



(11) **EP 4 183 922 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.05.2023 Patentblatt 2023/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E01C 19/00^(2006.01) E01C 19/48^(2006.01)
E01C 23/07^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21209122.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E01C 19/48; E01C 23/07

(22) Anmeldetag: **18.11.2021**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Buschmann, Martin**
67435 Neustadt (DE)
- **Weiser, Ralf**
68526 Ladenburg (DE)
- **Stumpf, Philipp**
69115 Heidelberg (DE)
- **Simon, Stefan**
67141 Neuhofen (DE)
- **Noll, Tobias**
76835 Roschbach (DE)

(71) Anmelder: **Joseph Vögele AG**
67067 Ludwigshafen (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB**
Leopoldstraße 4
80802 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Pawlik, Christian**
67435 Neustadt (DE)

(54) **NIVELLIERREGLERADAPTION DURCH BODENPROFILANALYSE**

(57) Verfahren (100) zur Adaption einer Nivellierregelung (31) eines Straßenfertigers (1), umfassend

- (101) Erfassen von ersten Bodenprofildaten L0 eines ersten Bodenprofils B0 eines Planums (17) in einer Umgebung des Straßenfertigers (1) zum Zeitpunkt t0, wobei sich der Straßenfertiger (1) an der Position x0 befindet;
- (103) Erfassen von zweiten Bodenprofildaten L1 eines zweiten Bodenprofils B1 des Planums (17) in einer Umgebung des Straßenfertigers (1) zum Zeitpunkt t1, wobei sich der Straßenfertiger (1) an der Position x1 befindet, und wobei das zweite Bodenprofil B1 das erste Bodenprofil B0 teilweise überlappt;
- (105) Bestimmen einer Verschiebungs- und Rotationsmatrix M, welche eine Bewegung des Straßenfertigers (1) im Raum vom Zeitpunkt t0 bis zum Zeitpunkt t1 ab-

bildet;

- (109) Erstellen von korrigierten Bodenprofildaten L1' aus den Bodenprofildaten L1 mittels der Matrix M;
- (111) Festlegen eines Analysebereichs LA, welcher wenigstens einen Abschnitt der Bodenprofildaten L0 und/oder einen Abschnitt der korrigierten Bodenprofildaten L1' umfasst;
- (113) Analyse des Analysebereichs LA, insbesondere Ermittlung von Höhenänderungen;
- (115) Anpassen der Nivellierregelung (31) für die Strecke des Analysebereichs LA anhand der bei der Analyse gewonnenen Daten.

Darüber hinaus gibt es auch einen Straßenfertiger mit einer Einbaubohe und einem Chassis.

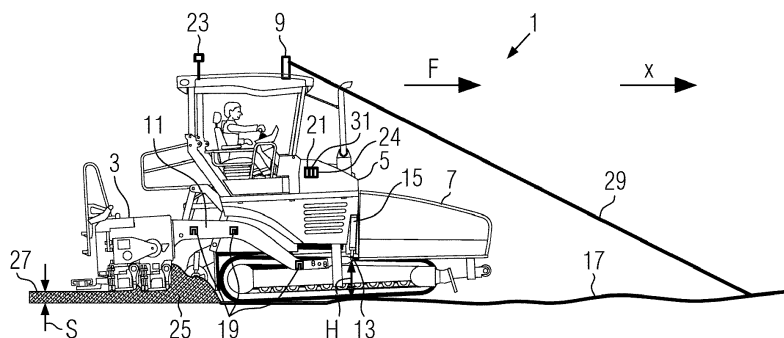


FIG. 1

EP 4 183 922 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Adaption einer Nivellierregelung eines Straßenfertigers sowie einen Straßenfertiger.

[0002] Ein Straßenfertiger umfasst eine Zugmaschine und eine Einbaubohle, wobei die Einbaubohle mittels eines Bohlenholms mit der Zugmaschine verbunden ist. Der Zugpunkt, also der Ort, an dem der Bohlenholm mit der Zugmaschine verbunden ist, ist dabei höhenverstellbar. Über die Zugpunkthöhe können Unebenheiten ausgeglichen und Schichtdicken eingestellt werden. Es ist bekannt, die Einstellung der Zugpunkthöhe, also die Nivellierregelung, basierend auf erfassten Messgrößen automatisch vorzunehmen. So kann beispielsweise die Höhe der Oberfläche des zu asphaltierenden Planums mittels eines mechanischen Tasters oder eines Ultraschallsensors erfasst werden, um die Nivellierregelung darauf basierend einzustellen. Dazu können auch Höhenreferenzsysteme, wie Leitdraht oder Rotationslaser, verwendet werden.

[0003] Aus der EP 2 687 631 B1 ist es bekannt, ein dreidimensionales Oberflächenprofil des Planums in Form einer Punktwolke zu erstellen. Dazu ist an dem Straßenfertiger ein 3D-Scanner, insbesondere Laserscanner, vorhanden. Ein Steuerungssystem des Straßenfertigers wandelt die Punktwolke in ein Steuerungssignal für die Nivellierregelung um.

[0004] Nachteilig ist bei allen automatischen Verfahren zur Nivellierregelung bislang, dass trotz Erfassen des Höhenprofils des Planums, und damit dessen Unebenheiten, die automatische Nivellierregelung beim Einbau weiterhin Unebenheiten im eingebauten Straßenbelag erzeugt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Adaption einer Nivellierregelung und einen Straßenfertiger bereitzustellen, bei welchen die Einbaugüte weiter verbessert ist.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie einen Straßenfertiger gemäß Anspruch 12. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Adaption einer Nivellierregelung eines Straßenfertigers umfasst folgende Verfahrensschritte:

- Erfassen von ersten Bodenprofildaten L0 eines ersten Bodenprofils eines Planums in einer Umgebung des Straßenfertigers zum Zeitpunkt t0, wobei sich der Straßenfertiger an der Position x0 befindet;
- Erfassen von zweiten Bodenprofildaten L1 eines zweiten Bodenprofils des Planums in einer Umgebung des Straßenfertigers zum Zeitpunkt t1, wobei sich der Straßenfertiger an der Position x1 befindet, und wobei das zweite Bodenprofil das erste Bodenprofil teilweise überlappt;
- Bestimmen einer Verschiebungs- und Rotationsmatrix M, welche eine Bewegung des Straßenfertigers

im Raum vom Zeitpunkt t0 bis zum Zeitpunkt t1 abbildet;

- Erstellen von korrigierten Bodenprofildaten L1' aus den Bodenprofildaten L1 mittels der Matrix M;
- Festlegen eines Analysebereichs LA, welcher wenigstens einen Abschnitt der Bodenprofildaten L0 und/oder einen Abschnitt der korrigierten Bodenprofildaten L1' umfasst;
- Analyse des Analysebereichs LA, insbesondere Ermittlung von Höhenänderungen;
- Anpassen der Nivellierregelung für die Strecke des Analysebereichs LA anhand der bei der Analyse gewonnenen Daten.

[0008] Die Verfahrensschritte sind dazu geeignet, in der hier dargestellten Reihenfolge ausgeführt zu werden.

