

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 329/2018
(22) Anmeldetag: 24.10.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2020

(51) Int. Cl.: **E01B 27/16** (2006.01)
E01B 27/17 (2006.01)
E01B 27/20 (2006.01)

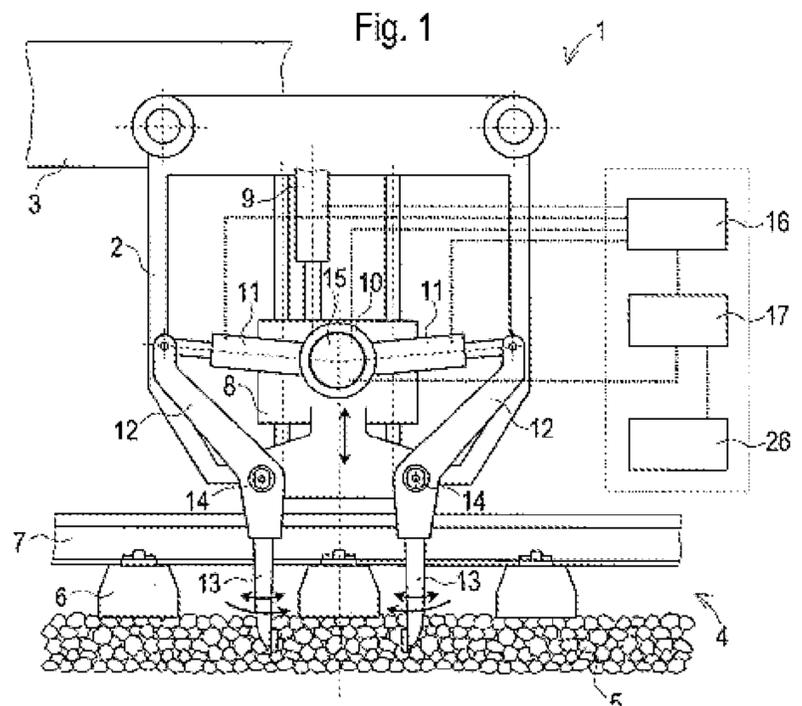
(56) Entgegenhaltungen:
EP 3239398 A1
WO 2017050414 A1
DE 2557850 A1

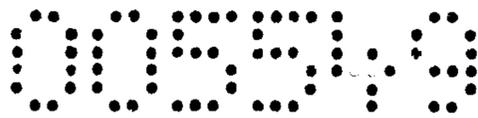
(71) Patentanmelder:
Plasser & Theurer Export von
Bahnbaumaschinen Gesellschaft m. b. H.
1010 Wien (AT)

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

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten eines Schotterbettes**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Schotterbettes (5), auf dem Schwellen (6) und darauf befestigte Schienen (7) eines Gleises (4) gelagert sind, mittels eines Arbeitsaggregats (1), das an einer auf dem Gleis (4) verfahrbaren Gleisbaumaschine angeordnet ist, wobei während eines Verdichtungsvorgangs ein Signal erfasst und daraus mittels einer Auswerteeinrichtung (17) eine Kenngröße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes abgeleitet wird. Dabei umfasst das Arbeitsaggregat (1) einen elektrischen Antrieb (15), mittels dem der Verdichtungsvorgang zumindest teilweise ausgeführt wird, wobei wenigstens eine Betriebsgröße (18) des elektrischen Antriebs (15) der Auswerteeinrichtung (17) zugeführt wird und wobei mittels der Auswerteeinrichtung (17) aus der Betriebsgröße (18) eine Schotterbettkenngroße (19) abgeleitet wird. Auf diese Weise wird der elektrische Antrieb (15) selbst als Sensor genutzt, um Rückschlüsse auf den Verdichtungsvorgang bzw. die Beschaffenheit des Schotterbettes (5) zu ziehen.



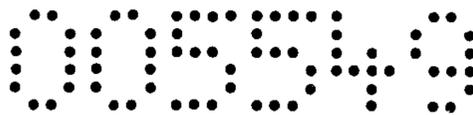


Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten eines Schotterbettes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Schotterbettes (5), auf dem Schwellen (6) und darauf befestigte Schienen (7) eines Gleises (4) gelagert sind, mittels eines Arbeitsaggregats (1), das an einer auf dem Gleis (4) verfahrbaren Gleisbaumaschine angeordnet ist, wobei während eines Verdichtungsvorgangs ein Signal erfasst und daraus mittels einer Auswerteeinrichtung (17) eine Kenngröße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes abgeleitet wird. Dabei umfasst das Arbeitsaggregat (1) einen elektrischen Antrieb (15), mittels dem der Verdichtungsvorgang zumindest teilweise ausgeführt wird, wobei wenigstens eine Betriebsgröße (18) des elektrischen Antriebs (15) der Auswerteeinrichtung (17) zugeführt wird und wobei mittels der Auswerteeinrichtung (17) aus der Betriebsgröße (18) eine SchotterbettkenngroÙe (19) abgeleitet wird. Auf diese Weise wird der elektrische Antrieb (15) selbst als Sensor genutzt, um Rückschlüsse auf den Verdichtungsvorgang bzw. die Beschaffenheit des Schotterbettes (5) zu ziehen.

(Fig. 1)



Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten eines Schotterbettes

Gebiet der Technik

- [01] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Schotterbettes, auf dem Schwellen und darauf befestigte Schienen eines Gleises gelagert sind, mittels eines Arbeitsaggregats, das an einer auf dem Gleis verfahrbaren Gleisbaumaschine angeordnet ist, wobei während eines Verdichtungsvorgangs ein Signal erfasst und daraus mittels einer Auswerteeinrichtung eine Kenngröße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes abgeleitet wird. Zudem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

- [02] Gleise mit auf einem Schotterbett gelagerten Schwellen und darauf befestigten Schienen bedürfen einer wiederkehrenden Instandhaltung. Dabei wird das Gleis mittels einer Gleisbaumaschine gehoben und gerichtet, um eine optimale Gleislage herzustellen. Eine Verdichtung des Schotterbettes führt dabei zu einer Fixierung dieser neuen Gleislage. Auch beim Neubau eines Gleises ist abschließend eine Verdichtung des Schotterbettes erforderlich.
- [03] Zur Durchführung eines Verdichtungsvorgangs umfasst die Gleisbaumaschine ein Arbeitsaggregat bzw. mehrere Arbeitsaggregate. In der Regel erfolgt unmittelbar nach einem Hebevorgang eine Verdichtung mittels eines Stopfaggregats. Dabei tauchen Stopfwerkzeuge (Stopfpickel) in das Schotterbett ein und verdichten mit einer kombinierten Schwingungs- und Beistellbewegung den Schotter unterhalb der Schwellen. Mit diesem Stopfprozess wird eine homogene Schwellenauflage mit geringem Setzungsverhalten erzeugt.
- [04] Anschließend erfolgt gewöhnlich eine weitere Verdichtung mittels eines Stabilisationsaggregats. Eine entsprechende Gleisbaumaschine wird als dynamischer Gleisstabilisator bezeichnet. Der aus Schienen und Schwellen

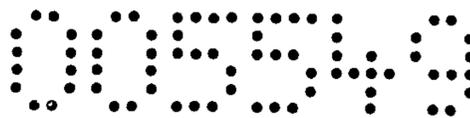


gebildete Gleisrost wird dabei mit horizontalen Schwingungen und einer vertikalen Auflast in das Schotterbett gerüttelt. Auf diese Weise werden nach einem Stopfvorgang anfänglich auftretende Setzungen des Gleises vorweggenommen, um den Querverschiebewiderstand des Gleises zu erhöhen.

