädigungszustands eine Amplitude und/oder eine Phasenverschiebung und/oder eine Frequenz der mindestens einen Messgröße ermittelt werden. Beispielsweise kann eine Amplitude einer



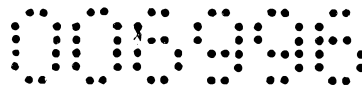
Linearbeschleunigung und/oder einer Winkelbeschleunigung zum Ermitteln des Schädigungszustands bestimmt werden. Vorzugsweise wird eine Phasenverschiebung einer Linearbeschleunigung und/oder einer Winkelbeschleunigung zum Ermitteln des Schädigungszustands des Stopfaggregats bestimmt.

- [29] Ein Verfahren nach Anspruch 11 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Das Strukturmodell umfasst vorzugsweise Informationen über die geometrische Ausgestaltung und/oder die Lagerung und/oder die Materialien, insbesondere die Dichte und/oder die Steifigkeit, des Stopfaggregats. Anhand des Strukturmodells und der mindestens einen Messgröße kann besonders zuverlässig auf den Schädigungszustand geschlossen werden und/oder eine Ausprägung der Schädigung kann ermittelt werden. Beispielsweise kann anhand des Strukturmodells ermittelt werden, welche Komponente, insbesondere ob die mindestens zwei Stopfpickel und/oder eine Lagerstelle und/oder die Antriebseinrichtung, beschädigt ist und/oder wie stark diese geschädigt ist. Neben dem Schädigungszustand kann auch ein Verschleißzustand des Stopfaggregats ermittelt werden. Die Betriebsfähigkeit des Stopfaggregats kann somit besonders weitgehend ausgeschöpft werden, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine erhöht ist.
- [30] Ein Verfahren nach Anspruch 12 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Die Schädigung des Stopfaggregats wird vorzugsweise detektiert, wenn die mindestens eine Messgröße den mindestens einen Schwellenwert überschreitet. Beispielsweise kann die mindestens eine Messgröße im funktionsfähigen Zustand des Stopfaggregats gering sein und bei einer Schädigung des Stopfaggregats zunehmen. Beim Überschreiten des vorgegebenen mindestens einen Schwellenwerts kann die Schädigung, insbesondere ohne weiteren Abgleich mit weiteren Werten, unmittelbar bestimmt werden. Der Schwellenwert kann fest vorgegeben sein. Die Schädigung kann somit besonders einfach und zuverlässig bestimmt werden.
- [31] Der mindestens eine Sensor zum Erfassen der mindestens einen Messgröße kann hierzu beispielsweise beabstandet zu einem Schwerpunkt des



Stopfaggregats an diesem angebracht sein. Der mindestens eine Sensor kann als Beschleunigungssensor zum Erfassen einer Beschleunigung in vertikaler Richtung ausgerichtet sein. Im funktionsfähigen Zustand des Stopfaggregats ist die auf den mindestens einen Sensor wirkende Beschleunigung gering. Beim Bruch der mindestens zwei Stopfpickel kann die Beschleunigung des mindestens einen Sensors in vertikaler Richtung stark zunehmen. Beim Überschreiten des mindestens einen Schwellwerts kann die Schädigung des Stopfaggregats detektiert werden.

- [32] Zum Ermitteln der Schädigung des Stopfaggregats kann auch eine Differenz zwischen der Messgröße und der Referenzgröße mit einem Schwellenwert verglichen werden.
- [33] Ein Verfahren nach Anspruch 13 gewährleistet die erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Gleisbaumaschine. Durch das Unterbrechen des Betriebs des Stopfaggregats nach dem Detektieren der Schädigung kann verhindert werden, dass das Gleisbett nur unzureichend verdichtet wird und dass das Stopfaggregat einer erhöhten Beanspruchung ausgesetzt wird. Beim Detektieren der Schädigung kann auch ein Signal, insbesondere ein Warnton und/oder ein optisches Signal, für einen Benutzer bereitgestellt werden. Vorteilhaft wird hierdurch erreicht, dass die Schädigung des Stopfaggregats vom Benutzer zeitnah nach Eintritt der Schädigung wahrgenommen wird.
- [34] Die folgenden Details und Merkmale des Verfahrens können beliebig untereinander und mit den bereits genannten Merkmalen kombiniert werden:
- [35] Anhand der mindestens einen Messgröße kann auf einen Verlust einer Masse des Stopfaggregats, insbesondere im dynamischen System des Stopfaggregats, geschlossen werden. Anhand des Verlusts der Masse kann der Schädigungszustand des Stopfaggregats ermittelt werden.
- [36] Anhand der mindestens einen Messgröße kann ein Bewegungsmuster des Stopfaggregats, insbesondere eines Teils des Stopfaggregats, ermittelt werden. Der Schädigungszustand des Stopfaggregats kann anhand einer Veränderung des Bewegungsmusters bestimmt werden.

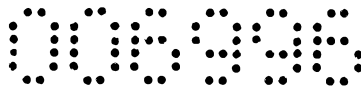


- [37] Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung zu schaffen, die eine erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit im Betrieb aufweist.
- [38] Diese Aufgabe wird durch eine Stopfvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Die Vorteile der erfindungsgemäßen Stopfvorrichtung entsprechen den Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Stopfvorrichtung kann insbesondere mit den Merkmalen aus mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13 weitergebildet werden. Vorzugsweise ist das Stopfaggregat an dem Aggregatträger in vertikaler Richtung verlagerbar angebracht. Der mindestens eine Sensor kann als Beschleunigungssensor und/oder als Drucksensor und/oder als Positionssensor und/oder als Drehgeber und/oder als Stromstärken-Sensor ausgebildet sein. Der mindestens eine Sensor steht vorzugsweise mit der Auswerteeinheit in Signalverbindung. Die Stopfvorrichtung kann eine Steuereinheit zum Steuern der Antriebseinrichtung und/oder zum Signalisieren eines Schädigungszustands des Stopfaggregats aufweisen. Zum Signalisieren des Schädigungszustands kann die Steuereinheit eine Benutzerschnittstelle aufweisen. Vorzugsweise ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, den Betrieb der Stopfvorrichtung, insbesondere des Stopfaggregats, bei einer Signalisierung einer Schädigung von der Auswerteeinheit zu unterbrechen. Die Steuereinheit kann auch dazu ausgebildet sein, über die Benutzerschnittstelle ein Signal, insbesondere einen Signalton und/oder ein visuelles Signal, an den Benutzer auszugeben, wenn die Auswerteeinheit eine Schädigung des Stopfaggregats signalisiert.
- [39] Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine Gleisbaumaschine mit einer Stopfvorrichtung zu schaffen, die eine erhöhte Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit aufweist.
- [40] 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 aus mindestens einem der Ansprüche 1 bis 14 weitergebildet werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[41] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele. Es zeigen:

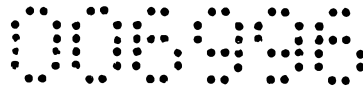
- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer schienengeführten Gleisbaumaschine mit einer Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung,
- Fig. 2 eine schematische Vorderansicht der Stopfvorrichtung in Fig. 1, wobei ein Stopfaggregat der Stopfvorrichtung in einer Rückstellposition angeordnet ist, in der vier Stopfpickel des Stopfaggregats außer Eingriff mit einem Gleisbett stehen,
- Fig. 3 eine schematische Vorderansicht der Stopfvorrichtung in Fig. 1, wobei das Stopfaggregat in einer Eingriffsposition angeordnet ist, in der die vier Stopfpickel in Eingriff mit dem Gleisbett stehen,
- Fig. 4 eine schematische Seitenansicht der Stopfvorrichtung in Fig. 1, wobei das Stopfaggregat in der Eingriffsposition angeordnet ist,
- Fig. 5 Verläufe von Linearbeschleunigungen an einem Stopfpickelantrieb des Stopfaggregats über der Zeit und Zeigerdiagramm bei für ein funktionsfähiges Stopfaggregat,
- Fig. 6 Verläufe der Linearbeschleunigungen an dem Stopfpickelantrieb über der Zeit und Zeigerdiagramm für ein beschädigtes Stopfaggregat,
- Fig. 7 Verläufe der Winkelbeschleunigungen des Stopfaggregats über der Zeit und Zeigerdiagramm für das funktionsfähige Stopfaggregat,
- Fig. 8 Verläufe der Winkelbeschleunigungen des Stopfaggregats über der Zeit und Zeigerdiagramm für das beschädigte Stopfaggregat,
- Fig. 9 eine schematische Vorderansicht eines Stopfaggregats gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel mit einem Stopfpickel-Antrieb und zwei an dem Stopfpickel-Antrieb angeordneten Positions-Sensoren und
- Fig. 10 ein Stopfaggregat gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, wobei der Stopfpickel-Antrieb zwei Hydraulikzylinder umfasst und



wobei je ein Druck-Sensor an den zwei Hydraulikzylindern angeordnet ist.