[0009] Das Erstellen von korrigierten Bodenprofildaten L1' mittels der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M kompensiert die Eigenbewegung des Straßenfertigers mit dem darauf angebrachten Bodenprofilscanner. So kann aus einer Abfolge von erfassten und korrigierten Bodenprofildaten L0 (=L0'), L1', L2', L3', ..., Ln' ein zusammenhängender Bereich von digitalen Bodenprofildaten Lges' erstellt und gespeichert werden. Der Analysebereich LA kann sich über einen gewünschten Abschnitt der Bodenprofildaten Lges' erstrecken und beispielsweise eine Länge von 2 bis 15 Meter aufweisen. Bevorzugt weist der Analysebereich LA eine Länge von 5 Meter oder 10 Meter auf. Die Analysebereiche LA können sich dann aneinander anschließen und bilden jeweils die Grundlage einer Neuberechnung der Anpassung der Nivellierregelung. Die Bewegung des Straßenfertigers wird also zu einer quasi schwebenden Bewegung korrigiert. Anpassen der Nivellierregelung für die Strecke des Analysebereichs LA bedeutet eine Beeinflussung oder Justierung der Nivellierregelung bzw. des Nivellierreglers, also deren Funktionsweise, an sich, stellt also einen der Nivellierregelung vorgelagerten Schritt dar. Die angepasste Nivellierregelung führt dann den Einbau des entsprechenden Streckenabschnitts durch. Die bislang bekannten und fest konfigurierten Nivellierregler erzeugten häufig eine Welligkeit des neu eingebauten Straßenbelags, wenn sie eine Unebenheit des Planums im Vergleich zu einer Höhenreferenz, beispielsweise eines Leitdrahtes, detektieren. Diese Welligkeit kann nun durch das Anpassen des Regelverhaltens der Nivellierregelung in Abhängigkeit der analysierten Höhenänderungen verringert oder sogar eliminiert werden.

[0010] Das Erfassen der Bodenprofildaten kann mit einem Bodenprofilscanner, welcher an dem Straßenfertiger angeordnet ist, erfolgen. Die Umgebung des Straßenfertigers, in welcher die Bodenprofildaten erfasst werden, kann insbesondere ein Bereich vor dem Straßenfertiger oder seitlich des Straßenfertigers sein. Denkbar ist es alternativ auch, dass das Erfassen der Bodenprofildaten mit einem an einem vorausfahrenden Beschiecker angeordneten Bodenprofilscanner erfolgt. Das Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M

kann basierend auf der Überlappung des ersten und zweiten Bodenprofils erfolgen. Die Verschiebungs- und Rotationsmatrix M kann die gesamte Bewegung des Straßenfertigers, also Translation und Rotation in allen drei Raumrichtungen abbilden. Die Matrix M bildet insbesondere die Fahrbewegung, sowie Neigungsbewegungen um eine Längs- und/oder Querachse des Straßenfertigers ab. Die Neigungsbewegungen können beispielsweise durch Unebenheiten des Planums hervorgerufen sein. Die Analyse des Analysebereichs LA kann insbesondere die Ermittlung von Höhen von Unebenheiten im Vergleich zu einer Referenzhöhe umfassen. Das Anpassen der Nivellierregelung kann ein Anpassen von einem oder mehreren Parametern und/oder die Auswahl von zu verwendenden Eingangsgrößen, insbesondere Sensordaten, umfassen. Das Anpassen der Nivellierregelung kann zudem das Auswählen von zu verwendenden Untereinheiten der Nivellierregelung, also beispielsweise einzelner Reglerelemente, Berechnungsblöcke, Algorithmen oder dergleichen umfassen.

[0011] Vorzugsweise ist das erste und zweite Bodenprofil ein- oder zweidimensional und weist zumindest eine Raumrichtung parallel zur Fahrtrichtung des Straßenfertigers auf. So können insbesondere quer zur Fahrtrichtung verlaufende Unebenheiten, welche einen vorrangigen Einfluss auf die Ebenheit des Straßenbelags haben, erfasst werden. Insbesondere kann, beispielsweise mittels eines Laserscanners, ein parallel zur Fahrtrichtung verlaufender Linienscan durchgeführt werden. Der Linienscan der Bodenprofilaten L1 kann dann den Linienscan der Bodenprofilaten L0 teilweise überlappen. Eine entsprechende Überlappung der Messungen kann dann jeweils für die Bodenprofilaten Ln und Ln-1 erfolgen, wobei sich der Straßenfertiger zwischen den Messungen jeweils um eine gewisse Strecke in Fahrtrichtung fortbewegt hat. Die Erfassung der Bodenprofilaten, also der Scan, erfolgt zweckmäßig in einer Geschwindigkeit, welche hoch im Vergleich zur Geschwindigkeit des Straßenfertigers ist, so dass der Straßenfertiger für die Messung nicht anhalten muss. Denkbar ist auch eine dreidimensionale Bodenprofilierung einer Fläche des Planums, beispielsweise mittels Stereokamera. Auch die jeweils aufeinanderfolgenden dreidimensionalen Flächenaufnahmen können sich abschnittsweise überlappen. Ebenso können zwei Linienscans durch zwei nebeneinander angeordnete Bodenprofilscanner durchgeführt werden. Die zwei Linienscans haben dann in Kombination eine Erstreckung in Länge, Höhe und Breite (zwei nebeneinander liegende Datenpunkte) und stellen so bereits einen dreidimensionalen Datensatz dar.

[0012] Vorzugsweise umfasst die Nivellierregelung wenigstens einen der folgenden Regler: eine Robuste Regelung, eine H-unendlich Regelung, eine Model Predictive Control und/oder einen PID-Regler (Proportional-, Integral-, Differential-Regler). Die Regler können dazu geeignet sein, bezüglich einer bestimmten Wellenlänge optimiert zu werden.

[0013] In einer bevorzugten Variante umfasst die Nivellierregelung einen PID-Regler (Proportional-, Integral-, Differential-Regler) und die Anpassung der Nivellierregelung umfasst die Einstellung des P-Parameters und/oder des I-Parameters und/oder des D-Parameters des PID-Reglers oder die Auswahl eines PID-Parametersatzes. So kann eine optimale Dämpfung des PID-Reglers und damit der Nivellierregelung erreicht werden. Eine auftretende Unebenheit in Form einer Stufe oder Kante oder eine Serie von Unebenheiten, welche als Wellen mit einer gewissen Frequenz bzw. Wellenlängen und Amplituden betrachtet werden können, werden nun so berücksichtigt, dass kein Aufschaukeln oder Schwingen der Einbaubohle durch einen PID-Regler der Nivellierregelung stattfindet, sondern eine optimale Dämpfung der Störungen und damit ein ebener Einbau erfolgt. Es kann zweckmäßig sein, beim Erkennen einer Stufe oder einer bestimmten Wellenlänge einen dafür vordefinierten PID-Parametersatz, also festgelegten P-, I- und D-Anteil auszuwählen. Entsprechende Zuordnungen der Analyseergebnisse zu den Parametern können in Tabellen gespeichert sein oder mittels analytischem Zusammenhang, insbesondere mathematischer Zuordnung mittels einer Gleichung oder Formel, in einem Speicher eines digitalen Steuerungssystems hinterlegt sein.

