



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 4 359 609 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.03.2025 Patentblatt 2025/11**

(21) Anmeldenummer: **22733082.6**

(22) Anmeldetag: **14.06.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**E01B 27/17 (2006.01) E01B 35/00 (2006.01)  
E01B 29/04 (2006.01) E01B 35/08 (2006.01)**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**E01B 27/17; E01B 35/00; E01B 29/04; E01B 35/08;  
E01B 2203/10; E01B 2203/16**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2022/066110**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2022/268566 (29.12.2022 Gazette 2022/52)**

---

**(54) VERFAHREN UND SYSTEM ZUR KORREKTUR VON VERTIKALEN LAGEFEHLERN EINES GLEISES**

METHOD AND SYSTEM FOR THE CORRECTION OF VERTICAL POSITION FAULTS OF A TRACK  
PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE CORRECTION DE DÉFAUTS DE POSITION VERTICALE D'UNE VOIE FERRÉE

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

(30) Priorität: **21.06.2021 AT 505022021**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.05.2024 Patentblatt 2024/18**

(73) Patentinhaber: **Plasser & Theurer Export von  
Bahnbaumaschinen  
Gesellschaft m.b.H.  
1010 Wien (AT)**

(72) Erfinder:  

- **DAXBERGER, Harald  
4040 Linz (AT)**
- **PRÖLL, Markus  
4040 Linz (AT)**
- **AUER, Florian  
1010 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 952 254 WO-A1-2006/056215  
WO-A1-2020/177967 AT-A1- 519 317**

---

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

**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

5 [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur von vertikalen Lagefehlern eines Gleises nach einem Hebe-Stopfvorgang, mit einem mittels eines dynamischen Gleisstabilisators durchgeführten Stabilisierungsvorgang, bei dem ein Stabilisationsaggregat an einer in einer Arbeitsrichtung vorwärts wandernden Arbeitsstelle auf das Gleis einwirkt, wobei vor dem Hebe-Stopfvorgang Gleislagedaten des unbearbeiteten Gleises erfasst werden und wobei nach dem Hebe-Stopfvorgang an einer in Arbeitsrichtung vor dem Stabilisationsaggregat befindlichen Messstelle Gleislagedaten 10 des unterstopften Gleises erfasst werden. Zudem betrifft die Erfindung ein System zur Durchführung des Verfahrens.

## Stand der Technik

15 [0002] Aus der WO 2006/056215 A1 ist ein Verfahren zur Korrektur von vertikalen Lagefehlern (Höhelagefehlern) eines Gleises mit Schotterbettung bekannt, wobei dieses unter Anheben in eine vorläufige Soll-Lage unterstopft und nachfolgend im Rahmen einer Gleisstabilisation durch Aufbringen einer statischen Auflast in Verbindung mit Querschwingungen kontrolliert in eine endgültige Soll-Lage abgesenkt wird.

20 [0003] Dabei wird beim Anheben und Unterstopfen eine in Relation zu den Höhelagefehlern gezielte Überhöhung des Gleises vorgegeben, um Gleisabschnitte mit größeren Höhelagefehlern mittels der nachfolgenden Gleisstabilisation stärker verdichtet zu können. Einem raschen Absinken durch Verkehrsbelastungen in die alte fehlerhafte Gleislage soll damit entgegengewirkt werden.

25 [0004] Das bekannte Verfahren wird gewöhnlich als "Design Overlift" bezeichnet, wobei ein jeweiliger Überhebewert anhand empirischer Daten vorgegeben wird. Damit können Einzelfehler nachhaltig korrigiert werden. Allerdings kommt es bei dieser Vorgehensweise in manchen Bearbeitungszonen zu einer unnötig starken Überhöhung, mit einem damit verbundenen erhöhten Schotterbedarf.

30 [0005] Die AT 519317 A1 offenbart ein modifiziertes Verfahren, bei dem vor einem Hebe-Stopfvorgang aus einem Verlauf der Ist-Lage des unbearbeiteten Gleises ein geglätteter Ist-Lageverlauf gebildet wird. Der jeweilige Überhebewert wird in weiterer Folge in Abhängigkeit dieses Verlaufs der Ist-Gleislage bezüglich des annähernd geglätteten Ist-Lageverlaufs vorgegeben. Bei diesem Verfahren werden nur kurzwellige Gleislagefehler mit einem Überhebewert bearbeitet.

35 Langwellige Setzungen bleiben bei der Vorgabe des Überhebewertes ausgeblendet.

[0006] Ein weiteres Verfahren zur Gleislagekorrektur mittels eines dynamischen Gleisstabilisators beschreibt die EP 0 952 254 A1. Dabei wird der Gleisstabilisator mit einer veränderbaren statischen Auflast betrieben, um nach einem Hebe-Stopfvorgang langwellige Gleislagefehler zu eliminieren. Ausgehend von einer Aufmessung des unterstopften Gleises wird eine neue Soll-Lage des Gleises berechnet, wobei daraus abgeleitete Korrekturwerte die Veränderung der statischen Auflast bestimmen.

Ein ähnliches Verfahren ist aus der WO 2020/177967 A1 bekannt, wobei durch Entfernung von Schotter an den Stirnseiten der Gleisschwellen mittels einer jeweiligen seitlichen Räumvorrichtung eine verstärkte Absenkung des Gleises durch einen dynamischen Gleisstabilisators erzielbar ist.

## 40 Darstellung der Erfindung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art gegenüber dem Stand der Technik derart zu verbessern, dass nach dem Stabilisierungsvorgang unabhängig von Art und Ausmaß bestehender Gleisfehler eine optimale Gleislage erreicht wird. Weiter ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes System anzugeben.

[0008] Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 8. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0009] Dabei werden an einer in Arbeitsrichtung nach dem Stabilisationsaggregat befindlichen Nachmessstelle zusätzliche Gleislagedaten des stabilisierten, abgesenkten Gleises außerhalb des Einflussbereiches des Stabilisationsaggregats erfasst, wobei der dynamische Gleisstabilisator während des Stabilisierungsvorgangs in Abhängigkeit von Gleislagedaten des unbearbeiteten und des unterstopften Gleises an der Arbeitsstelle und von Gleislagedaten des stabilisierten, abgesenkten Gleises an der Nachmessstelle angesteuert wird. Gemeinsam mit den Messungen vor und nach dem Hebe-Stopfvorgang ermöglicht die zusätzliche Nachmessung der Gleislage nach dem Stabilisierungsvorgang eine exakte Regelung des dynamischen Gleisstabilisators. Konkret wird die vor und nach dem Hebe-Stopfvorgang gemessene Gleislage gemeinsam mit der nach dem Stabilisierungsvorgang gemessenen Gleislage als Basis zur geregelten Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators herangezogen. Auf diese Weise gehen verbleibende Restfehler nach einer anfänglichen Einschwingphase gegen null, mit dem Resultat einer optimalen Gleislage. Insbesondere nach dem Hebe-Stopfvorgang erfasste Restfehler werden mit der geregelten Ansteuerung des dynamischen

Gleisstabilisators eliminiert.

**[0010]** Bei einer Weiterbildung des Verfahrens werden Gleislagedaten einer endgültigen Soll-Lage des Gleises vorgegeben, wobei der dynamische Gleisstabilisator während des Stabilisierungsvorgangs zusätzlich in Abhängigkeit von Korrekturdaten, die für die Arbeitsstelle aus den Daten der Soll-Lage und den Gleislagedaten des unbearbeiteten Gleises

5 abgeleiteten werden, angesteuert wird. Somit fließen Messdaten von Einzelfehlern und sonstigen ausgeprägten Lagefehlern des unbearbeiteten Gleises unmittelbar in die Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators ein, wodurch Regelabweichungen vorausschauend minimiert werden. Mit dieser Verfahrenserweiterung erfolgt insbesondere ein aktiver Ausgleich von ungleichmäßigen Überhebungen durch den vorgelagerten Hebe-Stopfvorgang mit Design-Overlift.

**[0011]** Vorteilhafterweise werden zur Erfassung der Gleislagedaten an der jeweiligen Messstelle jeweils eine Längsneigung oder Längshöhe und eine Querneigung oder Überhöhung des Gleises gemessen. In einer Kurve wird bevorzugt die Längsneigung oder Längshöhe einer inneren Schiene erfasst. Relativ dazu gibt die Querneigung oder Überhöhung die Lage einer äußeren Schiene an. Somit werden als Gleislagedaten die vertikalen Lagen (Höhenlagen) beider Schienen des Gleises in unterschiedlichen Bearbeitungszuständen erfasst.

**[0012]** In einer vorteilhaften Konkretisierung des Verfahrens wird während des Stabilisierungsvorgangs zumindest einer der folgenden Betriebsparameter des dynamischen Gleisstabilisators in Abhängigkeit der erfassten Gleislagedaten verändert: eine Schwingungsfrequenz des Stabilisationsaggregats, eine Fahrgeschwindigkeit des dynamischen Gleisstabilisators, eine auf eine linke Schiene des Gleises wirkende Auflast des Stabilisationsaggregats, eine auf eine rechte Schiene des Gleises wirkende Auflast des Stabilisationsaggregats und eine vom Stabilisationsaggregat auf das Gleis wirkende Gesamtauflast.