- [05] Ein für die Gleisinstandhaltung verantwortlicher Infrastrukturbetreiber benötigt Informationen, welche Belastungen und wie viele Lastspiele das verdichtete Schotterbett aufnehmen kann, bis die Gleislage einer erneuten Korrektur bedarf. Es kommen deshalb Methoden zum Einsatz, um die Eigenschaften des Schotterbettes bzw. dessen Güte beim Verdichten oder nach Abschluss eines Verdichtungs Vorgangs zu ermitteln.
- [06] Beispielsweise sind aus der österreichischen Patentanmeldung A 223/2017 derselben Anmelderin ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verdichten eines Schotterbettes bekannt. Dabei wird mittels an einem Stopfaggregat angeordneter Sensoren während eines Schwingungszyklus ein Kraft-Weg-Verlauf eines Stopfwerkzeugs erfasst. Anschließend wird der Verlauf einer Auswerteeinrichtung zugeführt, um daraus eine Kenngröße für eine Bewertung des Stopfvorgangs bzw. für die Beschaffenheit des Schotterbettes abzuleiten.

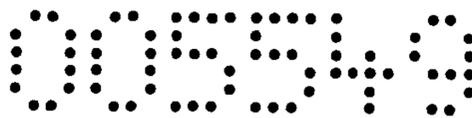
Zusammenfassung der Erfindung

- [07] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu vereinfachen. Zudem soll eine vereinfachte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben werden.
- [08] Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 10. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.
- [09] Dabei ist vorgesehen, dass das Arbeitsaggregat einen elektrischen Antrieb umfasst, mittels dem der Verdichtungs Vorgang zumindest teilweise ausgeführt wird, dass wenigstens eine Betriebsgröße des elektrischen Antriebs der Auswerteeinrichtung zugeführt wird und dass mittels der Auswerteeinrichtung aus der Betriebsgröße eine SchotterbettkenngroÙe abgeleitet wird. Auf diese Weise wird der elektrische Antrieb selbst als



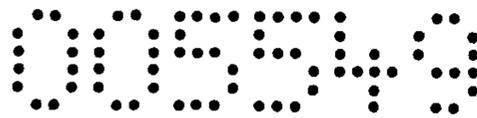
Sensor genutzt, um Rückschlüsse auf den Verdichtungsprozess bzw. die Beschaffenheit des Schotterbettes zu ziehen. Die Notwendigkeit separater am Arbeitsaggregat angeordneter Sensoren entfällt damit. Auf einem bearbeiteten Streckenabschnitt ist eine durchgehende Beurteilung der Güte und der Eigenschaften des Schotterbettes ohne zusätzlichen Mess- und Versuchsaufwand möglich. Diese Beurteilung kann während des Verdichtungsprozesses erfolgen, sodass gegebenenfalls sofort korrigierend eingegriffen werden kann.

- [10] Vorteilhafterweise wird mittels des elektrischen Antriebs eine mechanische Schwingung erzeugt, die über mechanische Komponenten des Arbeitsaggregats auf das Schotterbett übertragen wird. In das Schotterbett eingeleiteten Schwingungen erlauben unmittelbar Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Schotterbettes. Beispielsweise muss bei einem verhärteten Schotterbett eine erhöhte Schwingungsenergie aufgebracht werden, mit entsprechend geänderten Betriebsgrößen des elektrischen Antriebs. Mindestens eine Betriebsgröße kann deshalb herangezogen werden, um eine SchotterbettkenngroÙe für die Beschaffenheit des Schotterbettes abzuleiten.
- [11] Eine weitere Verbesserung sieht vor, dass mehrere Verdichtungsprozesse in einer zyklischen Abfolge durchgeführt werden und dass aus einem Verlauf der Betriebsgröße ein Verlauf der SchotterbettkenngroÙe abgeleitet wird. Damit werden bei einer zyklischen Arbeitsweise örtliche Veränderungen des Schotterbettes erkannt. Weitere Arbeitszyklen können somit gegebenenfalls an veränderte Gegebenheiten angepasst werden.
- [12] Zur Steigerung der Genauigkeit oder zur Verifizierung der Auswertungen kann es sinnvoll sein, wenn der Auswerteeinrichtung zusätzlich eine mittels eines Sensors erfasste Messgröße zugeführt wird und wenn die SchotterbettkenngroÙe aus der Betriebsgröße und der Messgröße abgeleitet wird. Dabei können insbesondere bereits für andere Zwecke verbaute Sensoren verwendet werden.
- [13] In einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäÙen Verfahrens wird mittels eines in der Auswerteeinrichtung hinterlegten digitalen Modells einer Komponente oder mehrerer Komponenten des Arbeitsaggregats aus der



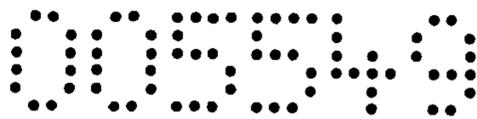
Betriebsgröße eine Modellgröße errechnet. Das digitale Modell ist dabei ein statisches oder dynamisches Modell. Dabei hängt ein bei der Modellierung gewählter Detaillierungsgrad von den gegebenen Anforderungen ab. Oft ist bereits ein einfaches Modell ausreichend, um eine aussagekräftige Modellgröße errechnen zu können.