[0014] In einer Variante umfasst das Anpassen der Nivellierregelung die Auswahl eines oder mehrerer Nivelliersensoren, welche an unterschiedlichen Positionen in Längsrichtung des Straßenfertigers angeordnet sind. Nivelliersensoren messen eine Höhe zum Planum oder zu einer Höhenreferenz, wie beispielsweise einem Leitdraht. Nivelliersensoren können Ultraschallsensoren oder mechanische Taster sein. Es können mehrere Nivelliersensoren entlang einer Längsachse seitlich am Straßenfertiger angebracht sein. Die Nivelliersensoren können an einem Bohlenholm angebracht sein. Ebenso können Nivelliersensoren am Chassis oder Gutbunker des Straßenfertigers angebracht sein. Die Nivelliersensoren können an einem Träger seitlich des Straßenfertigers angeordnet sein, wobei der Träger mit dem Straßenfertiger verbunden ist. Der Träger kann eine Länge von 5 Meter bis 15 Meter, insbesondere eine Länge von 13 Meter, aufweisen. An dem Träger können drei bis fünf Ultraschallsensoren angeordnet sein. Ein in Fahrtrichtung vorderster Ultraschallsensor kann zu einem hinteren Ultraschallsensor in einem Abstand von im Wesentlichen 15 Meter, insbesondere 13 Meter, angeordnet sein. Die Regelgüte der Nivellierregelung, also insbesondere die Ebenheit des Einbaus, kann in Abhängigkeit der Wellenlängen der Unebenheiten im Planum in weiterer Abhängigkeit von der Sensorposition sein. So können mittlere Wellenlängen mit einer Sensorposition näher an der Einbaubohle besser geglättet werden und große Wellenlängen besser mit einer Position des Nivelliersensors näher am Zugpunkt der Einbaubohle geglättet werden. Durch eine entsprechende Auswahl des Nivelliersensors nach seiner Position und je nach gemessener Wellenlänge kann also die Ebenheit des eingebauten Belags

weiter verbessert werden. Es können auch zwei oder mehrere Nivelliersensoren ausgewählt werden und ein Mittelwert aus deren Messwerten gebildet werden. Wenn eine Unebenheit in Form einer Stufe festgestellt wird kann infolgedessen ebenfalls ein Nivelliersensor einer bestimmten Position ausgewählt werden.

[0015] In einer vorteilhaften Variante erfolgt das Anpassen der Nivellierregelung unter Berücksichtigung eines bei der Analyse des Analysebereichs LA ermittelten Wellenlängenspektrums von Höhenänderungen des Planums und/oder ermittelter Amplituden von Höhenänderungen. So können vorherrschende Ausprägungen von wiederkehrenden Unebenheiten und auch singuläre Unebenheiten, wie beispielsweise Stufen, für die Anpassung der Nivellierregelung berücksichtigt werden.

[0016] In einer Variante erfolgt das Anpassen der Nivellierregelung auf Basis einer selektiven Gewichtung von Wellenlängen von erfassten Höhenänderungen. So kann die vorherrschende Wellenlänge eines Wellenlängenspektrums identifiziert werden und diese beispielsweise als Grundlage zur Auswahl der Parameter der Nivellierregelung dienen. Ebenso kann sie als Grundlage zur Auswahl des Nivelliersensors dienen. Ebenso können die Amplituden der erfassten Höhenänderungen gewichtet werden. Somit kann eine Filterung von Unebenheiten erfolgen, derart, dass nicht alle Unebenheiten gleiche Auswirkung auf das Nivellierverhalten haben. Beispielsweise kann die Anpassung der Nivellierregelung so erfolgen, dass kurze Unebenheiten einen Regler nur minimal beeinflussen, zum Beispiel durch Reduzierung des D-Anteils im PID-Regler. Im Fall von längeren Unebenheiten ist auch eine Verstärkung der Reglersensitivität zur Unterstützung des Eigeninivellierhaltens des Straßenfertigers möglich.

[0017] Vorzugsweise erfolgt das Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M mittels eines Scan Matching Algorithmus. Ein Scan Matching Algorithmus ist ein Verfahren zum Finden einer räumlichen Transformation, um zwei Sätze von Datenpunkten bzw. zwei Punktwolken miteinander in Deckung zu bringen. Die Datenpunkte der zweiten Bodenprofildaten L1, welche dem Teil des zweiten Bodenprofils entsprechen, der das erste Bodenprofil überlappt, können für den Scan Matching Algorithmus herangezogen werden und mit den entsprechenden Datenpunkten der ersten Bodenprofildaten L0 in Deckung gebracht werden, umso die Verschiebungs- und Rotationsmatrix M zu bestimmen. Der Scan Matching Algorithmus kann sukzessive jeweils für zwei aufeinanderfolgend ermittelte Bodenprofildaten Ln und Ln-1 durchgeführt werden. Insbesondere kann das Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M mittels eines iterativen Algorithmus erfolgen. Insbesondere kann das Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M mittels eines Iterative Closest Point - Algorithmus (ICP) erfolgen.

[0018] Bevorzugt umfasst das Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M die Verarbeitung von mittels eines GNSS-Moduls (Global Navigation Satellite

System) ermittelten Positionsdaten und/oder die Verarbeitung von Fahrtriebsdaten und/oder die Verarbeitung einer ortsgebundenen Georeferenzierung. Diese Varianten der Datenverarbeitung können besonders zweckmäßig sein, wenn das Planum sehr eben ist und keine signifikanten Unebenheiten aufweist. Insbesondere die horizontale Verschiebung des Straßenfertigers kann damit bestimmt werden. Diese Verfahren können auch als Ergänzung zum Scan Matching Algorithmus eingesetzt werden. Es können mit GPS (Global Positioning System) empfangene Positionsdaten verarbeitet werden. Es kann anhand einer erfassten Fahrgeschwindigkeit des Straßenfertigers dessen Fortbewegung und somit Position ermittelt werden. Ebenso können Lenkschläge detektiert und verarbeitet werden. Dazu können Sensoren am Antrieb und/oder der Lenkung des Straßenfertigers vorhanden sein. Ein ortsgebundenes Georeferenzierungssystem kann Laserbasiert sein und kann die Position des Straßenfertigers zu vorab installierten Referenzpunkten erfassen. Des Weiteren kann ein Trägheitsnavigationssystem zum Einsatz kommen.

[0019] In einer Variante umfasst die Analyse des Analysebereichs LA eine Fast-Fourier-Transformation und/oder eine Unstetigkeitserkennung, insbesondere Differenzenbildung. Die Fast-Fourier-Transformation dient insbesondere zu Analyse des Frequenzspektrums der Unebenheiten, also von wiederkehrenden Arten von Unebenheiten. So kann ein Wellenlängenspektrum und die einzelnen Wellenlängen der Unebenheiten erkannt werden. Die Unstetigkeitserkennung kann insbesondere auch Stufen, Löcher, Fräskanten und ähnliche im Analysebereich LA vereinzelt auftretende Unebenheiten erkennen.

[0020] In einer bevorzugten Variante wird die Schichtstärke des bereits eingebauten Belags gemessen und das Anpassen der Nivellierregelung erfolgt unter Berücksichtigung der gemessenen Schichtstärke. So kann das Einbaueergebnis kontrolliert werden und als Rückkopplung das Anpassen der Nivellierregelung weiter verbessern. Es ist ebenso möglich, dass die Schichtstärke des eingebauten Belags als Rückkopplung direkt auf die Nivellierregelung einwirkt.