**[0013]** Der Stabilisierungsvorgang wird sinnvollerweise mit einem vorgegebenen Ausgangswert des jeweiligen Betriebsparameters begonnen, wobei für den jeweiligen Betriebsparameter während des Stabilisierungsvorgangs mittels eines in einer Recheneinheit eingerichteten Algorithmus laufend ein angepasster Wert errechnet wird. Die laufende Neuberechnung des jeweils veränderbaren Betriebsparameters bewirkt eine unmittelbare Anpassung des Stabilisierungsvorgangs auf diverse systemeigene oder äußere Einflüsse.

**[0014]** Bevorzugt sind in dem Algorithmus für den jeweiligen Betriebsparameter Gewichtungsfaktoren hinterlegt, wobei die Gewichtungsfaktoren mittels einer Regelung laufend angepasst werden. Beispielsweise ist in der Recheneinheit für jeden veränderbaren Betriebsparameter eine Formel mit eigenen Gewichtungsfaktoren implementiert. Die geregelte Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators erfolgt sodann lediglich durch eine laufende Anpassung der Gewichtungsfaktoren. Ein solcher Algorithmus ermöglicht eine hohe Qualität der Regelung, weil die Charakteristik der vorliegenden Regelstrecke und die Dynamik der Regelung separat vorgegeben werden. In jeder Betriebsparameterformel wird die konkrete Wechselwirkung zwischen dem jeweiligen Betriebsparameter und den erfassten Gleislagedaten abgebildet. Eine hinterlegte Anpassungslogik der Gewichtungsfaktoren bestimmt die Regeldynamik.

**[0015]** Erfindungsgemäß wird mit dem dynamischen Gleisstabilisator ein mehrere Messvorrichtungen umfassendes Gleislagemesssystems mitgeführt, wobei an der jeweiligen Messstelle mittels der zugeordneten Messvorrichtungen die entsprechende Gleislage bezüglich eines gemeinsamen Bezugssystems erfasst wird. Auf diese Weise werden die Gleislagedaten der sich im Zuge der Bearbeitung ändernden Gleislage während einer Vorwärtsfahrt des dynamischen Gleisstabilisators gesammelt. Eine betrachtete Gleistelle befindet sich zunächst vor dem Stabilisationsaggregat, wo die Gleislage nach dem Hebe-Stopfvorgang erfasst wird. Durch die Vorwärtsbewegung des dynamischen Gleisstabilisators wird dieselbe Gleistelle während der geregelten Absenkung des Gleises durch das Stabilisationsaggregat zur aktuellen Arbeitsstelle, mit einer unmittelbar dahinterliegenden Messstelle. Bei einem Doppelaggregat befindet sich diese Messstelle vorzugsweise zwischen zwei Stabilisationsaggregateinheiten. Außerhalb des Einflussbereichs des Stabilisationsaggregats werden an der Nachmessstelle die Gleislagedaten der abgesunkenen Gleislage erfasst. Somit entspricht die jeweilige Messstelle einer betrachteten Gleistelle in einer zeitlichen Abfolge während einer Arbeitsvorfahrt.

**[0016]** Bei einer Weiterbildung dieser Verbesserung wird das Bezugssystem mittels einer auf einer der Messvorrichtungen befestigten Kamera und einer auf einer anderen Messvorrichtung befestigten, in einem Aufnahmebereich der Kamera positionierten Referenzmarke gebildet, wobei zur Erfassung der Gleislagedaten mittels der Kamera auf den übrigen Messvorrichtungen befestigte Messmarken aufgenommen werden. Ein derartiges optisches Messsystem liefert für mehrere Messstellen präzise Messergebnisse, wobei das gemeinsame Bezugssystem die Weiterverarbeitung der gewonnenen Gleislagedaten vereinfacht. In einer sinnvollen Weiterbildung ist eine Referenzmarke direkt am Stabilisationsaggregat angebracht. Die entsprechende Messstelle deckt sich dadurch mit der Arbeitsstelle. Mittels der Kamera werden dann auch die Schwingungsamplituden des Stabilisationsaggregats erfasst. Diese zusätzliche Messgröße ist als weiterer Parameter zur Regelung des Stabilisierungsvorgangs nutzbar.

**[0017]** Das erfindungsgemäße System zur Durchführung eines der beschriebenen Verfahren umfasst ein Gleislagemesssystem und einen dynamischen Gleisstabilisator mit einem Stabilisationsaggregat zur Korrektur von vertikalen Lagefehlern an einer vorwärts wandernden Arbeitsstelle eines Gleises, wobei das Gleislagemesssystem zur Erfassung der Gleislage an einer dem dynamischen Gleisstabilisator in Arbeitsrichtung vorgeordneten Messstelle und an einer dem dynamischen Gleisstabilisator in Arbeitsrichtung nachgeordneten, außerhalb des Einflussbereichs des Stabilisationsaggregats liegenden Nachmessstelle eingerichtet ist, wobei der dynamische Gleisstabilisator eine Steuerungseinrich-

tung umfasst, der mittels des Gleislagemesssystems erfasste Gleislagedaten zugeführt sind und wobei die Steuerungseinrichtung zur Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators in Abhängigkeit von der Arbeitsstelle zugeordneten Gleislagedaten und von der Nachmessstelle zugeordneten Gleislagedaten des stabilisierten, abgesenkten Gleises außerhalb des Einflussbereichs des Stabilisationsaggregats eingerichtet ist.

5 [0018] Vorteilhafterweise umfasst die Steuerungseinrichtung eine Recheneinheit, in der ein Algorithmus zur Neuberechnung zumindest eines Betriebsparameters des dynamischen Gleisstabilisators auf Basis laufend aktualisierter Gleislagedaten implementiert ist. Damit führen erfasste Gleislagefehler nahezu in Echtzeit zu einer Anpassung der Steuerung des dynamischen Gleisstabilisators. Die kurze Reaktionszeit bewirkt eine weitere Qualitätsverbesserung der korrigierten Gleislage.

10 [0019] Vorteilhafterweise liegt ein Abstand zwischen der Arbeitsstelle und der Nachmessstelle in einem Bereich zwischen 3m und 10m, insbesondere zwischen 5m und 8m. Damit ist sichergestellt, dass nach dem Stabilisierungsvorgang an der Nachmessstelle eine ungestörte Ist-Gleislage bestimmt wird. Auf diese Weise liefert die Nachmessung für einen Regelkreislauf zur Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators besonders genaue Daten. Dabei folgt die Nachmessstelle der Arbeitsstelle in ausreichend geringem Abstand, damit bei Bedarf schnelle Regelungsanpassungen durchgeführt werden können.

15 [0020] In einer Weiterbildung des Systems umfasst das Stabilisationsaggregat einen Schwingungserzeuger und auf Schienen des Gleises festklemmbare Rollzangen, wobei das Stabilisationsaggregat mit separat ansteuerbaren Auflastantrieben gegen einen Maschinenrahmen abgestützt ist. Mit dieser Verbesserung sind auf eine linke und auf eine rechte Schiene des Gleises unterschiedliche Auflasten aufbringbar. Das ermöglicht eine präzise Abstimmung der mit dem 20 Stabilisationsaggregat erzielten Einsenkungen, damit die vorgegebene Querneigung bzw. Überhöhung des Gleises exakt erreicht wird.

25 [0021] Eine vorteilhafte Erweiterung des Systems bezieht sich auf einen Maschinenverbund, bei dem in Arbeitsrichtung unmittelbar vor dem dynamischen Gleisstabilisator eine Stopfmaschine angeordnet ist und wobei das Gleislagemesssystem zumindest eine Messvorrichtung umfasst, die der Stopfmaschine zugeordnet ist. Bei einer kontinuierlich arbeitenden Gleisstopfmaschine besteht die Möglichkeit einer dauerhaften Kopplung mit dem dynamischen Gleisstabilisator. Eine zyklisch arbeitende Stopfmaschine und ein dahinterfahrender dynamischer Gleisstabilisator werden ohne mechanische Kopplung betrieben. Das erweiterte Gleislagemesssystem erstreckt sich bei beiden Varianten auch auf Messstellen der Stopfmaschine, sodass zusätzliche Gleislagedaten unmittelbar zur Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators zur Verfügung stehen.

30 [0022] Vorteilhafterweise umfasst das Gleislagemesssystem eine erste Messvorrichtung, auf der ein Kamera befestigt ist, wobei auf einer zweiten Messvorrichtung eine Referenzmarke befestigt ist und wobei zwischen erster und zweiter Messvorrichtung zumindest eine weitere Messvorrichtung mit einer Messmarke befestigt ist. Eine solche optische Messanordnung liefert auch über weite Distanzen exakte Messergebnisse, wobei Störungen durch Vibrationen gezielt herausgefiltert werden können.

