

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 51038/2023  
(22) Anmeldetag: 21.12.2023  
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2025

(51) Int. Cl.: **E01B 27/17** (2006.01)  
**E01B 27/16** (2006.01)  
**B60M 1/28** (2006.01)  
**B25J 5/06** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2022128792 A1  
WO 2020216496 A1  
WO 2017050414 A1

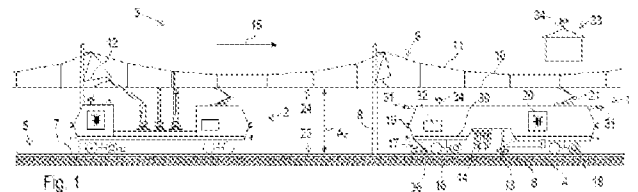
(73) Patentinhaber:  
Plasser & Theurer, Export von  
Bahnbaumaschinen, Gesellschaft m.b.H.  
1010 Wien (AT)

### (54) Verfahren und System zum Instandhalten eines Gleises und einer Oberleitung

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren zum Instandhalten eines in einem Schotterbett (4) gelagerten Gleises (5) mittels einer Stopfmaschine (1) zur Korrektur einer Gleislage und mittels eines Oberleitungsfahrzeugs (2) zur Korrektur einer Oberleitungsposition. Dabei werden folgende Verfahrensschritte durchgeführt:

- Heben und Stopfen des Gleises (5) entlang eines Bearbeitungsabschnitts des Gleises mittels der Stopfmaschine (1), die dabei aus einem Fahrdraht (10) der Oberleitung (9) mit elektrischer Energie versorgt wird und
- Korrigieren der Position der Oberleitung (9) entlang des Bearbeitungsabschnitts mittels ferngesteuerter und elektrisch isolierter Oberleitungsmanipulatoren (25, 26, 27) des Oberleitungsfahrzeugs (2).

Auf diese Weise erfolgt die gesamte Instandhaltung des Gleises (5) samt Korrektur der Oberleitung (9) bei eingeschalteter Oberleitung (9), sodass ein emissionsfreier Betrieb der Systemkomponenten (1, 2) ermöglicht wird.



## Beschreibung

### VERFAHREN UND SYSTEM ZUM INSTANDHALTEN EINES GLEISES UND EINER OBERLEITUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Instandhalten eines in einem Schotterbett gelagerten Gleises mittels einer Stopfmaschine zur Korrektur einer Gleislage und mittels eines Oberleitungsfahrzeugs zur Korrektur einer Oberleitungsposition. Zudem betrifft die Erfindung ein System zur Durchführung des Verfahrens.

**[0002]** Ein in einem Schotterbett gelagertes Gleis ist durch Nutzung und Witterungseinflüsse einem laufenden Verschleiß unterworfen, wodurch regelmäßige Instandhaltungsarbeiten notwendig sind. Insbesondere kommt es durch Verschleißmechanismen im Schotter zu Gleislagefehlern in Form von horizontalen und/oder vertikalen Abweichungen von einer gewünschten Sollgeometrie des Gleises. Bei Erreichen definierter Zulässigkeitsgrenzen erfolgt eine Korrektur der Gleislage. Das geschieht mittels einer Stopfmaschine, wobei die Gleislage durch ein Hebe- und Richtaggregat wiederhergestellt und mittels eines Stopfaggregats fixiert wird. Im einfachsten Fall wird das sogenannte Ausgleichsverfahren ohne bekannte Trassierungsparameter durchgeführt. Hierbei werden Abweichungen der bestehenden Gleislage reduziert. Bei einem verbesserten Ausgleichsverfahren werden bei der Reduzierung der Gleislageabweichungen bekannte Trassierungsparameter und Trassierungspunkte berücksichtigt.

**[0003]** Beim sogenannten Präzisionsverfahren zur Gleislagekorrektur werden vor der eigentlichen Gleisbearbeitung Messvorgänge durchgeführt. Konkret erfolgt eine Aufmessung des Gleises bezogen auf definierte Festpunkte als Basis für eine Berechnung von Korrekturwerten anhand der ermittelten Differenz zur Gleissolllage. Im Anschluss an diese Vorarbeiten erfolgt mittels der Stopfmaschine die eigentliche Gleisbearbeitung, bei der das Gleis entsprechend den berechneten Korrekturwerten gehoben und seitlich gerichtet wird.

**[0004]** Je nach Zustand des Gleisschotters ist eine Überkorrektur der Gleislage angebracht, damit das Gleis durch eine nachfolgende Setzung die gewünschte endgültige Lage einnimmt. Die Setzung erfolgt dabei gegebenenfalls durch eine Stabilisierung mittels eines Dynamischen Gleisstabilisators. Bis auf diese geringfügige Absenkung im Zuge eines Stabilisierungsvorgangs erfolgt bei einer Gleislagekorrektur immer eine Anhebung des Gleises unter Einbringung von zusätzlichem Schotter unter die Schwellen des Gleises. Eine solche Anhebung oder auch das seitliche Richten des Gleises kann dazu führen, dass ein darüber angeordneter Fahrdrabt einer Oberleitung nicht mehr die gewünschte Position aufweist. Dann muss die Oberleitung vor einer Freigabe der Baustelle mittels eines Oberleitungsfahrzeugs an die neue Gleislage angepasst werden. Gewünscht ist ein Verlauf des Fahrdrabts mit einer vorgegebenen Höhe über dem Gleis und im Zick-Zack.

