



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.03.2024 Patentblatt 2024/10

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E01C 19/26 ^(2006.01) **E01C 19/28** ^(2006.01)
G05D 1/02 ^(2020.01)

(21) Anmeldenummer: **22192672.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E01C 19/26; E01C 19/288; G05D 1/0221

(22) Anmeldetag: **29.08.2022**

(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

(72) Erfinder: **Weis-Lanzendörfer, Holger**
65555 Limburg (DE)

(74) Vertreter: **Pfitzner, Hannes et al**
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler
Zinkler, Schenk & Partner mbB
Patentanwälte
Radtkoferstraße 2
81373 München (DE)

(71) Anmelder: **MOBA Mobile Automation AG**
65555 Limburg (DE)

(54) **VERDICHTER**

(57) Verdichter, insbesondere Straßenwalze oder Walze für den Erdbau oder selbstfahrende, autonome oder teilautonome Walze, zum Verdichten eines Untergrunds mit einer Steuerung, die folgende Merkmale aufweist: einen Sensor-/Dateneingang zum Erhalten von einem oder mehreren internen Prozesswerten; eine Schnittstelle, ausgebildet, um einen Basis-Maschinenparameter oder externen Maschinenparameter, bestimmt auf Basis von zumindest einem externen Prozesswert, der auf einer weiteren Baumaschine ermittelt

ist, zu erhalten; einen Prozessor, der ausgebildet ist, um auf Basis von zumindest einem der internen Prozesswerte unter Berücksichtigung des Basis-Maschinenparameters oder des externen Maschinenparameters einen internen Maschinenparameter zu bestimmen; einen Steuerausgang, der ausgebildet ist, um auf Basis des zumindest einen ermittelten internen Maschinenparameters ein Steuersignal auszugeben, um den Verdichter zu steuern.

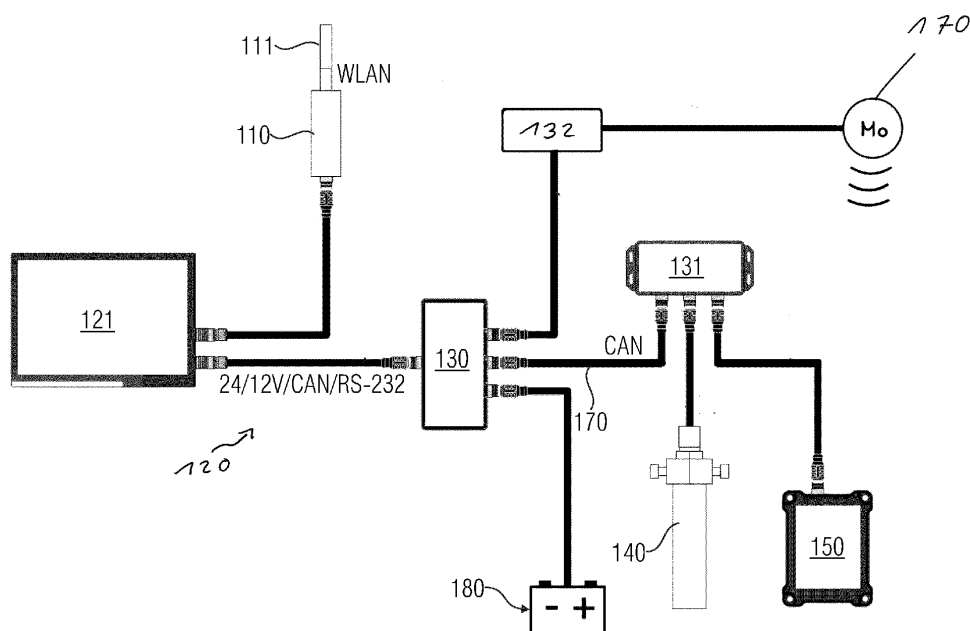


FIG 3

Beschreibung

[0001] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf einen Verdichter, insbesondere eine Straßenwalze oder Walze für den Erdbau oder selbstfahrende, autonome oder teilautonome Walze, sowie ein Verfahren zum Steuern eines Verdichters. Weitere Ausführungsbeispiele beziehen auf einen Maschinenverbund umfassend einen Verdichter und eine weitere Baumaschine beziehungsweise weiteren Verdichter.

[0002] Im Allgemeinen liegt die Erfindung auf dem Gebiet der Verdichtungssteuerung eines Verdichters unter Berücksichtigung von internen und externen Prozessparametern, vorzugsweise unter Verwendung von künstlicher Intelligenz.

[0003] Bereits im Stand der Technik gibt es Steuerungen für Walzen, die ein Verdichtungsmesssystem umfassen:

Die Patentanmeldung DE 102015122149 A1 beschreibt ein Verfahren zum autonomen Betrieb einer Verdichtungsvorrichtung zur Verdichtung eines Untergrunds. Mittels des Verdichtungsmesssystems werden Bereiche vorgemerkt, bei welchen noch eine Verdichtung notwendig ist. Auch darf in Abhängigkeit von diesen markierten Flächen eine Fläche erst bei Verdichtung aller Flächen als in hinreichender Qualität verdichtet vorgemerkt werden.

Die DE 102019002442 A1 beschreibt ein Verfahren zur teilautonomen Steuerung einer Baumaschine, insbesondere einer Bodenverdichtungsmaschine.

Die DE 102018104568 A1 beschreibt ein System und ein Verfahren zur automatisierten Bodenverdichtung, die die Position kontinuierlich monitort und Positionsanpassungen vornehmen kann.

Die US 9,267,245 beschreibt eine Verdichtungsmaschine mit Verdichtungsüberwachung. Hierbei werden in einem Lernmodus Messwerte ermittelt und einkopiert.

Die EP3147406 A1 beschreibt ein Messsystem und ein Verfahren zur Verdichtungskontrolle eines Belags für eine Verdichtungseinrichtung. Darüber hinaus ist die EP 3447191 A1 als weiterer Stand der Technik zu erwähnen.

Die DE 69434631 T2 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung des Verdichtungsgrades einer Bodenfläche.

[0004] Alle oben genannten Stand-der-Technik-Schriften haben gemein, dass es trotz teilautonomen oder sogar autonomen Betriebs keine automatisierte Steuerung der Verdichtungseinstellung gibt. Deshalb be-

steht der Bedarf nach einem verbesserten Ansatz.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Einstellung der Verdichtungssteuerung zu optimieren.

[0006] Ein Ausführungsbeispiel schafft einen Verdichter, insbesondere eine Straßenwalze zum Verdichten eines Untergrunds mit einer Steuerung. Die Steuerung umfasst einen Sensor-/Dateneingang, eine (Funk-)Schnittstelle und einen Prozessor. Der Sensor-/Dateneingang dient zum Erhalten von ein oder mehreren internen Prozesswerten, wie zum Beispiel Sensor-, Maschinen- und/oder Materialwerte. Die Schnittstelle ist ausgebildet, um einen Basis-Maschinenparameter oder einen externen Maschinenparameter, bestimmt auf Basis von zumindest einem externen Prozesswert, der auf einer weiteren Baumaschine, wie zum Beispiel einem weiteren Verdichter ermittelt ist, zu erhalten. Der Prozessor der Steuerung ist ausgebildet, um auf Basis von zumindest eines der internen Prozesswerte unter Berücksichtigung des Basis-Maschinenparameters / externen Maschinenparameters einen internen Maschinenparameter zu bestimmen. Mittels eines Steuerausgangs wird auf Basis des zumindest einen ermittelten internen Maschinenparameters ein Steuersignal ausgegeben, um den Verdichter zu steuern.

[0007] Entsprechend Ausführungsbeispielen handelt es sich bei den internen und/oder externen Maschinenparametern um Parameter aus der Gruppe, die folgende Parameter umfasst:

- Verdichtungsleistung;
- Frequenz bei der Verdichtung;
- Amplitude einer vibrierenden und/oder oszillierenden Bandage des Verdichters;
- Anzahl der Überfahrten über einen zu verdichtenden Untergrund; und/oder
- Fahrtrichtung und/oder Fahrgeschwindigkeit.

[0008] Alternativ zu dem externen Maschinenparameter kann auch ein Basismaschinenparameter verwendet werden. Bei den Basismaschinenparametern handelt es sich um einen Standardwert, der für eine aktuelle Baustelle vorgeschlagen ist und dann mit dem Fahren weiter optimiert wird, indem nach Übernahme des Basismaschinenparameters als interner Maschinenparameter eine Anpassung unter Verwendung der internen Prozesswerte erfolgt. Dieser Basismaschinenparameter kann beispielsweise für diese Baustelle unter Berücksichtigung von internen Prozesswerten, wie zum Beispiel Temperatur, Ausgangsmaterial, Sollverdichtungsgrad, etc. bestimmt werden. Die Bestimmung kann unter Verwendung einer Datenbank oder auch eines Cloud-Services erfolgen.