35 [0023] Eine weitere Verbesserung dieses Gleislagemesssystems umfasst ein Blitzlicht, das gemeinsam mit der Kamera ansteuerbar ist. Damit ist eine Beleuchtung der Referenzmarken und Messmarken auf eine Belichtungszeit der Kamera abstimmbar, damit störende Einflüsse durch Sonnenlicht oder durch andere Lichtquellen unterdrückt werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

40 [0024] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 Dynamischer Gleisstabilisator hinter einer Stopfmaschine

45 Fig. 2 Gleislagemesssystem mit fünf Messvorrichtungen in einer Draufsicht

Fig. 3 Stabilisationsaggregat mit Maschinenrahmen und Gleis in einer Schnittdarstellung

Fig. 4 Optische Messanordnung mit passiven Markern

Fig. 5 Optische Messanordnung mit aktiven Markern

Fig. 6 Optische Messanordnung mit redundanten Markern

50 Beschreibung der Ausführungsformen

[0025] Ein in Fig. 1 dargestellter dynamischer Gleisstabilisator (DGS) 1 ist eine eigenständige Gleisbaumaschine mit einem Maschinenrahmen 2, der auf Schienenfahrwerken 3 abgestützt auf einem Gleis 4 verfahrbar ist. Im beschriebenen Beispiel wird dieser dynamische Gleisstabilisator 1 gemeinsam mit einer Stopfmaschine 5 betrieben. Die Erfindung bezieht sich jedoch auch auf ein Verfahren, bei dem der dynamische Gleisstabilisator 1 zeitlich unabhängig von einer Stopfmaschine 5 eingesetzt wird.

[0026] In einer nicht dargestellten Variante bilden die Stopfmaschine 5 und der dynamische Gleisstabilisator 1 eine

kombinierte Gleisbaumaschine. Dabei ist die zyklische Vorwärtsbewegung eines Stopfaggregats 6 beispielsweise über einen längsverschiebbaren Hilfsrahmen (Satelliten) an die kontinuierliche Vorwärtsbewegung des dynamischen Gleisstabilisators 1 angepasst.

**[0027]** Die in Fig. 1 dargestellte zyklisch arbeitende Stopfmaschine 5 ist dem dynamischen Gleisstabilisator 1 bezüglich einer Arbeitsrichtung 7 vorangestellt. Ein überzeichneter Verlauf einer sich im Arbeitsprozess verändernden Gleislage dient der besseren Veranschaulichung. Ein vorderes Schienenfahrwerk 3 der Stopfmaschine 1 fährt auf dem unarbeiteten Gleis 4. Davor wird eine Messvorrichtung 8 zur Erfassung einer Ist-Lage dieses unarbeiteten Gleisabschnittes geführt. Diese Messvorrichtung 8 ist ein Element eines Gleislagemesssystems 9 zur Erfassung von Gleislagedaten an unterschiedlichen Messstellen 10. Ergänzend oder in einer alternativen Ausprägung des Verfahrens werden Gleislagedaten des unarbeiteten Gleises 4 mittels eines separaten Gleismessfahrzeugs erfasst.

**[0028]** Im Beispiel gemäß Fig. 1 ist der Stopfmaschine 1 ein Messsystem 9 mit Messsehnen als Bezugssystem zugeordnet. Der dynamische Gleisstabilisator 1 umfasst ein weiteres Messsystem 9 mit eigenen Messsehnen. Bei im Verbund betriebenen Maschinen 1, 5 sind diese beiden Messsysteme 9 zu einem gemeinsamen Gleislagemesssystem 9 zusammengefasst. Vorteilhafterweise werden alle erfassten Gleislagedaten mittels einer gemeinsamen Auswerteeinrichtung 11 verarbeitet. Gegebenenfalls erfolgt zwischen der Stopfmaschine 5 und dem dynamischen Gleisstabilisator 1 eine Datenübertragung über eine Luftschnittstelle.

**[0029]** In weiterer Folge sind die Gleislagedaten einer Steuerungseinrichtung 12 zur adaptiven Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators 1 zugeführt. Gegebenenfalls von einem separaten Gleismessfahrzeug erfasste Gleislagedaten des unarbeiteten oder bereits unterstopften Gleises 4 werden der Steuerungseinrichtung 12 vorab übermittelt oder über eine Funkverbindung übertragen.

**[0030]** Während eines Hebe-Stopfvorgangs wird ein aus Schwellen 13 und darauf befestigten Schienen 14 gebildeter Gleisrost aus einem Schotterbett 15 gehoben. Dazu umfasst die Stopfmaschine 5 ein Hebeaggregat 16, das vor dem Stopfaggregat 6 angeordnet ist. Dazwischen befindet sich eine weitere Messvorrichtung 8 zur Erfassung einer durchgeführten Hebung 17. In der angehobenen Gleislage dringen Stopfpickel des Stopfaggregats 6 in das Schotterbett 15 ein. Unter Vibrationsbeaufschlagung erfolgt eine Beistellbewegung, bei der Schotter unter die angehobenen Schwellen 13 geschoben und verdichtet wird. Auf diese Weise wird das Gleis 4 vorläufig in einer überhobenen Gleislage fixiert.

**[0031]** In der dargestellten Variante ist jede Messvorrichtung 8 als schienengeführte Vorrichtung ausgebildet. Die jeweilige Vorrichtung 8 umfasst Spurkranzrollen, die mittels einer Spreizachse gegen die Innenseiten der Schienen 14 gepresst sind. Eine berührungslose Variante der jeweiligen Messvorrichtung 8 umfasst einen Träger, auf dem gegen die Schienen 14 gerichtete Messsensoren (z.B. Laserscanner) angeordnet sind. Mittels dieser Sensoren wird die Lage der Messvorrichtung 8 gegenüber den Schienen 14 erfasst.

**[0032]** An der in Arbeitsrichtung 7 letzten Messstelle 10 des Gleislagemesssystems 9 der Stopfmaschine 1 befindet sich beispielsweise eine Messvorrichtung 8 mit einer inertialen Messeinheit (IMU) 18. Diese ist an einem Messrahmen 19 angeordnet, der mit vier Spurkranzrollen auf den Schienen 14 geführt ist. Mit dieser Messvorrichtung 8 werden in bekannter Weise Gleislagedaten des unterstopften Gleises 4 erfasst. Gleichzeitig dient die Messvorrichtung 8 als hintere Bezugseinheit eines auf der Stopfmaschine 5 aufgebauten Sehnennmesssystems.

**[0033]** Die überhobene Gleislage wird in einem anschließenden Stabilisierungsvorgang in eine endgültige Soll-Gleislage 20 abgesenkt. Hier kommt der dynamische Gleisstabilisator 1 zum Einsatz. Die Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators 1 erfolgt in Abhängigkeit von Messdaten, die an mehreren Messstellen 10 einschließlich einer Nachmessstelle 21 erfassten werden. Konkret erfolgt mittels des dynamischen Gleisstabilisators 1 eine geregelte Absenkung des Gleises 4 an einer mit der Maschine 1 in Arbeitsrichtung 7 vorwärts wandernden Arbeitsstelle 22.

**[0034]** An dieser Arbeitsstelle 22 ist ein Stabilisationsaggregat 23 mit Rollzangen 24 auf die Schienen 14 geklemmt (Fig. 3). Mit einer vorgegebenen Frequenz versetzt ein auf dem Stabilisationsaggregat 23 angeordneter Schwingungs erzeuger 25 den Gleisrost im Bereich der Arbeitsstelle 22 in horizontale Schwingungen. Eine Abstützung des Stabilisations aggregats 23 gegenüber dem Maschinenrahmen 2 erfolgt über Auflastantriebe 26, die jeweils der darunter befindlichen Schiene 14 zugeordnet sind. Diese Auflastantriebe 26 sind beispielsweise als separat ansteuerbare Hydraulikzylinder ausgeführt. Über eine veränderte Druckbeaufschlagung ist die statische Auflast, die über Spurkranzrollen 27 des Stabilisationsaggregats 23 auf die zugeordnete Schiene 14 wirkt, veränderbar. Unmittelbar hinter der Arbeitsstelle 22 ist eine Messvorrichtung 8 angeordnet, um die aktuell durchgeführte Gleisabsenkung zu erfassen.

**[0035]** Bei einem als Sehnennmesssystem ausgebildeten Gleislagemesssystem 9 dient diese Messvorrichtung 8 einerseits zur Regelung der Absenkung des Gleises 4 und andererseits zur Nachmessung der ungestörten Ist-Gleislage 28 nach dem Stabilisieren. Im dargestellten Beispiel sind auf dem dynamischen Gleisstabilisator 1 insgesamt vier Messvorrichtung 8 angeordnet. Von vorne gesehen wird die erste Messvorrichtung 8 auf einem Gleisabschnitt mit überhobener Gleislage geführt. Die zweite Messvorrichtung 8 befindet sich direkt hinter dem Stabilisationsaggregat 23. Dahinter sind noch die dritte und die vierte Messvorrichtung 8 in definierten Abständen zueinander angeordnet.

**[0036]** Die vier Messvorrichtungen 8 bilden mit entsprechenden Messsehnen zwei Dreipunkt-Messsysteme. Für die Regelung der Absenkung ist über jeder Schiene 14 eine Sehne zwischen der ersten und der dritten Messvorrichtung 8 gespannt. Das Bezugssystem für die Nachmessung des ungestörten Gleises 4 bilden zwischen der zweiten und der

vierten Messvorrichtung 8 gespannte Messsehnen. Auf der jeweils dazwischen positionierten Messvorrichtung 8 wird der Abstand (Pfeilhöhe) zur zugeordneten Messsehne gemessen und daraus entsprechend dem bekannten Wanderssehnen-Messprinzip die Gleislage abgeleitet. Die Position der dritten Messvorrichtung 8 definiert dabei die Nachmessstelle 21. Um die Lage des unbeeinflussten Gleises 4 präzise zu erfassen, beträgt ein Abstand  $a$  zwischen der Nachmessstelle 21 und der Arbeitsstelle 22 beispielsweise 6m. Alternativ dazu ist die dritte Messvorrichtung 8 als Messwagen mit einer auf einem Messrahmen 19 angeordneten inertialen Messeinheit 18 ausgebildet. In diesem Fall erfolgt die Nachmessung lediglich mittels dieser adaptierten Messvorrichtung 8.