**[0005]** Gewöhnlich weist eine Oberleitungsanlage Masten und Querausleger auf. An diesen Querauslegern sind der Fahrdrabt und ein Tragseil fixiert. Im Zuge einer Positionskorrektur der Oberleitung werden durch eine Fachperson am jeweiligen Querausleger Befestigungselemente gelockert. Dabei befindet sich die Fachperson auf einer Hebebühne des Oberleitungsfahrzeugs. Anschließend werden der Fahrdrabt und das Tragseil mittels Drückereinheiten des Oberleitungsfahrzeugs in Position gebracht. Abschließend erfolgt eine Fixierung der Befestigungselemente durch die Fachperson. Während des gesamten Vorgangs bleibt die Oberleitung abgeschaltet.

**[0006]** Aus der WO 2020/216496 A1 ist ein Gleisfahrzeug mit einem elektrisch isolierten Roboterarm bekannt. Mittels dieses Roboterarms können unerwünschte Störgegenstände, die sich auf der Oberleitung befinden, entfernt werden. Dabei kann die Oberleitung eingeschaltet bleiben.

Aus WO 2022/128792 A1 ist ein Messsystem zur Elastizitätsmessung einer Oberleitung bekannt. Dabei wird die Lage der Oberleitung mit einem Sensor erfasst, während diese durch eine elektrisch isolierte Anregungseinrichtung in Schwingungen versetzt wird. Das Messsystem kann auf verschiedenen Gleisbaufahrzeugen angeordnet werden.

Schließlich ist aus WO 2017/050414 A1 eine Gleisbaumaschine bekannt, welche sowohl durch

einen Verbrennungsmotor als auch durch einen - aus einer Oberleitung gespeisten - Elektromotor betrieben werden kann.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass eine effiziente Instandhaltung eines Gleises ermöglicht wird. Insbesondere soll die Gleisbearbeitung emissionsfrei erfolgen. Weiter ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes System zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

**[0008]** Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 9. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.

**[0009]** Dabei umfasst das Verfahren die Verfahrensschritte

Heben und Stopfen des Gleises entlang eines Bearbeitungsabschnitts des Gleises mittels der Stopfmaschine, die dabei aus einem Fahrdraht der Oberleitung mit elektrischer Energie versorgt wird und

Korrigieren der Position der Oberleitung entlang des Bearbeitungsabschnitts mittels ferngesteuerter und elektrisch isolierter Oberleitungsmanipulatoren des Oberleitungsfahrzeugs.

Auf diese Weise erfolgt die gesamte Instandhaltung des Gleises samt Korrektur der Oberleitung bei eingeschalteter Oberleitung, sodass ein emissionsfreier Betrieb der Systemkomponenten ermöglicht wird. Für einen gewöhnlichen Bearbeitungsabschnitt ist insbesondere der Energiebedarf der Stopfmaschine beträchtlich. Eine Versorgung mittels Batterien ist deshalb mit herkömmlichen Lösungen schwierig. Die Energiebereitstellung mittels Brennstoffzellen stellt eine Alternative dar. Allerdings wird hierbei eine aufwändige Infrastruktur zur Bereitstellung von Wasserstoff benötigt. Die effizienteste Vorgehensweise ist deshalb die Nutzung einer ohnedies vorhandenen Oberleitung zur Energieversorgung der Stopfmaschine. Damit bei einer Notwendigen Nachjustierung der Oberleitung die Freigabe des Gleises ohne Verzögerungen erfolgen kann, arbeitet auch das Oberleitungsfahrzeug bei eingeschalteter Oberleitung. Durch die elektrische Isolierung und Fernsteuerung der Oberleitungsmanipulatoren besteht dabei keine Gefahr für ein Bedienpersonal.

**[0010]** In einer vorteilhaften Ausprägung wird auch das Oberleitungsfahrzeug während des Korrigierens der Position der Oberleitung aus dem Fahrdraht der Oberleitung mit elektrischer Energie versorgt. Damit entfällt die Notwendigkeit, im Oberleitungsfahrzeug eine alternative Energieversorgung wie zum Beispiel einen für einen Bearbeitungsdurchgang ausreichenden elektrischen Energiespeicher vorzusehen.

**[0011]** Eine Weiterbildung des Verfahrens ermöglicht insbesondere eine automatisierte Ansteuerung der Oberleitungsmanipulatoren des Oberleitungsfahrzeugs. Dabei wird mittels einer insbesondere an der Stopfmaschine angeordneten Messvorrichtung ein Abstand zwischen dem Gleis und der Oberleitung ermittelt, wobei in einer Auswerteeinrichtung mittels eines Vergleichsalgorithmus der ermittelte Abstand mit einem vorgegebenen Zulässigkeitsbereich verglichen wird. Die Abstände zwischen Gleis und Oberleitung werden bevorzugt nach dem Heben und Richten des Gleises gemessen. Dann ist die Notwendigkeit einer Oberleitungskorrektur unmittelbar beurteilbar. Es kann aber auch sinnvoll sein, einen Abstand zwischen Gleis und Oberleitung lediglich während eines Aufmessvorgangs im Vorfeld einer Gleisbearbeitung zu erfassen. Die für eine Oberleitungskorrektur maßgeblichen Werte ergeben sich dann unter Berücksichtigung der Hebe- und Richtwerte, die während eines Stopfvorgangs zur Anwendung kommen.

**[0012]** Vorteilhafterweise wird mittels der Auswerteeinrichtung ein Teilabschnitt des Bearbeitungsabschnitts für eine Korrektur der Oberleitungsposition vorgegeben, wobei das Oberleitungsfahrzeug an einem Anfang dieses Teilabschnitts positioniert wird. Diese Verbesserung führt zu einer Effizienzsteigerung, wenn die Oberleitung nach der Gleislagekorrektur weitgehend unverändert bleiben kann, weil die Abstände zum Gleis noch im Zulässigkeitsbereich liegen. Korrigiert wird dann die Oberleitung lediglich entlang des mittels der Auswerteeinrichtung ermittelten Teilabschnitts.