[0009] Wie oben bereits erläutert, kann es sich bei den internen und externen Prozesswerten um Sensor-, Maschinen- und/oder Materialwerte handeln. Beispiele hierfür sind:

- Verdichtungsgrad und/oder Bodensteifigkeit

- Temperatur des Asphalts oder Temperatur der aufzubringenden Schicht
- Umgebungsbedingungen wie bspw. Umgebungstemperatur und/oder Daten einer Wetterstation; und/oder
- bisherige Überfahrten

[0010] Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass entweder ein wie oben bereits erläuterter Basis-Maschinenparameter verwendet werden kann oder aber auch durch eine Art Maschinenverbund, insbesondere einem Verbund aus zwei Verdichtern, Informationen zur Verdichtungssteuerung ausgetauscht werden. Beispielsweise werden Maschinenparameter, d. h. also Maschineneinstellungen von einem im Verbund weiter vorne fahrenden Verdichter ermittelten, übernommen oder als Ausgangspunkt für die Einstellung des nachfolgenden Verdichters verwendet, um unter Berücksichtigung der internen Prozesswerte die internen Maschinenparameter zu bestimmen. Anhand eines Abgleichs der internen Prozesswerte mit den externen Prozesswerten kann beispielsweise ein Muster erkannt werden, um so dem Muster zugeordnete externen Prozesswerte auszuwählen. Hierdurch ist es vorteilhafterweise möglich, erprobte / lokal optimierte Maschinenparameter von extern, insbesondere extern aus dem näheren Umfeld, d. h. also mit ähnlichen Umgebungsbedingungen mitzuberücksichtigen und zusätzlich auch eine Anpassung an die aktuell herrschenden Konditionen auf Basis der internen Maschinenparameter durchzuführen. Durch die Verwendung großer Daten (interne plus externe Prozessparameter zusammen mit externen Maschinenparameter) kann wesentlich besser eine optimierte Einstellung der internen Maschinenparameter ermittelt werden. Das verbessert nicht nur die zu erreichende Qualität, sondern auch die Automatisierbarkeit.

[0011] Entsprechend Ausführungsbeispielen erfolgt die Bestimmung des internen Maschinenparameters wie folgt: die (Funk-)Schnittstelle ist ausgebildet, den zumindest einen externen Prozesswert zu erhalten, so dass der Prozessor unter Berücksichtigung des externen Prozesswertes den internen Maschinenparameterwert bestimmt. Beispielsweise kann der Prozessor ausgebildet sein, den externen Maschinenparameterwert als internen Maschinenparameterwert zu übernehmen und/oder anzupassen. Eine Übernahme ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn die ein oder mehreren internen Prozesswerte in einem Toleranzwert den einen oder mehreren externen Prozesswerten entsprechen.

[0012] Entsprechend einem Ausführungsbeispiel weist der Prozessor eine künstliche Intelligenz auf, die ausgebildet ist, auf Basis von internen und/oder externen Prozesswert(en) als Eingangsparameter und zumindest externen Maschinenparameter(n) als Ausgangsparameter einen Algorithmus zu trainieren, wobei der Algorithmus ausgebildet ist, um den zumindest einen internen Maschinenparameter zu bestimmen. Hierbei kann entsprechend Ausführungsbeispielen auch der aktuelle in-

terne Maschinenparameter berücksichtigt und variiert werden. Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel wäre es denkbar, dass auch ein oder mehrere Trainingsdatensätze zum Trainingsalgorithmus verwendet werden. Jeder Trainingsdatensatz weist beispielsweise interne und/oder externe Prozesswerte als Eingangsparameter sowie externe und/oder interne Maschinenparameter als Ausgangsparameter auf. Ein Künstliche-Intelligenz-Algorithmus eignet sich hervorragend aufgrund der vorzugweise Mehrzahl an auszuwertenden internen und externen Prozesswerten, auf Basis von welchen dann wiederum eine Mehrzahl von externen bzw. internen Maschinenparametern bestimmt werden.

[0013] Sowohl die Mehrzahl der Prozesswerte als auch die Mehrzahl der Maschinenwerte kann einen unterschiedlichen Typ aufweisen. Insofern umfassen die mehreren Prozesswerte eine Kombination aus den oben erläuterten Beispielen. Ebenso umfassen die mehreren Maschinenparameter eine Kombination aus den unterschiedlichen Beispielen für Maschinenparameter (siehe oben). Entsprechend Ausführungsbeispielen werden also mehrere unterschiedliche Prozesswerte (intern und extern) ausgewertet, um so entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen mehrere unterschiedliche Maschinenparameter (intern oder extern) zu erhalten.

[0014] Insbesondere bei Einsatz der künstlichen Intelligenz können auch mehrere Trainingsdatensätze zugeordnet zu mehreren Zeitfenstern bzw. mehreren Asphaltpositionen, die zu unterschiedlichsten Zeitfenstern bearbeitet sind sowohl beim Training als auch dann bei der aktuellen Bestimmung des internen Maschinenparameters verwendet werden.

[0015] Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Prozessor ausgebildet, den externen Maschinenparameter zusammen mit einem externen Prozesswert zu verarbeiten oder einen externen Maschinenparameter zusammen mit einem zugeordneten externen Prozesswert aus einem vorherigen Zeitfenster zu verarbeiten. Beispielsweise formen ein oder mehrere externe Prozesswerte, zusammen mit ein oder mehreren externen Maschinenparametern für einen Zeitpunkt (bzw. ein Zeitfenster), einen Datensatz. Entsprechend Ausführungsbeispielen können über die Schnittstelle mehrerer Datensätze empfangen werden, so dass der Prozessor mehrere externe Datensätze zugeordnet zu mehreren Zeitpunkten berücksichtigt. Auch wäre der Empfang von mehr als einer weiteren Baumaschine bzw. von mehr als einem weiteren Verdichter denkbar.

[0016] Wie oben bereits angedeutet, kann es sich bei der Schnittstelle um eine Funkschnittstelle handeln, die beispielsweise eine Kommunikation zu einer weiteren Baumaschine ermöglicht oder die auch eine Kommunikation zu einer Datenbank, z. B. einer in der Cloud gespeicherten Datenbank ermöglicht. Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen kann es sich bei der Schnittstelle allerdings auch um eine Hardware-Schnittstelle, wie zum Beispiel eine USB-Schnittstelle oder dergleichen handeln, über welche externe Daten, das heißt also

beispielsweise externe Maschinenparameter einlesbar sind.

[0017] Entsprechend einem Ausführungsbeispiel weist der Verdichter eine Schnittstelle zu einer Datenbank auf, wobei die Datenbank einen oder mehrere Trainingsdatensätze und/oder externe Maschinenparameter zugeordnet zu einem oder mehreren internen Prozesswerten aufweist; und/oder wobei die Datenbank durch einen Cloud-Service bereitgestellt wird. Die Datenbank kann durch einen Cloud-Service bereitgestellt werden. Entsprechend Ausführungsbeispielen ist der Prozessor ausgebildet, den zumindest einen internen Maschinenparameterwert unter Berücksichtigung einer Information der Datenbank zu bestimmen.

[0018] An dieser Stelle sein angemerkt, dass vorzugsweise externe Prozesswerte, mittels auch der weiteren Baumaschinen, bei der Bearbeitung eines Untergrunds zugehörig zu derselben oder einer angrenzenden Fläche, verwendet werden. Hierdurch kann dann vorteilhafterweise sichergestellt werden, dass die allgemeinen, aber nicht bestimmten Faktoren vergleichbar sind. Hierzu zählt beispielsweise der Untergrund des zu verdichtenden Untergrunds (Elastizitätsmodul, Vorhandensein von weiteren Bauwerken, wie zum Beispiel Brücke, etc.). Deshalb ist es vorteilhaft, wenn entsprechend Ausführungsbeispielen der Verdichter mit einer weiteren Baumaschine im Verbund, und insbesondere mit einem weiteren Verdichter im Verbund operiert.

[0019] Deshalb schafft ein weiteres Ausführungsbeispiel einen Maschinenverbund umfassend einen Verdichter, wie oben erläutert ist, und eine weitere Baumaschine bzw. einen weiteren Verdichter.

[0020] Ein weiteres Ausführungsbeispiel bezieht sich auf eine weitere Baumaschine, insbesondere Straßenbaumaschine, wie einen Straßenfertiger, Verdichter oder Straßenwalze mit einer Steuerung, die folgende Merkmale aufweist:

- einen Sensor-/Dateneingang zum Erhalten von einem oder mehreren internen Prozesswerten;
- einen Prozessor, der ausgebildet ist, um auf Basis von zumindest einem der internen Prozesswerten einen internen Maschinenparameter zu bestimmen; sowie
- einer Funkschnittstelle, die ausgebildet ist, den zumindest einen internen Maschinenparameterwert als externen Maschinenparameterwert zu übermitteln.