**[0037]** Das Stabilisationsaggregat 23 ist entweder als Einfachaggregat oder als Doppelaggregat ausgebildet. Ein Doppelaggregat umfasst zwei annähernd gleich aufgebaute, hintereinander am Gleis 4 geführte Aggregateinheiten. In Fig. 1 ist eine solche zweite Aggregateinheit mit gepunkteten Linien eingezeichnet. Mit einem Doppelaggregat sind gleichzeitig unterschiedlich gerichtete Schwingungen in das Gleis 4 einleitbar, wodurch sich gegenüber einem Einfachaggregat mehr veränderbare Betriebsparameter ergeben.

**[0038]** Erfindungsgemäß wird zumindest ein Betriebsparameter des dynamischen Gleistabilisators 1 in Abhängigkeit von erfassten Gleislagedaten während eines Stabilisierungsvorgangs verändert. Wesentlich ist dabei die Erfassung von Gleislagedaten an mehreren Messstellen 10, 21 nämlich an dem Stabilisationsaggregat 23 vorgelagerten Messstellen 10 und an einer Nachmessstelle 21 hinter dem Stabilisationsaggregat 23. In dem Beispiel gemäß Fig. 1 werden die entsprechenden Messungen mittels der beschriebenen Dreipunkt-Messsysteme und der inertialen Messeinheit 18 durchgeführt.

**[0039]** In einer verbesserten Variante erfolgt die Messung der sich im Arbeitsprozess ändernden Gleislage mittels eines optischen Messsystems 9, wie in Fig. 2 dargestellt. Vorteil dieser Variante ist ein gemeinsames Bezugssystem für alle durchgeführten Messungen. Bezüglich der Arbeitsrichtung 7 umfasst eine hintere Messvorrichtung 8 eine Kamera 29, die auf alle davor befindlichen Messvorrichtungen 8 gerichtet ist. Auf jeder dieser davor befindlichen Messvorrichtungen 8 ist eine Messmarke 30 angeordnet, wobei eine als Referenzmarke 30 definiert ist. Zwischen der Referenzmarke 30 und der Kamera 29 spannt sich eine virtuelle optische Sehne 31, die als Bezugsbasis für die Lage der übrigen Messmarken 30 dient. Alle Marken 30 des Messsystems 9 liegen in einem Aufnahmebereich 32 der Kamera 29. Die jeweilige Mess- bzw. Referenzmarke 30 umfasst beispielsweise ein Fadenkreuz auf einer reflektierenden Oberfläche.

**[0040]** In der Auswerteeinrichtung 11 des Gleislagemesssystems 9 werden die Aufnahmen der Kamera 29 laufend ausgewertet. Dabei sind die Entfernung der Messvorrichtungen 8 zueinander und ein Abbildungsmaßstab der Kamera 29 bekannt. Mit diesen bekannten Größenverhältnissen berechnet die Auswerteeinrichtung 11 aus einer Verschiebung einer auf einem Bildsensor abgebildeten Messmarke 30 eine tatsächliche Lageänderung der Messmarke 30 bezüglich der optischen Sehne 31. In einem vorgegebenen Koordinatensystem x,y,z ergeben sich entsprechende Verschiebungswerte  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  (Fig. 4). Diese errechneten Verschiebungswerte  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  entsprechen Pfeilhöhenwerten, die mit einem herkömmlichen Sehnenmesssystem erfasst werden.

**[0041]** Vorteilhafterweise ist die Kamera 29 zur Erfassung monochromer Aufnahmen eingerichtet, um die Auswertung zu optimieren. Die Auflösung des Bildsensors beträgt beispielsweise 5 Megapixel. Damit sind Verschiebungen der Messmarken 30 in Millimetern erkennbar. Eine Aufnahmefrequenz von ca. 200 Hz stellt sicher, dass Lageänderungen sofort erkannt werden. Somit erfolgen ca. 200 Messungen pro Sekunde.

**[0042]** In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Kamera 29 mit einem Blitzlicht 33 gekoppelt. Zum Beispiel sind um ein Objektiv der Kamera 29 mehrere Hochleistungs-LEDs angeordnet, um synchron zum Auslösen der Kamera 29 in Richtung der Messmarken 30 zu blitzen. Bei dieser Ausprägung sind die Messmarken 30 als passive Elemente des Gleislagemesssystems 9 ausgebildet (Fig. 4). Beispielsweise ist die jeweilige Messmarke 30 als retroreflektierende Folie an einer geeigneten Oberfläche der zugeordneten Messvorrichtung 8 aufgeklebt.

**[0043]** In Fig. 5 sind aktive Messmarken 30 dargestellt. Diese werden gemeinsam mit der Kamera 29 angesteuert und leuchten in Richtung der Kamera 29.

**[0044]** Bevorzugt kommen auch hier Hochleistungs-LEDs zum Einsatz, die synchron zum Auslösen der Kamera 29 blitzen. Die jeweilige Messmarke 30 umfasst eine transparente Folie, die von einem LED-Blitzlicht 33 mit diffusem Licht hinterleuchtet wird. Gegenüber einer passiven Messmarke ist eine höhere Lichtintensität erreichbar, wodurch insbesondere bei staubiger Umgebung und bei schlechten Witterungen bessere Ergebnisse erzielt werden.

**[0045]** Eine weitere Verbesserung des in der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommenden Gleislagemesssystems 9 ist in Fig. 6 dargestellt. Dabei wird berücksichtigt, dass in Ausnahmefällen Hindernisse 34 zwischen der Kamera 29 und den Messmarken 30 liegen können. Beispielsweise können bei starken Auslenkungen in Gleisbögen einzelne Aggregateteile vorübergehend die jeweilige Blickachse abdecken. Einer Messvorrichtung 8 sind hier mehrere redundante Messmarken 30 zugeordnet, damit die Position der Messvorrichtung 8 auch noch dann sicher erfassbar ist, wenn eine der Messmarken 30 nicht in der Aufnahme der Kamera 29 aufscheint.

**[0046]** Ausgehend von den erfassten Gleislagedaten werden beispielsweise folgende Betriebsparameter des dynamischen Gleistabilisators 1 laufend angepasst:

$$f_{dgs} \quad \text{Schwingungsfrequenz des Schwingungserzeugers 25}$$

## EP 4 359 609 B1

$a_{dgs}$	Auflast des Stabilisationsaggregats 23 auf die linke Schiene 14
$ar_{dgs}$	Auflast des Stabilisationsaggregats 23 auf die rechte Schiene 14
$ag_{dgs}$	Gesamtauflast
$V_{dgs}$	Überfahrgeschwindigkeit (Vorwärtsgeschwindigkeit) des Stabilisationsaggregats 23

5 [0047] Die in Arbeitsrichtung 7 vor dem Stabilisationsaggregat 23 erfassten Gleislagedaten werden der aktuellen Arbeitsstelle 22 zugeordnet. Das heißt, dass vor dem Stabilisierungsvorgang alle Gleislagedaten mit einer örtlichen Zuordnung zum Gleis 4 erfasst werden. Beispielsweise werden die Gleislagedaten mit Positionsdaten eines Navigations-satellitensystems (GNSS-Daten) ergänzt. Mit bekannten Abständen zwischen den Messstellen 10 und der Arbeitsstelle 10 22 ist ein einfacher Bezug über eine erfasste Wegstrecke herstellbar.