**[0013]** Eine weitere Verbesserung sieht vor, dass mittels der Auswerteeinrichtung zumindest ein Korrekturwert an einem Aufhängungspunkt der Oberleitung errechnet wird und dass insbesondere einer Steuerungseinrichtung des Oberleitungsfahrzeug dieser zumindest eine Korrekturwert

übermittelt wird. Damit wird eine automatisierte Neujustierung des Fahrdrachts und des Trageisls ermöglicht.

**[0014]** Bevorzugt wird eine Position des Fahrdrachts mittels eines höhenverstellbaren Messbügels des Oberleitungsfahrzeugs bestimmt. Dieser Messbügel ist einer der elektrisch isolierten und ferngesteuerten Oberleitungsmanipulatoren. Während einer Korrektur des Fahrdrachts liegt der Messbügel an diesem an, sodass auf einfache Weise ein Höhenabstand zum Gleis bestimmbar ist.

**[0015]** In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird die Position des Fahrdrachts und/oder eines Trageisls mittels zumindest eines als Drückereinheit ausgebildeten ferngesteuerten und elektrisch isolierten Oberleitungsmanipulators verändert. Eine solche Drückereinheit umfasst an ihrem freien Ende eine Kontakteinheit zur Positionsänderung oder zum Halten des Fahrdrachts oder des Trageisls. Beispielsweise sind gabelförmig oder V-förmig angeordnete Fortsätze als Kontakteinheit vorgesehen. Die Kontakteinheit ist mittels Stellantriebe in der Höhe und seitlich verstellbar, sodass der Fahrdraht oder das Trageisil nach oben gedrückt und im Zick-Zack positioniert werden kann.

**[0016]** Vorteilhafterweise wird eine Fixierung des Fahrdrachts mittels eines als Handhabungseinrichtung ausgebildeten ferngesteuerten und elektrisch isolierten Oberleitungsmanipulators verändert. Eine solche Handhabungseinrichtung umfasst eine Werkzeugaufnahme für auswechselbare Werkzeuge und mehrachsrig verstellbare Glieder, die durch Gelenke miteinander verbunden sind. Damit sind die Werkzeuge frei im Raum positionierbar. Bevorzugt ist ein Roboterarm mit einem zugehörigen Werkzeugmagazin als Handhabungseinrichtung angeordnet. Beispielsweise dient ein ferngesteuertes Schraubwerkzeug zum Verändern der Fixierung des Fahrdrachts, indem eine Verschraubung an einem Aufhängungspunkt der Oberleitung gelöst und nach einer Positionsänderung des Fahrdrachts wieder festgeschraubt wird.

**[0017]** Beim erfindungsgemäßen System zur Durchführung eines der beschriebenen Verfahren ist die Stopfmaschine zur Energieversorgung aus der Oberleitung während einer Gleisbearbeitung eingerichtet und das Oberleitungsfahrzeug umfasst ferngesteuerte und elektrisch isolierte Oberleitungsmanipulatoren. Mit diesen Systemkomponenten sind die Gleislagekorrektur und die Positionsanpassung der Oberleitung unmittelbar hintereinander durchführbar, wobei jedenfalls die Stopfmaschine aus der Oberleitung mit elektrischer Energie versorgt wird.

**[0018]** Eine vorteilhafte Verbesserung dieses Systems weist eine Messvorrichtung auf, die zum Messen eines Abstands zwischen dem Gleis und der Oberleitung insbesondere an der Stopfmaschine angeordnet ist, wobei eine Auswerteeinrichtung zum Vergleichen des gemessenen Abstands mit einem vorgegeben Zulässigkeitsbereich eingerichtet ist. Beispielsweise ist die Messvorrichtung an einem hinteren Ende der Stopfmaschine angeordnet. Dort liegt das Gleis in der korrigierten Lage vor, sodass anhand der Messung beurteilt werden kann, ob eine Korrektur der Oberleitungsposition notwendig ist.

**[0019]** Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

**[0020]** Fig. 1 Instandhaltungssystem mit einer Stopfmaschine und einem Oberleitungsfahrzeug während eines Arbeitsvorgangs;

**[0021]** Fig. 2 Oberleitungsfahrzeug in einer Seitenansicht;

**[0022]** Fig. 3 Gleisabschnitt mit Diagramm der Spurweite;

**[0023]** Fig. 4 erfasste Messdaten der Gleislage und der Position des Fahrdrachts.

**[0024]** In Fig. 1 sind eine Stopfmaschine 1 und ein Oberleitungsfahrzeug 2 als Komponenten eines Systems 3 zur Instandhaltung eines in einem Schotterbett 4 gelagerten Gleises 5 dargestellt. Das Gleis 5 umfasst Schwellen 6, die mit darauf befestigten Schienen 7 einen Gleisrost bilden. Eine Oberleitungsanlage umfasst Masten 8, an welchen eine Oberleitung 9 mit einem Fahrdraht 10 und einem Trageisil 11 mittels Ausleger 12 befestigt sind. Zwischen den Masten 8 ist der Fahrdraht 10 mittels Hänger mit dem Trageisil 11 verbunden. Gewöhnlich ist der Fahrdraht

10 in einer vorgegebenen Höhe über dem zugeordneten Gleis 5 im Zick-Zack verlegt.