- [14] Vorteilhafterweise wird mittels eines in der Auswerteeinrichtung hinterlegten Elektromotormodells aus einer elektrischen Betriebsgröße, insbesondere aus einem im elektrischen Antrieb fließenden Strom, eine mechanische Modellgröße abgeleitet. Auf diese Weise lässt sich ein momentaner mechanischer Zustand des Arbeitsaggregats zur Bewertung des Verdichtungs Vorgangs heranziehen.
- [15] Eine sinnvolle Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass die SchotterbettkenngroÙe einer Steuerungseinrichtung zugeführt wird und dass das Arbeitsaggregat mittels der Steuerungseinrichtung in Abhängigkeit der SchotterbettkenngroÙe angesteuert wird. Damit ist ein automatisierter Arbeitsablauf möglich, der den Verdichtungs Vorgang ohne Eingriff einer Bedienperson an veränderte Schotterbetteigenschaften anpasst.
- [16] Dabei ist es vorteilhaft, wenn eine Steuerungsgröße des Arbeitsaggregats verändert wird, wenn die SchotterbettkenngroÙe einen vorgegebenen Schwellenwert erreicht. Diese einfache Maßnahme bewirkt eine vorgebbare Anpassung des Verdichtungs Vorgangs an geänderte Schotterbettverhältnisse.
- [17] Bei einer weiteren Verbesserung wird die SchotterbettkenngroÙe mit Positionsdaten des Arbeitsaggregats in einer Aufzeichnungseinrichtung abgespeichert. Auf diese Weise werden Güte und Eigenschaften des Schotterbettes ohne zusätzlichen Mess- und Versuchsaufwand dokumentiert. Mit diesem Nachweis der Verdichtungsergebnisse können für einen bearbeiteten Streckenabschnitt sofort entsprechende Fahrfreigaben erteilt werden.
- [18] Die erfindungsgemäÙe Vorrichtung zur Durchführung eines der beschriebenen Verfahren umfasst einen Maschinenrahmen, der über Schienenfahrwerke auf einem Gleis mit auf einem Schotterbett gelagerten Schwellen und darauf befestigten Schienen verfahrbar ist. Am



Maschinenrahmen ist ein Arbeitsaggregat zum Verdichten des Schotterbettes gelagert, wobei eine Auswerteeinrichtung zur Ermittlung einer Kenngröße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes vorgesehen ist. Dabei umfasst das Arbeitsaggregat einen elektrischen Antrieb, mittels dem zumindest teilweise ein Verdichtungsverfahren ausführbar ist, wobei der elektrische Antrieb mit der Auswerteeinrichtung gekoppelt ist und wobei die Auswerteeinrichtung zum Ableiten einer SchotterbettkenngroÙe aus einer BetriebsgroÙe des elektrischen Antriebs eingerichtet ist.

- [19] Bei einer verbesserten Ausföhrung der Vorrichtung ist in der Auswerteeinrichtung ein digitales Modell des elektrischen Antriebs hinterlegt. Damit sind aus einer BetriebsgroÙe oder aus mehreren BetriebsgroÙen diverse ModellgroÙen errechenbar.
- [20] Von Vorteil ist es, wenn der elektrische Antrieb einen Schwingungserzeuger zur Erzeugung einer mechanischen Schwingung antreibt. Damit werden in das Schotterbett Schwingungen eingeleitet, wobei aus einer Rückwirkung des Schotterbettes auf das Arbeitsaggregat auf die Güte bzw. Eigenschaften des Schotterbettes geschlossen wird.
- [21] Eine vorteilhafte Variante sieht vor, dass das Arbeitsaggregat als Stopfaggregat ausgebildet ist und dass der mittels des elektrischen Antriebs angetriebene Schwingungserzeuger über Beistellantriebe mit in das Schotterbett absenkbar und zueinander zustellbaren Stopfwerkzeugen gekoppelt ist. Über die ins Schotterbett eingedrungenen Stopfwerkzeuge wirken Eigenschaften des Schotterbettes direkt auf den elektrischen Antrieb zurück. Dadurch lassen sich aus den BetriebsgroÙen des elektrischen Antriebs solide Rückschlüsse auf die Gegebenheiten im Schotterbett ziehen.
- [22] In einer anderen Weiterbildung ist das Arbeitsaggregat als Stabilisationsaggregat ausgebildet, wobei der mittels des elektrischen Antriebs angetriebene Schwingungserzeuger zur Übertragung von Schwingungen auf das Schotterbett mit auf den Schienen abrollbaren Rollen gekoppelt ist. Dabei dienen die Schienen und Schwellen als Übertragungselemente, wobei das in Schwingung versetzte Schotterbett auf den Schwingungserzeuger und dessen Antrieb rückwirkt. Auf diese Weise



sind aus Betriebsgrößen des elektrischen Antriebs Informationen über die Schotterbettbeschaffenheit ableitbar.

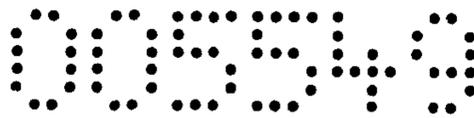
- [23] Bei einer weiteren Verbesserung umfasst die Vorrichtung eine Aufzeichnungseinrichtung, die mit der Auswerteeinrichtung gekoppelt ist, um einen Verlauf der Schotterbettkenngroße zu protokollieren. Damit ist auf einfache Weise ein durchgehender Nachweis der Eigenschaften des bearbeiteten Schotterbettes möglich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

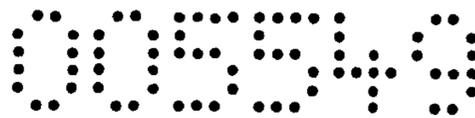
- [24] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:
- Fig. 1 Stopfaggregat mit elektrischem Antrieb
Fig. 2 Stabilisierungsaggregat mit elektrischem Antrieb
Fig. 3 Blockdiagramm der Strukturelemente zur Bestimmung einer Schotterbettkenngroße

Beschreibung der Ausführungsformen

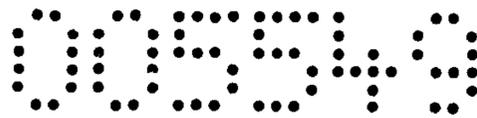
- [25] Das in Fig. 1 dargestellte Arbeitsaggregat 1 ist als Stopfaggregat ausgeführt und umfasst einen Aggregatrahmen 2, der über Führungen an einem Maschinenrahmen 3 einer nicht näher beschriebenen Gleisbaumaschine gelagert ist. Das Arbeitsaggregat 1 dient zur Bearbeitung eines Gleises 4 mit einem Schotterbett 5, auf dem Schwellen 6 mit darauf befestigten Schienen 7 gelagert sind. Konkret wird mit dem als Stopfaggregat ausgebildeten Arbeitsaggregat 1 das Schotterbett 5 unter den Schwellen 6 verdichtet. Das geschieht beim Neubau und in der Instandhaltung eines Gleises 4.
- [26] Im Aggregatrahmen 2 ist ein Werkzeugträger 8 höhenverstellbar geführt, wobei eine Absenk- bzw. Hebebewegung mittels eines zugeordneten Höhenverstellantriebs 9 erfolgt. Am Werkzeugträger 8 ist ein Schwingungserzeuger 10 angeordnet, an den zumindest zwei Beistellantriebe 11 angeschlossen sind. Jeder Beistellantrieb 11 ist mit einem Schwenkhebel 12 eines zugeordneten Stopfwerkzeuges 13 verbunden.