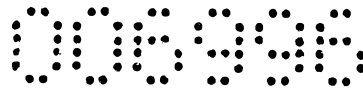
Beschreibung der Ausführungsformen

- [42] Eine Gleisbaumaschine 1 weist einen Maschinenrahmen 2, mindestens zwei an dem 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 beabstandet 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.
- [43] Die Stopfvorrichtung 5 weist einen Aggregatträger 7, ein an dem Aggregatträger 7 gelagertes Stopfaggregat 8, eine Antriebsvorrichtung 9, einen Sensor 10 und eine Auswerteeinheit 11 auf. Zwischen dem Aggregatträger 7 und dem Stopfaggregat 8 ist eine Linearführung 12 angeordnet. Über die Linearführung 12 ist das Stopfaggregat 8 entlang der z-Richtung, relativ zu dem Aggregatträger 7 verschiebbar verlagerbar.
- [44] Die Antriebseinrichtung 9 umfasst einen Aggregatantrieb 13 und einen Stopfpickel-Antrieb 14. Der Aggregatantrieb 13 wirkt zwischen dem Aggregatträger 7 und dem Stopfaggregat 8 und stellt eine Aggregatkraft F_A zur Verlagerung des Stopfaggregats 8 relativ zu dem Aggregatträger 7 bereit. Das Stopfaggregat 8 weist einen Aggregatrahmen 15 auf. An dem Aggregatrahmen 15 sind in x-Richtung zueinander beabstandet zwei Stopfpickelträger 16 angebracht. Die Stopfpickelträger 16 sind an dem Aggregatrahmen 15 jeweils über eine parallel zu der y-Richtung orientierte Trägerachse 17 drehbar gelagert.
- [45] Der Stopfpickel-Antrieb 14 ist als Linear-Antrieb ausgebildet und wirkt jeweils zwischen dem Aggregatrahmen 15 und einem der Stopfpickelträger 16. Der Stopfpickel-Antrieb 14 weist einen Hydraulik-Antrieb und einen Exzenter-Antrieb auf. Der Hydraulik-Antrieb gewährleistet eine hohe Verlagerungs-Amplitude bei einer geringen Verlagerungs-Frequenz. Der Exzenter-Antrieb



ist zum Bereitstellen einer geringen Verlagerungs-Amplitude und einer hohen Verlagerungs-Frequenz, insbesondere einer Verdichtungsfrequenz f_v , ausgebildet. Sowohl der Hydraulik-Antrieb als auch der Exzenter-Antrieb wirken zwischen dem Aggregatrahmen 15 und dem jeweiligen Stopfpickelträger 16. Der Stopfpickel-Antrieb 14 ist zum Bereitstellen einer Antriebskraft F_v an dem jeweiligen Stopfpickelträger 16 ausgebildet. An einer Unterseite des jeweiligen Stopfpickelträgers 16 sind je zwei Stopfpickel 18 angebracht. Über den jeweiligen Stopfpickelträger 16 und die daran angebrachten Stopfpickel 18 ist die Antriebskraft F_v somit auf ein Gleisbett 19 übertragbar.

- [46] Der Sensor 10 steht über eine Signalleitung 20 mit der Auswerteeinheit 11 in Signalverbindung. Die Auswerteeinheit 11 steht wiederum in Signalverbindung mit einer Steuereinheit 21. Die Steuereinheit 21 weist eine Benutzerschnittstelle 22 zum Austausch von Informationen mit einem Benutzer auf. Die Auswerteeinheit 11 umfasst ein Speichermittel 23 zum Speichern mindestens einer Referenzgröße.
- [47] Der Sensor 10 ist als Beschleunigungssensor ausgebildet und an einem Antriebsgehäuse 24 des Stopfpickel-Antriebs 14 angeordnet. Der Sensor 10 ist zum Erfassen von Linearbeschleunigungen $a = [a_x, a_y, a_z]$ in x-Richtung, in y-Richtung und in z-Richtung sowie zum Erfassen von Winkelbeschleunigungen $\alpha = [\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z]$ um die x-Richtung, die y-Richtung und die z-Richtung ausgebildet.
- [48] Nachfolgend sind der Betrieb der Gleisbaumaschine 1 und der Betrieb der Stopfvorrichtung 5 beschrieben:
- [49] Zum Anlegen bzw. Instandhalten des Gleisbetts 19 wird die Gleisbaumaschine 1 mittels des Maschinenantriebs 4 auf einem Gleis 25 entlang der x-Richtung verfahren. Eine Mittelachse 26 der Stopfvorrichtung 5 wird dabei mittig über einer zum Tragen der Gleise 25 auf dem Gleisbett 19 angeordneten Bahnschwelle 27 positioniert.
- [50] Zu Beginn des Prozesses zur Gleisbettverdichtung befindet sich das Stopfaggregat 8 in einer Rückstellposition 28. Das Stopfaggregat 8 befindet sich an einer oberen Endlage der Linearführung 12 und die an dem Stopfaggregat 8 angebrachten Stopfpickel 18 stehen außer Eingriff mit dem



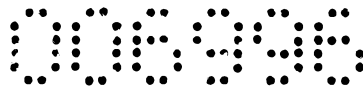
Gleisbett 19. Das Stopfaggregat 8 ist funktionsfähig und weist keine Schädigung auf.

- [51] Über ein Signal der Steuereinheit 21 wird der Stopfpickel-Antrieb 14 aktiviert. Der Stopfpickel-Antrieb 14 ist über Trägerlager 29 mit den beiden Stopfpickelträgern 16 verbunden. Der Stopfpickel-Antrieb 14 überträgt eine zyklische Hubbewegung auf den jeweiligen Stopfpickelträger 16. Die drehbar gelagerten Stopfpickelträger 16 bewegen sich dabei zyklisch um die jeweilige Trägerachse 17. Die in x-Richtung zueinander beabstandeten Stopfpickel 18 bewegen sich zyklisch aufeinander zu bzw. voneinander weg.
- [52] Die von dem Stopfpickel-Antrieb 14 auf die beiden Stopfpickelträger 16 übertragene zyklische Hubbewegung weist eine Verdichtungsfrequenz f_V von 35 Hertz bis 45 Hertz auf. Über die Lagerachsen 17 der Stopfpickelträger 16 und über das Antriebsgehäuse 24 des Stopfpickel-Antriebs 14 werden Lagerkräfte auf den Aggregatrahmen 15 übertragen und regen das Stopfaggregat 8 zu einer Schwingung mit einer Aggregatfrequenz f_A an. Die Aggregatfrequenz f_A entspricht im Wesentlichen der Verdichtungsfrequenz f_V . Die Aggregatfrequenz f_A wirkt auch auf das Antriebsgehäuse 24 und versetzt dieses in Schwingung.
- [53] Der an dem Antriebsgehäuse 24 angebrachte Sensor 10 erfasst sechs Messgrößen in Form des Vektors der Linearbeschleunigungen a und des Vektors der Winkelbeschleunigungen α . Die von dem Sensor 10 erfassten Beschleunigungen a , α sind abhängig von einer Masse m_A des Stopfaggregats 8, insbesondere von Massen m_S der jeweiligen Stopfpickel 18. Beim Antreiben der beiden Stopfpickelträger 16 mittels des Stopfpickel-Antriebs 14 wirkt der Antriebskraft F_V in der Rückstellposition 28 lediglich die Trägheitskraft F_T entgegen. Für eine lineare Beschleunigung einer Masse m gilt im Allgemeinen:

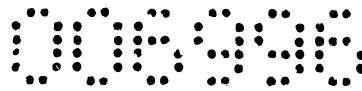
$$F_V = F_T = m \cdot a \quad (1)$$

- [54] Hieraus wird ersichtlich, dass sich bei einer Änderung der Masse m auch die Beschleunigung a und/oder die Antriebskraft F_V ändert. Analog gilt für die Winkelbeschleunigung:

$$M_V = M_T = I(m) \cdot \alpha \quad (2)$$



- [55] M_V ist ein Antriebsmoment, I ist ein Inertialmoment und M_T ist ein aufgrund der Winkelbeschleunigung α und aufgrund des Inertialmoments I wirkendes Trägheitsmoment. Insbesondere sind die Aggregatamplituden S_a der Linearbeschleunigungen a und die Aggregatamplituden S_α der Winkelbeschleunigungen α abhängig von der Masse m_A des Stopfaggregats 8, insbesondere von der Masse m_S der Stopfpickel 18.
- [56] Die Verläufe der Messgrößen a , α werden für das unbeschädigte Stopfaggregat 8 ermittelt und in dem Speichermittel 23 als Referenzgrößen a_0 , α_0 gespeichert. Die Referenzgrößen und die daraus hervorgehenden weiteren Größen werden im Folgenden mit dem Index 0 gekennzeichnet. In Fig. 5 sind die Verläufe der Linearbeschleunigungen a_0 des funktionsfähigen Stopfaggregats 8 über einer Zeit t dargestellt. Ein Zeigerdiagramm gibt zusätzlich Auskunft über eine Phasenverschiebung $\varphi_{a,0} = [\varphi_{a,x,0}, \varphi_{a,y,0}, \varphi_{a,z,0}]$ der Linearbeschleunigungen a_0 . In Fig. 7 sind die Verläufe der Winkelbeschleunigungen α_0 für das unbeschädigte, funktionsfähige Stopfaggregat 8 über der Zeit t zusammen mit einem Zeigerdiagramm zur Darstellung der Phasenverschiebungen $\varphi_{\alpha,0} = [\varphi_{\alpha,x,0}, \varphi_{\alpha,y,0}, \varphi_{\alpha,z,0}]$ zwischen den Winkelbeschleunigungen α_0 gezeigt.
- [57] Zu Beginn eines Stopfzyklus zum Verdichten des Gleisbetts 19 wird das Stopfaggregat 8 mittels des Aggregatantriebs 13 entgegen der z-Richtung auf das Gleisbett 19 zu verlagert.
- [58] In einer Eingriffsposition 30 befindet sich das Stopfaggregat 8 an einem unteren Ende der Linearführung 12. Die vier Stopfpickel 18 dringen in das Gleisbett 19 ein. Das in der Eingriffsposition 30 angeordnete Stopfaggregat 8 ist in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt. Der Betrieb des Stopfpickel-Antriebs 14 wird während des Verlagerns zwischen der Rückstellposition 28 und der Eingriffsposition 30 als auch in der Eingriffsposition 30 aufrechterhalten. Zusätzlich zu der hochfrequenten Verlagerung des Stopfpickels 18 mit der Verdichtungsfrequenz f_V werden die in x-Richtung zueinander beabstandeten Stopfpickel 18 mittels des Stopfpickel-Antriebs 14 in der Eingriffsposition 30 aufeinander zu bewegt. Die Verdichtung des Gleisbetts 19 erfolgt durch die Überlagerung dieser beiden Verlagerungskomponenten der Stopfpickel 18.



- [59] Bei der Verdichtung des Gleisbetts 19 wirken hohe statische und dynamische Lasten auf das Stopfaggregat 8, insbesondere auf die Stopfpickel 18. Hierdurch kommt es zur Schädigung des Stopfaggregats 8 durch einen Bruch von einem der vier Stopfpickel 18 kommen.
- [60] Das Stopfaggregat 8 wird mittels des Aggregatantriebs 13 aus der Eingriffsposition 30 in die Rückstellposition 28 zurückverlagert. Der Stopfzyklus ist somit abgeschlossen. Vor Beginn des nächsten Stopfzyklus wird die Gleisbaumaschine 1, insbesondere die Stopfvorrichtung 5 derart in x-Richtung verlagert, dass die Mittelachse 26 mittig über der in x-Richtung nächsten Bahnschwelle 27 angeordnet ist.
- [61] Durch den Bruch des Stopfpickels 18 ist dessen Masse m_s reduziert. Somit ist auch die Masse des Stopfaggregats m_A reduziert. Hierdurch verändern sich die der Antriebskraft F_V entgegenwirkenden Trägheitskräfte F_T und Trägheitsmomente M_T . Dies hat wiederum Auswirkungen auf das Schwingungsverhalten des Stopfaggregats 8.
- [62] Zu Beginn des nächsten Stopfzyklus werden die Messgrößen a , α mittels des Sensors 10 von neuem erfasst. Die anhand des beschädigten Stopfaggregats 8 erfassten Messgrößen a , α und die daraus hervorgehenden weiteren Größen werden im Folgenden mit dem Index 1 gekennzeichnet. Zum Ermitteln eines Schädigungszustands werden die aktuellen Messgrößen a_1 , α_1 mit den Referenzgrößen a_0 , α_0 verglichen. Insbesondere werden die Aggregatamplituden $S_{a,1}$, $S_{\alpha,1}$ und die Phasenverschiebungen $\varphi_{a,1}$, $\varphi_{\alpha,1}$ der Messgrößen a_1 , α_1 mit den Aggregatamplituden $S_{a,0}$, $S_{\alpha,0}$ und den Phasenverschiebungen $\varphi_{a,0}$, $\varphi_{\alpha,0}$ der Referenzgrößen a_0 , α_0 verglichen. Eine Schädigung des Stopfaggregats 8 wird detektiert, sofern eine Differenz zwischen den gemessenen Aggregatamplituden $S_{a,1}$, $S_{\alpha,1}$ und den Referenzgrößen der Aggregatamplituden $S_{a,0}$, $S_{\alpha,0}$ einen Schwellenwert SW_s erreichen oder überschreiten. Ebenso wird eine Schädigung des Stopfaggregats 8 detektiert, sofern eine Differenz zwischen den gemessenen Phasenverschiebungen $\varphi_{a,1}$, $\varphi_{\alpha,1}$ und den Referenzgrößen der Phasenverschiebungen $\varphi_{a,0}$, $\varphi_{\alpha,0}$ einen Schwellenwert SW_φ für die

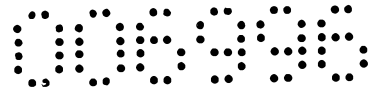
Phasenverschiebungen überschreiten. Eine Beschädigung des Stopfaggregats wird also bestimmt, sofern gilt:

$$|S_1 - S_0| \geq SW_s \quad (3)$$

$$|\varphi_1 - \varphi_0| \geq SW_\varphi \quad (4)$$

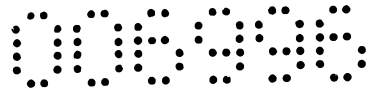
- [63] In der Fig. 6 sind die Verläufe der an dem Sensor 10 erfassten Linearbeschleunigungen a_1 für das beschädigte Stopfaggregat 8 mit dem gebrochenen Stopfpickel 18 über der Zeit dargestellt. Aus der Fig. 6 gehen die Aggregatamplituden $S_{a,1}$ und die Phasenverschiebungen $\varphi_{a,1}$ der Linearbeschleunigungen hervor. In Fig. 8 sind die Verläufe der Winkelbeschleunigungen α_1 des geschädigten Stopfaggregats 8 über der Zeit t dargestellt. Aus der Fig. 8 gehen die Aggregatamplituden $S_{\alpha,1}$ und die Phasenverschiebungen $\varphi_{\alpha,1}$ der Winkelbeschleunigungen α_1 hervor.
- [64] Aus den Fig. 5 bis Fig. 8 wird ersichtlich, dass der Bruch eines Stopfpickels 18 und die damit verbundene Reduktion der Masse m_A des Stopfaggregats zu einer deutlichen Änderung der Messgrößen a_1 , α_1 im Vergleich zu den Referenzgrößen a_0 , α_0 führt. Die Beschädigung des Stopfaggregats 8, insbesondere der Verlust des Stopfpickels 18, kann somit zuverlässig erkannt werden.
- [65] Die Auswerteeinheit 11 detektiert die Beschädigung des Stopfaggregats 8. Aufgrund eines Signals der Auswerteeinheit 11 unterbricht die Steuereinheit 21 den Betrieb des Stopfaggregats 8. Über die Benutzerschnittstelle 22 wird dem Benutzer die Beschädigung des Stopfaggregats 8 signalisiert.
- [66] In Fig. 9 ist eine weitere Ausführungsform der Stopfvorrichtung 5 beschrieben. Im Unterschied zu der vorangegangenen Ausführungsform umfasst die Stopfvorrichtung 5 zwei Sensoren 10, welche als Positions-Sensoren ausgebildet sind. Die beiden Sensoren 10 sind jeweils an einem Stopfpickel-Antrieb 14 angeordnet und zum Erfassen eines Stellwegs s des Stopfpickel-Antriebs 14 ausgebildet. Die Sensoren 10 stehen über eine Signalleitung 20 in Signalverbindung mit der Auswerteeinheit 11.
- [67] Die Messgröße s wird in Form des Stellwegs s erfasst. Anhand der Messgröße s wird zunächst die Stellgeschwindigkeit $s' = ds/dt$ durch Bestimmen einer Änderung des Stellwegs ds über einen diskreten Zeitschritt