**[0025]** Die Stopfmaschine 1 umfasst ein Hebe- und Richtaggregat 13 zum Heben und seitlichen Richten des Gleisrosts. Mittels eines Stopfaggregats 14 wird der Gleisrost in der gewünschten Lage fixiert. Bevor eine bearbeitete Gleisstrecke für den Regelverkehr freigegeben werden kann, muss die Qualität der Gleislagekorrektur überprüft werden. Deshalb ist in einer Arbeitsrichtung 15 nach einem hinteren Drehgestell 16 ein Messwagen 17 angeordnet. Die erfassten Messdaten sind einem elektronischen Messschreiber, auch Data Recording Processor - DRP genannt, zugeführt.

**[0026]** Für eine Überstellungsfahrt zwischen Baustellen bilden die beiden Schienenfahrzeuge 1, 2 vorzugsweise einen Fahrzeugverbund. Dabei ist beispielsweise die Stopfmaschine 1 als Antriebswagen mit einem aus der Oberleitung 9 versorgten Fahrtrieb 18 ausgebildet. Bevorzugt ist das Oberleitungsfahrzeug 2 mittels einer automatisierten Kupplungen 19 mit der Stopfmaschine 1 verbunden. Auf diese Weise können die Schienenfahrzeuge 1, 2 bei Erreichen einer Baustelle automatisch voneinander getrennt werden.

**[0027]** Das Oberleitungsfahrzeug 2 umfassen einen eigenen Fahrtrieb 18, der insbesondere für eine Arbeitsfahrt mit niedriger Geschwindigkeit ausgelegt sind. In einer erweiterten Variante ermöglicht der Fahrtrieb 18 auch höhere Geschwindigkeiten für separate Überstellungsfahrten. Optional umfasst jedes Schienenfahrzeug 1, 2 einen elektrischen Energiespeicher 20, der bei abgeschalteter Oberleitung 9 zur Energieversorgung dient. Der jeweilige elektrische Energiespeicher 20 ist zumindest für einen Notbetrieb ausgelegt. Beispielsweise wird damit das jeweilige Schienenfahrzeug 1, 2 aus der Baustelle bewegt, wenn die Oberleitung 9 eine Störung aufweist.

**[0028]** Bei intakter Oberleitung 9 dient diese zur elektrischen Energieversorgung der beiden Schienenfahrzeuge 1, 2. Während einer Arbeitsfahrt wird jedenfalls die Stopfmaschine 1 über einen Stromabnehmer 21 aus der Oberleitung 9 versorgt. Aufgrund eines geringeren Energiebedarfs kann das Oberleitungsfahrzeug 2 während der Arbeitsfahrt aus dem elektrischen Energiespeicher 20 versorgt werden. Eine Aufladung dieses Energiespeichers 20 erfolgt beispielsweise über die Stopfmaschine 1, wenn die beiden Fahrzeuge 1, 2 zusammengekuppelt sind. Die Kupplungen 19 umfassen dabei Leitungskontakte zur Übertragung eines entsprechenden Ladestroms. Bevorzugt wird jedoch auch das Oberleitungsfahrzeug 2 im Arbeitsbetrieb mittels eines Stromabnehmers 21 aus der Oberleitung 9 versorgt. Der Energiespeicher 20 weist dann eine geringere Kapazität auf und dient lediglich der Notversorgung. Das reduziert den Platzbedarf und das Gewicht des Oberleitungsfahrzeugs 2.

**[0029]** Maßgeblich für den Einsatz des Oberleitungsfahrzeugs 2 ist die veränderte Gleislage als Resultat einer Bearbeitung mittels der Stopfmaschine 1 und gegebenenfalls mittels eines Dynamischen Gleisstabilisators. An jeder Stelle T des Gleises 5 dient ein kartesisches Koordinatensystem XYZ zur Bestimmung der Abstände zwischen dem Gleis 5 und der Oberleitung 9. Die Y-Achse liegt auf einer Gleisachse 22, die symmetrisch zwischen den Innenkanten der Schienen 7 des Gleises 5 verläuft. Die X-Achse liegt auf einer Querachse durch die Schieneninnenkanten und die Z-Achse ist normal zur X-Achse und zur Y-Achse ausgerichtet.

**[0030]** Eine relevante Höhe der Oberleitung 9 bezüglich des Gleises 5 wird entlang der Z-Achse gemessen. Beispielsweise wird der Abstand  $A_z$  zwischen einer Schienenoberkante 23 und einer Unterkante 24 des Fahrdrachts 10 erfasst. Die relevante seitliche Position der Oberleitung 9 bezüglich des Gleises 5 wird entlang der X-Achse gemessen. Konkret erfasst wird beispielsweise der seitliche Abstand zwischen der Gleisachse 22 und der Unterkante 24 des Fahrdrachts 10.

**[0031]** Die Sollposition des Fahrdrachts 10 verläuft in einem zulässigen Höhenbereich H im Zick-Zack über der Gleisachse 22. Sobald der Fahrdraht 10 außerhalb dieses zulässigen Höhenbereichs H oder eines zulässigen seitlichen Abstands liegt, erfolgt eine Neujustierung der Oberleitung 10 mittels des Oberleitungsfahrzeugs 2. Dabei werden der Fahrdraht 10 und das Trageil 11 mittels hydraulischer Drückereinheiten 25 in die gewünschte Position gebracht. Ein verstellbarer Messbügel 26 dient zur Vorgabe dieser gewünschten Position. Eine Fixierung der Oberleitung 9 am jeweiligen Ausleger 12 erfolgt mittels einer Handhabungseinrichtung 27 und unter-

schiedlicher Werkzeuge. Beispielsweise ist ein Roboterarm mit einem zugeordneten Werkzeugmagazin als Handhabungseinrichtung 27 angeordnet. Die Ansteuerung der Handhabungseinrichtung 27, des Messbügels 26 und der Drückereinheiten 25 erfolgt mittels einer Steuerungseinrichtung 28 des Oberleitungsfahrzeugs 2. Bei einer Vorgabe von Korrekturwerten für eine Positionsänderung der Oberleitung 9 kann die Ansteuerung der Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27 weitgehend automatisiert ablaufen. Einer Bedienperson überwacht die Ansteuerungsvorgänge gegebenenfalls.