[0048] Konkret werden folgende Messdaten im Voraus erfasst und dann zur Anpassung der Betriebsparameter genutzt, wenn die jeweilige Messstelle 10 der aktuellen Arbeitsstelle 22 entspricht:

$h_{ivs}$	Ist-Längshöhe des unbearbeiteten Gleises 4
$q_{ivs}$	Ist-Querneigung (Ist-Überhöhung) des unbearbeiteten Gleises 4
$h_{ins}$	Ist-Längshöhe des unterstopften Gleises 4
$q_{ins}$	Ist-Querneigung (Ist-Überhöhung) des unterstopften Gleises 4

20 [0049] Zusätzlich werden vorgegebene Werte für eine endgültige Soll-Gleislage zur Anpassung der Betriebsparameter genutzt:

$h_s$	Soll-Längshöhe des fertig bearbeiteten Gleises 4
$q_s$	Soll-Querneigung (Soll-Überhöhung) des fertig bearbeiteten Gleises 4

25 [0050] Beispielhafte Formeln für die laufende Anpassung der Betriebsparameter nutzen folgende Gewichtungsfaktoren:

$g_{f1}$	1. Gewichtungsfaktor für Schwingungsfrequenz
$g_{f2}$	2. Gewichtungsfaktor für Schwingungsfrequenz
$g_{a1}$	1. Gewichtungsfaktor für Auflast
$g_{a2}$	2. Gewichtungsfaktor für Auflast
$g_{a3}$	3. Gewichtungsfaktor für Auflast
$g_{a4}$	4. Gewichtungsfaktor für Auflast
$g_{v1}$	1. Gewichtungsfaktor für Überfahrgeschwindigkeit
$g_{v2}$	2. Gewichtungsfaktor für Überfahrgeschwindigkeit

[0051] Zu Beginn eines Arbeitseinsatzes kommen für die Betriebsparameter folgende Ausgangswerte zur Anwendung:

$f_0$	Ausgangswert für Schwingungsfrequenz
$a_0$	Ausgangswert für die linke und die rechte Auflast
$v_0$	Ausgangswert für die Überfahrgeschwindigkeit

[0052] Folgende Formeln sind in der Steuerungseinrichtung 12 hinterlegt, um während eines Stabilisierungsvorgangs für die aktuelle Arbeitsstelle 22 Betriebsparameter des dynamischen Gleistabilisators 1 anzupassen:

45 
$$f_{dgs} := f_0 + g_{f1} \cdot (h_s - h_{ivs}) + g_{f2} \cdot (h_{ins} - h_s)$$

50 
$$a_{dgs} := a_0 + g_{a1} \cdot (q_s - q_{ivs}) + g_{a2} \cdot (q_{ins} - q_s) + g_{a3} \cdot (h_s - h_{ivs}) + g_{a4} \cdot (h_{ins} - h_s)$$

$$ar_{dgs} := a_0 - g_{a1} \cdot (q_s - q_{ivs}) - g_{a2} \cdot (q_{ins} - q_s) + g_{a3} \cdot (h_s - h_{ivs}) + g_{a4} \cdot (h_{ins} - h_s)$$

55 
$$V_{dgs} := v_0 + g_{v1} \cdot (h_s - h_{ivs}) + g_{v2} \cdot (h_{ins} - h_s)$$

$$a_{g_{dgs}} := a_{l_{dgs}} + a_{r_{dgs}}$$

**[0053]** Durch die Wirkung des dynamischen Gleisstabilisators 1 kommt es bei der Überfahrt zu einer Absenkung des Gleises 4 und einer Änderung der Längshöhe und/oder der Überhöhung. Diese Änderungen werden durch die Nachmessung der Gleislage erfasst. Zur Anpassung der Korrektur der Gleislage und der Betriebsparameter werden demnach folgende Gleislagedaten verwendet:

5  $h_{ind}$  Ist-Längshöhe des stabilisierten Gleises 4

10  $q_{ind}$  Ist-Querneigung (Ist-Überhöhung) des stabilisierten Gleises 4

**[0054]** Beispielsweise erfolgte eine iterative Anpassung der Betriebsparameter durch folgende in der Steuerungseinrichtung 12 hinterlegte Formeln:

15  $\Delta h := (h_s - h_{ind})$

$$\Delta q := (q_s - q_{ind})$$

20  $g_{f1}(n+1) := g_{f1}(n) + k_{gf1} \cdot \Delta h$

$$g_{f2}(n+1) := g_{f2}(n) + k_{gf2} \cdot \Delta h$$

25  $g_{a1}(n+1) := g_{a1}(n) + k_{ga1} \cdot \Delta q$

$$g_{a2}(n+1) := g_{a2}(n) + k_{ga2} \cdot \Delta q$$

30  $g_{a3}(n+1) := g_{a3}(n) + k_{ga3} \cdot \Delta h$

$$g_{a4}(n+1) := g_{a4}(n) + k_{ga4} \cdot \Delta h$$

35  $g_{v1}(n+1) := g_{v1}(n) + k_{gv1} \cdot \Delta h$

40  $g_{v2}(n+1) := g_{v2}(n) + k_{gv2} \cdot \Delta h$

**[0055]** Mit der iterativen Anpassung werden die ursprünglichen Werte der Gewichtungsfaktoren durch neue Werte ersetzt. Entspricht sowohl die Querneigung als auch die Längshöhe nach dem Stabilisierungsvorgang dem jeweiligen Sollwert, ist der dynamische Stabilisator 1 perfekt eingestellt und es erfolgt keine Adaption der Gewichtungsfaktoren.

**[0056]** Die verwendeten Faktoren  $k_{gf1}, k_{gf2}, k_{ga1}, k_{ga2}, k_{ga3}, k_{ga4}, k_{gv1}, k_{gv2}$  bestimmen eine Regelungsverstärkung und werden beispielsweise in Versuchen oder Simulationen ermittelt. Dasselbe gilt für die Ausgangswerte der Betriebsparameter  $f_0, a_0, v_0$  und für Ausgangswerte der Gewichtungsfaktoren  $g_{f1}(0), g_{f2}(0), g_{a1}(0), g_{a2}(0), g_{a3}(0), g_{a4}(0), g_{v1}(0), g_{v2}(0)$ . Bei oftmaliger Ausführung des Verfahrens werden Erfahrungswerte gewonnen, sodass zu Beginn eines Arbeitseinsatzes geeignete Werte zur Verfügung stehen.

**[0057]** Beim erweiterten Verfahren unter Einbeziehung der Stopfmaschine 5 werden dieser folgende Überhebungswerte (Korrekturwerte) vorgegeben:

$$h_{ks} := (h_s - h_{ivs}) \cdot F_h$$

$$q_{ks} := (q_s - q_{ivs}) \cdot F_q$$

In einer einfachen Ausführung wird jeweils ein unveränderlicher Faktor  $F_h, F_q$  vorgegeben, um die Überhebungswerte zu

bestimmen. Es können jedoch auch bekannte Verfahren zur laufenden Anpassung der Überhebungen an veränderliche Gleisbedingungen zur Anwendung kommen.

## 5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Korrektur von vertikalen Lagefehlern eines Gleises (4) nach einem Hebe-Stopfvorgang, mit einem mittels eines dynamischen Gleisstabilisators (1) durchgeführten Stabilisierungsvorgang, bei dem ein Stabilisationsaggregat (23) an einer in einer Arbeitsrichtung (7) vorwärts wandernden Arbeitsstelle (22) auf das Gleis (4) einwirkt, wobei vor dem Hebe-Stopfvorgang Gleislagedaten des unbearbeiteten Gleises (4) erfasst werden und wobei nach dem Hebe-Stopfvorgang an einer in Arbeitsrichtung (7) vor dem Stabilisationsaggregat (23) befindlichen Messstelle (10) Gleislagedaten des unterstopften Gleises (4) erfasst werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer in Arbeitsrichtung (7) nach dem Stabilisationsaggregat (23) befindlichen Nachmessstelle (21) zusätzliche Gleislagedaten des stabilisierten, abgesenkten Gleises (4) außerhalb des Einflussbereiches des Stabilisationsaggregats (23) erfasst werden, dass der dynamische Gleisstabilisator (1) während des Stabilisierungsvorgangs in Abhängigkeit von Gleislagedaten des unbearbeiteten und des unterstopften Gleises (4) an der Arbeitsstelle (22) und von Gleislagedaten des stabilisierten, abgesenkten Gleises (4) an der Nachmessstelle (21) angesteuert wird, dass mit dem dynamischen Gleisstabilisator (1) ein mehrere Messvorrichtungen (8) umfassendes Gleislagemesssystems (9) mitgeführt wird und dass an der jeweiligen Messstelle (10, 21) mittels der zugeordneten Messvorrichtungen (8) die entsprechende Gleislage bezüglich eines gemeinsamen Bezugssystems erfasst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Gleislagedaten einer Soll-Lage (20) des Gleises (4) vorgegeben werden und dass der dynamische Gleisstabilisator (1) während des Stabilisierungsvorgangs zusätzlich in Abhängigkeit von Korrekturdaten, die für die Arbeitsstelle (22) aus den Daten der Soll-Lage (20) und den Gleislagedaten des unbearbeiteten Gleises (4) abgeleitet werden, angesteuert wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erfassung der Gleislagedaten an der jeweiligen Messstelle (10, 21) jeweils eine Längsneigung oder Längshöhe und eine Querneigung oder Überhöhung des Gleises (4) gemessen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Stabilisierungsvorgangs zumindest einer der folgenden Betriebsparameter des dynamischen Gleisstabilisators (1) in Abhängigkeit der erfassten Gleislagedaten verändert wird:
  - eine Schwingungsfrequenz,
  - eine Fahrgeschwindigkeit ( $v_{dgs}$ ),
  - eine auf eine linke Schiene wirkende Auflast ( $al_{dgs}$ ),
  - eine auf eine rechte Schiene wirkende Auflast ( $ar_{dgs}$ ),
  - eine Gesamtauflast.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stabilisierungsvorgang mit einem Ausgangswert des jeweiligen Betriebsparameters begonnen wird und dass für den jeweiligen Betriebsparameter während des Stabilisierungsvorgangs mittels eines in einer Recheneinheit eingerichteten Algorithmus laufend ein angepasster Wert errechnet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Algorithmus für den jeweiligen Betriebsparameter Gewichtungsfaktoren hinterlegt sind und dass die Gewichtungsfaktoren mittels einer Regelung laufend angepasst werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bezugssystem mittels einer auf einer der Messvorrichtungen (8) befestigten Kamera (29) und einer auf einer anderen Messvorrichtung (8) befestigten, in einem Aufnahmebereich (32) der Kamera (29) positionierten Referenzmarke (30) gebildet wird und dass zur Erfassung der Gleislagedaten mittels der Kamera (29) auf den übrigen Messvorrichtungen (8) befestigte Messmarken (30) aufgenommen werden.
8. System zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem Gleislagemesssystem (9) und mit einem dynamischen Gleisstabilisator (1), umfassend ein Stabilisationsaggregat (23), zur Korrektur von vertikalen Lagefehlern an einer vorwärts wandernden Arbeitsstelle (22) eines Gleises (4), **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Gleislagemesssystem (9) zur Erfassung der Gleislage an einer dem dynamischen Gleisstabilisator (1) in Arbeitsrichtung (7) vorgeordneten Messstelle (10) und an einer dem dynamischen Gleisstabilisator (1) in Arbeitsrichtung (7) nachgeordneten, außerhalb des Einflussbereichs des Stabilisationsaggregats (23) liegenden Nachmessstelle (21) eingerichtet ist, dass der dynamische Gleisstabilisator (1) eine Steuerungseinrichtung (12) umfasst, der mittels des Gleislagemesssystems (9) erfasste Gleislagedaten zugeführt sind und dass die Steuerungseinrichtung (12) zur Ansteuerung des dynamischen Gleisstabilisators (1) in Abhängigkeit von der Arbeitsstelle (22) zugeordneten Gleislagedaten und von der Nachmessstelle (21) zugeordneten Gleislagedaten des stabilisierten, abgesenkten Gleises außerhalb des Einflussbereichs des Stabilisationsaggregats (23) eingerichtet ist.

