



(11) **EP 3 447 191 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.02.2019 Patentblatt 2019/09

(51) Int Cl.:
E01C 19/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17187838.2**

(22) Anmeldetag: **24.08.2017**

(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:
MA MD

(72) Erfinder: **Marx, Bernhard**
65555 Limburg (DE)

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

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

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERDICHTUNGSSTEUERUNG**

(57) Eine Vorrichtung zur Verdichtungssteuerung für die Verdichtung eines Bereichs eines Untergrunds mittels einer Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine umfasst eine Schnittstelle zum Empfangen von Ist-Verdichtungswerten, eine Berechnungseinheit sowie eine Steuerung. Die Berechnungseinheit ist dazu ausgebildet, um die Ist-Verdichtungswerte mit den Soll-Verdich-

tungswerten zu vergleichen, um Plan-Verdichtungswerte zu erhalten. Die Steuerung ist ausgebildet, um ausgehend von den Plan-Verdichtungswerten Maschinensteuerparameter für die Straßen- oder Verdichtungsmaschine zu bestimmen, in Abhängigkeit von welchem die Verdichtung in den jeweiligen Abschnitten erfolgt.

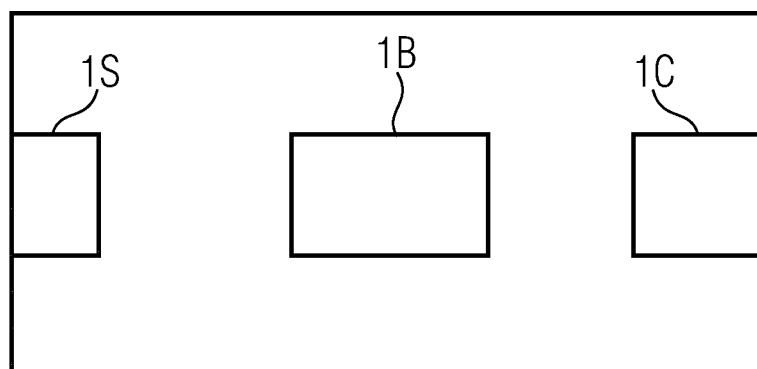


Fig. 1a

EP 3 447 191 A1

Beschreibung

[0001] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung schaffen eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Verdichtungssteuerung. Weitere Ausführungsbeispiele schaffen eine Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine mit entsprechender Steuerung.

[0002] Im Allgemeinen betrifft die vorliegende Erfindung das Gebiet von Walzen, beispielsweise von Straßenwalzen zum Verdichten einer Straßen- oder Fahrbahnoberfläche. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verdichtungsregelung einer durch eine Walze zu verdichtende Materialschicht, wie beispielsweise Erd- oder Asphaltschicht.

[0003] Als Resultat der Verdichtungsarbeit einer Walze ist in der Regel ein homogenes und ausreichend verdichtetes Feld erwünscht, denn dieses ist die Voraussetzung für hochtragfähige Böden und langlebige Straßenbeläge.

[0004] Im Straßenbau ist es wichtig, dass der von Straßenfertigern aufgebrauchte Straßenbelag, wie beispielsweise Asphaltmaterial, anschließend von Straßenwalzen verdichtet wird. Dazu bewegen sich eine oder mehrere Straßenwalzen während des Arbeitseinsatzes in einem von einem oder mehreren Straßenfertigern vorgegebenen Gebiet, in dem Asphaltmaterial ausgebracht wurde. Um das Asphaltmaterial ausreichend zu verdichten, wird jeder Bereich der Straße mehrmals von einer Straßenwalze überfahren. Dazu fährt die Straßenwalze den Straßenbelag in mehreren Bahnen ab, da dieser üblicherweise breiter ist als die Walzenbandage. Nachdem die Straßenwalze in einzelnen Bahnen den Straßenbelag ein erstes Mal überfahren hat, beginnt diese dann mit einer weiteren Überfahrt bei der ersten bereits überfahrenen Bahn.

[0005] Bei den bekannten Systemen werden Verdichtungswerte der zu verdichtenden Fläche während des Walzens (Verdichtens) gemessen und dem Fahrer auf einem Monitor oder Display angezeigt. Beispielsweise sind aus der DE 20 2009 008 592 U1 und der DE 694 34 631 T2 Vorrichtungen zum Messen des Verdichtungsgrades einer Bodenfläche bekannt mit einem Monitor oder Display, welches in der Fahrerkabine der Verdichtungsmaschine platziert ist und zur Anzeige von gemessenen und/oder berechneten Werten wie beispielsweise Verdichtungswerten dient. Anhand dieser Werte kann der Fahrer dann erkennen, welche Bereiche bereits ausreichend verdichtet wurden und welche noch weiter verdichtet werden müssen.

[0006] Weiterhin beschreibt die EP 1 985 761 A2 ein Verfahren zur Bestimmung eines Verdichtungsgrades eines zu verdichtenden Flächenabschnitts einer Verkehrsfläche, ein System zur Durchführung dieses Verfahrens sowie eine Verdichtungsmaschine mit diesem System. Während einer Überfahrt über die zu verdichtende Fläche werden Positionsdaten der Verdichtungsmaschine bestimmt und Parameter gemessen, die zur Bestimmung der Verdichtungswirkung geeignet sind. Diese Parame-

ter werden zuvor festgelegten Teilflächen zugeordnet und ein aktueller Verdichtungsgrad für die Teilflächen aus diesen Parametern berechnet. Bei einer wiederholten Überfahrt der Teilflächen fließen die zuvor gemessenen Parameter mit in die Berechnung ein.