- dt bestimmt. Anhand der Änderung der Stellgeschwindigkeit ds' über einen diskreten Zeitschritt dt wird die Stellbeschleunigung $s'' = d^2s/dt^2$ bestimmt.
- [68] Zum Bestimmen, ob das Stopfaggregat 8 eine Schädigung aufweist, wird mit der Stellbeschleunigung s'' ebenso verfahren, wie gemäß der vorangegangenen Ausführungsform mit den Beschleunigungen a , α .
- [69] Alternativ zum Erfassen des Stellwegs s kann auch eine Position in x-Richtung und/oder in y-Richtung und/oder in z-Richtung, beispielsweise des Trägerlagers 29 oder einer anderen Komponente des Stopfaggregats 8, erfasst werden. Auch eine Orientierung um die x-Richtung und/oder um die y-Richtung und/oder um die z-Richtung, beispielsweise von einem der Stopfpickelträger 16, kann erfasst werden.
- [70] Eine weitere Ausführungsform der Stopfvorrichtung 5 ist in Fig. 10 dargestellt. Im Unterschied zu den vorangegangenen Ausführungsformen weist die Stopfvorrichtung 5 zwei Sensoren 10 in Form von Druck-Sensoren auf. Die beiden Sensoren 10 sind zum Erfassen eines Drucks einer Hydraulikflüssigkeit in je einem Hydraulikzylinder 31 des Stopfpickel-Antriebs 14 ausgebildet. Die beiden Sensoren 10 stehen über Druckleitungen 32 in Verbindung mit den Hydraulikzylindern 31. Über die Signalleitungen 20 stehen die Sensoren 10 in Signalverbindung mit der Auswerteeinheit 11.
- [71] Zum Bestimmen einer Schädigung des Stopfaggregats 8 wird ein zeitlicher Verlauf des Drucks p mit einem zeitlichen Verlauf eines Referenzdrucks p_0 verglichen. Die Änderung der Masse m des Stopfaggregats 8 führt zu einer Änderung der Trägheitskraft F_T und damit zu einer Änderung der für die Beschleunigung a notwendigen Antriebskraft F_V . Eine Schädigung des Stopfaggregats 8 wird erkannt, sofern der Betrag der Differenz zwischen der Messgröße p und der Referenzgröße p_0 einen Schwellenwert SW_p überschreitet.
- [72] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist in der Auswerteeinheit 11 ein Strukturmodell des Stopfaggregats 8 hinterlegt. Das Strukturmodell umfasst die Komponenten des Stopfaggregats 8, deren Massen, deren Lagerung sowie deren Materialien und Steifigkeiten. Anhand der auf das Stopfaggregat 8 wirkenden Antriebskraft F_V und der erfassten mindesten einen Messgröße a , α , p , s kann mittels des Strukturmodells auf eine spezifische Schädigung



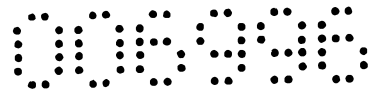
des Stopfaggregats 8 geschlossen werden. Beispielsweise kann die Reduktion der Masse m_s eines bestimmten Stopfpickels 18 erkannt werden. Anhand der mindestens einen Messgröße a , α , p , s und anhand des in der Auswerteeinheit 11 hinterlegten Strukturmodells wird zusätzlich zum Bestimmen der Schädigung eine Art des Schadens, insbesondere eine Position des Schadens an dem Stopfaggregat 8, bestimmt.

- [73] Durch Übermitteln des Schädigungszustands des Stopfaggregats 8 anhand der mindestens einen Messgröße a , α , p , s kann eine Schädigung des Stopfaggregats 8 besonders zuverlässig erkannt werden. Insbesondere kann die Schädigung mittels der Auswerteeinheit 11 automatisiert erkannt werden. Die Notwendigkeit einer regelmäßigen Sichtprüfung des Stopfaggregats 8 entfällt und die Gefahr eines Betriebs des Stopfaggregats 8 im beschädigten Zustand, wobei eine ausreichende Verdichtung des Gleisbetts 19 nicht gewährleistet werden kann und wobei unbeschädigte Komponenten des Stopfaggregats 8 überbeansprucht werden können, wird vermieden. Die Gleisbaumaschine 1, insbesondere das Stopfaggregat 8, ist im Betrieb somit besonders leistungsfähig und wirtschaftlich.

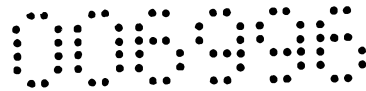


Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Stopfaggregats einer Gleisbaumaschine, umfassend die Schritte:
 - Bereitstellen der Gleisbaumaschine (1) mit dem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (19),
 - Beschleunigen mindestens eines Teils (18, 24) des Stopfaggregats (8),
 - Erfassen mindestens einer mit der Beschleunigung korrelierenden Messgröße (a , α , p , s) und
 - Ermitteln eines Schädigungszustands des Stopfaggregats (8) anhand der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Teil (18, 24) ein Stopfpickel (18) zum Zusammenwirken mit dem Gleisbett (19) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) ein Schädigungszustand eines Stopfpickels (18) zum Zusammenwirken mit dem Gleisbett (19) ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) eine Position und/oder eine Orientierung ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) an einem Stopfpickelträger (16) des Stopfaggregats (8) und/oder an einer Antriebseinrichtung (9) des Stopfaggregats (8) erfasst wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) ein Hydraulikdruck (p) zum Beschleunigen des mindestens einen Teils (18, 24) ist.



7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erfassen der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) in einer Rückstellposition (28) erfolgt, in der das Stopfaggregat (8) außer Eingriff mit dem Gleisbett (19) steht.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Ermitteln des Schädigungszustands die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) mit mindestens einer Referenzgröße (a_0 , α_0 , p_0 , s_0) verglichen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Referenzgröße (a_0 , α_0 , p_0 , s_0) anhand der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) in einem unbeschädigten Zustand des Stopfaggregats (8) ermittelt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ermitteln des Schädigungszustands anhand eines zeitlichen Verlaufs der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ermitteln des Schädigungszustands anhand eines Strukturmodells des Stopfaggregats (8) erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Überschreiten mindestens eines Schwellenwerts (SW_a , SW_α , SW_p , SW_s) der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) eine Schädigung des Stopfaggregats (8) detektiert wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach einem Detektieren einer Schädigung ein Betrieb des Stopfaggregats (5) unterbrochen wird.
14. Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung, aufweisend
- einen Aggregatträger (7)
 - ein an dem Aggregatträger (7) verschiebbar gelagertes Stopfaggregat (8),



- eine Antriebseinrichtung (9) zum Bereitstellen einer Antriebskraft (F_v) und zum Erwirken einer Beschleunigung (a, α) mindestens eines Teils des Stopfaggregats (8),
- mindestens einen Sensor (10) zum Erfassen mindestens einer mit der Beschleunigung (a, α) korrelierenden Messgröße (a, α, p, s),
- eine Auswerteeinheit (11) zum Ermitteln eines Schädigungszustands des Stopfaggregats (8) anhand der mindestens einen Messgröße (a, α, p, s).

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) angebrachte Stopfvorrichtung (5) nach Anspruch 14.