- 5      9. System nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abstand (a) zwischen der Arbeitsstelle (22) und der Nachmessstelle (21) in einem Bereich zwischen 3m und 10m, insbesondere zwischen 5m und 8m, liegt.
- 10     10. System nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinrichtung (12) eine Recheneinheit umfasst, in der ein Algorithmus zur Neuberechnung zumindest eines Betriebsparameters des dynamischen Gleisstabilisators (1) auf Basis laufend aktualisierter Gleislagedaten implementiert ist.
- 15     11. System nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stabilisationsaggregat (23) einen Schwingungserzeuger (25) und auf Schienen (14) des Gleises (4) festklemmbare Rollzangen (24) umfasst und mit separat ansteuerbaren Auflastantrieben (26) gegen einen Maschinenrahmen (2) abgestützt ist.
- 20     12. System nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Arbeitsrichtung (7) unmittelbar vor dem Gleisstabilisator (1) eine Stopfmaschine (5) angeordnet ist und dass das Gleislagemesssystem (9) zumindest eine Messvorrichtung (8) umfasst, die der Stopfmaschine (5) zugeordnet ist.
- 25     13. System nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer ersten Messvorrichtung (8) eine Kamera (29) befestigt ist, dass auf einer zweiten Messvorrichtung (8) eine Referenzmarke (30) befestigt ist und dass zwischen erster und zweiter Messvorrichtung (8) zumindest eine weitere Messvorrichtung (8) mit einer Messmarke (30) befestigt ist.
- 30     14. System nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gleislagemesssystem (29) ein Blitzlicht (33) umfasst, das gemeinsam mit der Kamera (29) ansteuerbar ist.

### Claims

- 35    1. A method for correcting vertical position defects of a track (4) after a lifting-tamping process, with a stabilizing process carried out by means of a dynamic track stabilizer (1) in which a stabilizing unit (23) acts on the track (4) at a forward-moving working point (22) in a working direction (7), with track position data of the untreated track (4) being recorded before the lifting-tamping process, and with track position data of the tamped track (4) being recorded after the lifting-tamping process at a measuring point (10) located in front of the stabilizing unit (23) in the working direction (7), **characterized in that** additional track position data of the stabilized, lowered track (4) are recorded outside the sphere of influence of the stabilizing unit (23) at a post-measuring point (21) located behind the stabilizing unit (23) in the working direction (7), and that the dynamic track stabilizer (1) is actuated during the stabilizing process as a function of track position data of the untreated and the tamped track (4) at the working point (22) and of track position data of the stabilized, lowered track (4) at the post-measuring point (21), that a track position measuring system (9) comprising a plurality of measuring devices (8) is carried along with the dynamic track stabilizer (1), and that the corresponding track position with respect to a common reference system is recorded at the respective measuring point (10, 21) by means of the assigned measuring devices (8).
- 40    2. A method according to claim 1, **characterized in that** track position data of a target position (20) of the track (4) are predefined, and that the dynamic track stabilizer (1) is additionally actuated during the stabilizing process as a function of correction data which are derived for the working point (22) from the data of the target position (20) and the track position data of the untreated track (4).
- 45    3. A method according to one of the claims 1 to 2, **characterized in that** a longitudinal gradient or longitudinal level and a crossfall or superelevation of the track (4) are each measured at the respective measuring point (10, 21) to record the track position data.

4. A method according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** at least one of the following operating parameters of the dynamic track stabilizer (1) is changed during the stabilizing process as a function of the recorded track position data:
- 5      - a vibration frequency,  
       - a travelling speed ( $v_{dgs}$ ),  
       - an imposed load acting on a left rail ( $al_{dgs}$ ),  
       - an imposed load acting on a right rail ( $ar_{dgs}$ ),  
       - a total imposed load.
- 10     5. A method according to claim 4, **characterized in that** the stabilizing process is started with an output value of the respective operating parameter, and that an adjusted value is continuously calculated for the respective operating parameter during the stabilizing process by means of an algorithm set up in a computing unit.
- 15     6. A method according to claim 5, **characterized in that** weighting factors are stored in the algorithm for the respective operating parameter, and that the weighting factors are continuously adjusted by means of a control.
- 20     7. A method according to one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the reference system is formed by means of a camera (29) attached to one of the measuring devices (8) and a reference mark (30) attached to another measuring device (8) and positioned in a recording area (32) of the camera (29), and that measuring marks (30) attached to the remaining measuring devices (8) are recorded by means of the camera (29) in order to record the track position data.
- 25     8. A system for carrying out a method according to one of the claims 1 to 7, having a track position measuring system (9) and having a dynamic track stabilizer (1) comprising a stabilizing unit (23) for correcting vertical position defects at a forward-moving working point (22) of a track (4), **characterized in that** the track position measuring system (9) is set up to record the track position at a measuring point (10) arranged in front of the dynamic track stabilizer (1) in the working direction (7) and at a post-measuring point (21) arranged after the dynamic track stabilizer (1) in the working direction (7) outside the sphere of influence of the stabilizing unit (23), that the dynamic track stabilizer (1) comprises a control device (12) to which track position data recorded by means of the track position measuring system (9) are fed, and that the control device (12) is set up to actuate the dynamic track stabilizer (1) as a function of track position data assigned to the working point (22) and of track position data of the stabilized, lowered track assigned to the post-measuring point (21) outside the sphere of influence of the stabilizing unit (23).
- 30     9. A system according to claim 8, **characterized in that** a distance (a) between the working point (22) and the post-measuring point (21) lies in a range between 3 m and 10 m, particularly between 5 m and 8 m.
- 35     10. A system according to claim 8 or 9, **characterized in that** the control device (12) comprises a computing unit in which an algorithm is implemented for recalculating at least one operating parameter of the dynamic track stabilizer (1) on the basis of continuously updated track position data.
- 40     11. A system according to one of the claims 8 to 10, **characterized in that** a stabilizing unit (23) comprises a vibration generator (25) and roller clamps (24) that can be clamped onto rails (14) of the track (4) and is supported against a machine frame (2) with imposed load drives (26) that can be actuated separately.
- 45     12. A system according to one of the claims 8 to 11, **characterized in that** a tamping machine (5) is arranged immediately in front of the track stabilizer (1) in the working direction (7), and that the track position measuring system (9) comprises at least one measuring device (8) which is assigned to the tamping machine (5).
- 50     13. A system according to one of the claims 8 to 12, **characterized in that** a camera (29) is attached to a first measuring device (8), that a reference mark (30) is attached to a second measuring device (8), and that at least one further measuring device (8) with a measuring mark (30) is attached between the first and second measuring device (8).
- 55     14. A system according to claim 13, **characterized in that** the track position measuring system (29) comprises a flash lamp (33) that can be actuated together with the camera (29).