**[0032]** Erfindungsgemäß sind alle Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27, die mit der Oberleitung 9 in Kontakt kommen, mittels einer jeweiligen elektrischen Isolierung 29 gegenüber einem Tragrahmen 30 des Oberleitungsfahrzeugs 2 isoliert. Zudem sind diese Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27 ferngesteuert ausgeführt, sodass eine Justierung des Fahrdrachts 10 und des Trageils 11 bei eingeschalteter Oberleitung 9 durchführbar ist. Beispielsweise umfassen die Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27 hydraulische Antriebe, die mittels elektrisch isolierter Hydraulikleitungen an ein Hydrauliksystem des Oberleitungsfahrzeugs 2 angeschlossen sind. Weitere Möglichkeiten zur elektrischen Isolierung der ferngesteuerten Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27 sind pneumatische Stellantriebe mit elektrisch isolierten Leitungen sowie elektrische Antriebe, die über Trenntransformatoren an eine elektrische Versorgung angeschlossen sind. An den Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27 angeordnete Sensoren zur Rückmeldung von Steuerungsvorgängen sind zum Beispiel mittels Optokoppler an die Steuerungseinrichtung 28 des Oberleitungsfahrzeugs 2 angeschlossen.

**[0033]** Für einen effizienten Einsatz des Oberleitungsfahrzeugs 2 ist eine Messvorrichtung 31 zur Erfassung der Abstände zwischen dem Gleis 5 und der Oberleitung 9 angeordnet. Mittels dieser Messvorrichtung 31 wird in kurzen Abständen entlang des Gleises 5, beispielsweise alle 10 Zentimeter, die Position des Fahrdrachts 10 bezüglich des Gleises 5 erfasst. Bevorzugt ist die Messvorrichtung 31 ein an der Stopfmaschine 1 angeordnetes Laserscanner-System. Dabei handelt es sich beispielsweise um einen Rotationslaserscanner (z.B. ein Gerät der Fa. RIEGL Laser Measurement Systems Gesellschaft m.b.H. mit der Bezeichnung VUX-1HA) und/oder mehrere Linienlaserscanner sowie eine dazugehörige Steuerungs- und Datenverarbeitungseinrichtung.

**[0034]** Das Laserscanner-System liefert während einer Vorwärtsfahrt der Stopfmaschine 1 eine hochauflösende Punktwolke der Oberflächen des Gleises 5 und der Oberleitung 9. An jeder Messstelle T entlang des Gleises 5 wird aus der Punktwolke mittels der Steuerungs- und Datenverarbeitungseinrichtung ein Querschnitt der Gleisoberfläche und der Oberleitungselemente 10, 11 errechnet. Im jeweiligen Querschnitt sind auf Basis des zuvor beschriebenen Koordinatensystems XYZ die relevanten Abstandswerte zwischen der Oberleitung 9 und dem Gleis 5 bestimmbar. In einer Auswerteeinrichtung 32 erfolgt ein Vergleich des jeweiligen Abstandswertes mit einem hinterlegten Zulässigkeitsbereich.

**[0035]** Bevorzugt ist Messvorrichtung 31 bezüglich der Arbeitsrichtung 15 am hinteren Ende der Stopfmaschine 1 angeordnet. Zusätzlich oder als Alternative befindet sich am vorderen Ende der Stopfmaschine 1 eine entsprechende Messvorrichtung 31. Damit werden die Abstände zwischen der Oberleitung 9 und dem Gleis 5 vor der Gleisbearbeitung erfasst. Die für eine Neupositionierung der Oberleitung 9 maßgeblichen Abstände ergeben sich dann unter Berücksichtigung der Hebe- und Richtwerte, die mittels des Hebe- und Richtaggregats 13 erzielt werden. Gegebenenfalls müssen auch gezielte Setzungen durch einen nicht dargestellten Dynamischen Gleisstabilisator berücksichtigt werden.

**[0036]** Auf Basis der ermittelten Abstände zwischen der Oberleitung 9 und dem Gleis 5 ist für den gesamten bearbeiteten Abschnitt des Gleises 5 bestimmbar, wo eine Anpassung der Oberleitungsposition erforderlich ist. Gegebenenfalls ist eine solche Anpassung nur in einem Teilbereich erforderlich, weil die Oberleitung 9 im restlichen Bearbeitungsabschnitt nach wie vor innerhalb des Zulässigkeitsbereichs verläuft. Dann werden Lagedaten dieses Teilbereichs mittels der Auswerteeinrichtung 32 automatisch festgelegt und an das Oberleitungsfahrzeug 2 übermittelt.

**[0037]** Dazu besteht beispielsweise zwischen der Stopfmaschine 1 und dem Oberleitungsfahrzeug 2 und gegebenenfalls einer Systemzentrale 33 eine Funkverbindung zum Austausch der

Lage- und Korrekturdaten. Genutzt wird beispielsweise ein bestehendes Mobilfunknetz, über das verschlüsselte Daten übermittelt werden. Dabei umfassen die Fahrzeuge 1, 2 gegebenenfalls die Systemzentrale 33 jeweils ein Mobilfunkmodul 34, das zur Datenübertragung in Echtzeit eingerichtet ist.

**[0038]** Eine gemeinsame Ortsreferenz dient zur örtlichen Zuordnung der Daten entlang des Gleises 5. In einem einfachen Verfahren werden am Gleis 5 angeordneten Marker als Bezugselemente zur Ortsbestimmung genutzt. Das sind zum Beispiel am Gleis befestigte Blechstreifen mit eingestanzten Kennungen.