[0021] In einer Variante wird das Verfahren für zwei oder mehrere nebeneinander angeordnete Messstrecken mittels zwei oder mehrerer an dem Straßenfertiger angeordneten Bodenprofilscanner ausgeführt. So kann einerseits die Einbaugüte weiter verbessert werden, da eine größere Datenbasis vorhanden ist. Beispielsweise kann das Anpassen der Nivellierregelung auf Basis eines Mittelwerts der erhaltenen Bodenprofildaten der beiden nebeneinander liegenden Messstrecken erfolgen. Die Bodenprofildaten der beiden Messstrecken können jedoch auch ganz oder zumindest teilweise getrennt voneinander zur getrennten Anpassung der Nivellierregelung des rechten und linken Zugpunkts der Einbaubohe dienen.

[0022] Ein erfindungsgemäßer Straßenfertiger umfasst eine Einbaubohe und ein Chassis, wobei die Ein-

baubohle mittels eines Bohlenholms über einen Zugpunkt an dem Chassis angelenkt ist. Die Zugpunkthöhe ist mittels eines Nivellierzylinders höhenverstellbar. Der Straßenfertiger umfasst des Weiteren einen Nivelliersensor und einen Bodenprofilscanner. Der Straßenfertiger umfasst ein Steuerungssystem mit einem Nivellierregler bzw. Nivellierregelung zum Steuern der Zugpunkthöhe unter Berücksichtigung der Daten des Nivelliersensors. Das Steuerungssystem ist dazu konfiguriert, den Nivellierregler auf Basis der mit dem Bodenprofilscanner erfassten Daten zu parametrisieren. Zweckmäßig kann die Einbaubohle mittels einem linken und einem rechten Bohlenholm über jeweils einen Zugpunkt an einer linken und einer rechten Seite des Chassis angelenkt sein. Entsprechend ist ein linker und ein rechter Nivellierzylinder vorhanden. Das Steuerungssystem kann eine Komponente zur Datenspeicherung, eine Komponente zur Datenverarbeitung und eine Schnittstelle zur Dateneingabe und Datenausgabe umfassen. Der Nivelliersensor kann ein Ultraschallsensor, ein Lasersensor oder ein mechanischer Tastsensor sein.

[0023] Vorzugsweise umfasst der Straßenfertiger zwei oder mehrere Nivelliersensoren, welche entlang einer Längsrichtung des Straßenfertigers angeordnet sind, wobei das Steuerungssystem dazu konfiguriert ist, auf Basis der mit dem Bodenprofilscanner erfassten Daten einen oder mehrere Nivelliersensoren zur Verwendung mit dem Nivellierregler auszuwählen. So kann in Abhängigkeit der gemessenen Unebenheiten der oder die Nivelliersensoren ausgewählt werden, welcher bei diesen Unebenheiten das beste Einbauergebnis erzielt. Es können ein oder mehrere Nivelliersensoren jeweils an der linken und der rechten Seite des Straßenfertigers angeordnet sein. Die Nivelliersensoren können an einem Bohlenholm angebracht sein. Ebenso können Nivelliersensoren am Chassis oder Gutbunker des Straßenfertigers angebracht sein. Die Nivelliersensoren können an einem Träger seitlich des Straßenfertigers angeordnet sein, wobei der Träger mit dem Straßenfertiger verbunden ist. Der Träger kann eine Länge von 5 Meter bis 15 Meter, insbesondere eine Länge von 13 Meter, aufweisen. An dem Träger können drei bis fünf Ultraschallsensoren angeordnet sein. Ein in Fahrtrichtung vorderster Ultraschallsensor kann zu einem hinteren Ultraschallsensor in einem Abstand von im Wesentlichen 15 Meter, insbesondere 13 Meter, angeordnet sein.

[0024] In einer Variante ist der Bodenprofilscanner ein Laserscanner. Insbesondere kann der Bodenprofilscanner ein Linienscanner sein, welcher Bodenprofildaten eines Bodenprofils entlang einer Linie sammelt. Dieser Linienscan kann sich parallel zur Fahrtrichtung des Straßenfertigers erstrecken. Der Bodenprofilscanner kann mittig oder seitlich am Straßenfertiger angeordnet sein. Der Bodenprofilscanner kann seitlich so am Straßenfertiger angeordnet sein, dass der Linienscan nicht durch einen den Gutbunker des Straßenfertigers beladenden LKW behindert wird, sondern sich seitlich von diesem erstreckt.

[0025] In einer vorteilhaften Variante umfasst der Straßenfertiger zwei oder mehrere Bodenprofilscanner. Somit können Bodenprofildaten von zwei oder mehreren parallelen Bodenprofilen erfasst werden. Diese können dann für eine weiter verbesserte Anpassung der Nivellierregelung kombiniert werden. Die Daten können jedoch auch für die getrennte Einstellung der Nivellierregelung eines rechten und eines linken Zugpunktes der Einbaubohle separat verwendet werden.

[0026] Der erfindungsgemäße Straßenfertiger ist dazu geeignet das erfindungsgemäße Verfahren zur Adaption einer Nivellierregelung auszuführen.

[0027] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher beschrieben. Dabei zeigen

Figur 1: eine Seitenansicht eines Straßenfertigers mit Bodenprofilscanner,

Figur 2: eine Rückansicht eines Straßenfertigers mit zwei Bodenprofilscannern,

Figur 3: eine schematische Ansicht einer Bodenprofiliererfassung zum Zeitpunkt t₀,

Figur 4: eine seitliche schematische Ansicht einer Bodenprofiliererfassung zum Zeitpunkt t₀ und einer Bodenprofiliererfassung zum Zeitpunkt t₁,

Figur 5: eine schematische Draufsicht einer Bodenprofiliererfassung zum Zeitpunkt t₀ und einer Bodenprofiliererfassung zum Zeitpunkt t₁,

Figur 6: ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Adaption einer Nivellierregelung eines Straßenfertigers,

[0028] Einander entsprechende Komponenten sind in den Figuren jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0029] Figur 1 zeigt einen Straßenfertiger 1 mit einer Einbaubohle 3, einem Chassis 5, einem Gutbunker 7 und einem Bodenprofilscanner 9. Die Einbaubohle 3 ist mittels eines Bohlenholms 11 über einen Zugpunkt 13 an dem Chassis 5 angelenkt. Der Zugpunkt 13 ist mittels eines Nivellierzylinders 15 höhenverstellbar und weist eine Höhe H gegenüber einer Höhenreferenz, beispielsweise einem Leitdraht oder einem Planum 17, auf. An dem Bohlenholm 11 sind drei Nivelliersensoren 19 an unterschiedlichen Positionen in einer Längsrichtung F des Straßenfertigers 1 angeordnet. Der Straßenfertiger 1 weist des Weiteren ein Steuerungssystem 21, geeignet zum Senden, Empfangen und Verarbeiten von Daten, sowie eine Antenne 23 zum Senden und/oder Empfangen von Daten, beispielsweise einem GNSS-Signal, auf. Die Antenne 23 kann dazu mit einem GNSS-Modul 24 verbunden sein, welches wiederum mit dem Steuerungssystem 21 verbunden ist. Der Bodenprofilscanner 9 erfasst ein Bodenprofil des Planums 17, auf welchem sich der Straßenfertiger 1 in Fahrtrichtung x fortbewegt und mittels der Einbaubohle 3 Einbaumaterial 25 zu einem neuen Belag 27 mit einer Schichtstärke S einbaut. Der Bodenprofilscanner 9 der gezeigten Ausführungs-

form ist ein Laserscanner und tastet mit einem Laserstrahl 29 die Oberfläche des Planums 17 ab. Der Laserstrahl 29 ist um eine Achse quer zur Fahrtrichtung x schwenkbar, um mittels eines Linienscans Bodenprofildaten längs der Fahrtrichtung x zu erfassen. Die Bodenprofildaten dienen als Basis zum Parametrisieren eines Nivellierreglers 31, welcher Teil des Steuerungssystems 21 sein kann.