[0007] Dabei erfolgt eine Bestimmung des Verdichtungsgrades in der Regel bei jeder Überfahrt der Walze über die zu verdichtende Fläche, indem die in den Untergrund eingebrachten bzw. in den Untergrund wirkenden Kräfte mittels eines Verdichtungsmessers gemessen werden. Aus den gemessenen Werten kann dann ein Grad der Verdichtung des Untergrunds berechnet werden. Somit kann durch mehrmaliges Überfahren über die zu verdichtende Fläche eine Änderung der Verdichtung des Untergrunds ermittelt werden. Ein solches Messsystem ist beispielsweise in der EP 3 147 406 A1 beschrieben.

[0008] Ein mehrmaliges Überfahren der Walze über einen Untergrund kann allerdings auch schnell zu einer Überverdichtung oder aber auch zu Schädigungen des Untergrunds führen, beispielsweise wenn dieser unterschiedliche Unterbauten aufweist oder darin Ver- oder Entsorgungsleitungen verlaufen. So kann ein Unterbau zum Beispiel verschiedene Materialien wie Erde, Sand, Steine oder Fels, oder aber auch bereits verlegte Abwasser- bzw. Kanalrohre, Schächte oder Ähnliches, aufweisen und somit eine Verdichtung in diesem Bereich beeinflussen. D. h., eine optimale Verdichtung des Unterbaus wird an solchen Stellen beispielsweise schon früher erreicht als an anderen Stellen, in deren Unterbau keine Rohre oder Ähnliches verlaufen. Sind in dem Unterbau bereits Ver- oder Entsorgungsleitungen und/oder Rohre, Schächte oder Ähnliches eingebracht, so kann eine Überverdichtung in diesen Bereichen diese beschädigen, was mitunter auch zu hohen Reparaturkosten führen kann.

[0009] Da es bei den bekannten Systemen im Wesentlichen dem Fahrer obliegt, die entsprechenden Parameter (Verdichtungsleistung) der Maschine während des Verdichtungs Vorganges einzustellen, kann insbesondere bei den beschriebenen Untergründen mit unterschiedlichen Unterbauten eine optimale Verdichtung nicht immer erreicht werden, da für den Fahrer verschiedene Materialien im Unterbau oder darin verlaufende Rohre oder Ähnliches nicht ersichtlich sein können. Deshalb besteht der Bedarf nach einem verbesserten Ansatz.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein Konzept zur Verdichtungssteuerung mit erhöhter Genauigkeit zu schaffen.

[0011] Die Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0012] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung schaffen eine Vorrichtung zur Verdichtungssteuerung für die Verdichtung eines Bereichs eines Untergrunds mittels einer Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine. Die Vorrichtung umfasst eine Schnittstelle, eine Recheneinheit und eine Steuerung. Über die Schnittstelle werden Ist-Verdichtungswerte, nämlich ein

erster Ist-Verdichtungswert für einen ersten Abschnitt des Bereichs und ein zweiter Ist-Verdichtungswert für einen zweiten Abschnitt des Bereichs ermittelt. Die Berechnungseinheit ist ausgebildet, um den ersten Ist-Verdichtungswert mit einem ersten Soll-Verdichtungswert für den ersten Abschnitt zu vergleichen, um einen ersten Plan-Verdichtungswert (d. h. einen Verdichtungswert für beispielsweise eine nächste Iteration) für diesen ersten Bereich zu ermitteln. Weiter vergleicht die Berechnungseinheit einen zweiten Ist-Verdichtungswert mit einem zweiten Soll-Verdichtungswert für den zweiten Abschnitt, um einen zweiten Plan-Verdichtungswert für diesen Bereich (beispielsweise wiederum für die nächste Iteration) zu ermitteln. Die Steuerung der Verdichtungssteuerung bestimmt nun einen ersten Maschinensteuerparameter ausgehend von einem ersten Plan-Verdichtungswert für die Straßen- oder Verdichtungsmaschine, wobei in Abhängigkeit von dem ersten Maschinensteuerparameter die Verdichtung des ersten Abschnitts erfolgt bzw. erfolgen soll. Analog hierzu wird ausgehend von dem zweiten Plan-Verdichtungswert ein zweiter Maschinensteuerparameter für die Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine ermittelt, ausgehend von welchem die Verdichtung des zweiten Abschnitts erfolgt bzw. erfolgen soll.

[0013] Entsprechend Ausführungsbeispielen erfolgt die Verdichtung in mehreren Iterationen, so dass der erste und der zweite Abschnitt mehrfach überfahren werden. Bei der ersten Überfahrt (ersten Iteration) wird der erste und zweite Ist-Verdichtungswert für einen ersten bzw. zweiten Bereich ermittelt. Entsprechend Ausführungsbeispielen kann dieser erste und zweite Ist-Verdichtungswert dann zwischengespeichert werden, so dass dann bei bzw. vor der zweiten Iteration der erste und zweite Ist-Verdichtungswert aus der ersten Iteration mit dem ersten und zweiten Soll-Verdichtungswert für den ersten und zweiten Abschnitt verglichen wird, um dann den ersten und zweiten Plan-Verdichtungswert für die zweite Iteration zu erhalten. Analog hierzu kann für eine dritte Iteration ausgehend von den Ist-Verdichtungswerten der zweiten Iteration die entsprechenden Plan-Verdichtungswerte für die dritte Iteration, z. B. durch Anpassen der Plan-Verdichtungswerte aus der zweiten Iteration erhalten werden.