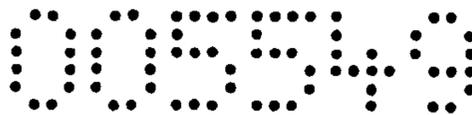
- Beide Schwenkhebel 12 sind um eine jeweils eigene horizontale Schwenkachse 14 zueinander bewegbar am Werkzeugträger 8 gelagert.
- [27] Der Schwingungserzeuger 10 umfasst beispielsweise eine um eine Drehachse rotierbare Exzenterwelle, wobei die Beistellantriebe 11 an exzentrischen Abschnitten dieser Welle angelenkt sind. Bei rotierender Exzenterwelle führen die um die Drehachse umlaufenden Anlenkstellen der Beistellantriebe 11 zu einer Schwingungsübertragung auf die Schwenkhebel 12. Die vorteilhafterweise einstellbare Exzentrizität bestimmt dabei die Schwingungsamplitude und die Drehzahl bestimmt die Schwingungsfrequenz.
- [28] Am freien Ende jedes Stopfwerkzeugs 13 ist ein Stopfpickel angeordnet. Für einen Verdichtungsvorgang werden die Stopfwerkzeuge 13 mit Schwingungen beaufschlagt in das Schotterbett 5 abgesenkt. Unterhalb der Schwellenunterkante werden die Stopfpickel mit ihren endseitigen Pickelplatten mittels der Beistellantriebe 11 zueinander beigestellt und verdichten dabei die Schotterauflage der Schwelle 6.
- [29] Erfindungsgemäß umfasst das Arbeitsaggregat 1 einen elektrischen Antrieb 15, der im vorliegenden Beispiel die Exzenterwelle antreibt. Besonders gut eignet sich ein Torquemotor, der an ein Exzentergehäuse geflanscht ist, wobei die Exzenterwelle mit dem Rotor des Torquemotors verbunden ist. Angesteuert wird der Torquemotor mittels einer Steuerungseinrichtung 16. Die Steuerungseinrichtung 16 steuert auch Steuerventile der hydraulischen Antriebe des Arbeitsaggregats 1. Im vorliegenden Beispiel sind das der Höhenverstellantrieb 9 und die Beistellantriebe 11.
- [30] Mit der Steuerungseinrichtung 16 ist eine Auswerteeinrichtung 17 gekoppelt. Dabei handelt es sich beispielsweise um einen Industriecomputer, der für den Empfang und die Auswertung von Signalen eingerichtet ist. Der Auswerteeinrichtung 17 ist zumindest eine Betriebsgröße 18 des elektrischen Antriebs 15 zugeführt. Diese Betriebsgröße 18 wird entweder von der Steuerungseinrichtung 16 oder direkt vom elektrischen Antrieb 15 bereitgestellt.
- [31] Beim Betrieb des Arbeitsaggregats 1 bewirkt der elektrische Antrieb 15 zumindest teilweise den Verdichtungsvorgang, weil die Verdichtung des



- Schotterbettes 5 maßgeblich durch die Schwingungen der Stopfwerkzeuge 13 beeinflusst wird. Zudem hängt die Verdichtung vom vorliegenden Zustand des Schotterbettes 5 ab, das heißt von seiner Güte bzw. seinen physikalischen Eigenschaften. Dabei wirken Gegenkräfte des Schotterbettes 5 auf die Stopfwerkzeuge 13, wodurch in weiterer Folge einer Rückwirkung des Schotterbettes 5 auf den elektrischen Antrieb 15 vorliegt.
- [32] Dabei ist es unerheblich, dass sich im Kraftpfad zwischen dem elektrischen Antrieb 15 und den Stopfwerkzeugen 13 hydraulische Komponenten (Beistellantriebe 11) befinden. Wesentlich ist lediglich, dass zumindest eine Betriebsgröße 18 des elektrischen Antriebs 15 zur Berechnung einer Schotterbettkenngroße 19 herangezogen werden kann.
- [33] Als weiteres beispielhaftes Arbeitsaggregat 1 ist in Fig. 2 ein Stabilisationsaggregat dargestellt. Es ist an einem Maschinenrahmen 3 einer nicht näher beschriebenen Gleisbaumaschine angeordnet. Im Arbeitsbetrieb wird mittels des Stabilisationsaggregats der aus Schienen 7 und Schwellen 6 gebildeten Gleisrostes in Schwingung versetzt. Die Schwingungen übertragen sich auf das umgebende Schotterbett 5, wodurch dieses verdichtet wird. Auf diese Weise wird nach einem Stopfvorgang eine Setzung des Gleisrostes vorweggenommen, um das Gleis 4 sofort für den Regelbetrieb freigeben zu können.
- [34] Auch dieses Arbeitsaggregat 1 umfasst einen elektrischen Antrieb 15 eines Schwingungserzeugers 10. Beispielsweise wird eine Welle mit darauf angeordneten Unwuchten angetrieben. Die Schwingungen werden mittels an die Schienen 7 gedrückte Schienenrollen 20 auf den Gleisrost übertragen und pflanzen sich in das Schotterbett 5 fort. Dabei wirken Gegenkräfte auf den Gleisrost zurück, wodurch wiederum eine Rückwirkung der Güte und Eigenschaften des Schotterbetts 5 auf den elektrischen Antrieb 15 vorliegt. Beispielsweise hängt bei gleicher Schlagkraft die Schwingungsamplitude von der bereits vorliegenden Schotterbettverdichtung bzw. vom Querverschiebewiderstand des Schotterbettes 5 ab.
- [35] Zur Ansteuerung des elektrischen Antriebs 15 ist eine entsprechende Steuerungseinrichtung 16 vorhanden, wobei diese mit der Auswerteeinrichtung 17 zur Berechnung zumindest einer