[0021] Entsprechend bevorzugten Ausführungsbeispielen handelt es sich bei den oben erläuterten Verdichtern um eine Straßenwalze oder eine Walze für den Erdbau, insbesondere eine selbstfahrende (Straßen-)Walze beziehungsweise eine autonome oder teilautonome (Straßen-)Walze. Allgemein sind die Kerngedanken der vorliegenden Erfindung auf autonom/teilautonom fahrende Baumaschinen anwendbar.

[0022] Ein weiteres Ausführungsbeispiel schafft ein

Verfahren zum Steuern eines Verdichters, insbesondere einer Straßenwalze mit folgenden Schritten:

- Erhalten von einem oder mehreren internen Prozesswerten;
- Erhalten (via Funk) von einem Basis-Maschinenparameter oder einem externen Maschinenparameter, bestimmt auf Basis von zumindest einem externen Prozesswert, der auf einer weiteren Baumaschine ermittelt ist;
- Bestimmen auf Basis von zumindest einem der internen Prozesswerte unter Berücksichtigung des Basis-Maschinenparameters / externen Maschinenparameters eines internen Maschinenparameters;
- Ausgeben auf Basis des zumindest einen ermittelten internen Maschinenparameters eines Steuersignals, um den Verdichter zu steuern.

[0023] Ein weiteres Ausführungsbeispiel beschreibt ein Computerprogramm zur Durchführung eines Verfahrens zum Steuern eines Verdichters (vgl. oben), wenn das Computerprogramm auf einer Steuerung eines Verdichters abläuft.

[0024] Weiterbildungen sind entsprechend definiert. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Straßenwalze gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Straßenwalze mit optionalen Merkmalen gemäß weiteren Ausführungsbeispielen;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Steuerung eines Verdichters gemäß Ausführungsbeispielen;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Verbunds von zwei Verdichtern, hier Straßenwalzen, gemäß Ausführungsbeispielen; und

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Verbunds eines Verdichters mit einer weiteren Maschine.

Bevor nachfolgend Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert werden, sei darauf hingewiesen, dass gleichwirkende Elemente und Strukturen mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, so dass die Beschreibung derer aufeinander anwendbar bzw. austauschbar sind.

[0025] Fig. 1 zeigt eine Walze 10 zum Verdichten eines Planums bzw. Untergrunds 30, mit einem Fahrerstand 70 und zwei Bandagen 50 und 60 im vorderen und hinteren Bereich der Walze 10. Zum Verdichten des Untergrunds 30 bewegt sich die Walze 10 auf der Oberfläche 20, vorzugsweise in einzelnen Bahnen vor und zurück,

um eine möglichst gleichmäßige bzw. flächendeckende Verdichtung des Untergrunds 30 herbeizuführen. Der Untergrund 30 kann dabei eine Asphaltschicht oder Ähnliches mit einer darunter befindlichen weiteren Schicht 40 sein. Um eine entsprechende Verdichtungskraft auf den Untergrund 30 auszuüben, kann die Bandage 50 mit einer Vibration beaufschlagt werden, so dass entsprechende Vibrationsschwingungen 80 in den Boden eindringen und den Untergrund 30 bei einer Überfahrt der Walze 10 entsprechend stärker verdichten. Die Stärke der Vibration bzw. die Amplitude und Frequenz der Schwingungen ist einstellbar.

[0026] Diese Parameter können als sogenannte "Maschinenparameter" zusammengefasst werden. Abhängig von diesen Maschinenparametern werden Steuersignale an die entsprechende Aktorik ausgegeben, um die Verdichtung zu steuern. Weitere Beispiele für Maschinenparameter neben der Frequenz bei der Verdichtung und/oder der Amplitude sind die Verdichtungsleistung und die Anzahl der Überfahrten über den zu verdichtenden Untergrund sowie die Fahrtrichtung und die Geschwindigkeit der Walze.

[0027] Der Prozessor berechnet diese internen Maschinenparameter auf Basis von internen Prozesswerten. Unter Prozesswerte werden beispielsweise Sensorwerte, Maschinenwerte und/oder Materialwerte zusammengefasst. Mit dem Materialwert wird der Ausgangsstoff der eingebauten Schicht beurteilt. Ein Beispiel für einen Maschinenwert ist beispielsweise die maximale Verdichtungsleistung der Straßenwalze und/oder das Gewicht. Mit Sensorwerten werden aktuelle Parameter, wie zum Beispiel der Verdichtungsgrad oder die Bodensteifigkeit beschrieben und können so bei der Bestimmung der Maschinenparameter mit berücksichtigt werden. Ein Beispiel für einen Sensor ist ein sogenanntes "FDVK-System" (flächendeckende dynamische Verdichtungskontrolle), dessen Grundprinzip nachfolgend exemplarisch dargestellt wird.

[0028] Bei der Fahrt der Walze 10 mit Schwingung der Bandage 50 und der daraus resultierenden dynamischen (homogenen) Erregung 80 wird durch den Bodenkontakt bzw. die Bodenkontaktkraft das Sinussignal oder allgemein das Vibrationssignal 80 verzerrt. Unter der Annahme, dass die Walzenparameter (Fahrgeschwindigkeit, statische Last, schwingende Masse, Exzentrizität, Masse der Unwucht oder weitere Parameter) konstant sind, können die Änderungen im Bewegungsverhalten der Bandage 50 eindeutig wechselnden Untergrundverhältnissen zugeordnet werden. Um diese zu messen, umfasst ein FDVK-System typischerweise einen oder mehrere Verdichtungssensoren (bspw. Beschleunigungssensoren), die z.B. an der Walze im Bereich der Bandagen 50/60 angeordnet sind.

[0029] Ausgehend von der so ermittelten Beschleunigung bzw. insbesondere der Beschleunigung in vertikaler Richtung können die Sensorsignale des Beschleunigungssensors im Frequenzraum analysiert werden. Der dimensionslose CMV-Wert (Compaction Meter Value,

Verdichtungsmesswert) ist bezogen auf die Amplitude der Erregerfrequenz proportional zu der Amplitude der ersten Oberschwingung. Das heißt also, dass der CMV-Wert immer in Abhängigkeit von der Erregerfrequenz ermittelt wird bzw. ein Verhältnis zwischen ermittelter Amplitude und erzeugter Amplitude darstellt. Hieraus wird klar, dass sich bei zunehmender absoluter Verdichtung an einem Punkt dieses Verhältnis verschiebt, sodass ausgehend von diesem Verhältnis auf die absolute Verdichtung geschlossen werden kann. Umgekehrt ausgedrückt heißt das, dass der CMV-Wert ein Maß für die absolute Verdichtung ist, wobei hier nicht Bezug genommen wird auf die insgesamt mögliche absolute Verdichtung des Belages, sondern auf die mit dieser eingesetzten Walze 10 erreichbare Verdichtung.

[0030] Alternativ oder additiv zu dem CMV-Wert, kann auch ein anderer Verdichtungsindikator (Verdichtungsgrad, Bodensteifigkeit wie bspw. E_{VB} -Wert, Setz- oder Walzmaß, relative Verdichtung, usw.) an der Walze ermittelt und verwendet werden. Da es sich hierbei größtenteils um relative Verdichtungswerte handelt, wird beispielsweise bei der Ermittlung dieser Werte auch eine Sollverdichtung oder eine maximal mögliche Verdichtung mitberücksichtigt. Diese kann beispielsweise vom Ausgangsmaterial oder auch den Geländebedingungen (Untergrund, vgl. unterschiedliche mögliche Verdichtungen bei Brücken, Kanaldurchführungen, Schwachstellen oder Inhomogenitäten im Untergrund, Informationen zu Bodenart oder Schichtaufbau, etc.) abhängig sein. Hierzu ist es vorteilhaft, wenn für den jeweiligen Verdichtungswert/CMV-Wert bzw. für den jeweiligen Verdichtungsindikator eine Position zugeordnet ist, die mit Geländedaten oder über Geländedaten verknüpften Informationen (Geländebedingungen) abgeglichen wird. Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen kann als interner Prozesswert auch eine Positionsinformation oder auch Geländedaten dienen, über welche eine Zuordnung zu weiteren Informationen, beispielsweise Sollprozesswerten, möglich ist.

[0031] Selbstverständlich sind auch weitere Sensoren additiv oder alternativ einsetzbar, wie zum Beispiel ein weiterer Verdichtungssensor, ein Wegsensor oder ein Temperaturmesser oder Ähnliches.