[0014] Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung liegt also die Erkenntnis zugrunde, dass durch abschnittsweises Abgleichen der Ist-Verdichtungswerte in Bezug auf die Soll-Verdichtungswerte eine Größe bestimmt werden kann, die zur Steuerung bzw. Regulierung der Verdichtung in dem betreffenden Abschnitt genutzt werden kann. Entsprechend Ausführungsbeispielen kann hierbei beispielsweise die Verdichtungsleistung der Maschine (beispielsweise Vibrationsfrequenz und/oder Amplitude) oder aber auch eine Überfahrtgeschwindigkeit reguliert werden. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass bereits vor einer weiteren Überfahrt über einen bereits vorverdichteten Bereich die Verdichtungsleistung vermindert werden kann und so eine etwaige Überverdichtung des Untergrunds vermieden wird. Mit

anderen Worten ausgedrückt heißt das, dass im Vergleich zum Stand der Technik bereits vor einer weiteren Überfahrt die Verdichtungsleistung zurückgeregelt werden kann, um einen etwaigen Fehler (Überverdichtung) zu vermeiden. Weiterhin wird durch das oben beschriebene Konzept auch der Verschleiß der Maschine (z. B. des Straßen/Bodenverdichters oder der Walze) sowie der Kraftstoffverbrauch reduziert, da die in das Material eingebrachte Verdichtungsleistung unter Berücksichtigung der Vorverdichtung anhand der bereits vorgegebenen Verdichtungswerten des Untergrunds angepasst wird.

[0015] Die eingangs aufgeführten Nachteile werden somit überwunden, da es nicht mehr dem Fahrer überlassen bleibt, die Verdichtungsleistung der Maschine entsprechend einzustellen bzw. zu verändern. Es wird demnach eine, über die zu verdichtende Fläche gesehen, gleichmäßigere Verdichtung erreicht, da die Verdichtungsleistung der Maschine ab der zweiten Überfahrt an die Beschaffenheit des Untergrunds angepasst wird. Außerdem werden dadurch auch evtl. Beschädigungen an bspw. bereits im Boden verlegten Rohren, Kanälen oder Ähnlichem vermieden.

[0016] Entsprechend Ausführungsbeispielen ist jedem Ist-Verdichtungswert, Soll-Verdichtungswert und Plan-Verdichtungswert ein Positionswert zugeordnet. Hierbei kann entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen die Vorrichtung einen Positionssensor umfassen, der ausgebildet ist, um dem Ist-Verdichtungswert und/oder dem Plan-Verdichtungswert einen Positionswert zuzuordnen. Entsprechend Ausführungsbeispielen können die Abschnitte des Bereichs eine kontinuierliche oder eine variierende laterale Ausdehnung umfassen, so dass also je nach Bedarf auch eine feingraduellere Unterteilung des zu verdichtenden Bereichs möglich ist.

[0017] Zum Ermitteln der Ist-Verdichtungswerte gibt es im Prinzip zwei unterschiedliche Ansätze. Entsprechend einem ersten Ansatz kann die Vorrichtung einen Verdichtungsgradsensor umfassen, der bei einer vorangegangenen Iteration die Ist-Verdichtung ermittelt, um zu ermöglichen, dass für die aktuelle Iteration der Plan-Verdichtungswert durch den oben erläuterten Vergleich berechnet werden kann. Entsprechend einer zweiten Variante kann entsprechend Ausführungsbeispielen die Vorrichtung eine Funkschnittstelle umfassen, die beispielsweise von einem anderen Straßen- oder Bodenverdichter einen Ist-Verdichtungswert über einen dort angeordneten Sensor empfängt. Diese Variante ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn mit mehreren hintereinanderfahrenden Straßen/Bodenverdichtern die Verdichtung erfolgen soll, so dass der hinterherfahrende Straßenverdichter (entspricht der zweiten Iteration bzw. der zweiten Verdichtung) seine Verdichtungsleistung ausgehend von der aktuellen / gemessenen Ist-Verdichtung für den noch zu überfahrenden Bereich anpasst, wobei der Ist-Verdichtungswert durch die vorausfahrende Verdichtungsmaschine ermittelt ist.

[0018] Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen

kann bei der Berechnung der Plan-Verdichtungswerte auch ein Ist-Temperaturwert, der beispielsweise zusammen mit dem Ist-Verdichtungswert ermittelt ist, Berücksichtigung finden. Hierbei kann beispielsweise eine sogenannte Simulation des Abkühlverhaltens mit den Eingangsparametern der Ist-Temperaturwerte für den jeweiligen Bereich herangezogen werden.

[0019] Ein weiteres Ausführungsbeispiel bezieht sich auf eine Straßen- bzw. Bodenverdichtungsmaschine, wie z. B. eine Walze mit einer entsprechenden Vorrichtung. Entsprechend einem Ausführungsbeispiel ist diese Straßen- bzw. Bodenverdichtungsmaschine dazu ausgebildet, die Verdichtungsleistung (z. B. die Amplitude oder die Frequenz einer vibrierenden Bandage) in Abhängigkeit von den ersten und zweiten Maschinensteuerparametern anzupassen bzw. zu wählen. Hierbei kann entsprechend einem Ausführungsbeispiel die Verdichtungsleistung abschnittsweise variiert werden, d. h. also, dass der erste Abschnitt mit einer anderen additiven Verdichtung verdichtet wird als der zweite Abschnitt. Hierbei kann die Leistung auch auf null reduziert werden. Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, einen Bereich für eine weitere Überfahrt zu sperren. Alternativ oder additiv zu der Variation der Verdichtungsleistung kann entsprechend Ausführungsbeispielen die Bewegungsgeschwindigkeit der Straßen- bzw. Bodenverdichtungsmaschine in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Maschinensteuerparameter angepasst werden.