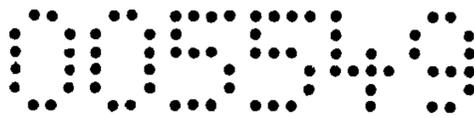
- Schotterbettkenngroße 19 gekoppelt ist. Für einen Berechnungsvorgang 21 ist der Auswerteeinrichtung 17 wenigstens eine Betriebsgröße 18 des elektrischen Antriebs 15 zugeführt.
- [36] Anhand des Blockschaltbildes in Fig. 3 wird ein vorteilhaftes Berechnungsverfahren näher beschrieben. In einem Prozessor bzw. einer Speichereinrichtung ist zumindest ein digitales statisches oder dynamisches Modell 22 einer Komponente des Arbeitsaggregats 1 hinterlegt. Beispielsweise ist ein digitales Modell 22 eines Elektromotors für den elektrischen Antrieb 15 hinterlegt. Mittels des digitalen Modells 22 wird aus einer Betriebsgröße 18 eine Modellgröße 23 berechnet.
- [37] Betriebsgrößen 18 sind beispielweise ein elektrischer Strom, eine elektrische Spannung, ein Tastverhältnis, eine magnetische Spannung, eine magnetische Durchflutung, eine magnetische Feldstärke, ein magnetischer Fluss oder eine magnetische Flussdichte. Daraus abgeleitete Modellgrößen sind beispielsweise ein Moment, eine Kraft, eine Geschwindigkeit bzw. Winkelgeschwindigkeit oder eine Beschleunigung bzw. Winkelbeschleunigung. Bei einem elektrischen Antrieb 15 einer Hydraulikpumpe kann auch ein Druck oder ein Volumenstrom als Modellgröße errechnet werden.
- [38] Konkret kann ein Moment des elektrischen Antriebs 15 aus einem Drehwinkel des Rotors und den gemessenen Strömen mit Hilfe des digitalen Motormodells 22 berechnet werden. Des Weiteren sind aus einer Geschwindigkeit bzw. Winkelgeschwindigkeit sowie einer Antriebskraft bzw. einem Antriebsmoment des elektrischen Antriebs 15 unter Heranziehung eines mechanischen Modells des Arbeitsaggregats 1 jene Kräfte bestimmbar, die direkt auf das Schotterbett 5 wirken. Unter Berücksichtigung der bekannten dynamischen Kräfte ergeben sich daraus die vom Schotterbett 5 auf das Arbeitsaggregat 1 rückwirkenden Kräfte, die zur Ableitung der Schotterbettkenngroße 19 dienen.
- [39] Die Berechnung der Modellgrößen 23 kann in eigens dafür vorgesehenen Komponenten, in der Steuerungseinrichtung 16 bzw. der Auswerteeinrichtung 17 oder in für andere Aufgaben vorgesehene



- Komponenten (z.B. Berechnung des Motorenmoments in der Leistungselektronik des Motors) erfolgen.
- [40] Im einfachsten Fall wird mit dem Berechnungsvorgang 21 lediglich aus einer Betriebsgröße 18 des elektrischen Antriebs 15 eine Schotterbettkenngroße 19 abgeleitet. Zur besseren Bewertung der Güte und der Eigenschaften des Schotterbettes 5 ist es jedoch von Vorteil, wenn mehrere Modellgrößen 23 herangezogen werden. Die Durchführung des Berechnungsvorgangs 21 erfolgt mittels eines Prozessors. Dazu ist im Prozessor eine Berechnungssoftware eingerichtet, die auf Basis von Parametern des Arbeitsaggregats 1 und des Gleises 4 sowie spezifischen Berechnungsvorgaben aus den Eingangsgrößen 18, 23 eine Kenngröße 19 errechnet.
- [41] Eine Verbesserung des Berechnungsvorgangs 21 wird durch eine Berücksichtigung von Messgrößen 24 erreicht. Bereitgestellt werden die Messgrößen 24 beispielsweise von einer am Arbeitsaggregat 1 verbauten Sensorik bzw. Elektronik 25. Sinnvollerweise werden bereits für andere Zwecke vorgesehene Sensoren und elektrische Komponenten genutzt. Zudem kann eine Betriebsgröße 18 auch als Messgröße 24 vorliegen, wenn der elektrische Antrieb 15 eine entsprechende Sensorik umfasst. Beispielsweise werden Betriebsgrößen 18 bzw. Modellgrößen 23 des elektrischen Antriebs 15 und Messgrößen 24 herangezogen, um daraus mechanische Modellgrößen 23 des Arbeitsaggregats 1 zu bestimmen.
- [42] Resultat des Berechnungsvorgangs 21 ist zumindest eine Schotterbettkenngroße 19, die zur Beurteilung der Güte bzw. der Eigenschaften des Schotterbettes 5 dient. Beispielsweise wird eine Kenngröße 19 aus dem Verlauf einer Modellgröße 23 oder mehrerer Modellgrößen 23 (Geschwindigkeitsverlauf, Kraftverlauf, Druckverlauf...) des Arbeitsaggregats 1 bestimmt. Konkret können als Schotterbettkenngroßen 19 eine Energieaufnahme, Extremwerte der Kräfte und aus einem Kraft-Positionsverlauf abgeleitete Steifigkeiten gebildet werden.
- [43] Für eine Dokumentation der Gleisbearbeitung ist die Auswerteinrichtung 17 mit einer Aufzeichnungseinrichtung 26 gekoppelt. An diese wird günstigerweise laufend eine momentane Position des Arbeitsaggregats 1

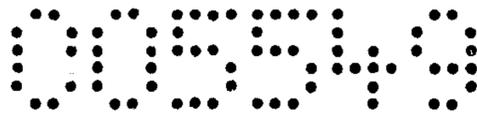


gemeldet. Damit wird ein Verlauf der ermittelten Schotterbettkenngroße 19 ortsabhängig abgespeichert.

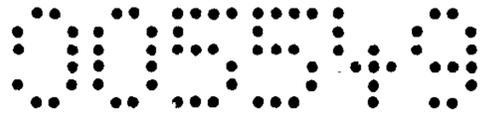


Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten eines Schotterbettes (5), auf dem Schwellen (6) und darauf befestigte Schienen (7) eines Gleises (4) gelagert sind, mittels eines Arbeitsaggregats (1), das an einer auf dem Gleis (4) verfahrbaren Gleisbaumaschine angeordnet ist, wobei während eines Verdichtungsvorgangs ein Signal erfasst und daraus mittels einer Auswerteeinrichtung (17) eine Kenngröße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes abgeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsaggregat (1) einen elektrischen Antrieb (15) umfasst, mittels dem der Verdichtungsvorgang zumindest teilweise ausgeführt wird, dass wenigstens eine Betriebsgröße (18) des elektrischen Antriebs (15) der Auswerteeinrichtung (17) zugeführt wird und dass mittels der Auswerteeinrichtung (17) aus der Betriebsgröße (18) eine Schotterbettkennggröße (19) abgeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des elektrischen Antriebs (15) eine mechanische Schwingung erzeugt wird, die über mechanische Komponenten (11, 12, 13, 20) des Arbeitsaggregats (1) auf das Schotterbett (5) übertragen wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Verdichtungsvorgänge in einer zyklischen Abfolge durchgeführt werden und dass aus einem Verlauf der Betriebsgröße (18) ein Verlauf der Schotterbettkennggröße (19) abgeleitet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auswerteeinrichtung (17) zusätzlich eine mittels eines Sensors (25) erfasste Messgröße (24) zugeführt wird und dass die Schotterbettkennggröße (19) aus der Betriebsgröße (18) und der Messgröße (24) abgeleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels eines in der Auswerteeinrichtung (17) hinterlegten digitalen Modells (22) einer Komponente oder mehrerer Komponenten des Arbeitsaggregats (1) aus der Betriebsgröße (18) eine Modellgröße (23) errechnet wird.