1/8

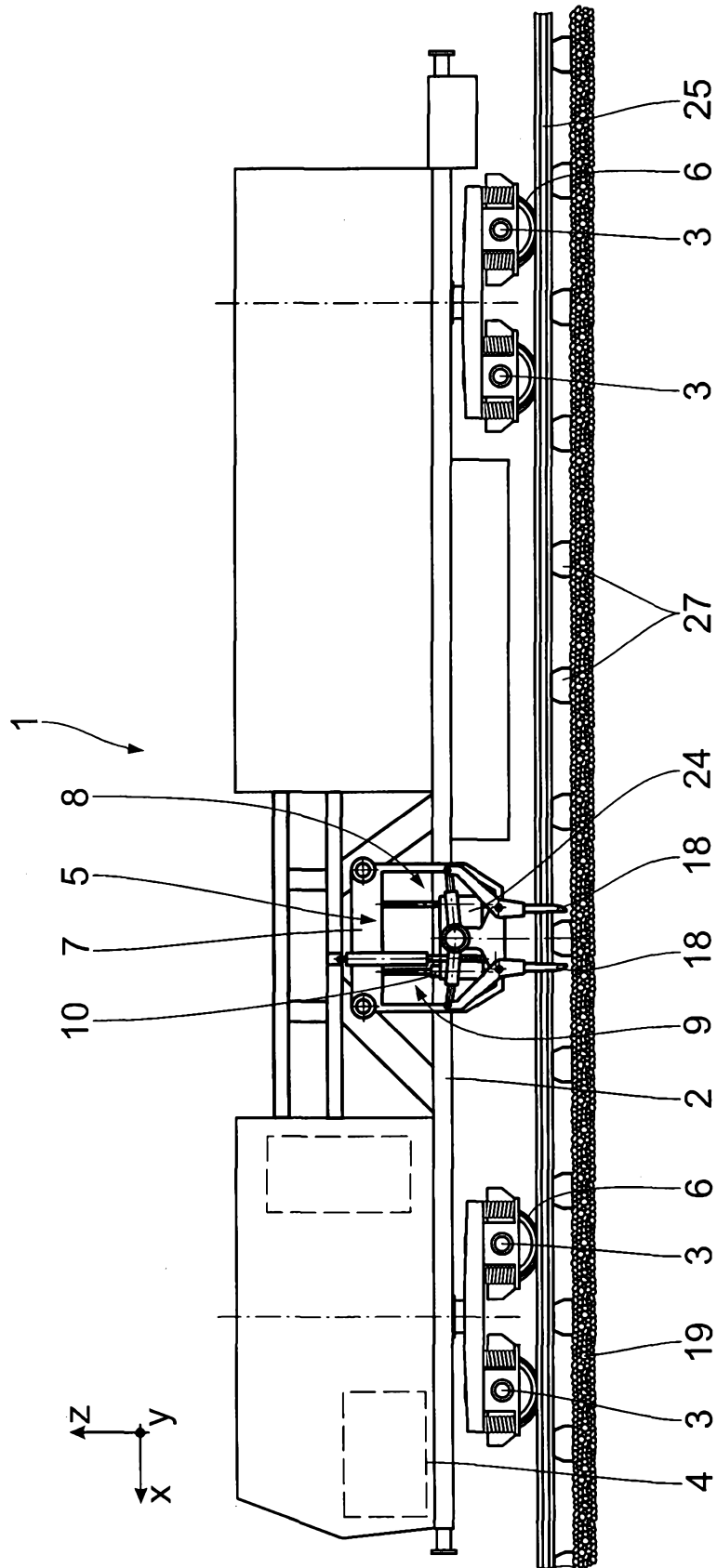


Fig. 1

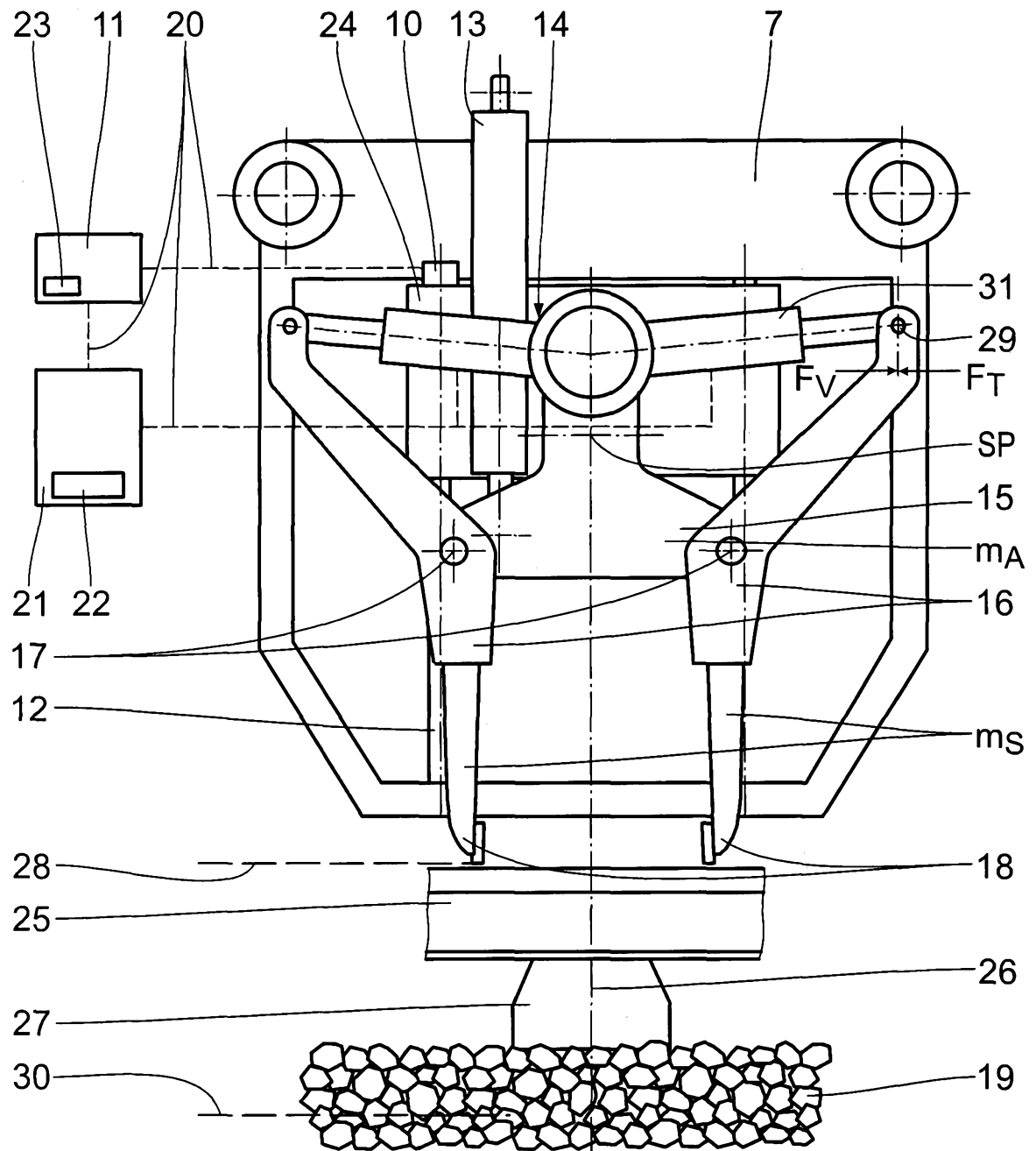


Fig. 2

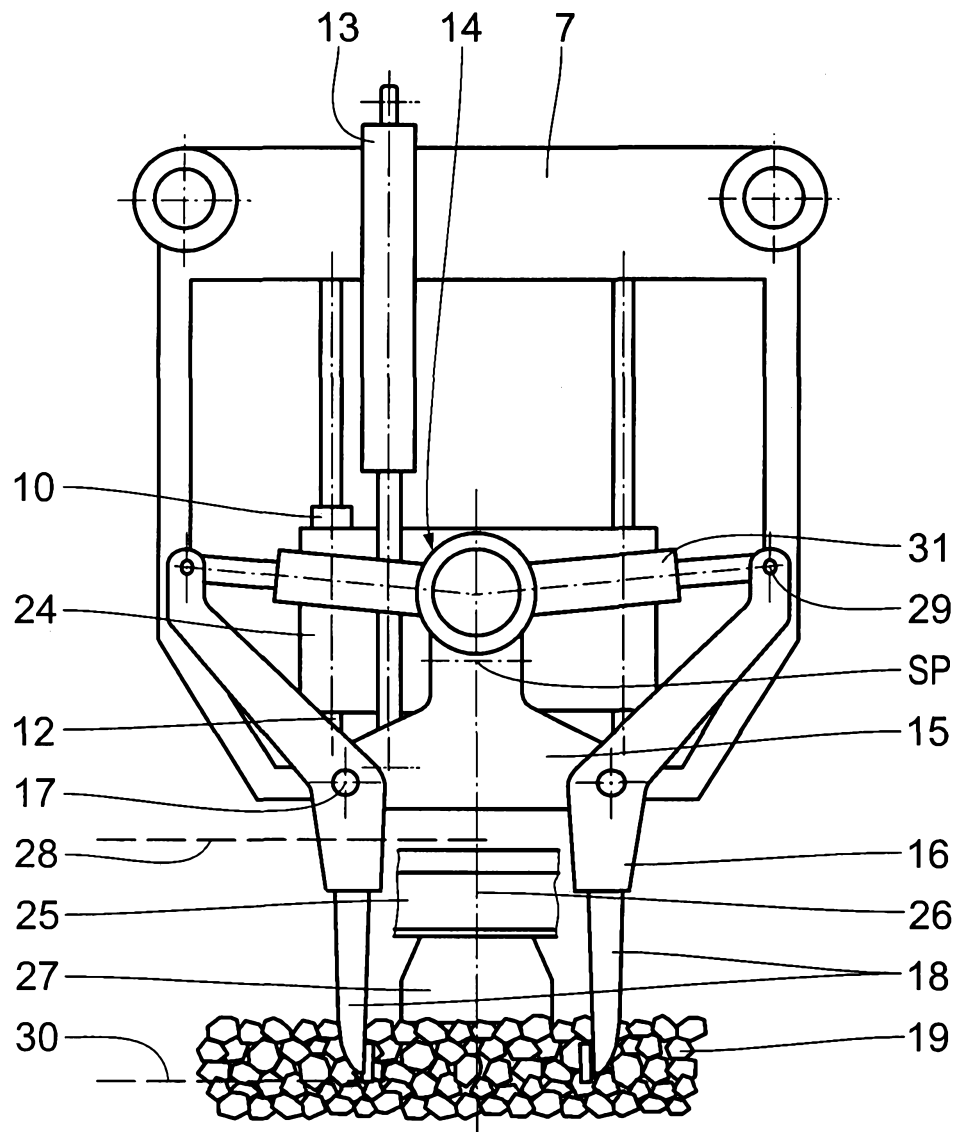


Fig. 3

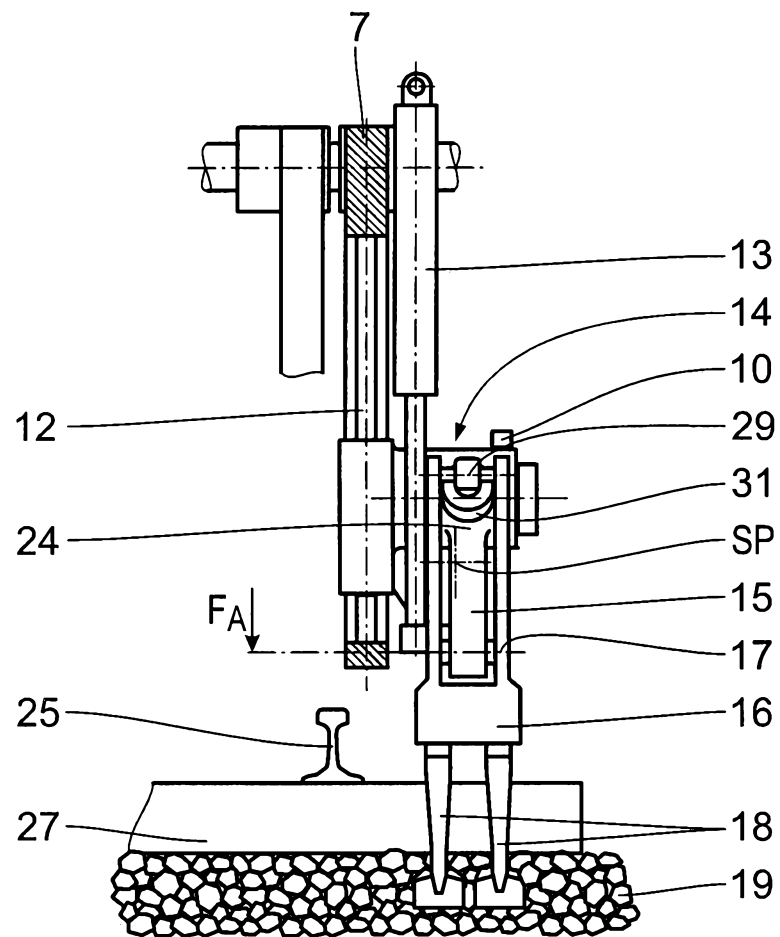


Fig. 4

5/8

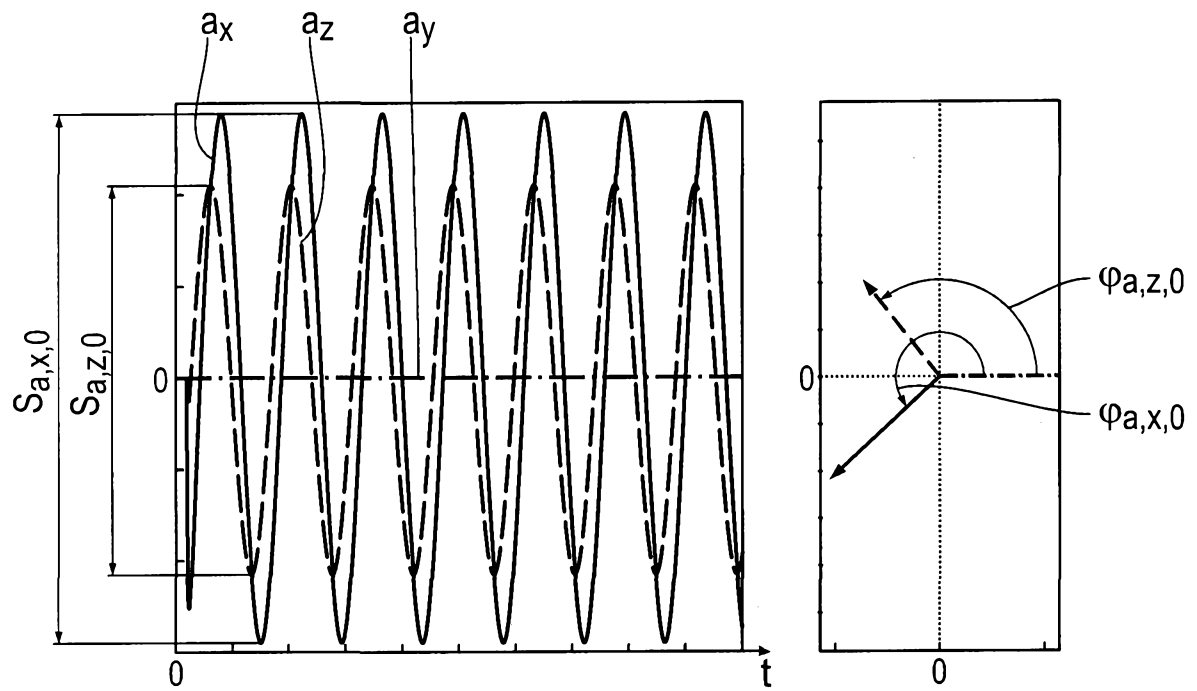


Fig. 5

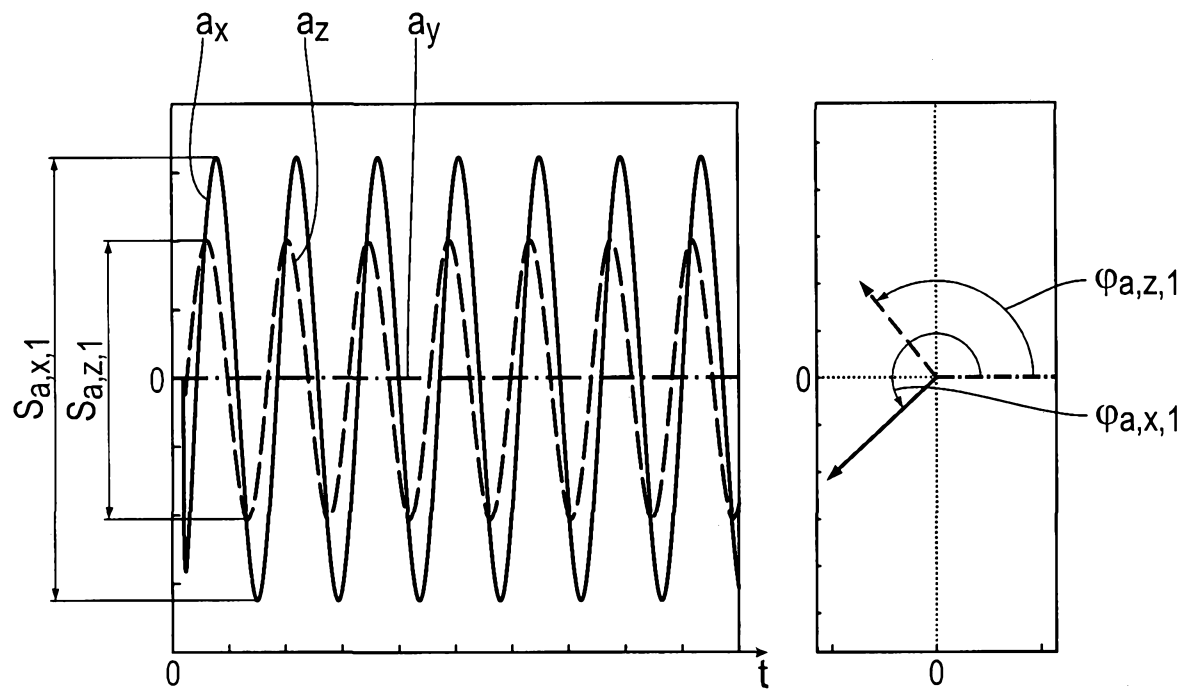


Fig. 6

6/8

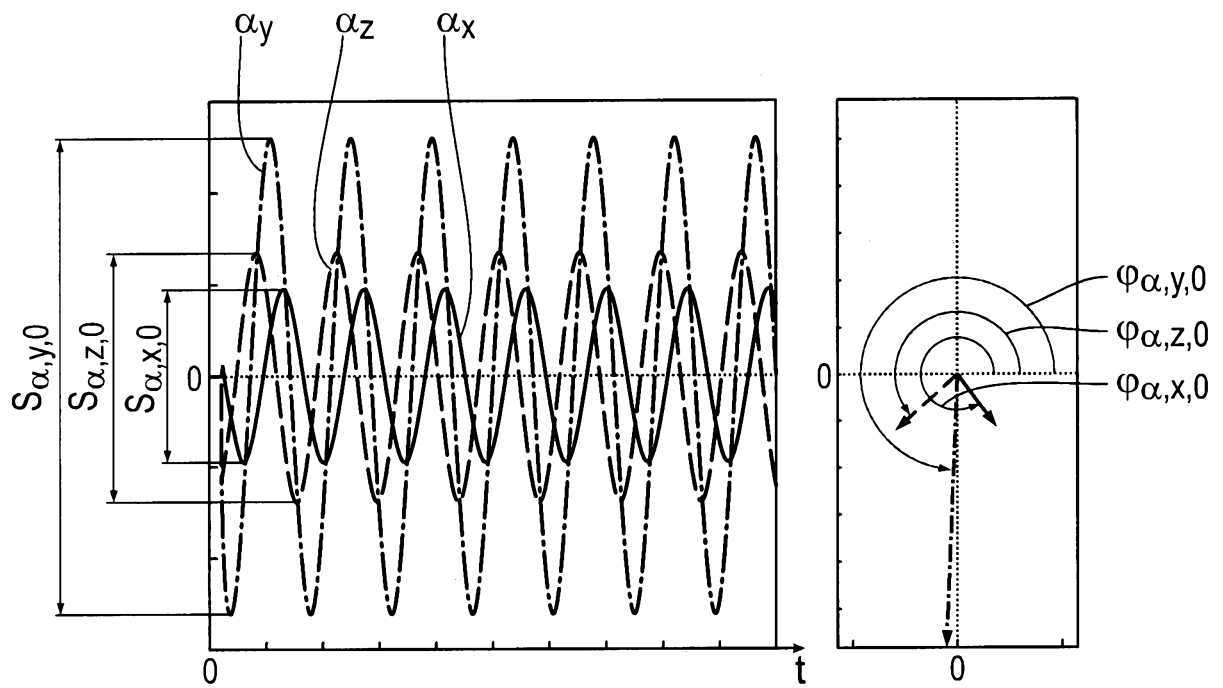


Fig. 7

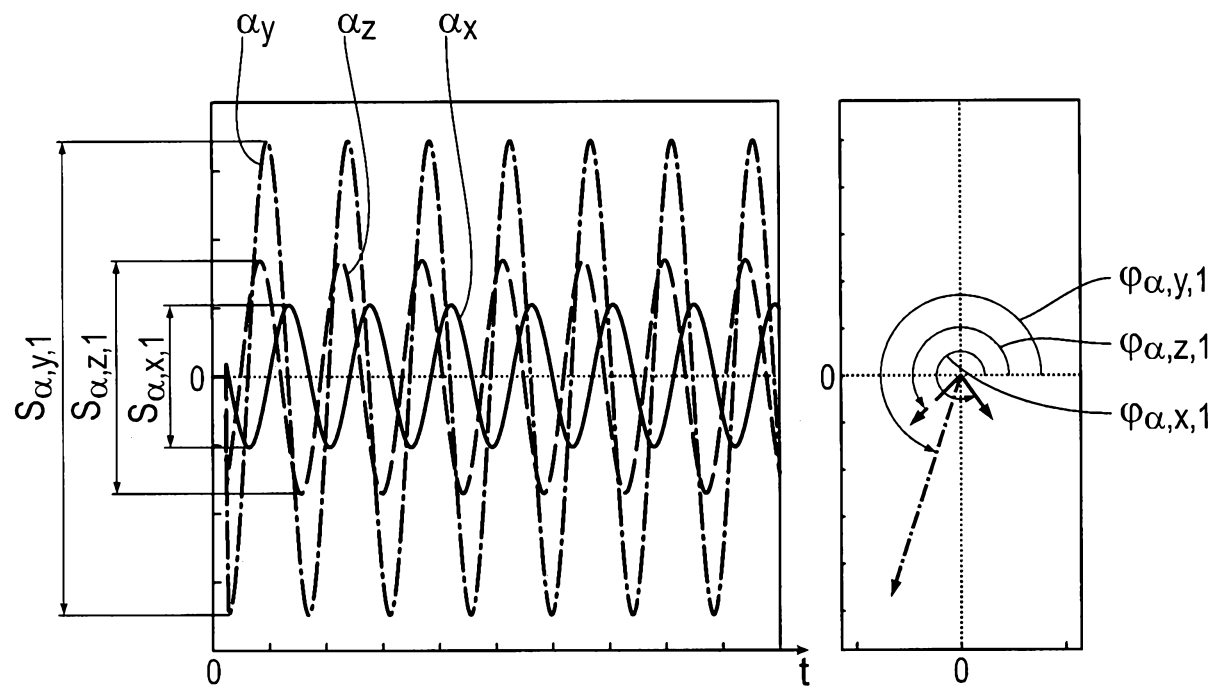


Fig. 8

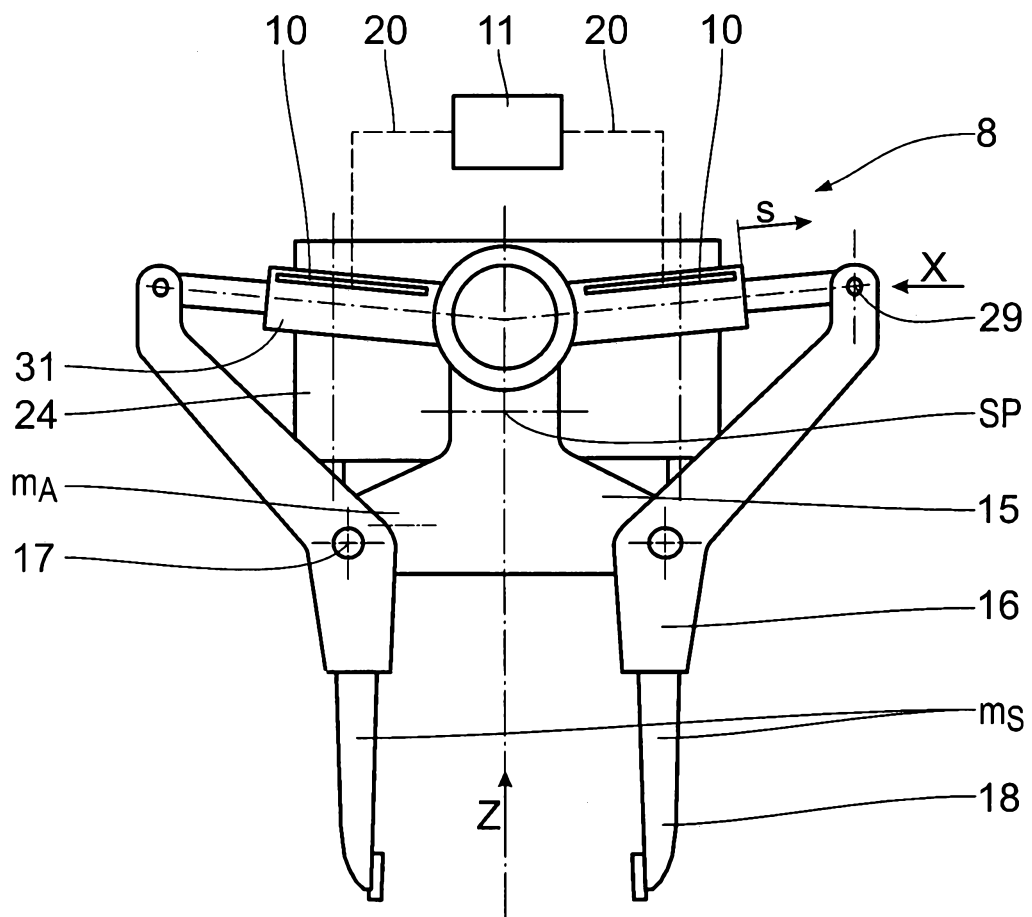


Fig. 9

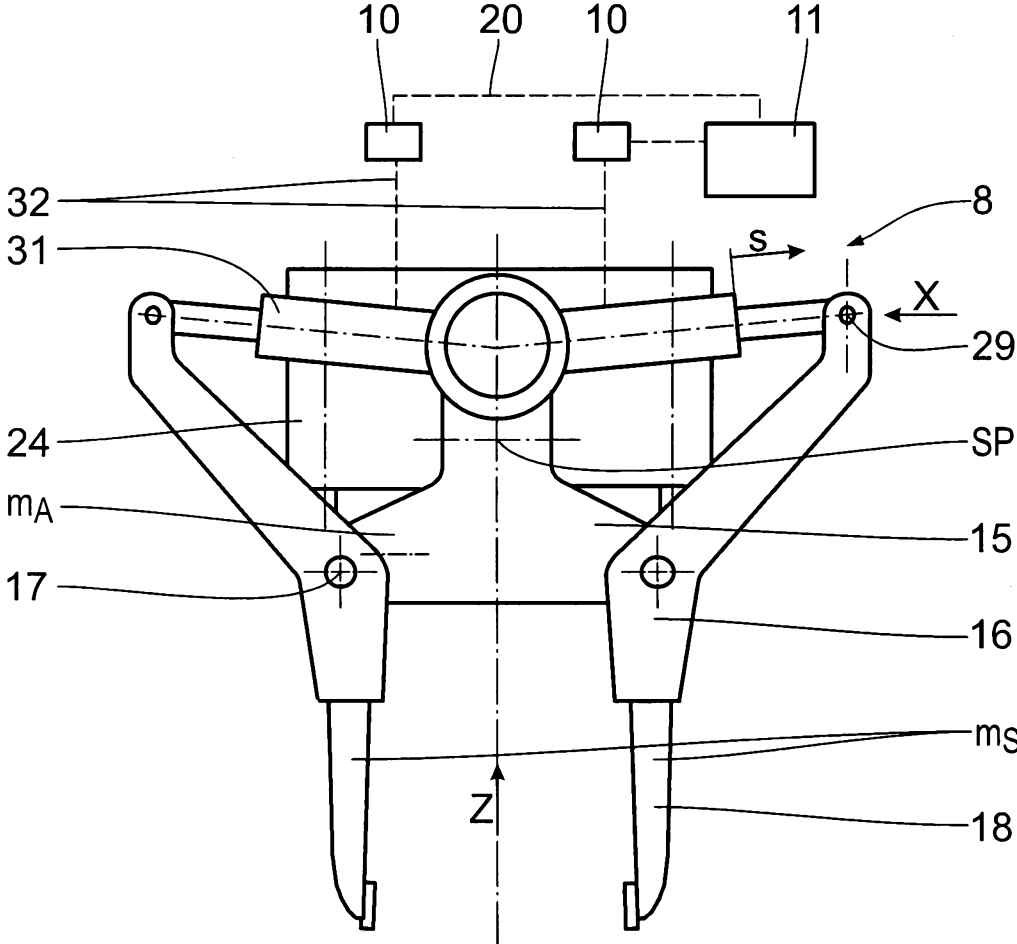


Fig. 10



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
E01B 27/16 (2006.01); **E01B 35/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands 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 28.12.2017 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	GB 2451310 A (MONITION) 28. Januar 2009 (28.01.2009) Seite 16, Zeilen 1-10; Ansprüche 14 und 15	1-3, 5, 7-15
Y		4, 6
Y	EP 2770108 A1 (SYSTEM7) 27. August 2014 (27.08.2014) Absatz [0006]	4
Y	EP 3239398 A1 (HP3 REAL) 01. November 2017 (01.11.2017) Ansprüche 1 und 2	6
A	WO 2017097390 A1 (PLASSER) 15. Juni 2017 (15.06.2017) Absatz [06]; Ansprüche 1 und 2	1-15
A	WO 2017129215 A1 (PLASSER) 03. August 2017 (03.08.2017) Ansprüche 12 und 13	1-15