[0020] Ein weiteres Ausführungsbeispiel bezieht sich auf ein Verfahren zur Verdichtungssteuerung mit den Schritten Empfangen der Ist-Verdichtungswerte, Vergleichen der Ist-Verdichtungswerte mit den Soll-Verdichtungswerten für die jeweiligen Abschnitte und Ermitteln zumindest des ersten und zweiten Maschinensteuerparameters basierend auf den Plan-Verdichtungswerten. Das Verfahren kann entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen computerimplementiert ausgeführt werden, d. h. also, dass entsprechend einem Ausführungsbeispiel ein Computerprogramm mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens geschaffen wird.

[0021] Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 a, b eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Verdichtungssteuerung gemäß einem Basisausführungsbeispiel zusammen mit einem zu verdichtenden Bereich;

Fig. 2a-b schematische Darstellungen zur Illustration der Verwendung der Vorrichtung aus Fig. 1 bei einer Walze aus Straßen- bzw. Bodenverdichtungsmaschine gemäß einem erweiterten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Verdichtungssteuerung bei Einsatz in einer oder mehreren Walzen als Boden-/Straßenverdichtungsmaschinen gemäß erweiterten Ausführungsbeispielen; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Verdichtungssteuerung in Kombination mit einer Walze gemäß einem zusätzlichen Ausführungsbeispiel.

[0022] Bevor nachfolgend Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert werden, sei darauf hingewiesen, dass gleiche und gleichwirkende Elemente und Strukturen mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, so dass die Beschreibung derer aufeinander anwendbar bzw. austauschbar ist.

[0023] Fig. 1 a zeigt eine Vorrichtung 1 zur Verdichtungssteuerung eines Bereichs 21 eines Untergrunds. Der Bereich 21 ist in Fig. 1b dargestellt und umfasst hier einen ersten Abschnitt A1 sowie einen zweiten Abschnitt A2. Der Bereich 21 des Untergrunds kann beispielsweise eine Straße oder auch ein Erdboden sein, der mit einer Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine, wie z. B. einer Walze verdichtet werden soll. Für beide Bereiche A1 und A2 ist eine gewünschte Zielverdichtung bekannt. Die Zielverdichtung für den ersten Bereich A1 wird als erster Soll-Verdichtungswert gespeichert, während die Zielverdichtung für den zweiten Bereich A2 als zweiter Soll-Verdichtungswert gespeichert ist. Die beiden Zielverdichtungen können gleich oder auch unterschiedlich sein. Gründe für unterschiedliche Zielverdichtungen sind beispielsweise, dass im Untergrund zusätzliche Elemente wie Rohre vorgesehen sind.

[0024] Die Vorrichtung 1 umfasst beispielsweise eine Schnittstelle 1S zum Empfangen von aktuellen Verdichtungswerten, wie z. B. gemessenen Verdichtungswerten für die Bereiche A1 und A2, eine Recheneinheit 1 B sowie eine Steuerung 1C.

[0025] Die Schnittstelle 1S empfängt Ist-Verdichtungswerte für die Abschnitte A1 und A2, d. h. zumindest den ersten und den zweiten Ist-Verdichtungswert. Hierbei sei angemerkt, dass die Untergliederung des Bereichs 21 in eine beliebige Anzahl an Abschnitten möglich ist, so dass über die Schnittstelle 1S auch weitere Verdichtungswerte empfangen werden können. Der erste und der zweite Ist-Verdichtungswert wird der nachgelagerten Recheneinheit 1 B zur Verfügung gestellt. Die Recheneinheit 1 B erhält von extern, z. B. von einem Planungsbüro unter Zuhilfenahme einer Fernschnittstelle die entsprechenden Soll-Verdichtungswerte, d. h. den ersten Soll-Verdichtungswert für einen ersten Abschnitt A1 sowie den zweiten Soll-Verdichtungswert für den zweiten Abschnitt A2. Weitere Soll-Verdichtungswerte können natürlich je nach Untergliederung des Bereichs 21 auch erhalten werden. Die Recheneinheit ver-

gleichet nun die erhaltenen Ist-Verdichtungswerte mit den Soll-Verdichtungswerten für die jeweiligen Abschnitte, um abschnittsweise sogenannte Plan-Verdichtungswerte, d. h. also einen ersten Plan-Verdichtungswert für den Abschnitt A1 sowie einen zweiten Plan-Verdichtungswert für den Abschnitt A2 zu erhalten.

[0026] Ausgehend von diesen Plan-Verdichtungswerten für die unterschiedlichen Abschnitte A1 und A2 wird nun mittels einer Steuerung 1C, die auch beispielsweise Teil der Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (nicht dargestellt) sein kann, die Steuerung der Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine durchgeführt. Hierzu ermittelt die Steuerung ausgehend von den Plan-Verdichtungswerten die jeweiligen Maschinensteuerparameter, in Abhängigkeit von welchen die Verdichtung der Abschnitte A1 und A2 erfolgen soll. Die Zuordnung eines ersten Maschinensteuerparameters zu dem Abschnitt A1 sowie eines zweiten Maschinensteuerparameters zu dem Abschnitt A2 besteht fort.