6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels eines in der Auswerteeinrichtung (17) hinterlegten Elektromotormodells (22) aus einer elektrischen Betriebsgröße (18), insbesondere aus einem im elektrischen Antrieb (15) fließenden Strom, eine mechanische Modellgröße (23) abgeleitet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die SchotterbettkenngroÙe (19) einer Steuerungseinrichtung (16) zugeführt wird und dass das Arbeitsaggregat (1) mittels der Steuerungseinrichtung (16) in Abhängigkeit der SchotterbettkenngroÙe (19) angesteuert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuerungsgröße des Arbeitsaggregats (1) verändert wird, wenn die SchotterbettkenngroÙe (19) einen vorgegebenen Schwellenwert erreicht.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die SchotterbettkenngroÙe (19) mit Positionsdaten des Arbeitsaggregats (1) in einer Aufzeichnungseinrichtung (26) abgespeichert wird.
10. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Maschinenrahmen (3), der über Schienenfahrwerke auf einem Gleis (4) mit auf einem Schotterbett (5) gelagerten Schwellen (6) und darauf befestigten Schienen (7) verfahrbar ist, mit einem am Maschinenrahmen (3) gelagerten Arbeitsaggregat (1) zum Verdichten des Schotterbettes (5) und mit einer Auswerteeinrichtung (17) zur Ermittlung einer Kenngröße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes (5), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsaggregat (1) einen elektrischen Antrieb (15) umfasst, mittels dem zumindest teilweise ein Verdichtungsverfahren ausführbar ist, dass der elektrische Antrieb (15) mit der Auswerteeinrichtung (17) gekoppelt ist und dass die Auswerteeinrichtung (17) zum Ableiten einer SchotterbettkenngroÙe (19) aus einer Betriebsgröße (18) des elektrischen Antriebs (15) eingerichtet ist.



11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Auswerteeinrichtung (17) ein digitales Modell (22) des elektrischen Antriebs (15) hinterlegt ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antrieb (15) einen Schwingungserzeuger (10) zur Erzeugung einer mechanischen Schwingung antreibt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsaggregat (1) als Stopfaggregat ausgebildet ist und dass der mittels des elektrischen Antriebs (15) angetriebene Schwingungserzeuger (10) über Beistellantriebe (11) mit in das Schotterbett (5) absenkbar und zueinander zustellbaren Stopfwerkzeugen (13) gekoppelt ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsaggregat (1) als Stabilisationsaggregat ausgebildet ist und dass der mittels des elektrischen Antriebs (15) angetriebene Schwingungserzeuger (10) zur Übertragung von Schwingungen auf das Schotterbett (5) mit auf den Schienen (7) abrollbaren Rollen (20) gekoppelt ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** eine Aufzeichnungseinrichtung (26), die mit der Auswerteeinrichtung (17) gekoppelt ist, um einen Verlauf der Schotterbettkenngroße (19) zu protokollieren.