**[0039]** Bevorzugt wird als Ortsreferenz ein ortsspezifisches Merkmal des Gleises 5 festgelegt, beispielsweise ein sich laufend verändernder Gleisparameter. Insbesondere dient eine Spurweite  $g$  des Gleises 5 als gemeinsame Ortsreferenz. Dabei wird eine in AT 514667 A1 beschriebene Eigenschaft der Spurweite  $g$  genutzt. Die Spurweite  $g$  weicht nämlich entlang des Gleises 5 geringfügig von der vorgegebenen Sollgröße (z.B. Regelspurweite 1435 mm) ab. Der Verlauf dieser Abweichung ergibt ein zufälliges charakteristisches Muster, anhand dessen jede Stelle  $T$  des Gleises 5 identifizierbar ist. Dabei muss die Veränderung der Spurweite  $g$  nur entlang weniger Meter des Gleises 5 gemessen werden, um eine eindeutige Zuordnung zu einer Gleisstelle  $T$  herstellen zu können.

**[0040]** In Fig. 3 ist eine anhand eines Spurweitenverlaufs identifizierte Gleisstelle  $T$  als dicke strichpunktierte Linie orthogonal zur Gleisachse 22 dargestellt. Zur Identifizierung jeder Stelle  $T$  des Gleises 5 wird beispielsweise ein Abschnitt des Spurweitenverlaufs mit einem Abstand  $a$  vor und nach der Stelle  $T$  herangezogen. Dieser Abstand  $a$  beträgt höchstens 10 Meter, bevorzugt höchstens 5 Meter und insbesondere höchstens 3 Meter und mindestens 2 Meter. Ein kleiner Bereich des Spurweitenverlaufs reduziert die erforderliche Rechenleistung, wobei jede Stelle  $T$  des Gleises 5 anhand eines eindeutigen Musters des Spurweitenverlaufs identifizierbar ist.

**[0041]** Zur Nutzung dieser vorteilhaften Ortsreferenz umfassen sowohl die Stopfmaschine 1 als auch das Oberleitungsfahrzeug 2 Messeinrichtungen zur Erfassung des ortsspezifischen Gleismerkmals, insbesondere zur Erfassung des Spurweitenverlauf. Zudem wird die räumliche Lage der Messvorrichtung 31 und des Messbügels 26 gegenüber dieser jeweiligen Messeinrichtung berücksichtigt, um erfasste Lage- und Korrekturdaten auf Basis der Ortsreferenz einer entsprechenden Stelle der Oberleitung 9 zuzuordnen.

**[0042]** Beispielsweise sind an einem Drehgestell 16 des Oberleitungsfahrzeugs 2 zwei Lichtschnittsensoren 35 auf einer gemeinsamen Messbasis befestigt. Jeder der Lichtschnittsensoren 35 erfasst den aktuellen Abstand einer Schieneninnenkante bezüglich der Messbasis. Damit erfolgt während einer Arbeitsfahrt des Oberleitungsfahrzeugs 2 eine laufende Erfassung der Spurweite  $g$  als Ortsreferenz. Zudem umfasst das Oberleitungsfahrzeug einen Wegmesssensor 36. Zusätzlich sind Sensoren zur Lageerfassung eines Wagenkastens 37 in Bezug auf das Drehgestell 16 angeordnet. Am Wagenkasten 37 ist in Arbeitsrichtung 15 hinter den Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27 ein Radarsensor 38 oder ein sonstiger geeigneter berührungsloser Messsensor zur Nachmessung der jeweiligen Oberleitungsposition angeordnet.

**[0043]** Alle Messsignale sind einer Rechneinheit zugeführt, wobei in der Rechneinheit auch relevante Abstandsmaße der Messeinrichtungen 35, 36, 38 und der Oberleitungsmanipulatoren 25, 26, 27 zueinander hinterlegt sind. Auf Basis dieser Daten wird mittels einer in der Rechneinheit implementierten Logik laufend die jeweils aktuelle Lage der am Wagenkasten 37 befestigten Komponenten 25, 26, 27, 38 bezüglich der Schienen 7 des Gleises 5 und der Oberleitung 9 erfasst.

**[0044]** Mit dem Messwagen 17 der Stopfmaschine 1 werden laufend Gleislageparameter wie Längshöhe, Richtung, Querhöhe, Verwindung sowie die Spurweite  $g$  erfasst. Vorteilhafterweise erfolgt eine getaktete Erfassung der Gleislageparameter und der Spurweite  $g$  mit einer hohen Taktrate von z.B. 1000 Hz. Der Messwagen 17 ist mittels einer höhenverstellbaren Aufhängung gegenüber einem Maschinenrahmen 39 schwimmend angeordnet und umfasst Spreizachsen, mittels derer Spurkranzrollen gegen die Schieneninnenkanten gedrückt werden, wie in der AT

519003 A4 beschrieben. Auf diese Weise folgen die Spurkranzrollen exakt den Schienenverläufen. Zudem wird mittels Distanzsensoren laufend der Abstand zwischen den auf einer gemeinsamen Spreizachse angeordneten Spurkranzrollen gemessen. Dieser Abstand der Spurkranzrollen zueinander korreliert mit der Spurweite  $g$  des Gleises 5. Zudem umfasst der Messwagen 17 einen Wegmesssensor 36, mittels dem ein zurückgelegter Messweg  $s$  erfasst wird.