[0032] Durch die Berücksichtigung der internen Prozesswerte ist es möglich, die internen Maschinenparameter automatisiert zu bestimmen und automatisiert zu regeln. Daher kann bei einer Walze, oder auch bei einer autonom fahrenden Walze die Steuerung, die mit dem Verdichtungsmesssystem (FDVK) gekoppelt ist, automatisch und autonom auf Basis von Sensor-, Maschinen- und Materialdaten selbständig die Verdichtungsleistung der Maschine (beispielsweise Frequenz und Amplitude einer vibrierenden Bandage, Anzahl der Überfahrten über einen zu verdichtenden Untergrund, etc.) steuern und regeln, um eine optimale Verdichtung bzw. einen optimalen Verdichtungsgrad bzw. eine optimale Steifigkeit des Untergrunds zu erreichen. Hier könnte entsprechend Ausführungsbeispielen die Verwendung von KI

(künstlicher Intelligenz) zusammen mit einer dafür erforderlichen Infrastruktur auf der Walze (Anbindung an Cloud-System, KI-Rechnersystem, erweitertes Sensorsystem etc.) helfen.

[0033] Wie oben erläutert, gibt es eine Mehrzahl an Einflussfaktoren seitens der Anlage und der aktuellen Prozessbedingungen sowie eine Mehrzahl an Stellgrößen, um die Verdichtungsarbeit an die aktuellen Prozesswerte anzupassen. Der Algorithmus kann beispielsweise ein KI-Algorithmus sein. Entsprechend der Erfindung werden allerdings nicht nur die internen Prozesswerte, sondern vor allem auch externe Informationen mit berücksichtigt. Hierbei kann es sich beispielsweise um externe Prozesswerte, ermittelt mit einer weiteren Straßenbaumaschine, wie zum Beispiel einen weiteren Verdichter, oder vor allem auch um externe Maschinenparameter, mittels welchen beispielsweise ein weiterer Verdichter gesteuert wird, handeln. Die dahinterstehende Idee ist, dass hier mehrere sich auf der Baustelle befindliche Einheiten wie zum Beispiel Verdichter oder Walzen die Adaption als eine Art Schwarmintelligenz durchführen, so dass die eine Walze von den Anpassungen bzw. Anpassungsversuchen der anderen Walze profitiert. Dies ermöglicht eine schnellere und optimalere Ausregelung der Situation. Hierzu tauschen die mehreren Walzen Dateninformationen, wie beispielsweise erkannte Muster und deren Lösungen, untereinander aus. Die Daten werden durch externe Prozesswerte repräsentiert, während die Lösungen durch externe Maschinenparameter repräsentiert werden. Die Vernetzung der mehreren Verdichter erfolgt beispielsweise durch eine Funkschnittstelle der Steuerung. Die Steuerung ist in Fig. 3 gezeigt.

[0034] Fig. 3 zeigt eine Maschinensteuerung 120, die in diesem Ausführungsbeispiel aus einem Prozessor 121 und einer Steuerung 120 besteht. Der Prozessor 121 ist mit einem Funkempfänger 110 verbunden. Die Steuerung 130 weist darüber hinaus zwei Schnittstellen 131 und 132 auf. Die Schnittstelle 131 dient zur Ankopplung einer Sensorik, das heißt also, um die ein oder mehreren internen Prozesswerte zu erhalten. Über diesen Sensor-/Dateneingang können zum Beispiel Sensordaten von dem Temperatursensor 140 oder auch eine Verdichtungs- oder Steifigkeitsinformation von dem FDVK-System (CMV-Wert oder E_{VIB} -Wert) erhalten werden. Alternativ oder additiv kann über diesen Sensor-/Dateneingang 131 auch eine Information bezüglich eines Maschinenwerts, z. B. die Fahrgeschwindigkeit oder eine Information über einen Materialwert, z. B. eine Verdichtungsfähigkeit der eingebauten Schicht(en) erhalten werden.

[0035] Der Ausgang 132 ist ein Steuerausgang und dazu ausgebildet, auf Basis von internen Maschinenparametern, wie beispielsweise die Frequenz bei der Verdichtung oder die Amplitude bei der Verdichtung beschreiben, die Verdichtungsmaschine zu steuern. Hier ist exemplarisch als Akteur der Vibrationserzeuger einer Bandage illustriert.

[0036] Wie hier dargestellt, sind die zwei Schnittstellen 131 und 132 über einen optionalen Verbindungsblock

130 mit der Steuerung 120, die den Prozessor 121 aufweist, verbunden.

[0037] Der Prozessor 121 ermittelt die internen Maschinenparameter basierend auf den internen Prozesswerten unter Berücksichtigung von externen Maschinenparametern, das heißt also Maschinenparametern, die beispielsweise die Ansteuerung eines weiteren Verdichters im Verbund verwenden. Diese externen Maschinenparameter werden beispielsweise derart berücksichtigt, dass hier die künstliche Intelligenz, die in dem Prozessor 121 implementiert ist, die externen Maschinenparameter, z. B. in Verbindung mit externen Prozesswerten als weitere Trainingsdatensätze zu bestimmen. Beispielsweise kann auch ein Abgleich der externen Prozesswerte und internen Prozesswerte derart erfolgen, dass dann ein passender externer Maschinenparameter als interner Maschinenparameter übernommen wird oder der externe Maschinenparameter übernommen und an die aktuelle Situation angepasst wird. Vorteilhaft hierbei ist, dass so also unter Verwendung von KI eine Art Schwarmintelligenz gebildet wird, indem die sich auf der Baustelle befindlichen Verdichter/Walzen/Baumaschine miteinander vernetzt sind, um Daten und Informationen auszutauschen. Wenn beispielsweise eine erste Baumaschine ein Muster erkannt hat und hierfür durch Optimierung eine Lösung gefunden hat, kann die Information, die das Muster beschreibt, sowie die entsprechende Lösung in Form von Maschinenparametern an den nächsten Verdichter weitergegeben werden. Vorzugsweise sind die Umgebungsbedingungen auf eine Baumaschine gleich oder vergleichbar, wenn beispielsweise zwei Verdichter dieselbe Gesamtfläche bzw. aneinander angrenzende Teilflächen verdichten. In diesem Fall kann von vergleichbaren Umgebungsbedingungen ausgegangen werden.

[0038] Auch kann entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen eine Anbindung an ein Cloud-System oder eine Datenbank, eine Datenbank in einer Cloud, über die Schnittstelle 110 erfolgen. Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen können von extern auch Sensorwerte oder andere Informationen erhalten werden. Ein Beispiel wäre ein Temperaturwert, der von der Straßenwalze empfangen wird. Bezüglich der Schnittstelle 110 sei angemerkt, dass diese vorzugsweise eine Antenne 111 aufweist und beispielsweise auf den WLAN-Standard oder einen Mobilfunkstandard (LTE oder 5G) basiert. Wie unten noch weiter ausgeführt werden wird, kann alternativ zu der Schnittstelle 110 eine andere Schnittstelle, wie zum Beispiel eine USB-Schnittstelle oder dergleichen verwendet werden.

[0039] In obigen Ausführungsbeispielen wurde immer von einem externen Maschinenparameter ausgegangen, der auf einer weiteren Walze ermittelt ist. Alternativ zu diesem externen Maschinenparameter kann auch ein sogenannter Basismaschinenparameter, das heißt also ein Ausgangswert für den internen Maschinenparameter verwendet werden. Dieser ist entsprechend Ausführungsbeispielen auch auf einer weiteren Straßenwalze

beziehungsweise einem weiteren Verdichter ermittelt oder für eine entsprechende Straßenwalze beziehungsweise einen entsprechenden Verdichter simuliert. Der Basismaschinenparameter kann entsprechend Ausführungsbeispielen in einer Datenbank abgelegt sein oder unter Verwendung eines Cloud-Services bestimmt werden. Hier können entsprechend Ausführungsbeispielen unterschiedlichste interne Prozesswerte direkt mitberücksichtigt werden. Beispielsweise kann das aktuelle Asphaltmaterial oder die aktuelle Temperatur bei der Bestimmung des Basismaschinenparameters verwendet werden. Entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird dieser Basismaschinenparameter mittels künstlicher Intelligenz unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Trainingsdaten beziehungsweise unter Berücksichtigung einer Vielzahl von externen Maschinenparametern von unterschiedlichen, bevorzugterweise unterschiedlichen aber dennoch vergleichbaren Baustellen bestimmt.

[0040] Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen erfolgt nicht nur die Regelung der Verdichtungsparameter automatisch, sondern auch die Steuerung des Verdichters. Insofern bezieht sich ein weiteres Ausführungsbeispiel auf eine autonom / halbautonom fahrende / selbstfahrende Walze mit integrierter autonomer Verdichtungssteuerung/Regelung. Bei diesem Ausführungsbeispiel wäre es vorteilhaft, wenn die autonom fahrende Walze ein Messsystem, wie zum Beispiel ein Verdichtungsmesssystem umfasst.

[0041] Darüber hinaus ist auch noch eine optionale Batterie 180 dargestellt, die alle Komponenten zur Steuerung, das heißt also die Steuerung 120, die Funkschnittstelle 110, die Schnittstelle 131, 132 sowie optional auch die Messsysteme mit elektrischer Energie versorgt.