Fig. 1

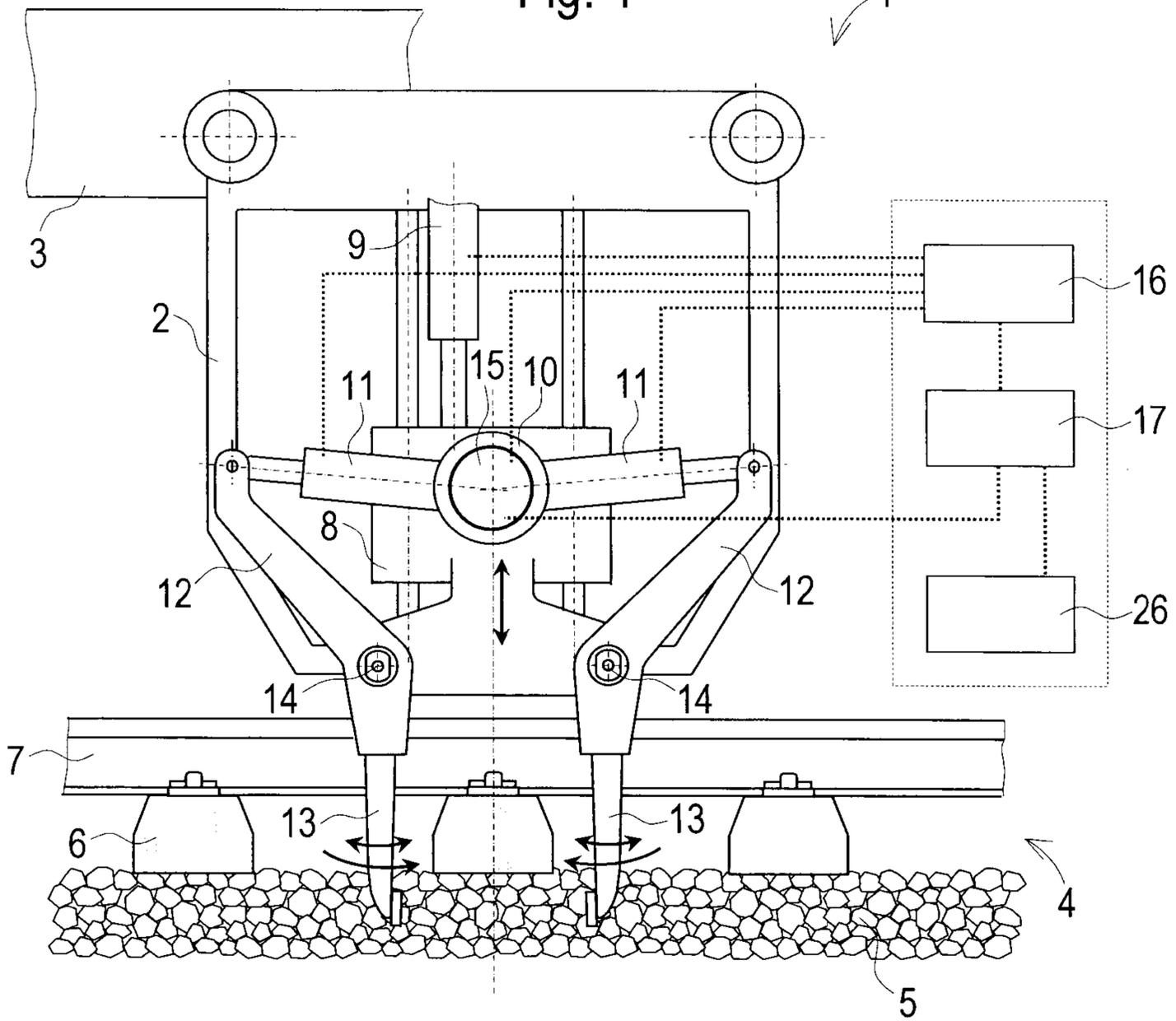


Fig. 2

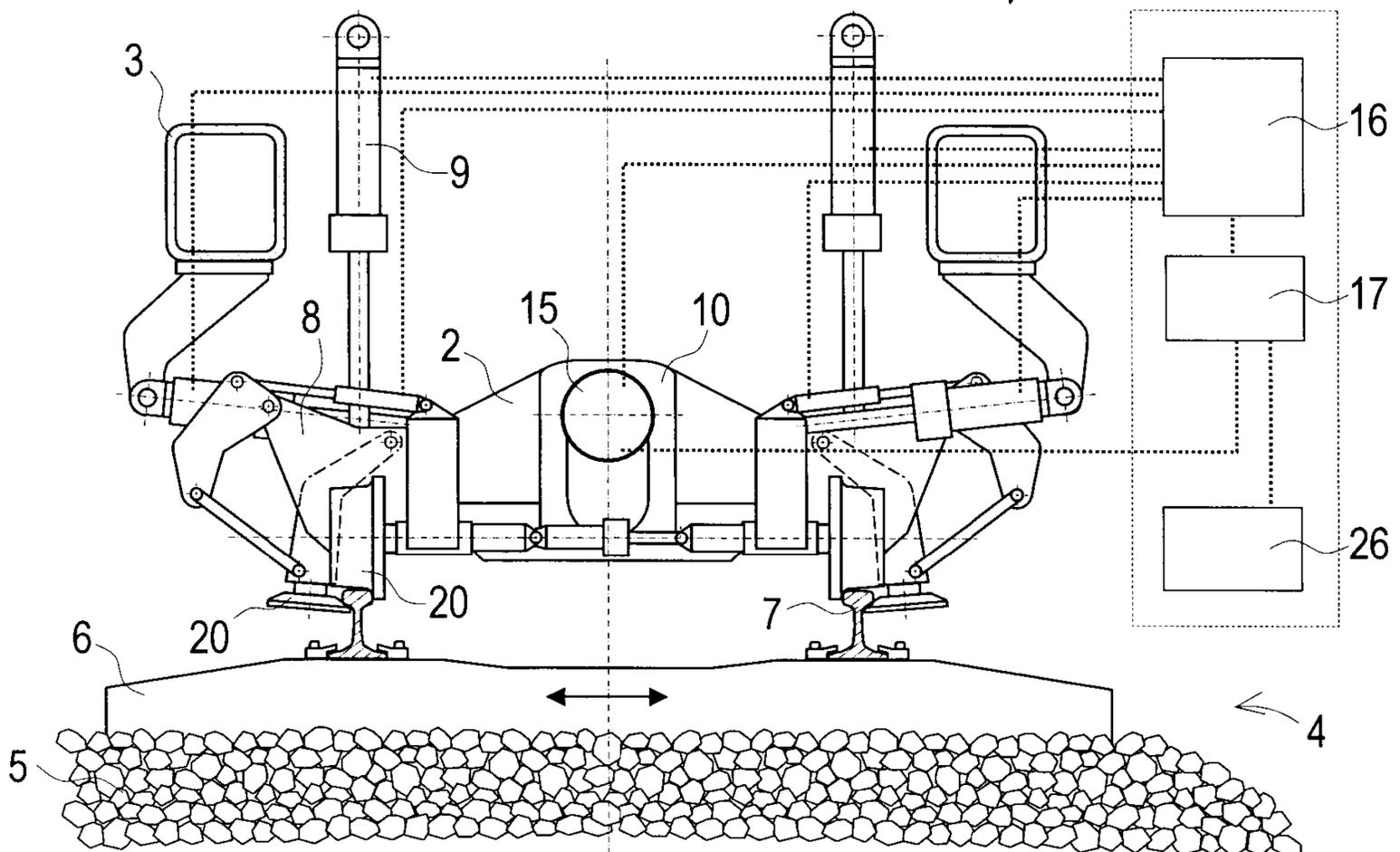
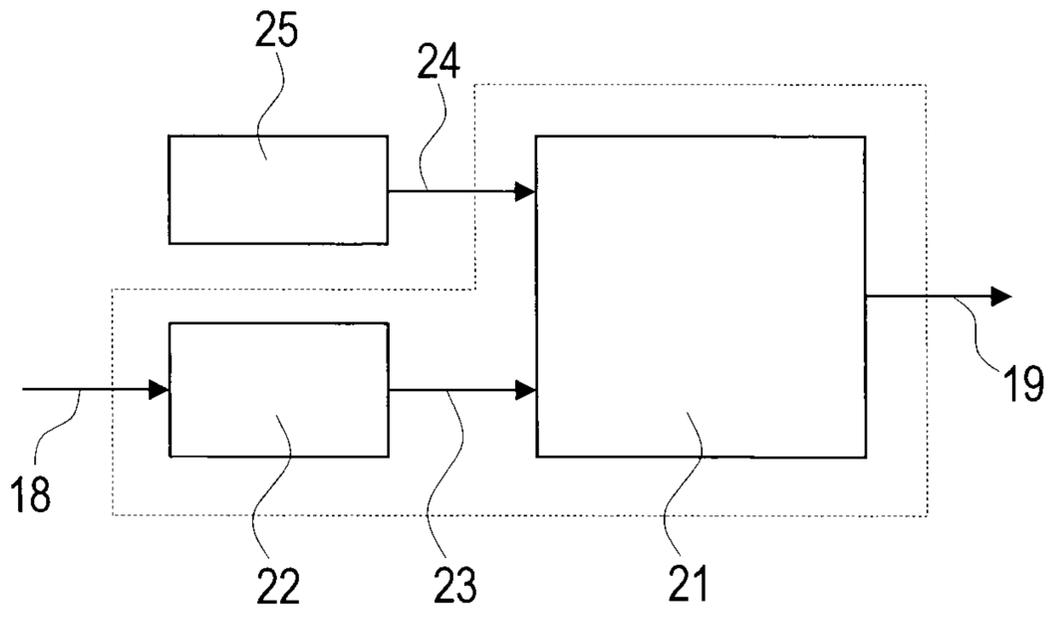