[0027] Diese Maschinensteuerparameter können beispielsweise eine Beeinflussung der Verdichtungsleistung bewirken, indem beispielsweise die Frequenz und/oder Amplitude der Vibrationen in Abhängigkeit von dem Maschinensteuerparameter angepasst wird.

[0028] Entsprechend einer Alternative kann ein Maschinensteuerparameter dazu eingesetzt werden, um eine Überfahrgeschwindigkeit der einzelnen Abschnitte A1 und A2 zu regulieren.

[0029] An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Verdichtung des Belags 21 mit den Abschnitten A1 und A2 im Regelfall in mehrere Iterationen erfolgt. Weiter ist es auch häufig so, dass die Vorrichtung 1 auf einer Straßen/Bodenverdichtungsmaschine angeordnet ist, so dass auch der Sensor zur Ermittlung der Ist-Verdichtungswerte auf derselben Maschine angeordnet ist. Dies hat die Konsequenz, dass beim Messen des ersten Ist-Verdichtungswerts bereits mittels einer vorgegebenen Verdichtungsleistung bzw. Geschwindigkeit die Verdichtung des Abschnitts A1 erfolgt. Ebenso verhält es sich auch bei der Verdichtung des Abschnitts A2. Der Hintergrund hierzu ist neben der Anordnung auch das häufig bei der Verdichtungsmessung eingesetzte Messprinzip, entsprechend welchem die Frequenzantwort des Untergrunds im Abschnitt A1 oder A2 auf die eingebrachte Vibrationsenergie ausgewertet wird.

[0030] Entsprechend Ausführungsbeispielen werden also die bei der ersten Iteration erhaltenen Ist-Verdichtungswerte für die Abschnitte A1 und A2 dazu verwendet, um die Plan-Verdichtungswerte für die jeweiligen Abschnitte A1/A2 zu berechnen, ausgehend von welchen die Verdichtungsleistung in der zweiten Iteration angepasst wird.

[0031] An dieser Stelle sei auch angemerkt, dass entsprechend Ausführungsbeispielen die Verdichtungsleistung von Abschnitt zu Abschnitt variieren kann, so dass beispielsweise die noch benötigte Verdichtung beim Abschnitt A1 kleiner ist als die noch benötigte Verdichtung als beim Abschnitt A2.

[0032] Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen kann sich ein Verfahren zur Verdichtungsregelung wie folgt darstellen: Verfahren zur Verdichtungsregelung einer durch eine Walze zu verdichtenden Materialschicht 21, wie beispielsweise Erd- oder Asphaltsschicht, wobei die Walze eine Vorrichtung 1 zur Regelung der Verdichtungsleistung, ein Messsystem zum Bestimmen eines Verdichtungswertes der Materialschicht und ein optionales Positionsbestimmungssystem (GNSS / GPS) aufweist, und mit einem vorbestimmten Endverdichtungswert der zu verdichtenden Materialschicht, mit folgenden Schritten:

(a) Bestimmen von Positionsdaten zu Beginn eines Abschnitts der zu verdichtenden Materialschicht;

(b) Überfahrt der Walze über den Abschnitt mit einer ersten Verdichtungsleistung;

(c) Bestimmen von mindestens einem Verdichtungswert der Materialschicht während des Verdichtungs Vorgangs;

(d) Abspeichern der Positionsdaten

dadurch gekennzeichnet, dass (e) vor jeder weiteren Überfahrt der Walze über den Abschnitt der bereits vorverdichteten Materialschicht die Verdichtungsleistung der Walze anhand der gespeicherten Werte aus Schritt (d) an den zu erreichenden Endverdichtungswert von der Vorrichtung zur Regelung der Verdichtungsleistung angepasst wird.

[0033] Bei oben erläuterten Ansatz ist auch denkbar, dass die Ist-Verdichtungswerte mittels einer anderen Maschine, z. B. einer anderen Verdichtungsmaschine ermittelt werden und dann an die Verdichtungsmaschine mit der Vorrichtung 1 per Funk übertragen werden, so dass die Vorrichtung 1 bei ihrer ersten Überfahrt direkt die Plan-Verdichtungswerte ausgehend von den erhaltenen Ist-Verdichtungswerten ermittelt. Das heißt also, dass die bei der ersten Überfahrt ermittelten Daten gemäß Schritt (d) sind übertragbar an andere Walzen (entweder direkt per Funkverbindung oder indirekt durch "Abfrage" auf einem Server), da im Straßenbau meist mehrere Walzen im Einsatz sind (sog. Walzenverband). Anhand dieser Daten können andere Walzen ab einer weiteren Überfahrt (ab der zweiten Überfahrt) über einen bereits vorverdichteten Abschnitt die Verdichtungsleistung der Maschine entsprechend anpassen.

[0034] Entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel kann alternativ oder additiv zu der Verdichtungsleistung auch noch die Fahrgeschwindigkeit angepasst werden. Neben der Verdichtungsleistung beeinflusst auch die Fahrgeschwindigkeit der Walze eine Verdichtung des Untergrunds. Beim Walzen von Asphaltflächen wird für eine optimale und homogen verdichtete Oberfläche eine konstante Fahrgeschwindigkeit der Walze angestrebt. Es kann jedoch erforderlich sein, dass

über einige der eingangs genannten Abschnitte, in denen bspw. der Unterbau verschiedene Materialien aufweist oder in welchem bereits Abwasser- bzw. Kanalrohre, Schächte oder Ähnliches verlegt wurden, die Walze schneller oder langsamer fahren sollte, um Beschädigungen am Untergrund zu vermeiden. Ein weiteres Beispiel in diesem Zusammenhang stellen auch Brücken dar, die üblicherweise als Untergrund eine Betondecke haben. Hier ist besonders wichtig, dass das Brückenbauwerk nach dem Walzen des Asphalts keine Beschädigungen durch die Vibration der Walzenbandage aufweist.