**[0045]** Während einer Arbeitsfahrt der Stopfmaschine 1 in Arbeitsrichtung 15 erfasst eine inertielle Messeinheit eine Trajektorie des Messwagens. Mit der gleichzeitigen Lageerfassung des Messrahmens gegenüber den Schienen 7 ergeben sich daraus als Messdaten die verschiedenen Parameter wie Längshöhe, Richtung, Querhöhe, Verwindung usw. der korrigierten Gleislage. Insbesondere werden diese Gleislagedaten in der Auswerteeinrichtung 32 mit der jeweils erfassten Position der Oberleitung 9 in Beziehung gesetzt.

**[0046]** Auf diese Weise ist die Lage der Oberleitung 9 bezüglich der Schienenverläufe beurteilbar.

**[0047]** Bei dem in Fig. 3 dargestellten Abschnitt des Gleises 5 ist in einem Anfangspunkt eines Bearbeitungsabschnitts das Koordinatensystem XYZ eingezeichnet. Während einer Gleisbearbeitung fährt jedes der Fahrzeuge 1, 2 entlang des Gleises 5 und legt dabei den erfassten Messweg  $s$  zurück. Dabei wird der Verlauf der Spurweite  $g$  über dem Messweg  $s$  erfasst. Die erfasste Spurweite  $g$  dient als Ortsreferenz für die Zuordnung von Korrekturdaten für eine Positionsanpassung der Oberleitung 9.

**[0048]** In Fig. 4 ist ein entsprechender Korrekturwert  $k$  eingezeichnet. In dem Diagramm sind über dem Messweg  $s$  die Spurweite  $g$ , eine Höhenlage  $h_{1v}$  des Gleises 5 vor einem Hebe- und Richtvorgang sowie eine Höhenlage  $h_{1n}$  des Gleises 5 nach einem Hebe- und Richtvorgang und gegebenenfalls nach einem Setzungsvorgang mittels Dynamischem Gleisstabilisator eingezeichnet. Zudem ist ein Mindestwert  $A_{\min}$  für den Abstand  $A_z$  zwischen dem Gleis 5 und der Oberleitung 9 angegeben. Konkret ist das die zulässige Mindestdistanz in Richtung der Z-Achse zwischen der Unterkante 24 des Fahrdrachts 10 und der Schienenoberkante 23. An diesen Mindestabstand  $A_{\min}$  anschließend ist der zulässige Höhenbereich  $H$  für die Positionierung des Fahrdrachts 10 eingezeichnet.

**[0049]** Durch die Anhebung des Gleisrostes auf die neue Höhenlage  $h_{1n}$  verschiebt sich auch die Lage des Mindestabstands  $A_{\min}$  und der zulässige Höhenbereich  $H$  nach oben. Die Istposition  $h_{2i}$  des Fahrdrachts 10 liegt infolgedessen nicht mehr innerhalb dieses verschobenen zulässigen Höhenbereichs  $H$ . Deshalb wird mittels der Auswerteeinrichtung 32 insbesondere für eine Gleisstelle T, an der die Position des Fahrdrachts 10 an einem Ausleger 12 veränderbar ist, ein Korrekturwert  $k$  berechnet. Die Verlagerung des Fahrdrachts 10 an dieser Gleisstelle T um den Korrekturwert  $k$  bewirkt, dass der Fahrdraht 10 in einer Sollposition  $h_{2s}$  wieder im zulässigen Höhenbereich  $H$  liegt.

**[0050]** Derselbe Vorgang wird in Richtung der X-Achse durchgeführt, wenn der Zick-Zack-Verlauf des Fahrdrachts 10 infolge des seitlichen Richtens des Gleisrostes nicht mehr im zulässigen Bereich oberhalb der Gleisachse 22 verläuft. Auch hier erfolgt in der Auswerteeinrichtung 32 ein automatischer Vergleich der ermittelten seitlichen Distanzen zwischen Oberleitung 9 und Gleis 5 mit einem hinterlegten Zulässigkeitsbereich. Auf Basis dieses Vergleichs errechnet eine in der Auswerteeinrichtung 32 integrierte Recheneinheit die erforderlichen Korrekturwerte zur seitlichen Verlagerung des Fahrdrachts 10 und des Tragseils 11.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Instandhalten eines in einem Schotterbett (4) gelagerten Gleises (5) mittels einer Stopfmaschine (1) zur Korrektur einer Gleislage und mittels eines Oberleitungsfahrzeugs (2) zur Korrektur einer Oberleitungsposition, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
  - Heben und Stopfen des Gleises (5) entlang eines Bearbeitungsabschnitts des Gleises mittels der Stopfmaschine (1), die dabei aus einem Fahrdraht (10) der Oberleitung (9) mit elektrischer Energie versorgt wird und
  - Korrigieren der Position der Oberleitung (9) entlang des Bearbeitungsabschnitts mittels ferngesteuerter und elektrisch isolierter Oberleitungsmanipulatoren (25, 26, 27) des Oberleitungsfahrzeugs (2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Oberleitungsfahrzeug (2) während des Korrigierens der Position der Oberleitung (9) aus dem Fahrdraht (10) der Oberleitung (9) mit elektrischer Energie versorgt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels einer insbesondere an der Stopfmaschine (1) angeordneten Messvorrichtung (31) ein Abstand ( $A_z$ ) zwischen dem Gleis (5) und der Oberleitung (10) ermittelt wird und dass in einer Auswerteeinrichtung (32) mittels eines Vergleichsalgorithmus der ermittelte Abstand ( $A_z$ ) mit einem vorgegebenen Zulässigkeitsbereich verglichen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Auswerteeinrichtung (32) ein Teilabschnitt des Bearbeitungsabschnitts für eine Korrektur der Oberleitungsposition vorgegeben wird und dass das Oberleitungsfahrzeug (2) an einem Anfang dieses Teilabschnitts positioniert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Auswerteeinrichtung (32) zumindest ein Korrekturwert ( $k$ ) an einem Aufhängungspunkt der Oberleitung (9) errechnet wird und dass insbesondere einer Steuerungseinrichtung (28) des Oberleitungsfahrzeugs (2) dieser zumindest eine Korrekturwert ( $k$ ) übermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Position des Fahrdrahts (10) mittels eines höhenverstellbaren Messbügels (26) des Oberleitungsfahrzeugs (2) bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position des Fahrdrahts (10) und/oder eines Trageils (11) mittels zumindest einer ferngesteuerten und elektrisch isolierten Drückereinheit (25) des Oberleitungsfahrzeugs (2) verändert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Fixierung des Fahrdrahts (10) mittels einer ferngesteuerten und elektrisch isolierten Handhabungseinrichtung (27) des Oberleitungsfahrzeugs (2) verändert wird.
9. System (3) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stopfmaschine (1) zur Energieversorgung aus der Oberleitung (9) während einer Gleisbearbeitung eingerichtet ist und dass das Oberleitungsfahrzeug (2) ferngesteuerte und elektrisch isolierte Oberleitungsmanipulatoren (25, 26, 27) umfasst.
10. System (3) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Messvorrichtung (31) zum Messen eines Abstands ( $A_z$ ) zwischen dem Gleis (5) und der Oberleitung (9) insbesondere an der Stopfmaschine (1) angeordnet ist und dass eine Auswerteeinrichtung (32) zum Vergleichen des gemessenen Abstands ( $A_z$ ) mit einem vorgegebenen Zulässigkeitsbereich eingerichtet ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