[0042] Bezug nehmend auf Fig. 2 werden nun optionale Merkmale, wie zum Beispiel ein Display zur Anzeige der Prozesswerte (Verdichtungsgrad, Bodensteifigkeit, Temperatur, etc.) oder auch zum Empfang von Steuerungsbefehlen erläutert.

[0043] Fig. 2 zeigt eine Walze 10 in Kombination mit einem Verdichtungsmesssystem 15 bzw. 15', das im Bereich der vorderen Bandage und dem Chassis der Walze angeordnet ist. Dies umfasst einen Schwingungsaufnehmer 150 (beispielsweise einen Beschleunigungssensor). Mittels des Schwingungsaufnehmers 150 kann der CMV-Wert (Compaction Meter Value, Verdichtungswert) ermittelt werden, sobald eine Erregerfrequenz durch die Vibration der Bandage 50 bereitgestellt wird. Darüber hinaus können auch noch weitere Informationen, z. B. von einem GPS oder GNSS-Sensor (2D-, 3D-Position) verwendet werden. Der GNSS-Empfänger 100 liefert die nötigen Positionsinformationen an die Recheneinheit 120. Zusätzlich können zu der Auswertung der reinen Beschleunigung, ermittelt mittels des Schwingungsaufnehmers 150, auch noch zusätzliche Parameter, wie z.B. die Temperatur des Planums, ermittelt mittels des Temperatursensors 140 mit berücksichtigt werden. Mittels der Kommunikationseinheit 110 können Daten mit einer

Zentrale, wie z.B. die aktuellen Messdaten, ausgetauscht werden. Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass sich die Bezugszeichen 161 bis 165 auf die elektrischen Verbindungen, z. B. RS232 oder CAN-Busverbindungen beziehen.

[0044] Auf der Walze im Führerstand kann die Recheneinheit 120 vorgesehen sein, wobei die Recheneinheit 120 entsprechend Ausführungsbeispielen auch ein Display zur Illustration von Informationen bzw. allgemein als Mensch/Maschine-Schnittstelle, das heißt also auch zum Empfangen von Steuerdaten, aufweisen kann. Sowohl das Element 120 mit dem Display als auch der Positionssensor 110 oder die Kommunikationsschnittstelle 110 können als geteilte Einheiten ausgeführt sein, das heißt also nicht nur der Verdichtungssteuerung, sondern auch der Fahrzeugsteuerung zur Verfügung gestellt werden bzw. von dieser benutzt werden.

[0045] Bezug nehmend auf Fig. 4 wird eine Kolonne umfassend zwei Verdichtungsmaschinen 10a und 10b erläutert. Die zwei Verdichtungsmaschinen 10a und 10b bewegen sich hier beispielsweise in gleiche Richtung, was anhand der Pfeile illustriert ist und zwar auf der gemeinsamen zu verdichtenden Fläche 5. Ein Bereich 5s, der gerade durch die Verdichtungsmaschine 10b verdichtet wird, ist in der zu verdichtenden Fläche 5 illustriert. Dieser weist eine besondere Charakteristik auf, z. B. eine bestimmte Segregation, so dass für diesen Bereich angepasste Maschinenparameter optimal werden, um eine optimale Verdichtung sicherzustellen. Ferner sei angenommen, dass die Verdichtungssteuerung der Verdichtungsmaschine 10b ausgehend von dem vorhandenen Muster der Verdichtungswerte oder Umgebungsbedingungen, die externen Prozessparameter so angepasst sind, dass die Verdichtung optimal ist. Diese Information umfassend die Prozesswerte zur Erkennung des Musters und die Maschinenparameter zur optimalen Verdichtung eines derartigen Bereichs 5s können per Funk der Verdichtungsmaschine 10a bzw. der Verdichtungssteuerung der Verdichtungsmaschine 10a zur Verfügung gestellt werden. Sobald die Verdichtungsmaschine 10a dann den Bereich 5s überfährt, kann es hier das Muster erkennen und die Maschinenparameter entsprechend anpassen. Wenn beispielsweise, z. B. infolge des Versatzes die Stelle 5s über ihre Fläche hinaus variiert, kann eine weitere Optimierung der Maschinenparameter hinsichtlich des von der Maschine 10a überfahrenden Bereich erfolgen, und zwar unter Berücksichtigung der internen Prozesswerte, externen Prozesswerte und externen Maschinenparameter, um optimale interne Maschinenparameter zu berücksichtigen.

[0046] Diese Kolonne aus Fig. 4 kann entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen auch um eine weitere Maschine erweitert werden, z. B. wie es in Fig. 5 dargestellt ist.

[0047] Fig. 5 zeigt eine Erweiterung zur Fig. 4, nämlich um eine weitere Straßenbaumaschine, nämlich einen Straßenfertiger 11 im Verbund. Der Straßenfertiger 11 ist mit den Verdichtern 10a und 10b, z. B. per Funk oder

über ein Cloud-Service vernetzt und kann so diesem notwendige Informationen zur Verfügung stellen. Beispiele für derartige Informationen sind die Asphalttemperatur oder der Asphalttyp.

[0048] Bezüglich der obigen Ausführungsbeispiele sei angemerkt, dass statt der erläuterten Funkschnittstelle auch eine andere Schnittstelle, wie zum Beispiel eine USB-Schnittstelle oder dergleichen verwendet werden kann, über welche externe Daten (externe Maschinenparameter, externe Prozesswerte, Trainingsdaten, ...) einlesbar sind.

[0049] Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens darstellen, sodass ein Block oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein entsprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal eines Verfahrensschrittes zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmals einer entsprechenden Vorrichtung dar. Einige oder alle der Verfahrensschritte können durch einen Hardware-Apparat (oder unter Verwendung eines Hardware-Apparats), wie zum Beispiel einen Mikroprozessor, einen programmierbaren Computer oder eine elektronische Schaltung. Bei einigen Ausführungsbeispielen können einige oder mehrere der wichtigsten Verfahrensschritte durch einen solchen Apparat ausgeführt werden.

[0050] Je nach bestimmten Implementierungsanforderungen können Ausführungsbeispiele der Erfindung in Hardware oder in Software implementiert sein. Die Implementierung kann unter Verwendung eines digitalen Speichermediums, beispielsweise einer Floppy-Disk, einer DVD, einer Blu-ray Disc, einer CD, eines ROM, eines PROM, eines EPROM, eines EEPROM oder eines FLASH-Speichers, einer Festplatte oder eines anderen magnetischen oder optischen Speichers durchgeführt werden, auf dem elektronisch lesbare Steuersignale gespeichert sind, die mit einem programmierbaren Computersystem derart zusammenwirken können oder zusammenwirken, dass das jeweilige Verfahren durchgeführt wird. Deshalb kann das digitale Speichermedium computerlesbar sein.

[0051] Manche Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung umfassen also einen Datenträger, der elektronisch lesbare Steuersignale aufweist, die in der Lage sind, mit einem programmierbaren Computersystem derart zusammenzuwirken, dass eines der hierin beschriebenen Verfahren durchgeführt wird.

[0052] Allgemein können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung als Computerprogrammprodukt mit einem Programmcode implementiert sein, wobei der Programmcode dahin gehend wirksam ist, eines der Verfahren durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Computer abläuft.

[0053] Der Programmcode kann beispielsweise auch

auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert sein.

[0054] Andere Ausführungsbeispiele umfassen das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren, wobei das Computerprogramm auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist. Mit anderen Worten ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens somit ein Computerprogramm, das einen Programmcode zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren aufweist, wenn das Computerprogramm auf einem Computer abläuft.

[0055] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verfahren ist somit ein Datenträger (oder ein digitales Speichermedium oder ein computerlesbares Medium), auf dem das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren aufgezeichnet ist.

[0056] Ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist somit ein Datenstrom oder eine Sequenz von Signalen, der bzw. die das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren darstellt bzw. darstellen. Der Datenstrom oder die Sequenz von Signalen kann bzw. können beispielsweise dahin gehend konfiguriert sein, über eine Datenkommunikationsverbindung, beispielsweise über das Internet, transferiert zu werden.

[0057] Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst eine Verarbeitungseinrichtung, beispielsweise einen Computer oder ein programmierbares Logikbauelement, die dahin gehend konfiguriert oder angepasst ist, eines der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen.

[0058] Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst einen Computer, auf dem das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren installiert ist.

[0059] Ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung umfasst eine Vorrichtung oder ein System, die bzw. das ausgelegt ist, um ein Computerprogramm zur Durchführung zumindest eines der hierin beschriebenen Verfahren zu einem Empfänger zu übertragen. Die Übertragung kann beispielsweise elektronisch oder optisch erfolgen. Der Empfänger kann beispielsweise ein Computer, ein Mobilgerät, ein Speichergerät oder eine ähnliche Vorrichtung sein. Die Vorrichtung oder das System kann beispielsweise einen Datei-Server zur Übertragung des Computerprogramms zu dem Empfänger umfassen.