Fig. 3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
E01B 27/16 (2006.01); **E01B 27/17** (2006.01); **E01B 27/20** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
E01B 27/16 (2013.01); **E01B 27/17** (2017.05); **E01B 27/20** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
 E01B, E01C

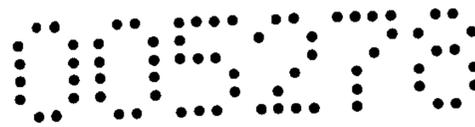
Konsultierte Online-Datenbank:
 EPODOC; WPIAP; TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **24.10.2018** eingereichten Ansprüchen **1-15** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	EP 3239398 A1 (HP3 REAL) 01. November 2017 (01.11.2017) Absätze [0021] und [0022]; Ansprüche 1-3	1-15
Y	WO 2017050414 A1 (PLASSER & THEURER) 30. März 2017 (30.03.2017) Ansprüche 1 und 2	1-15
Y	DE 2557850 A1 (PLASSER BAHNBAUMASCHINEN) 05. August 1976 (05.08.1976) Seite 16, letzte Zeile - Seite 17, Zeile 9; Ansprüche 1-3	14

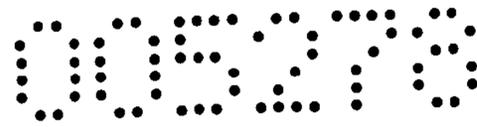
Datum der Beendigung der Recherche: 09.09.2019	Seite 1 von 1	Prüfer(in): STAWA Richard
---	---------------	------------------------------

<p>^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:</p> <p>X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.</p> <p>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.</p>	<p>A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.</p> <p>P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.</p> <p>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).</p> <p>& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.</p>
--	--



Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten eines Schotterbettes (5), auf dem Schwellen (6) und darauf befestigte Schienen (7) eines Gleises (4) gelagert sind, mittels eines Antriebe aufweisenden Arbeitsaggregats (1), das an einer auf dem Gleis (4) verfahrbaren Gleisbaumaschine angeordnet ist, wobei während eines Verdichtungsvorgangs ein Signal erfasst und daraus mittels einer Auswerteinrichtung (17) eine Kenngröße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes abgeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Antrieb des Arbeitsaggregats (1) als elektrischer Antrieb (15) ausgebildet ist, mittels dem der Verdichtungsvorgang zumindest teilweise ausgeführt wird, dass wenigstens eine Betriebsgröße (18) des als Sensor genutzten elektrischen Antriebs (15) der Auswerteinrichtung (17) zugeführt wird und dass mittels der Auswerteinrichtung (17) aus der Betriebsgröße (18) eine Schotterbettkenngroße (19) abgeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des elektrischen Antriebs (15) eine mechanische Schwingung erzeugt wird, die über mechanische Komponenten (11, 12, 13, 20) des Arbeitsaggregats (1) auf das Schotterbett (5) übertragen wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Verdichtungsvorgänge in einer zyklischen Abfolge durchgeführt werden und dass aus einem Verlauf der Betriebsgröße (18) ein Verlauf der Schotterbettkenngroße (19) abgeleitet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auswerteinrichtung (17) zusätzlich eine mittels eines Sensors (25) erfasste Messgröße (24) zugeführt wird und dass die Schotterbettkenngroße (19) aus der Betriebsgröße (18) und der Messgröße (24) abgeleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels eines in der Auswerteinrichtung (17) hinterlegten digitalen Modells (22) einer



Komponente oder mehrerer Komponenten des Arbeitsaggregats (1) aus der Betriebsgröße (18) eine Modellgröße (23) errechnet wird.

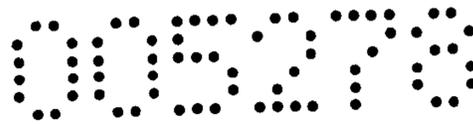
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels eines in der Auswerteinrichtung (17) hinterlegten Elektromotormodells (22) aus einer elektrischen Betriebsgröße (18), insbesondere aus einem im elektrischen Antrieb (15) fließenden Strom, eine mechanische Modellgröße (23) abgeleitet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schotterbettkenngroße (19) einer Steuerungseinrichtung (16) zugeführt wird und dass das Arbeitsaggregat (1) mittels der Steuerungseinrichtung (16) in Abhängigkeit der Schotterbettkenngroße (19) angesteuert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuerungsgröße des Arbeitsaggregats (1) verändert wird, wenn die Schotterbettkenngroße (19) einen vorgegebenen Schwellenwert erreicht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schotterbettkenngroße (19) mit Positionsdaten des Arbeitsaggregats (1) in einer Aufzeichnungseinrichtung (26) abgespeichert wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Maschinenrahmen (3), der über Schienenfahrwerke auf einem Gleis (4) mit auf einem Schotterbett (5) gelagerten Schwellen (6) und darauf befestigten Schienen (7) verfahrbar ist, mit einem am Maschinenrahmen (3) gelagerten Arbeitsaggregat (1) zum Verdichten des Schotterbettes (5) und mit einer Auswerteinrichtung (17) zur Ermittlung einer Kenngroße zur Bewertung einer Beschaffenheit des Schotterbettes (5), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsaggregat (1) einen elektrischen Antrieb (15) umfasst, mittels dem zumindest teilweise ein Verdichtungsverfahren ausführbar ist, dass der elektrische Antrieb (15) mit der Auswerteinrichtung (17) gekoppelt ist und dass die Auswerteinrichtung (17) zum Ableiten einer Schotterbettkenngroße (19) aus einer Betriebsgröße (18) des elektrischen Antriebs (15) eingerichtet ist.



11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Auswerteeinrichtung (17) ein digitales Modell (22) des elektrischen Antriebs (15) hinterlegt ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antrieb (15) einen Schwingungserzeuger (10) zur Erzeugung einer mechanischen Schwingung antreibt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsaggregat (1) als Stopfaggregat ausgebildet ist und dass der mittels des elektrischen Antriebs (15) angetriebene Schwingungserzeuger (10) über Beistellantriebe (11) mit in das Schotterbett (5) absenkbar und zueinander zustellbaren Stopfwerkzeugen (13) gekoppelt ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arbeitsaggregat (1) als Stabilisationsaggregat ausgebildet ist und dass der mittels des elektrischen Antriebs (15) angetriebene Schwingungserzeuger (10) zur Übertragung von Schwingungen auf das Schotterbett (5) mit auf den Schienen (7) abrollbaren Rollen (20) gekoppelt ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **gekennzeichnet durch** eine Aufzeichnungseinrichtung (26), die mit der Auswerteeinrichtung (17) gekoppelt ist, um einen Verlauf der Schotterbettkenngroße (19) zu protokollieren.