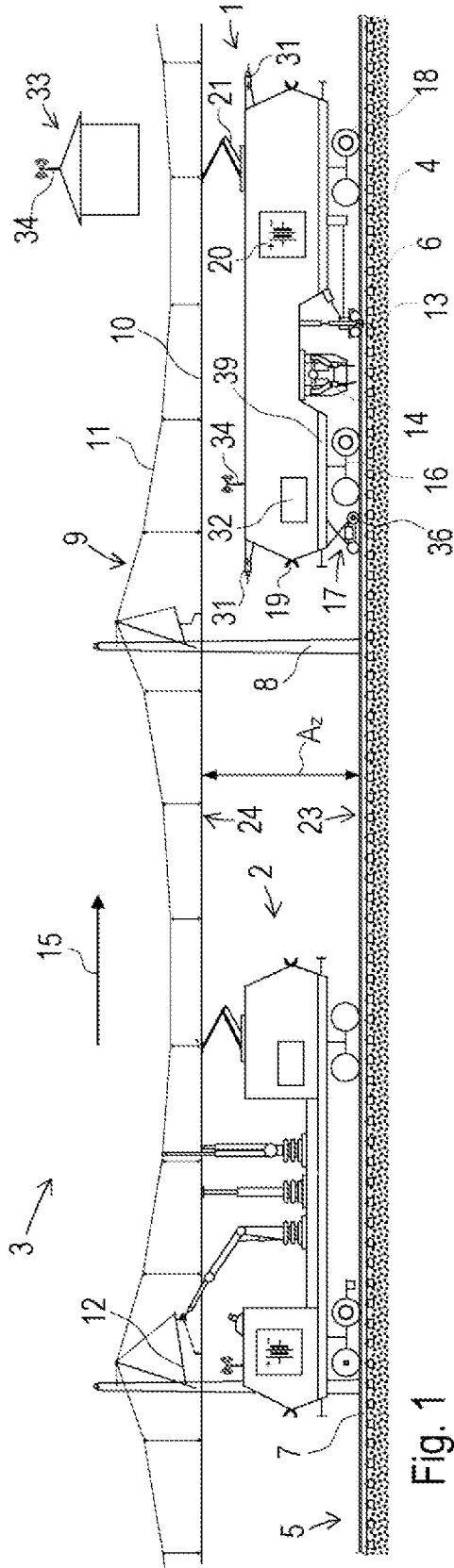


Fig. 1

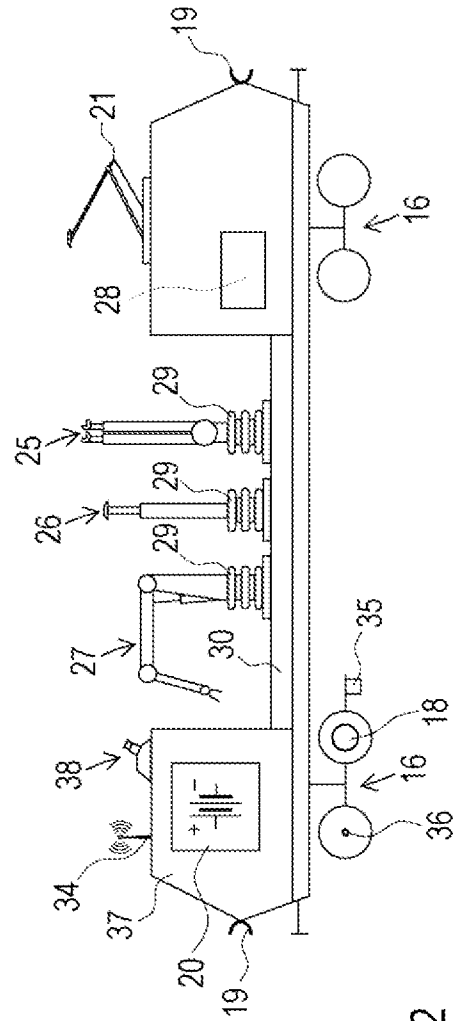


Fig. 2