[0060] Bei manchen Ausführungsbeispielen kann ein programmierbares Logikbauelement (beispielsweise ein feldprogrammierbares Gatterarray, ein FPGA) dazu verwendet werden, manche oder alle Funktionalitäten der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann ein feldprogrammierbares Gatterarray mit einem Mikroprozessor zusammenwirken, um eines der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen. Allgemein werden die Verfahren bei einigen Ausführungsbeispielen seitens einer beliebigen Hardwarevorrichtung durchgeführt. Diese kann eine universell einsetzbare Hardware wie ein Computerprozes-

sor (CPU) sein oder für das Verfahren spezifische Hardware, wie beispielsweise ein ASIC.

[0061] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzzumfang der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert wurden, beschränkt sei.

Patentansprüche

1. Verdichter (10, 10a, 10b), insbesondere Straßenwalze oder Walze für den Erdbau oder selbstfahrende, autonome oder teilautonome Walze, zum Verdichten eines Untergrunds (30, 5) mit einer Steuerung, die folgende Merkmale aufweist:

einen Sensor-/Dateneingang (131) zum Erhalten von einem oder mehreren internen Prozesswerten;

eine Schnittstelle (110), ausgebildet, um einen Basis-Maschinenparameter oder externen Maschinenparameter, bestimmt auf Basis von zumindest einem externen Prozesswert, der auf einer weiteren Baumaschine ermittelt ist, zu erhalten;

einen Prozessor (121), der ausgebildet ist, um auf Basis von zumindest einem der internen Prozesswerte unter Berücksichtigung des Basis-Maschinenparameters oder des externen Maschinenparameters einen internen Maschinenparameter zu bestimmen;

einen Steuerausgang (132), der ausgebildet ist, um auf Basis des zumindest einen ermittelten internen Maschinenparameters ein Steuersignal auszugeben, um den Verdichter (10, 10a, 10b) zu steuern.

2. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß Anspruch 1, wobei der interne und/oder externe Maschinenparameter aus der Gruppe, die folgende Parameter umfasst, stammt:

- Verdichtungsleistung;
- Frequenz bei der Verdichtung;
- Amplitude einer vibrierenden und/oder oszillierenden Bandage des Verdichters (10, 10a, 10b);
- Anzahl der Überfahrten über einen zu verdichtenden Untergrund (30, 5); und/oder
- Fahrtrichtung und/oder Fahrgeschwindigkeit.

3. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der interne Prozesswert und/oder externe Prozesswert einen Sensor-, Maschinen- und/oder Materialwert umfasst.

4. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der externe Prozesswert, ermittelnd auf der weiteren Baumaschine, bei der Bearbeitung eines Untergrund (30, 5) zugehörig zu derselben oder einer angrenzenden Fläche bestimmt ist.

5. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Verdichter (10, 10a, 10b) mit der weiteren Baumaschine im Verbund und/oder mit einem weiteren Verdichter (10, 10a, 10b) im Verbund operiert.

6. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schnittstelle (110) ausgebildet ist, den zumindest einen externen Prozesswert zu erhalten, so dass der Prozessor (121) unter Berücksichtigung des externen Prozesswerts den internen Maschinenparameter bestimmt; und/oder wobei der Prozessor (121) ausgebildet ist, den externen Maschinenparameterwert als internen Maschinenparameterwert zu übernehmen, oder wobei der Prozessor (121) ausgebildet ist, den externen Maschinenparameterwert als internen Maschinenparameterwert zu übernehmen, wenn die einen oder mehreren internen Prozesswerte in einem Toleranzbereich den ein oder mehreren externen Prozesswerten entsprechen.

7. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der interne und/oder der externe Prozesswert zumindest einen der folgenden Werte umfasst:

- Verdichtungsgrad, Bodensteifigkeit, Setzmaß oder relative Verdichtung;
- Temperatur des Asphalts oder Temperatur der aufzubringenden Schicht;
- Umgebungsbedingungen, insbesondere Umgebungstemperatur und/oder Daten einer Wetterstation;
- Geländedaten oder mit Geländedaten verknüpfte Informationen; und/oder
- bisherige Überfahrten.

8. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Prozessor (121) eine künstliche Intelligenz aufweist, die ausgebildet ist, auf Basis von internen und/oder externen Prozesswerten als Eingangsparameter und zumindest einem externen Maschinenparameter als Ausgangsparameter einen Algorithmus zu trainieren, wobei der Algorithmus ausgebildet ist, um den zumindest

- einen internen Maschinenparameter zu bestimmen;
oder
wobei der Prozessor (121) eine künstliche Intelligenz aufweist, die ausgebildet ist, auf Basis von internen und/oder externen Prozesswerten als Eingangsparmeter und zumindest einem externen Maschinenparameterwert als Ausgangsparmeter einen Algorithmus unter Berücksichtigung zumindest eines aktuellen internen Maschinenparameters zu trainieren, wobei der Algorithmus ausgebildet ist, um den zumindest einen internen Maschinenparameter zu bestimmen.
- 5
9. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß Anspruch 8, wobei die künstliche Intelligenz ausgebildet ist, ausgehend von einem oder mehreren Trainingsdatensätzen, wobei ein Trainingsdatensatz interne und/oder externe Prozesswerte als Eingangsparmeter sowie externe und/oder interne Maschinenparameter als Ausgangsparmeter aufweist, den Algorithmus zu trainieren.
- 10
10. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schnittstelle (110) eine Schnittstelle zu einer Datenbank aufweist, wobei die Datenbank einen oder mehrere Trainingsdatensätze und/oder Basis-Maschinenparameter und/oder externe Maschinenparameter zugeordnet zu einem oder mehreren internen Prozesswerten aufweist; und/oder
- 15
- wobei die Datenbank durch einen Cloud-Service bereitgestellt wird.
- 20
11. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß Anspruch 10, wobei der Prozessor (121) ausgebildet ist, den zumindest einen internen Maschinenparameterwert unter Berücksichtigung einer Information der Datenbank zu bestimmen.
- 25
12. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Prozessor (121) ausgebildet, den externen Maschinenparameter zusammen mit einem externen Prozesswert zu verarbeiten und/oder einen externen Maschinenparameter zusammen mit einem zugeordneten externen Prozesswert aus einem vorherigen Zeitfenster zu verarbeiten und/oder mehrere externen Maschinenparameter zusammen mit zugeordneten externen Prozesswerten zu verarbeiten.
- 30
13. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schnittstelle (110) eine Funkschnittstelle oder USB-Schnittstelle oder dergleichen umfasst.
- 35
14. Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Verdichter einen Positionssensor (100) umfasst, der ausgebildet ist, um eine Positionsinformation zu bestimmen, und/oder wobei der Prozessor (121) ausgebildet ist, den externen Maschinenparameter unter Berücksichtigung einer Information, die einer Positionsinformation zugeordnet ist, zu bestimmen.
- 40
15. Baumaschine, insbesondere Straßenbaumaschine, Straßenfertiger, Verdichter (10, 10a, 10b) oder Straßenwalze, mit einer Steuerung, die folgende Merkmale aufweist:
- 45
- einen Sensor-/Dateneingang (131) zum Erhalten von einem oder mehreren internen Prozesswerten;
einen Prozessor (121), der ausgebildet ist, um auf Basis von zumindest einem der internen Prozesswerten einen internen Maschinenparameter zu bestimmen; sowie
einer Schnittstelle oder Funkschnittstelle (110), die ausgebildet ist, den zumindest einen internen Maschinenparameterwert als externen Maschinenparameterwert zu übermitteln.
- 50
16. Maschinenverbund umfassend einen Verdichter (10, 10a, 10b) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 sowie eine weitere Baumaschine gemäß Anspruch 15.
- 55
17. Verfahren zum Steuern eines Verdichters (10, 10a, 10b), insbesondere einer Straßenwalze oder Walze für den Erdbau oder selbstfahrende, autonome oder teilautonome Walze, zum Verdichten eines Untergrunds (30, 5), mit folgenden Schritten:
- Erhalten von einem oder mehreren internen Prozesswerten;
Erhalten von einem Basis-Maschinenparameter oder einem externen Maschinenparameter, bestimmt auf Basis von zumindest einem externen Prozesswert, der auf einer weiteren Baumaschine ermittelt ist;
Bestimmen auf Basis von zumindest einem der internen Prozesswerte unter Berücksichtigung des Basis-Maschinenparameters oder des externen Maschinenparameters eines internen Maschinenparameters;
Ausgeben auf Basis des zumindest einen ermittelten internen Maschinenparameters eines Steuersignals, um den Verdichter (10, 10a, 10b) zu steuern.
18. Computerprogramm zum Durchführen eines Verfahrens nach Anspruch 17, wenn das Computerprogramm auf einer Steuerung eines Verdichters (10, 10a, 10b) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 abläuft.