[0035] Nachfolgend wird Bezug nehmend auf Fig. 2a und 2b ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Verdichtungssteuerung erläutert. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Verdichtung mit einer Walze 10 erfolgt.

[0036] In Fig. 2a ist eine Walze 10 mit einer vibrierenden Bandage 12 und einer nicht vibrierenden Bandage 13 auf einem Untergrund 20 dargestellt. Durch die Bandage 12 werden entsprechende Vibrationen 25 in den Untergrund 20 eingebracht, d. h. der Untergrund 20 wird durch die Bandage 12 zusätzlich verdichtet. Auf dem Dach der Walze 10 ist ein Positionsbestimmungssystem 30 (GNSS / GPS) angeordnet. Das Positionsbestimmungssystem 30 empfängt Satellitensignale 65 von einem Satellitensystem 60, welches in Fig. 1 durch drei Satelliten 61 bis 63 dargestellt ist. Anhand der Satellitensignale 65 kann die genaue Position der Walze 10 kontinuierlich ermittelt werden. Alternativ können auch andere Positionsbestimmungssysteme verwendet werden, beispielsweise ein lokales Positionsradar (LPR), bei welchem eine Basisstation Signale aussendet, welche von im Raum an bekannten Positionen angeordneten Transpondern empfangen werden, ein geodätisches Positionsbestimmungssystem bestehend aus einer Totalstation (Tachymeter) und einem an der Walze angeordnetem Prisma (retroreflektierenden Tripel-Prisma oder Tripel-Spiegel), oder andere bekannte Positionsbestimmungssysteme, die im Bereich von Baumaschinen eingesetzt werden. Auch ist eine Kombination von verschiedenen Positionsbestimmungssystemen denkbar, beispielsweise eine Kombination eines satellitengestützten und eines geodätischen Positionsbestimmungssystems im Bereich von Brücken oder Unterführungen, da dort der Satellitenempfang schlecht bzw. gar nicht vorhanden ist. Die Walze 10 weist weiterhin eine Vorrichtung zur Regelung der Verdichtungsleistung sowie ein Messsystem zum Bestimmen eines Verdichtungswertes der Materialschicht 20 auf (beides nicht dargestellt).

[0037] Wie in Fig. 2b dargestellt, so bewegt sich die Walze 10 während des Verdichtungsvorgangs in Fahrtrichtung F über eine Oberfläche 21 des Untergrunds 20. Die zu verdichtende Fläche 21 bzw. der zu verdichtende Untergrund 20 ist dabei in vier verschiedene Abschnitte A bis D eingeteilt, wobei die Beschaffenheit des Untergrundes in jedem der vier Abschnitte A bis D unterschiedlich ist. So besteht beispielsweise der Abschnitt A direkt unterhalb der Walze 10 aus Erde oder Schotter, wohin-

gegen in den Abschnitten B und D der untere Bereich des Untergrunds 20 aus ein oder mehreren Steinschichten 27 besteht. Im Abschnitt C ist in dem Untergrund 20 ein Rohr 28 verlegt, beispielsweise ein Abwasserrohr. Hier ist es möglich, dass der Untergrund 20 aus Erde und Sand besteht. Insofern ist davon auszugehen, dass der Untergrund 20 in den vier Abschnitten A bis D bei der Überfahrt mit einer Walze unterschiedlich stark verdichtet wird, d. h. es nach der ersten Überfahrt der Walze zu keiner gleichmäßigen und homogenen Verdichtung kommt.

[0038] Fig. 2b zeigt eine Draufsicht auf die zu verdichtende Fläche 21 aus Fig. 2a, d. h. mit Blick von oben. Die Walze 10 befindet sich in einem Abschnitt A1 und bewegt sich in Fahrtrichtung F in den daran anschließenden Abschnitt B1 auf der ersten Bahn 1. Die einzelnen Abschnitte und Bahnen sind durch gestrichelte Linien 40 und 41 gekennzeichnet. Um die Fläche 21 ausreichend zu verdichten, überfährt die Walze 10 mehrmals die Fläche 21 in mehreren Bahnen 1 bis 3. Die Beschaffenheit des Untergrundes ist in jedem der vier Abschnitte A bis D unterschiedlich. Dies ist für den Walzenfahrer jedoch so ohne weiteres nicht ersichtlich. So wird er beispielsweise das im Untergrund quer zur Fahrtrichtung F der Walze 10 verlaufende Abwasserrohr 28 im Abschnitt C nicht erkennen können.

[0039] Das Verfahren sieht vor, dass zunächst, d. h. zu Beginn bzw. beim Einfahren in einen Abschnitt A1 ... D3 der zu verdichtenden Materialschicht 20, Positionsdaten der Walze 10 bestimmt werden. Die Walze 10 überfährt jeden Abschnitt A1 ... D3 im ersten Durchgang mit einer ersten Verdichtungsleistung und es wird mittels des Messsystems in jedem Abschnitt A1 ... D3 mindestens ein Verdichtungswert der Materialschicht 20 während des Verdichtungsvorgangs bestimmt. Die Positionsdaten werden zusammen mit den Verdichtungswerten abgespeichert. Vor jeder weiteren Überfahrt der Walze 10 über die Abschnitte A1 ... D3 der bereits vorverdichteten Materialschicht 20 wird die Verdichtungsleistung der Walze 10 anhand der gespeicherten Positions- und Verdichtungswerte an einen vorbestimmten und zu erreichenden Endverdichtungswert von der Vorrichtung zur Regelung der Verdichtungsleistung angepasst. Hierbei können zum Beispiel die Vibrationsfrequenz und/oder die Amplitude der Vibration der vibrierenden Walzenbandage 12 verringert werden, wenn der entsprechende Abschnitt bereits ausreichend verdichtet wurde oder eine nochmalige Überfahrt der Walze 10 mit einer unveränderten Verdichtungsleistung zu einer Überverdichtung des entsprechenden Abschnitts führen würde.