[0030] Figur 2 zeigt eine Rückansicht eines Straßenfertigers 1 mit Einbaubohle 3, Chassis 5, Antenne 23 sowie zwei Bodenprofilscannern 9. Mit dieser Anordnung zweier Bodenprofilscannern 9 können zwei in Fahrtrichtung x parallele Bodenprofile erfasst werden.

[0031] Figur 3 zeigt eine schematische Ansicht einer Bodenprofilerfassung zum Zeitpunkt t_0 , wobei sich der Straßenfertiger 1 an einer Position x_0 befindet. Ein von dem Bodenprofilscanner 9 ausgesendeter Laserstrahl 29 tastet sukzessive ein erstes Bodenprofil B_0 des Planums 17 parallel zu der Fahrtrichtung x ab. Dazu kann der Laserstrahl 29 um eine y-Achse quer zur Fahrtrichtung x geschwenkt werden, was hier durch mehrere Linien für den zeitlichen Verlauf der Position des Laserstrahls 29 dargestellt ist. Das erste Bodenprofil B_0 wird durch einen Linienscan erfasst, wobei sich der Bodenprofilscanner 9 an einer bestimmter Position y befindet. Die y-Achse erstreckt sich quer zur Fahrtrichtung x. Die erzeugten ersten Datenpunkte 33 bilden zusammen die ersten Bodenprofildaten L_0 des ersten Bodenprofils B_0 , welche gespeichert und verarbeitet werden können, insbesondere durch das Steuerungssystem 21.

[0032] Figur 4 zeigt eine seitliche schematische Ansicht einer ersten Bodenprofilerfassung zum Zeitpunkt t_0 gemäß Figur 3 und einer zweiten Bodenprofilerfassung zum Zeitpunkt t_1 . Wie in Figur 3 sind die zum Zeitpunkt t_0 erzeugten ersten Datenpunkte 33, welche zusammen die ersten Bodenprofildaten L_0 bilden, als hohle Kreise dargestellt. Die zum Zeitpunkt t_1 erzeugten zweiten Datenpunkte 35, welche zusammen die zweiten Bodenprofildaten L_1 bilden, sind als ausgefüllte Kreise dargestellt. In einem Überlappungsbereich T überlappen sich die ersten Bodenprofildaten L_0 und die zweiten Bodenprofildaten L_1 . Vom Zeitpunkt t_0 bis zum Zeitpunkt t_1 hat sich der Straßenfertiger 1 gemäß dem Vektor V fortbewegt und hat aufgrund der Bodenunebenheit eine Rotation, beispielsweise Verkippung, ausgeführt, wie durch die gezeigten Koordinatensysteme dargestellt. Der Überlappungsbereich T ist Ausgangsbasis zur Bestimmung der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M, welche die Bewegung des Straßenfertigers 1 vom Zeitpunkt t_0 bis zum Zeitpunkt t_1 abbildet. Die Bestimmung der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M kann mittels eines Scan Matching Algorithmus, insbesondere mittels eines Iterative Closest Point - Algorithmus (ICP) anhand der ersten Datenpunkte 33 und zweiten Datenpunkte 35 erfolgen. Zum Anpassen der Nivellierregelung wird ein geeigneter Analysebereich LA ausgewählt, dessen Höhenänderungen analysiert werden. Der Analysebereich LA kann Datenpunkte 33, 35 der ersten Bodenprofildaten

L_0 und der zweiten Bodenprofildaten L_1 umfassen. Beispielsweise kann der Analysebereich LA eine Länge von 5 Meter aufweisen.

[0033] Figur 5 zeigt eine schematische Draufsicht einer Bodenprofilerfassung zum Zeitpunkt t_0 und einer Bodenprofilerfassung zum Zeitpunkt t_1 , wobei mittels zweier Bodenprofilscannern 9 zwei parallele Linienscans an den Positionen y_1 und y_2 durchgeführt werden. Es ist der Überlappungsbereich T dargestellt, in welchem sich die ersten Datenpunkte 33 der ersten Bodenprofildaten L_0 und die zweiten Datenpunkte 35 der zweiten Bodenprofildaten L_1 überlappen. Der linke Linienscan an der Position y_1 und der rechte Linienscan an der Position y_2 können, beispielsweise durch Mittelwertbildung, für ein Anpassen einer Nivellierregelung kombiniert werden. Der linke Linienscan und der rechte Linienscan können jedoch auch getrennt voneinander zum Anpassen jeweils einer voneinander separaten Nivellierregelung eines linken und eines rechten Zupunktes 13 verwendet werden.

[0034] Figur 6 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 100 zur Adaption einer Nivellierregelung eines Straßenfertigers 1. Es werden folgende Verfahrensschritte ausgeführt:

101 - Erfassen von ersten Bodenprofildaten L_0 eines ersten Bodenprofils B_0 des Planums 17 in einer Umgebung des Straßenfertigers 1 zum Zeitpunkt t_0 , wobei sich der Straßenfertiger 1 an der Position x_0 befindet.

103 - Erfassen von zweiten Bodenprofildaten L_1 eines zweiten Bodenprofils B_1 des Planums 17 in einer Umgebung des Straßenfertigers 1 zum Zeitpunkt t_1 , wobei sich der Straßenfertiger 1 an der Position x_1 befindet, und wobei das zweite Bodenprofil B_1 das erste Bodenprofil B_0 teilweise überlappt.

Das Erfassen der Bodenprofildaten B_0 , B_1 kann durch einen Linienscan mit dem Bodenprofilscanner 9 erfolgen.

105 - Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M, welche eine Bewegung des Straßenfertigers 1 im Raum vom Zeitpunkt t_0 bis zum Zeitpunkt t_1 abbildet. Zum Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M können die Daten einer Wegstreckenermittlung 107 herangezogen werden, welche beispielsweise mittels GNSS-Empfänger und/oder Sensoren des Fahrtriebs des Straßenfertigers 1 Positionsdaten des Straßenfertigers 1 ermittelt.

109 - Erstellen von korrigierten Bodenprofildaten L_1' aus den Bodenprofildaten L_1 mittels der Matrix M. Als Resultat werden durchgängige Bodenprofildaten Lges' erhalten, welche sich bis zu einer Länge, welche der Summe aus dem ersten Bodenprofil B_0 und dem zweiten Bodenprofil B_1 entspricht, erstrecken können. Es können auch mehr als zwei entsprechende Bodenprofildaten erfasst, korrigiert und kombiniert werden.

111 - Festlegen eines Analysebereichs LA, welcher

wenigstens einen Abschnitt der Bodenprofildaten L0 und/oder einen Abschnitt der korrigierten Bodenprofildaten L1' umfasst. Der Analysebereich LA kann auch weitere korrigierte Bodenprofildaten Ln' umfassen. Der Analysebereich LA kann zweckmäßig im Verlauf des Einbaus neu festgelegt werden. Beispielsweise kann der Analysebereich LA jeweils 5 m Länge umfassen und es können so aneinander angrenzende Analysebereiche LA definiert werden, welches jeweils die Basis für die weiteren Verfahrensschritte darstellen.