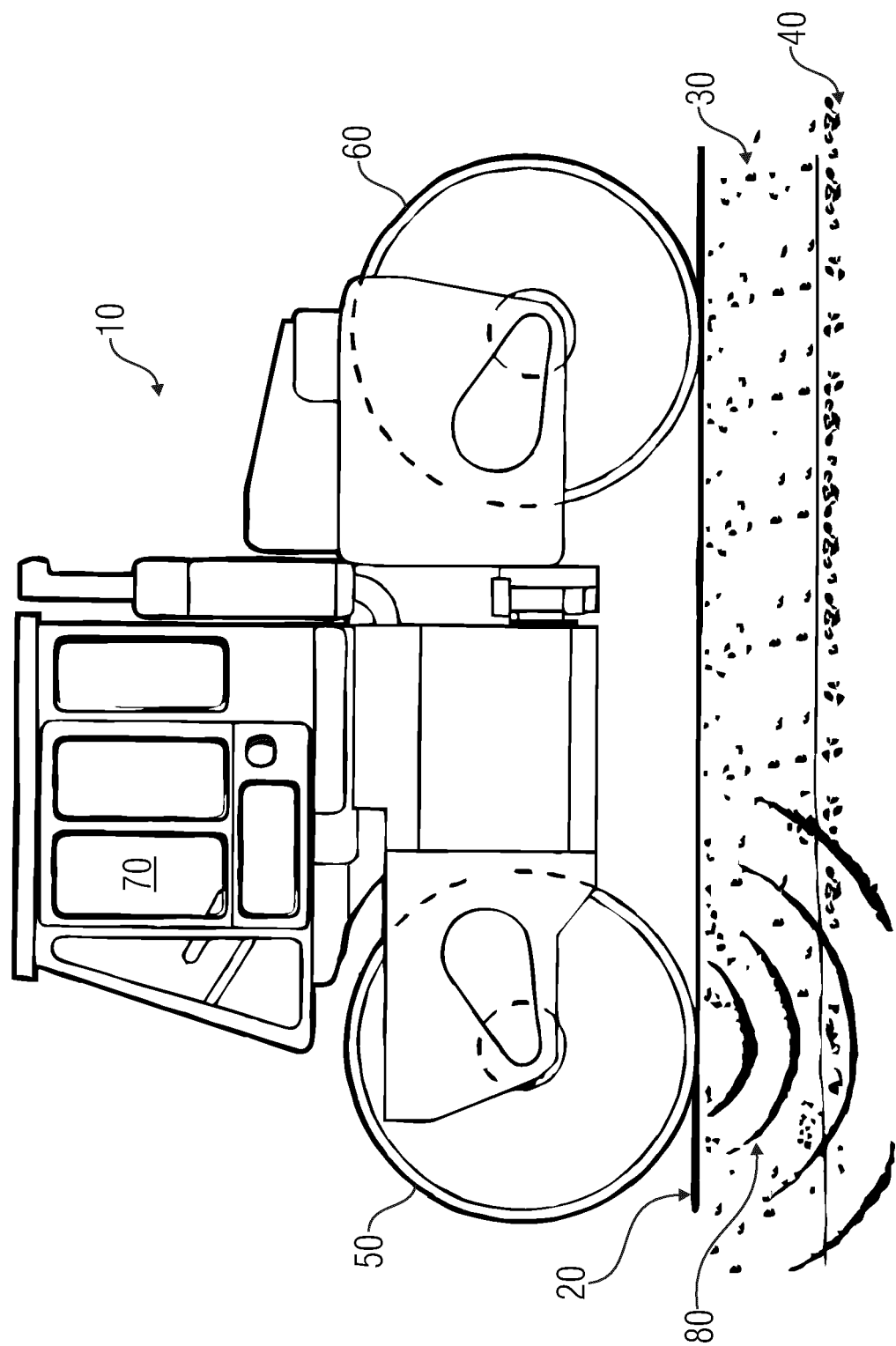
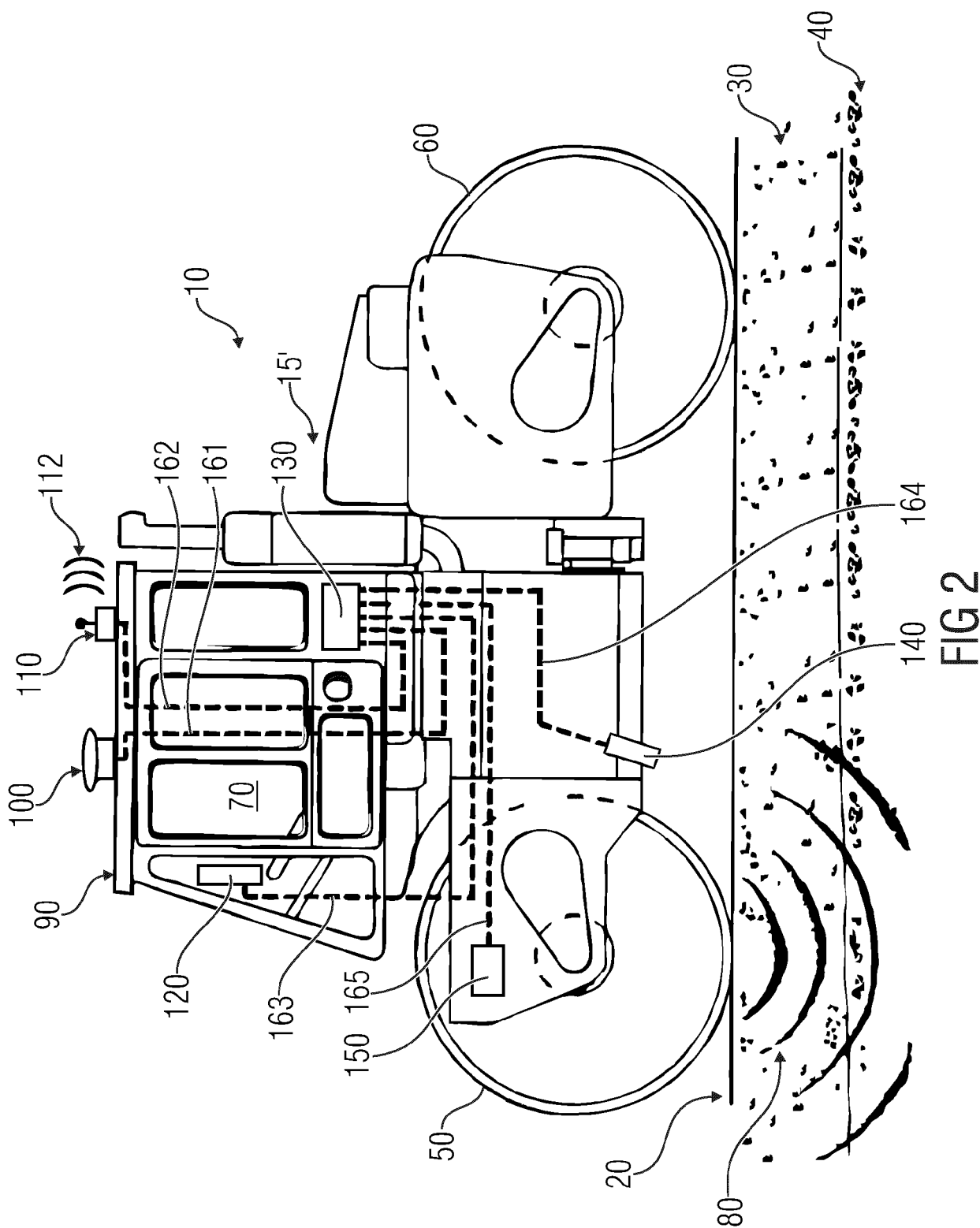