[0040] Wie in Fig. 2a dargestellt, so kann an der Walze 10 auch ein Temperatursensor 14 angeordnet sein. Insbesondere beim Walzen von Asphaltmaterial können so bei jeder Überfahrt Temperaturdaten mit aufgenommen werden und beispielsweise ein Abkühlverhalten des Asphaltmaterials errechnet werden, welches mit in die Berechnung der einzustellenden Verdichtungsleistung der Walze eingeht.

[0041] Fig. 3 zeigt zwei Walzen 10 und 11, die über eine zu verdichtende Fläche 21 fahren und dabei den Untergrund 20 verdichten. Solch ein Walzenverband wird beispielweise im Straßenbau eingesetzt, da das aufgebrauchte Asphaltmaterial sehr schnell auskühlt und die Fläche mit einer Walze nicht schnell genug verdichtet werden kann. Hierbei ist es denkbar, dass die ermittelten Daten wie Positionen und Verdichtungswerte über an den Walzen angeordnete Kommunikationseinheiten (nicht dargestellt) und Antennen 31 und 33 über eine Kommunikationsverbindung 81 zwischen den Walzen 10 und 11 ausgetauscht werden. Auch können alle aufgenommenen und berechneten Daten, wie beispielsweise Positionen und Verdichtungswerte, auf dem Server 70 protokolliert werden, um im Nachhinein die durchgeführten Verdichtungsarbeiten auswerten zu können.

[0042] Sollten auf der Baustelle noch weitere Walzen im Einsatz sein, so wäre auch ein Datenaustausch über einen Server 70 denkbar, mit dem die einzelnen Walzen über ein Netzwerk 50 kommunizieren. Hierzu werden Kommunikationsverbindungen 82 und 83 zwischen den Walzen 10 und 11 und dem Netzwerk 50 aufgebaut, wobei der Server 70 über eine Verbindung 84 mit dem Netzwerk 50 verbunden ist.

[0043] Fig. 4 zeigt, dass die ermittelten Daten wie Positionen und Verdichtungswerte über die an der Walze 10 angeordnete Kommunikationseinheit (nicht dargestellt) und die Antennen 31 über eine Kommunikationsverbindung 85 auch an ein mobiles Gerät 90 übertragen werden können. Ein solches Gerät 90 kann beispielsweise ein Laptop 91, ein Smartphone 92 oder auch ein Tablet-PC 93 sein. Denkbar ist es allerdings auch, dass eine Smartwatch oder eine Datenbrille oder dergleichen (in Figur 4 nicht dargestellt) die von der Antenne 31 ausgesendeten Signale 85 empfangen kann. Jedes der mobilen Geräte 90 hat zum Empfang der Daten eine entsprechende Schnittstelle 88.

[0044] Eine auf den genannten mobilen Endgeräten 90 installierte und ausführbare Software (bspw. App) ist in der Lage, anhand der empfangenen Daten beispielsweise die Verdichtungswerte des Untergrunds oder aber auch Maschinenparameter der Walze grafisch auf einem Display des mobilen Geräts bzw. in der Datenbrille anzuzeigen, d. h. für den Fahrer der Walze oder aber auch für das auf der Baustelle oder in einem Baustellenbüro tätige Baustellenpersonal zu visualisieren. Auch können alle aufgenommenen und berechneten Daten, wie beispielsweise Positionen und Verdichtungswerte, auf dem mobilen Endgerät 90 protokolliert, d. h. abgespeichert, werden, um im Nachhinein die durchgeführten Verdichtungsarbeiten auswerten zu können.

[0045] Ferner ist es möglich, dass eine auf dem Server 70 oder auf dem mobilen Endgerät 90 installierte und ausführbare Software anhand der Daten, die bei der ersten Überfahrt einer oder mehrerer Walzen über die Fahrbahnoberfläche ermittelt wurden, eine Einteilung der Walzen vornehmen kann. So können beispielsweise an Stellen bzw. in Abschnitten, an denen eine größere Ver-

dichtung notwendig ist, schwere Walzen mit einer größeren Verdichtungsleistung eingesetzt werden und an Stellen bzw. in Abschnitten, an denen nur noch geringfügig oder gar nicht mehr verdichtet werden muss, nur kleinere oder leichtere Walzen eingesetzt werden. Eine Einteilung von Abschnitten kann auch dazu genutzt werden, dass ein weiteres Überfahren von bestimmten Abschnitten/Bereichen verboten wird, d. h. Zonen definiert werden, in die die Walzen nicht mehr einfahren dürfen. Die auf dem Server 70 oder auf dem mobilen Endgerät 90 installierte und ausführbare Software führt hierzu Berechnungen durch und übermittelt die entsprechenden Daten an die einzelnen Walzen, sodass dort beispielsweise für den Fahrer der Walze ein entsprechender Hinweis oder eine Meldung/Alarm auf einem Bordcomputer erscheint.