Datum der Beendigung der Recherche:
13.09.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):
STAWA Richard

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand 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 der Gleisbaumaschine (1) mit dem Stopfaggregat (8) auf einem Gleisbett (19),
 - Beschleunigen mindestens eines Teils (18, 24) des Stopfaggregats (8),
 - Erfassen mindestens einer mit der Beschleunigung korrelierenden Messgröße (a , α , p , s) und
 - Ermitteln eines Schädigungszustands des Stopfaggregats (8) anhand der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s),
 dadurch gekennzeichnet, dass
 anhand der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) ein Schädigungszustand eines zum Zusammenwirken mit dem Gleisbett (19) ausgebildeten Stopfpickels (18) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Teil (18, 24) ein Stopfpickel (18) zum Zusammenwirken mit dem Gleisbett (19) ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) eine Position und/oder eine Orientierung ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) an einem Stopfpickelträger (16) des Stopfaggregats (8) und/oder an einer Antriebseinrichtung (9) des Stopfaggregats (8) erfasst wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) ein Hydraulikdruck (p) zum Beschleunigen des mindestens einen Teils (18, 24) ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Erfassen der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) in einer Rückstellposition (28) erfolgt, in der das Stopfaggregat (8) außer Eingriff mit dem Gleisbett (19) steht.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Ermitteln des Schädigungszustands die mindestens eine Messgröße (a , α , p , s) mit mindestens einer Referenzgröße (a_0 , α_0 , p_0 , s_0) verglichen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Referenzgröße (a_0 , α_0 , p_0 , s_0) anhand der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) in einem unbeschädigten Zustand des Stopfaggregats (8) ermittelt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ermitteln des Schädigungszustands anhand eines zeitlichen Verlaufs der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ermitteln des Schädigungszustands anhand eines Strukturmodells des Stopfaggregats (8) erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass beim Überschreiten mindestens eines