113 - Analyse des Analysebereichs LA, insbesondere Ermittlung von Höhenänderungen. Die Analyse kann eine Fast-Fourier-Transformation und/oder eine Unstetigkeitserkennung, insbesondere Differenzbildung umfassen. Als Resultat dieses Verfahrensschritts sind die Höhenänderungen des Planums 17 im Analysebereich LA bekannt. Insbesondere kann die Analyse ein Wellenlängenspektrum der Höhenänderungen angeben, Frequenz und Amplitude eines Wellenlängenspektrums sowie einzelner Höhenänderungen angeben und singuläre Höhenänderungen, wie beispielsweise Stufen angeben.

115 - Anpassen der Nivellierregelung für die Strecke des Analysebereichs LA anhand der bei der Analyse gewonnenen Daten. Beispielsweise können in Abhängigkeit einer gefundenen Wellenlänge die Parameter des oder der verwendeten Regler eingestellt werden. Beispielsweise können die Parameter P_n, I_n, D_n eines PID-Reglers eingestellt werden. Ebenso können die Parameter des Reglers, insbesondere des PID-Reglers, in Abhängigkeit einer einzelnen Unebenheit, beispielsweise einer Stufe, eingestellt werden. Des Weiteren können 1 bis k der vorhandenen k Nivelliersensoren 19 für die nachfolgende Nivellierregelung 117 ausgewählt werden.

117 - Nivellierregelung während des Einbaubetriebs. Mit der angepassten Nivellierregelung 31 erfolgt der Einbau des Einbaumaterials 25 zu einem Straßenbelag 27. Dabei steuert die Nivellierregelung 31 die Nivellierzylinder 15 um die Zugpunkthöhe H einzustellen.

119 - Vermessen des Einbaus. Der neu eingebaute Straßenbelag 27 kann vermessen werden, um beispielsweise eine Schichtstärke zu bestimmen. Diese Messergebnisse können dann zusätzlich als Rückkopplungsmechanismus die Nivellierregelung 117 beeinflussen.

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zur Adaption einer Nivellierregelung (31) eines Straßenfertigers (1), umfassend

- (101) Erfassen von ersten Bodenprofildaten L0 eines ersten Bodenprofils B0 eines Planums

(17) in einer Umgebung des Straßenfertigers (1) zum Zeitpunkt t0, wobei sich der Straßenfertiger (1) an der Position x0 befindet;

- (103) Erfassen von zweiten Bodenprofildaten L1 eines zweiten Bodenprofils B1 des Planums (17) in einer Umgebung des Straßenfertigers (1) zum Zeitpunkt t1, wobei sich der Straßenfertiger (1) an der Position x1 befindet, und wobei das zweite Bodenprofil B1 das erste Bodenprofil B0 teilweise überlappt;

- (105) Bestimmen einer Verschiebungs- und Rotationsmatrix M, welche eine Bewegung des Straßenfertigers (1) im Raum vom Zeitpunkt t0 bis zum Zeitpunkt t1 abbildet;

- (109) Erstellen von korrigierten Bodenprofildaten L1' aus den Bodenprofildaten L1 mittels der Matrix M;

- (111) Festlegen eines Analysebereichs LA, welcher wenigstens einen Abschnitt der Bodenprofildaten L0 und/oder einen Abschnitt der korrigierten Bodenprofildaten L1' umfasst;

- (113) Analyse des Analysebereichs LA, insbesondere Ermittlung von Höhenänderungen;

- (115) Anpassen der Nivellierregelung (31) für die Strecke des Analysebereichs LA anhand der bei der Analyse gewonnenen Daten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Bodenprofil B0 und das zweite Bodenprofil B1 ein- oder zweidimensional ist und zumindest eine Raumrichtung parallel zur Fahrtrichtung (x) des Straßenfertigers (1) aufweist.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nivellierregelung (31) wenigstens einen der folgenden Regler umfasst: eine Robuste Regelung, eine H-unendlich Regelung, eine Model Predictive Control und/oder einen PID-Regler.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anpassen der Nivellierregelung (31) die Auswahl eines oder mehrerer Nivelliersensoren (19), welche an unterschiedlichen Positionen in Längsrichtung F des Straßenfertigers (1) angeordnet sind, umfasst.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anpassen der Nivellierregelung (31) unter Berücksichtigung eines bei der Analyse des Analysebereichs LA ermittelten Wellenlängenspektrums von Höhenänderungen des Planums (17) und/oder ermittelter Amplituden von Höhenänderungen erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anpassen der Nivellierregelung (31) auf Basis einer se-

- lektiven Gewichtung von Wellenlängen von erfassten Höhenänderungen erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M mittels eines Scan Matching Algorithmus, insbesondere eines iterativen Algorithmus, erfolgt. 5
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bestimmen der Verschiebungs- und Rotationsmatrix M die Verarbeitung von mittels einem GNSS-Moduls (24) ermittelten Positionsdaten und/oder die Verarbeitung von Fahrtriebsdaten und/oder die Verarbeitung einer ortsgebundenen Georeferenzierung umfasst. 10
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Analyse des Analysebereichs LA eine Fast-Fourier-Transformation und/oder eine Unstetigkeitserkennung, insbesondere Differenzenbildung, umfasst. 15
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtstärke (S) des bereits eingebauten Belags (27) gemessen wird und das Anpassen der Nivellierregelung (31) unter Berücksichtigung der gemessenen Schichtstärke (S) erfolgt. 20
11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für zwei oder mehrere nebeneinander angeordnete Messstrecken y_1 , y_2 mittels zwei oder mehrerer an dem Straßenfertiger (1) angeordneten Bodenprofilscanner (9) ausgeführt zu werden. 25
12. Straßenfertiger (1) mit einer Einbaubohle (3) und einem Chassis (5), wobei die Einbaubohle (3) mittels eines Bohlenholms (11) über einen Zugpunkt (13) an dem Chassis (5) angelenkt ist und eine Zugpunkthöhe (H) mittels eines Nivellierzylinders (15) höhenverstellbar ist, wobei der Straßenfertiger (1) des Weiteren einen Nivelliersensor (19) und einen Bodenprofilscanner (9) umfasst, und wobei der Straßenfertiger (1) ein Steuerungssystem (21) mit einem Nivellierregler (31) zum Steuern der Zugpunkthöhe (H) unter Berücksichtigung der Daten des Nivelliersensors (19) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerungssystem (21) dazu konfiguriert ist, den Nivellierregler (31) auf Basis der mit dem Bodenprofilscanner (9) erfassten Daten zu parametrisieren. 30
13. Straßenfertiger nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** zwei oder mehrere Nivelliersensoren (19), welche entlang einer Längsrichtung (F) des Straßenfertigers (1) angeordnet sind, wobei das Steuerungssystem (21) dazu konfiguriert ist, auf Basis der mit dem Bodenprofilscanner (9) erfassten Daten einen oder mehrere Nivelliersensoren (19) zur Verwendung mit dem Nivellierregler (31) auszuwählen. 35
14. Straßenfertiger nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bodenprofilscanner (9) ein Laserscanner ist. 40
15. Straßenfertiger nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **gekennzeichnet durch** zwei oder mehrere Bodenprofilscanner (9). 45