**Revendications**

1. Procédé de correction d'erreurs d'assiette verticale d'une voie ferrée (4) après un processus de levage-bourrage, avec un processus de stabilisation réalisé au moyen d'un stabilisateur de voie dynamique (1), lors duquel un module de stabilisation (23) agit à un emplacement de travail (22) sur la voie ferrée (4) se déplaçant vers l'avant dans un sens de travail (7), dans lequel des données d'assiette de voie de la voie ferrée non usinée (4) sont détectées avant le processus de levage-bourrage et dans lequel des données d'assiette de voie de la voie ferrée ayant subi un bourrage inférieur (4) sont détectées après le processus de levage-bourrage à un emplacement de mesure (10) se trouvant avant le module de stabilisation (23) dans le sens de travail (7), **caractérisé en ce que** des données d'assiette de voie supplémentaires de la voie stabilisée abaissée (4) sont détectées en dehors de la région d'influence du module de stabilisation (23) à un emplacement de remesure (21) se trouvant après le module de stabilisation (23) dans le sens de travail (7), que le stabilisateur de voie dynamique (1) est commandé pendant le processus de stabilisation en fonction de données d'assiette de voie de la voie ferrée non usinée et de la voie ferrée ayant subi un bourrage inférieur (4) à l'emplacement de travail (22) et de données d'assiette de voie de la voie stabilisée abaissée (4) à l'emplacement de remesure (21), qu'un système de mesure d'assiette de voie (9) comprenant plusieurs dispositifs de mesure (8) est entraîné avec le stabilisateur de voie dynamique (1) et que l'assiette de voie correspondante est détectée en ce qui concerne un système de référence commun à l'emplacement de mesure respectif (10, 21) au moyen des dispositifs de mesure associés (8).
  
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des données d'assiette de voie d'une assiette de consigne (20) de la voie ferrée (4) sont prédéfinies et que le stabilisateur de voie dynamique (1) est commandé pendant le processus de stabilisation en outre en fonction de données de correction qui sont dérivées pour l'emplacement de travail (22) des données de l'assiette de consigne (20) et des données d'assiette de voie de la voie non usinée (4).
  
3. Procédé selon une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce qu'** une inclinaison longitudinale ou hauteur longitudinale et une inclinaison transversale ou un dévers de la voie ferrée (4) sont à chaque fois mesurés pour la détection des données d'assiette de voie.
  
4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'** au moins un des paramètres de service suivants du stabilisateur de voie dynamique (1) est modifié en fonction des données d'assiette de voie détectées pendant le processus de stabilisation :
  - une fréquence d'oscillation,
  - une vitesse de déplacement ( $v_{dgs}$ ),
  - une charge agissant sur un rail gauche ( $al_{dgs}$ ),
  - une charge agissant sur un rail droit ( $ar_{dgs}$ ),
  - une charge totale.
  
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le processus de stabilisation est démarré avec une valeur de départ du paramètre de service respectif et qu'une valeur adaptée est calculée en continu pour le paramètre de service respectif pendant le processus de stabilisation au moyen d'un algorithme configuré dans une unité de traitement.
  
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** des facteurs de pondération sont déposés dans l'algorithme pour le paramètre de service respectif et que les facteurs de pondération sont adaptés en continu au moyen d'une régulation.
  
7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le système de référence est formé au moyen d'une caméra (29) fixée à un des dispositifs de mesure (8) et d'une marque de référence (30) fixée à un autre dispositif de mesure (8), positionnée dans une région d'enregistrement (32) de la caméra (29), et que des marques de mesure (30) fixées aux dispositifs de mesure restants (8) sont enregistrées au moyen de la caméra (29) pour la détection des données d'assiette de voie.
  
8. Système de réalisation d'un procédé selon une des revendications 1 à 7, avec un système de mesure d'assiette de voie (9) et avec un stabilisateur de voie dynamique (1), comprenant un module de stabilisation (23), pour la correction d'erreurs d'assiette verticale à un emplacement de travail (22) d'une voie ferrée (4) se déplaçant vers l'avant, **caractérisé en ce que** le système de mesure d'assiette de voie (9) est configuré pour la détection de l'assiette de voie à un point de mesure (10) disposé en amont du stabilisateur de voie dynamique (1) dans un sens de travail (7) et à un

point de remesure (21) disposé en aval du stabilisateur de voie dynamique (1) dans le sens de travail (7), situé en dehors de la région d'influence du module de stabilisation (23), que le stabilisateur de voie dynamique (1) comprend un dispositif de commande (12) auquel sont acheminées des données d'assiette de voie détectées au moyen du système de mesure d'assiette de voie (9) et que le dispositif de commande (12) est configuré pour la commande du stabilisateur de voie dynamique (1) en fonction de données d'assiette de voie associées à l'emplacement de travail (22) et de données d'assiette de voie associées à l'emplacement de remesure (21) de la voie stabilisée abaissée en dehors de la région d'influence du module de stabilisation (23).

9. Système selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'un écart (a) entre l'emplacement de travail (22) et l'emplacement de remesure (21) se situe dans une région entre 3 m et 10 m, notamment entre 5 m et 8 m.**

10. Système selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (12) comprend une unité de traitement dans lequel un algorithme est mis en œuvre pour le nouveau calcul d'au moins un paramètre de service du stabilisateur de voie dynamique (1) sur la base de données d'assiette de voie actualisées en continu.

15. Système selon une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** le module de stabilisation (23) comprend un générateur d'oscillations (25) et des tenailles (24) pouvant être serrées sur des rails (14) de la voie ferrée (4), et est appuyé contre un châssis de machine (2) avec des entraînements de charge (26) pouvant être commandés séparément.

20. Système selon une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce qu'une machine de bourrage (5) est disposée directement avant le stabilisateur de voie (1) dans le sens de travail (7) et que le système de mesure d'assiette de voie (9) comprend au moins un dispositif de mesure (8) qui est associé à la machine de bourrage (5).**

25. Système selon une des revendications 8 à 12, **caractérisé en ce qu'une caméra (29) est fixée à un premier dispositif de mesure (8), qu'une marque de référence (30) est fixée à un deuxième dispositif de mesure (8) et qu'au moins un autre dispositif de mesure (8) avec une marque de mesure (30) est fixé entre le premier et deuxième dispositif de mesure (8).**

30. **14. Système selon la revendication 13, caractérisé en ce que** le système de mesure d'assiette de voie (29) comprend un flash (33) qui peut être commandé conjointement à la caméra (29).