Schwellenwerts (SW_a , SW_α , SW_p , SW_s) der mindestens einen Messgröße (a , α , p , s) eine Schädigung des Stopfaggregats (8) detektiert wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass nach einem Detektieren einer Schädigung ein Betrieb des Stopfaggregats (5) unterbrochen wird.
13. Stopfvorrichtung zur Gleisbettverdichtung, aufweisend
 - einen Aggregatträger (7)
 - ein an dem Aggregatträger (7) verschiebbar gelagertes Stopfaggregat (8),

- eine Antriebseinrichtung (9) zum Bereitstellen einer Antriebskraft (F_V) und zum Erwirken einer Beschleunigung (a, α) mindestens eines Teils des Stopfaggregats (8),
- mindestens einen Sensor (10) zum Erfassen mindestens einer mit der Beschleunigung (a, α) korrelierenden Messgröße (a, α, p, s),
- eine Auswerteeinheit (11) zum Ermitteln eines Schädigungszustands des Stopfaggregats (8) anhand der mindestens einen Messgröße (a, α, p, s),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Auswerteeinheit (11) zum Ermitteln eines Schädigungszustands eines zum Zusammenwirken mit dem Gleisbett (19) ausgebildeten Stopfpickels (18) 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) angebrachte Stopfvorrichtung (5) nach Anspruch 13.