FIG 1



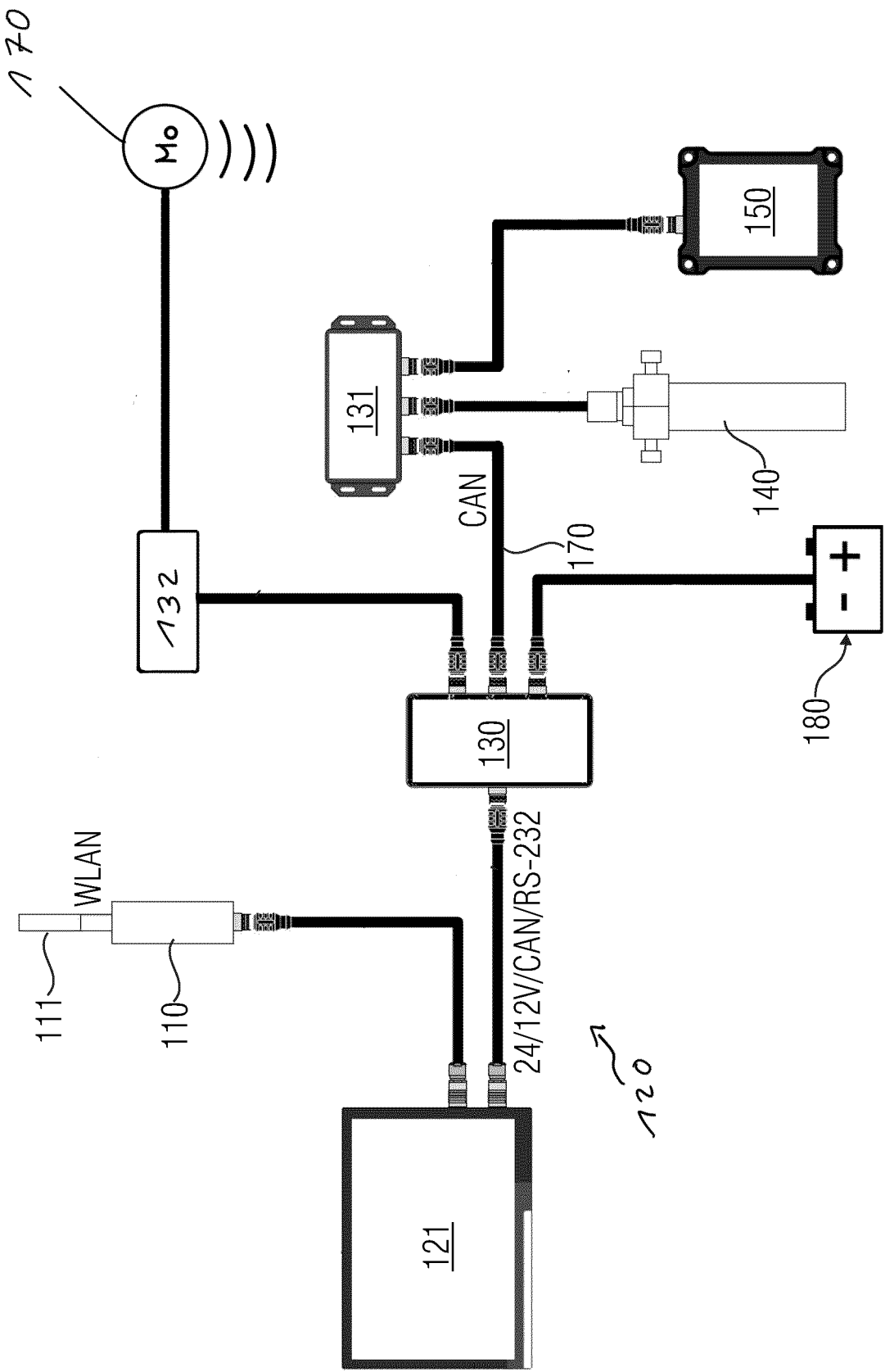


FIG 3

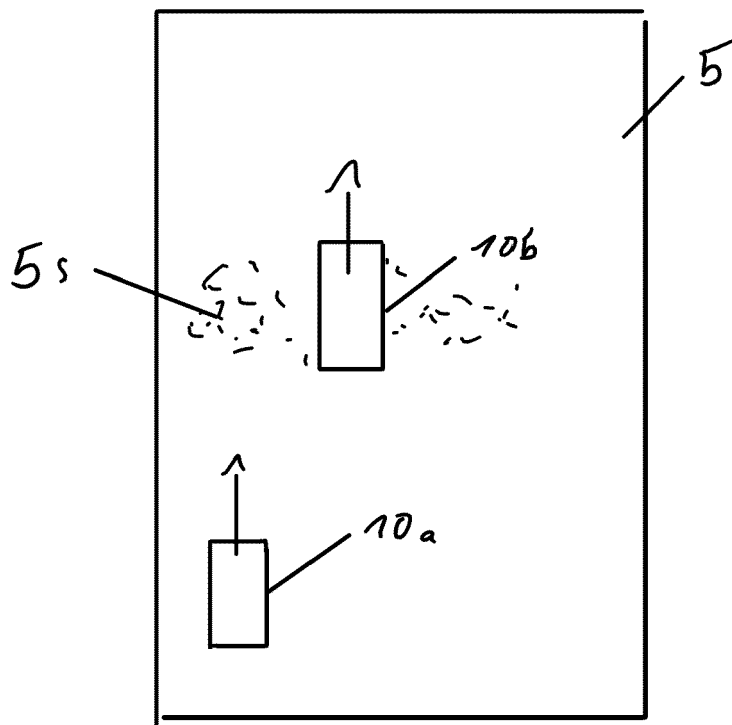


Fig. 4

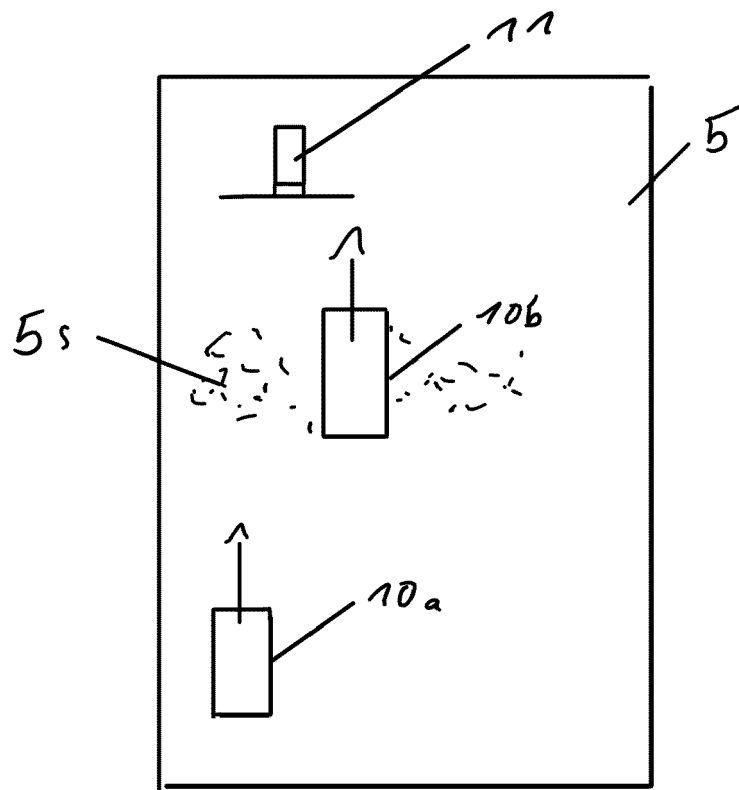


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 2672

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2020/006698 A1 (UNIV TSINGHUA [CN]) 9. Januar 2020 (2020-01-09) * das ganze Dokument *	1-18	INV. E01C19/26 E01C19/28 G05D1/02
X	CN 111 794 052 A (LIUGONG WUXI ROAD MACHINERY CO LTD) 20. Oktober 2020 (2020-10-20) * das ganze Dokument *	1-7, 10-18	
X	EP 3 896 223 A1 (VOEGELE AG J [DE]) 20. Oktober 2021 (2021-10-20) * das ganze Dokument *	1-7, 12-18	
X	CN 110 258 259 A (SICHUAN CHUANJIAO ROAD & BRIDGE CO LTD; UNIV TSINGHUA) 20. September 2019 (2019-09-20) * das ganze Dokument *	1-7, 10-18	
A	WO 2016/033096 A1 (CATERPILLAR PAVING PROD [US]) 3. März 2016 (2016-03-03) * das ganze Dokument *	1-18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E01C G05D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Februar 2023	Prüfer Kerouach, May
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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 22 19 2672

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

10-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2020006698 A1	09-01-2020	CN 108646755 A	12-10-2018
		WO 2020006698 A1	09-01-2020

CN 111794052 A	20-10-2020	KEINE	

EP 3896223 A1	20-10-2021	CN 113529534 A	22-10-2021
		CN 216786747 U	21-06-2022
		EP 3896223 A1	20-10-2021
		JP 2021181741 A	25-11-2021
		US 2021324588 A1	21-10-2021

CN 110258259 A	20-09-2019	KEINE	

WO 2016033096 A1	03-03-2016	DE 112015000363 T5	06-10-2016
		US 2016060819 A1	03-03-2016
		WO 2016033096 A1	03-03-2016

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

- DE 102015122149 A1 **[0003]**
- DE 102019002442 A1 **[0003]**
- DE 102018104568 A1 **[0003]**
- US 9267245 B **[0003]**
- EP 3147406 A1 **[0003]**
- EP 3447191 A1 **[0003]**
- DE 69434631 T2 **[0003]**