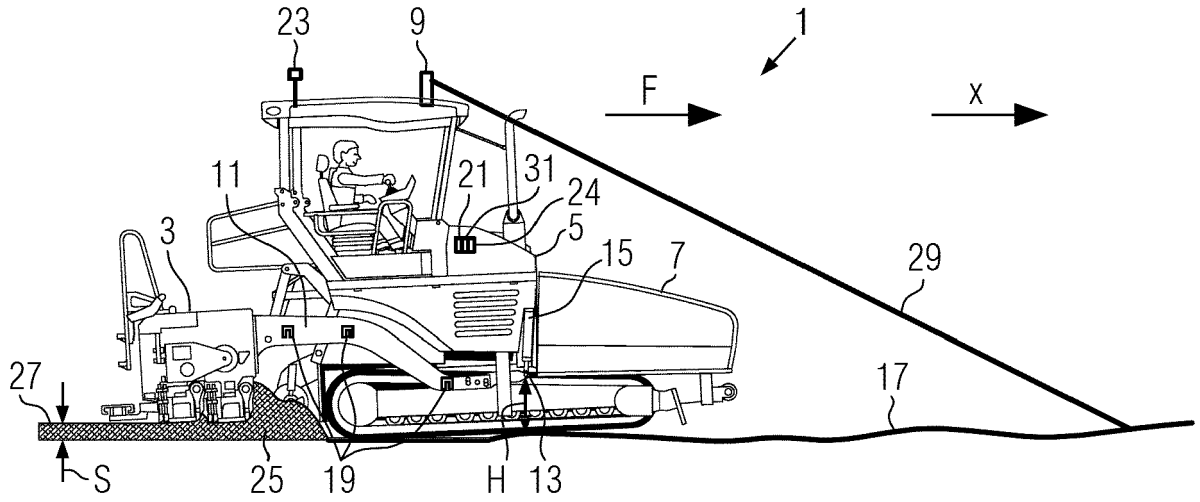


FIG. 1

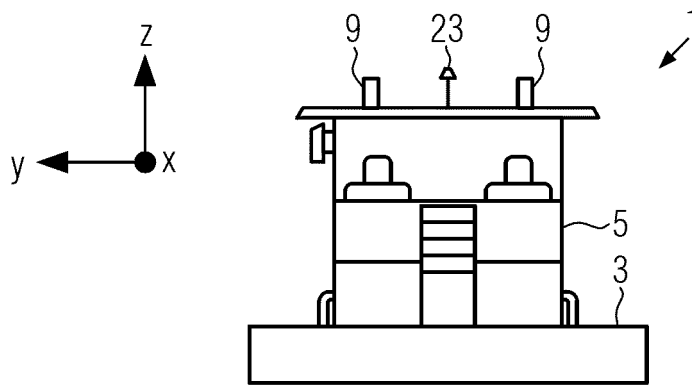


FIG. 2

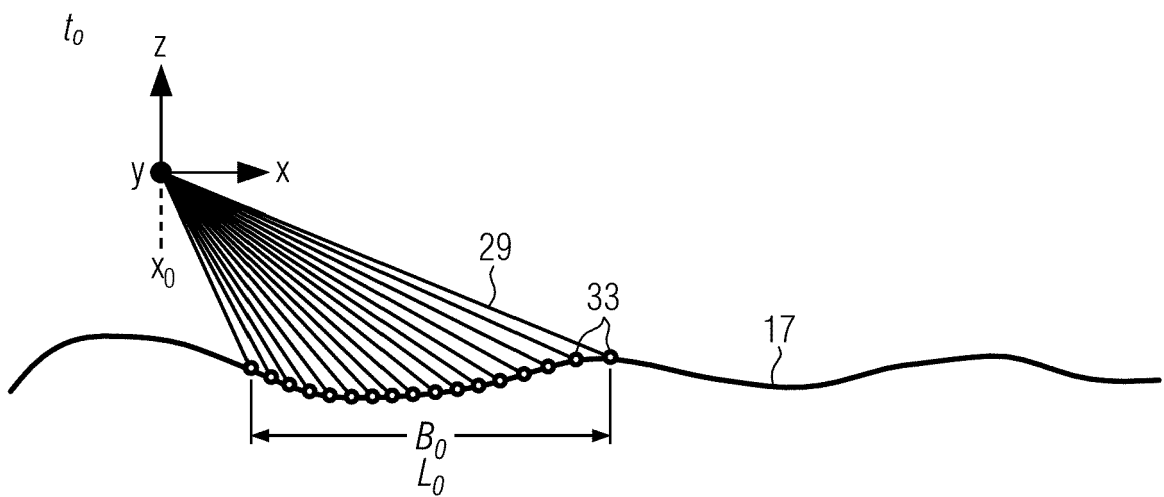
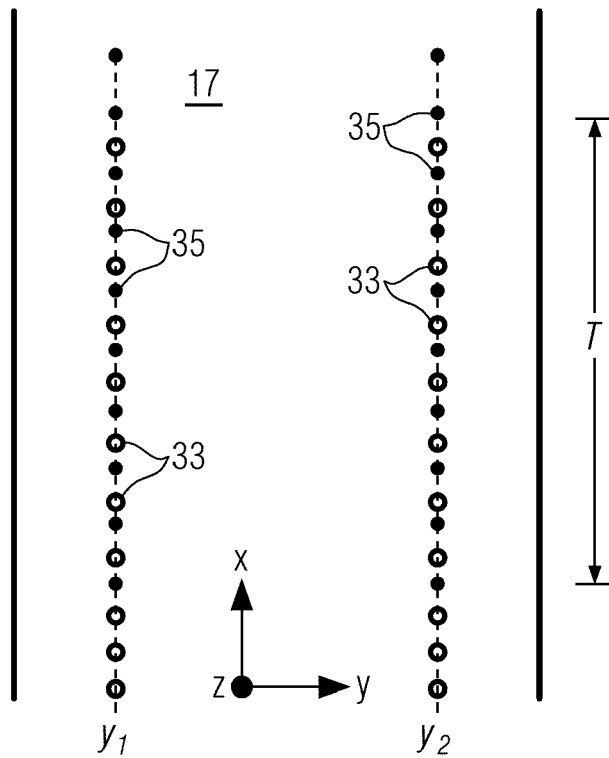
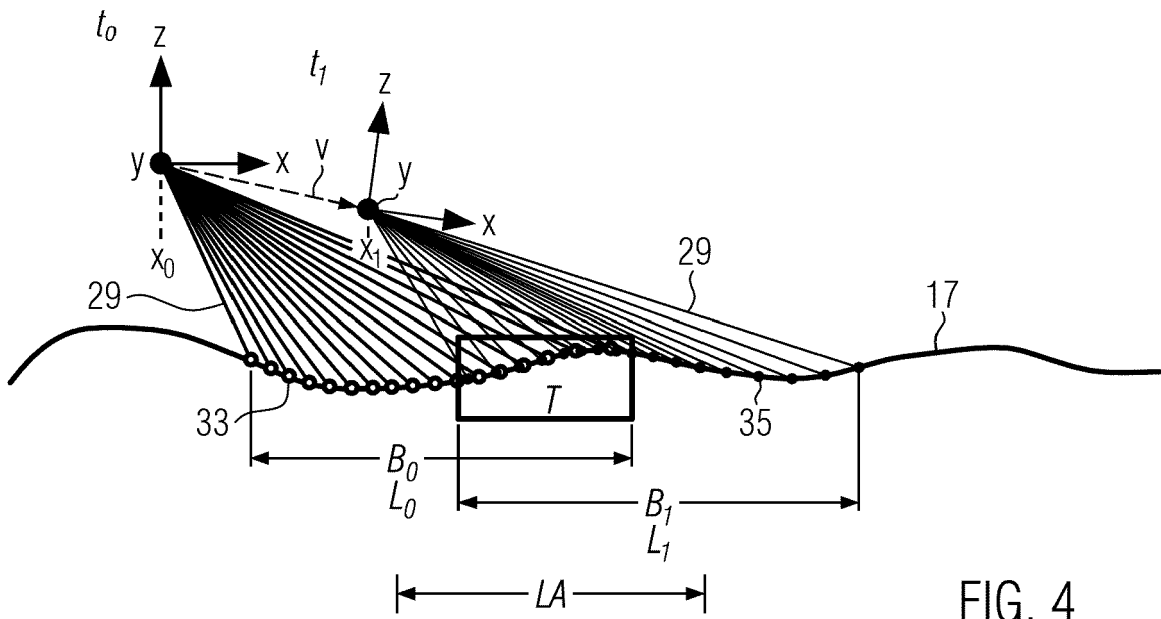