35

40

45

50

55

Fig. 1

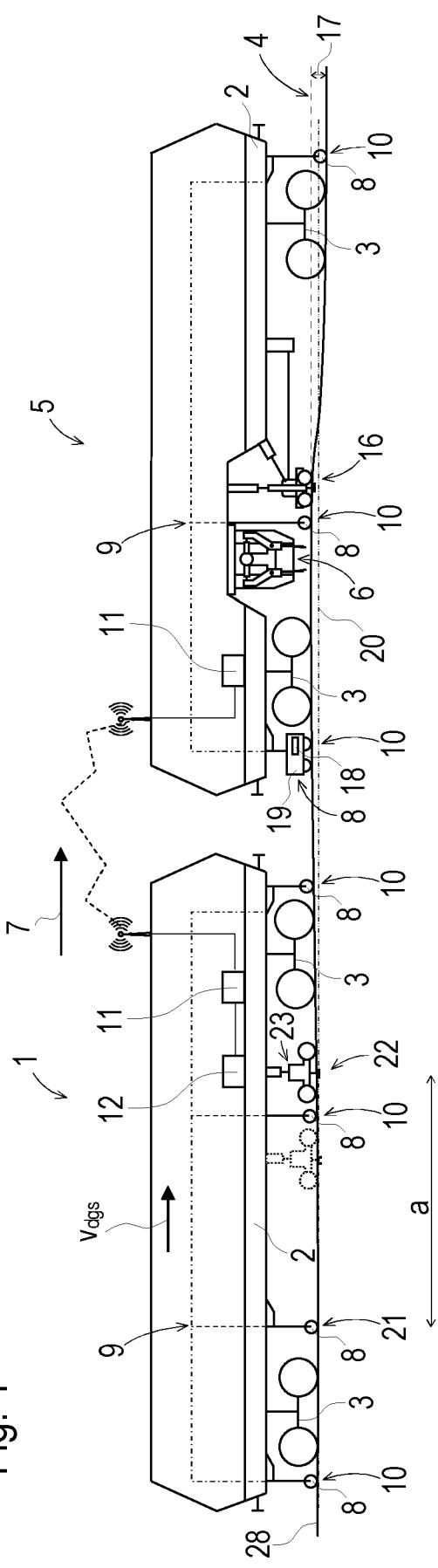


Fig. 2

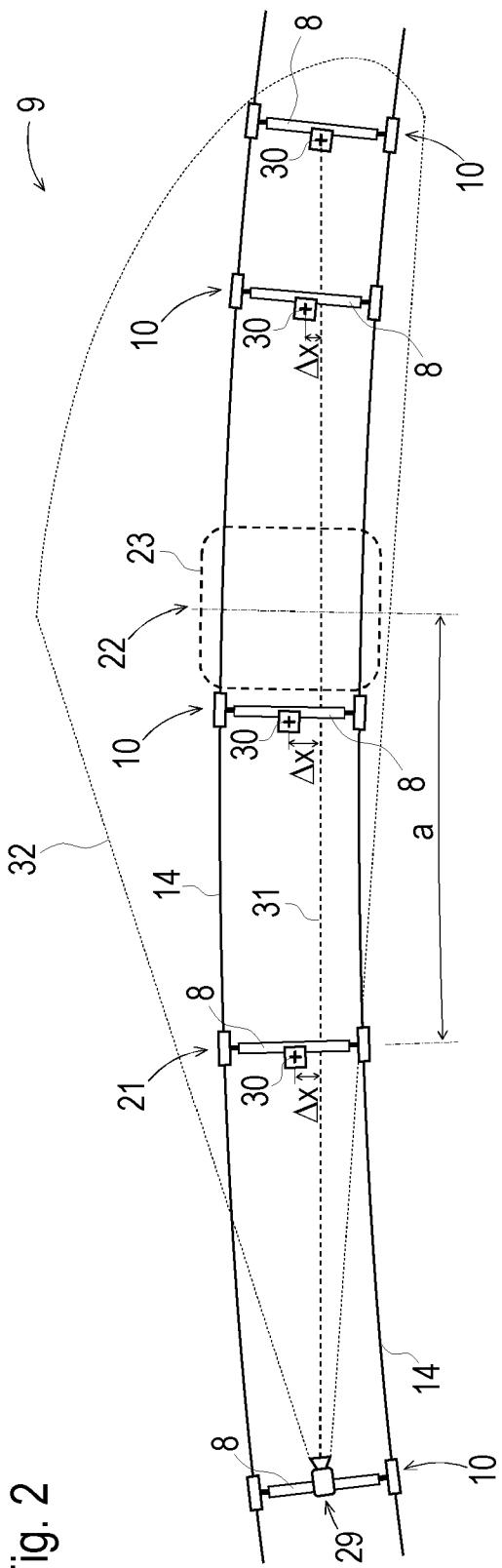


Fig. 3

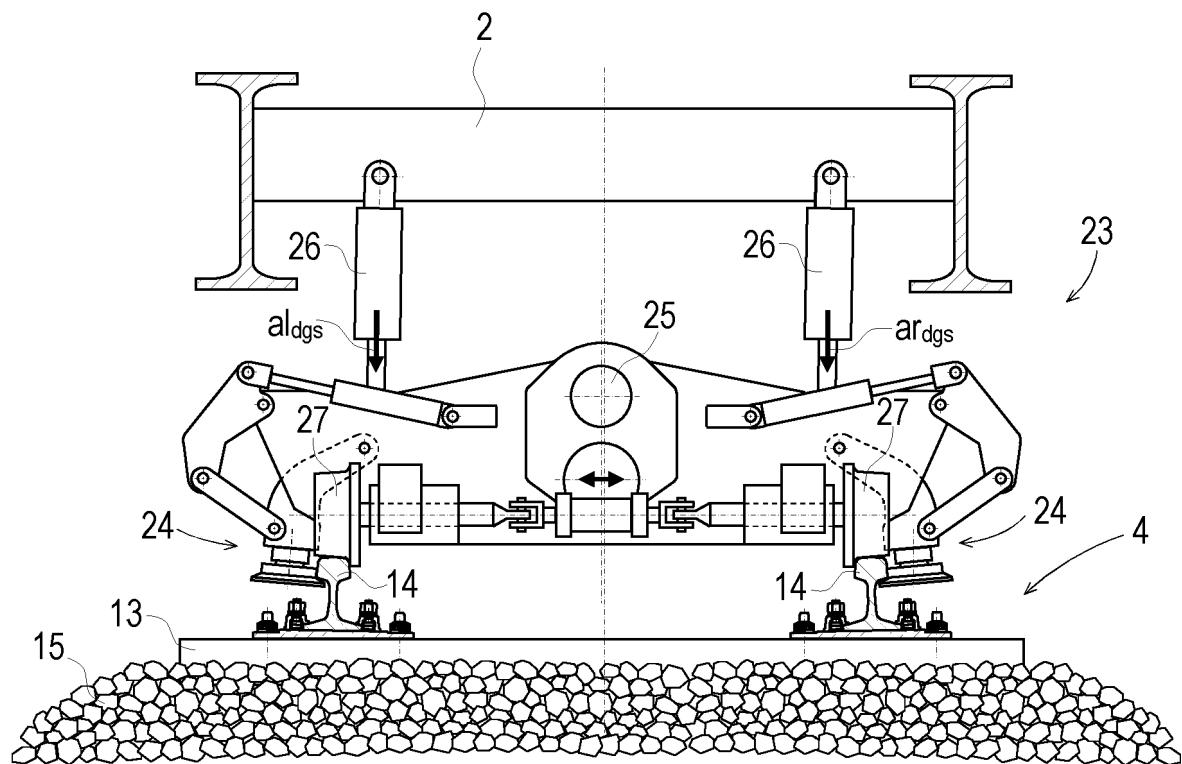


Fig. 4

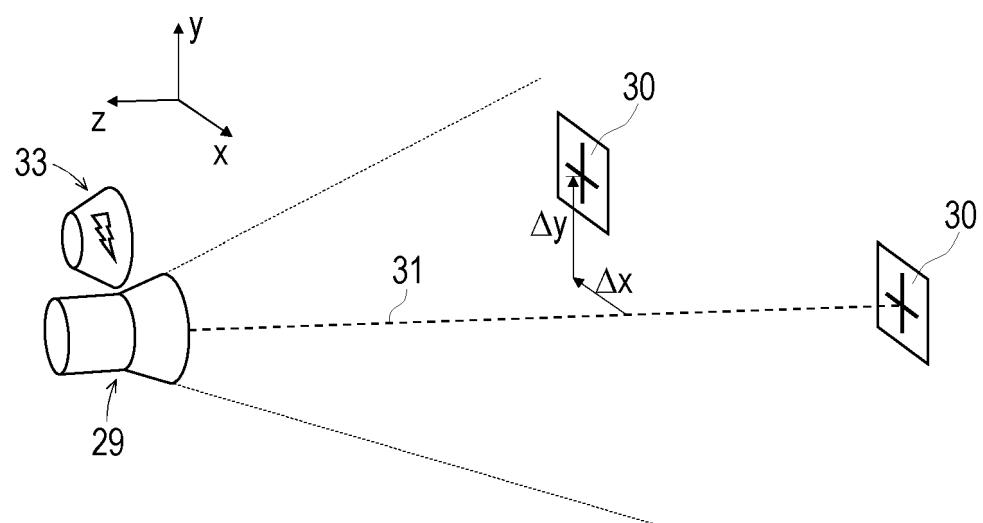


Fig. 5

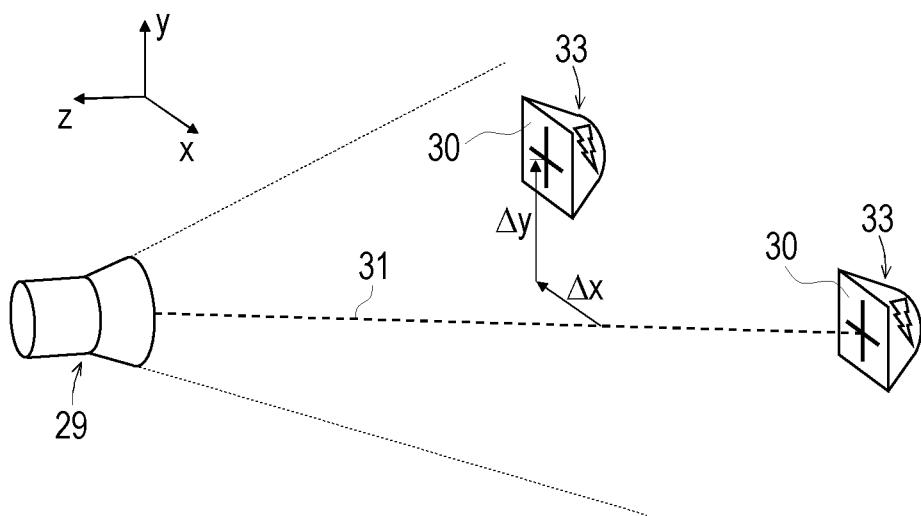
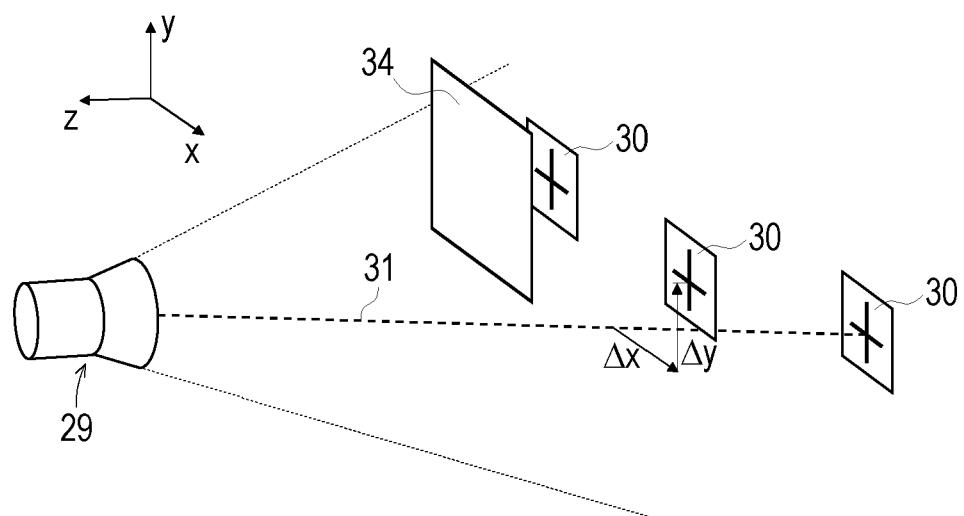


Fig. 6



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2006056215 A1 [0002]
- AT 519317 A1 [0005]
- EP 0952254 A1 [0006]
- WO 2020177967 A1 [0006]