FIG. 3



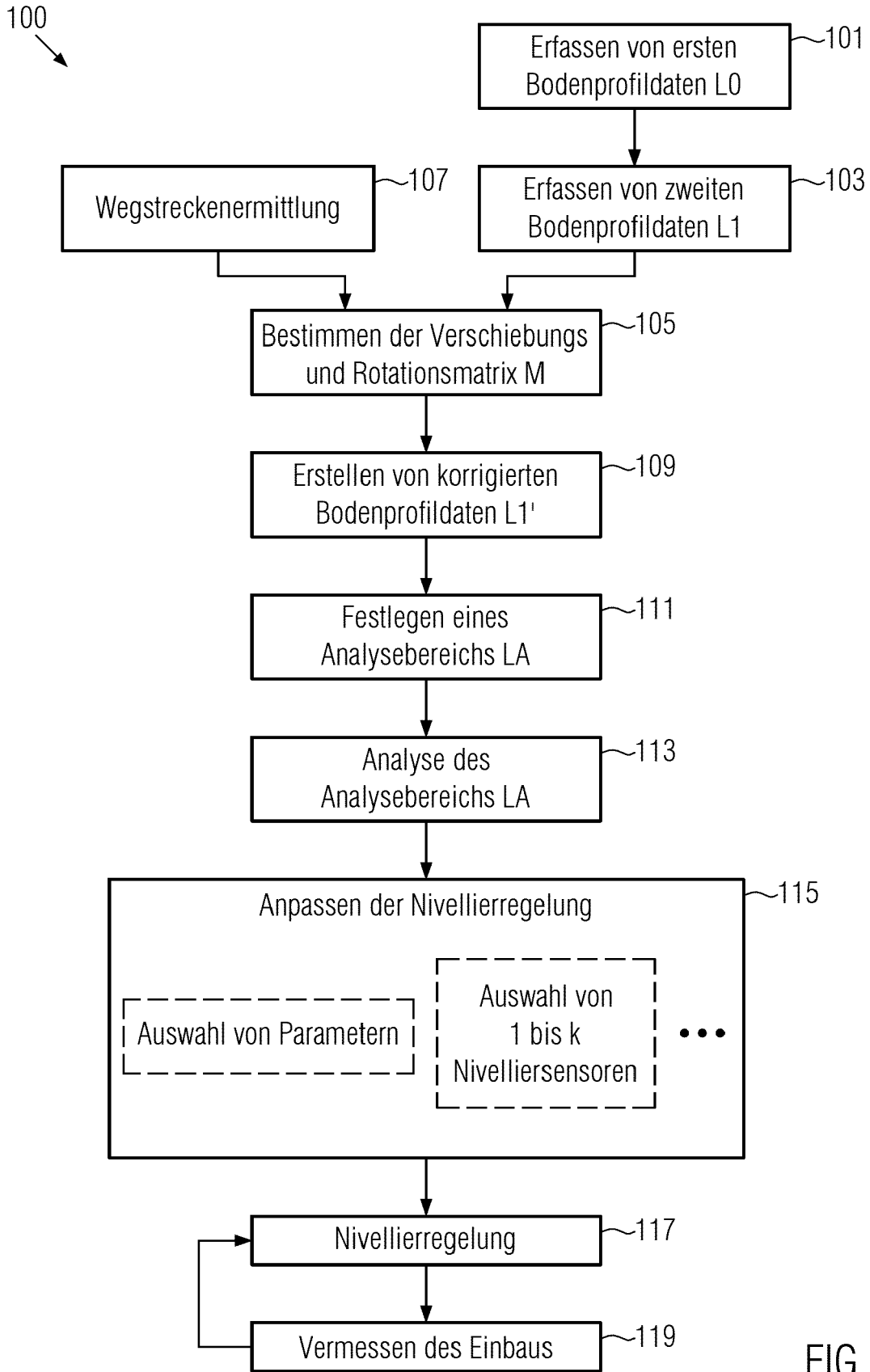


FIG. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 20 9122

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, D	EP 2 687 631 B1 (JOSEPH VÖGELE AG [DE]) 19. August 2015 (2015-08-19)	12, 14, 15	INV. E01C19/00
A	* Abbildungen 1-3 * * Anspruch 1 * * das ganze Dokument *	1-11	E01C19/48 E01C23/07

X	DE 10 2009 044581 A1 (TRIMBLE NAVIGATION LTD [US]) 10. Juni 2010 (2010-06-10)	12, 14	
A	* Abbildungen 1-2 * * Absatz [0021] * * Anspruch 1 * * das ganze Dokument *	1-11	

X	EP 2 535 456 A1 (VOEGELE AG J [DE]) 19. Dezember 2012 (2012-12-19)	12, 13	
A	* Abbildungen 6-8 * * Absätze [0057], [0059] * * Anspruch 11 * * das ganze Dokument *	1-11	

X	EP 3 892 777 A1 (VOEGELE AG J [DE]) 13. Oktober 2021 (2021-10-13)	12, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Abbildungen 1, 2 * * Absätze [0005], [0008], [0023] * * Ansprüche 1-15 * * das ganze Dokument *	1-11	E01C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. April 2022	Prüfer Klein, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 20 9122

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-04-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2687631 B1	19-08-2015	CN 102953312 A	06-03-2013
		CN 109537412 A	29-03-2019
		EP 2562309 A1	27-02-2013
		EP 2687631 A1	22-01-2014
		JP 6124240 B2	10-05-2017
		JP 2013047454 A	07-03-2013
		PL 2562309 T3	30-09-2014
		PL 2687631 T3	29-01-2016
		US 2013051913 A1	28-02-2013

DE 102009044581 A1	10-06-2010	DE 102009044581 A1	10-06-2010
		US 2010129152 A1	27-05-2010

EP 2535456 A1	19-12-2012	CN 102828457 A	19-12-2012
		EP 2535456 A1	19-12-2012
		JP 5579785 B2	27-08-2014
		JP 2013002276 A	07-01-2013
		PL 2535456 T3	30-05-2014
		US 2012321384 A1	20-12-2012

EP 3892777 A1	13-10-2021	CN 113494039 A	12-10-2021
		EP 3892777 A1	13-10-2021
		JP 2021167560 A	21-10-2021
		US 2021317620 A1	14-10-2021

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 2687631 B1 [0003]