[0046] Auch ist es entsprechend Ausführungsbeispielen möglich, den oben genannten Server 70 nicht nur zum Datenaustausch der Ist-Verdichtungsdaten zu nutzen, sondern auch zu Protokollierungszwecken. Hierbei werden vorzugsweise alle aufgenommenen berechneten Daten protokolliert, um im Nachhinein die durchgeführten Verdichtungsarbeiten nachweisen und auswerten zu können.

[0047] Entsprechend weiteren Ausführungsbeispielen erfolgt die Anpassung der Verdichtungsleistung derart, dass für eine weitere Iteration neben dem Maschinensteuerparameter auch eine Wahl des Maschinentyps erfolgt. Der Hintergrund hierzu ist, dass unterschiedliche Maschinen beispielsweise aufgrund von unterschiedlichen eingepprägten Leistungen oder unterschiedlichen Gewichten unterschiedliche Verdichtungsarbeiten verrichten können. Wenn man also beispielsweise davon ausgeht, dass in der ersten Iteration mit einer sehr schweren Verdichtungsmaschine verdichtet wird und hierbei die Ist-Verdichtungswerte aufgenommen werden, so kann für die zweite Iteration eine andere Maschine eingesetzt werden, bei welcher dann entsprechende Maschinensteuerparameter angepasst werden. Ein mögliches Szenario wäre es also, dass an Stellen bzw. Bahnen, an denen eine große Verdichtung notwendig ist, eine schwere Verdichtungswalze eingesetzt wird, während an anderen Stellen, an denen nur noch geringfügig verdichtet werden muss, eine leichtere Verdichtungswalze eingesetzt wird.

[0048] Entsprechend Ausführungsbeispielen kann es auch sein, dass einzelne Abschnitte gar nicht mehr verdichtet werden müssen, so dass diese Abschnitte oder sogar ganze Zonen für weitere Überfahrt gesperrt werden, so dass also einzelne Abschnitte mit einem Sperrungshinweis versehen sind, so dass die Walzen hier nicht mehr einfahren dürfen.

[0049] Wie oben bereits angedeutet, hängt die Verdichtung bzw. die einzelne Verdichtungsleistung häufig von einer Oberflächentemperatur bzw. einer Materialtemperatur des einzubauenden Materials, wie z. B. der einzubauenden Straße ab. Deshalb können entsprechend Ausführungsbeispielen Temperatursensoren vor-

gesehen sein, die z. B. über die oben erläuterte Schnittstelle 1 S mit der Vorrichtung 1 verbunden sind, um die Temperatur, z. B. über die Walze, für die Asphaltverdichtung zu monitoren.

[0050] Asphalt kühlt nach dem Aufbringen durch den Straßenfertiger kontinuierlich aus. Bei der ersten Überfahrt werden die Temperaturdaten mit aufgenommen und so ein Abkühlverhalten errechnet, welches mit in die Berechnung der einzustellenden Verdichtungsleistung der Walze eingeht. In Abhängigkeit des Temperaturabfalls muss eine Verdichtungsleistung mehr oder minder stark zurückgenommen werden. Anmerkung: Nach der ersten Überfahrt einer Walze über eine frisch aufgebraachte Asphaltsschicht wird deren Oberfläche geglättet, sodass das Abkühlverhalten des Asphalts sich durch den sich veränderten Wärmeübergang zwischen Asphalt und der Umgebung verändert.

[0051] 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 ausgeführt werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen können einige oder mehrere der wichtigsten Verfahrensschritte durch einen solchen Apparat ausgeführt werden.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] Der Programmcode kann beispielsweise auch auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert sein.

[0056] Andere Ausführungsbeispiele umfassen das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren, wobei das Computerprogramm auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst einen Computer, auf dem das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren installiert ist.

[0062] 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.

[0063] 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 Computerprozessor (CPU) sein oder für das Verfahren spezifische Hardware, wie beispielsweise ein ASIC.

[0064] 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. Vorrichtung (1) zur Verdichtungssteuerung für die Verdichtung eines Bereichs (21) eines Untergrunds mittels einer Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10), mit folgenden Merkmalen:
 - einer Schnittstelle (1S) zum Empfangen eines ersten Ist-Verdichtungswerts für einen ersten Abschnitt (A1) des Bereichs (21) und eines zweiten Ist-Verdichtungswerts für einen zweiten Abschnitt (A1) des Bereichs (21);
 - einer Berechnungseinheit (1 B), die dazu ausgebildet ist, um den ersten Ist-Verdichtungswert mit einem ersten Soll-Verdichtungswert für den ersten Abschnitt (A1) zu vergleichen, um einen ersten Plan-Verdichtungswert für den ersten Abschnitt (A1) zu ermitteln, und um den zweiten Ist-Verdichtungswert mit einem zweiten Soll-Verdichtungswert für den zweiten Abschnitt (A1) zu vergleichen, um einen zweiten Plan-Verdichtungswert für den zweiten Abschnitt (A1) zu ermitteln;
 - einer Steuerung (1C), die ausgebildet ist, um ausgehend von dem ersten Plan-Verdichtungswert einen ersten Maschinensteuerparameter für die Straßen- oder Verdichtungsmaschine zu bestimmen, in Abhängigkeit von welchem die Verdichtung des ersten Abschnitts (A1) erfolgt, und um ausgehend von dem zweiten Plan-Verdichtungswert einen zweiten Maschinensteuerparameter für die Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) zu ermitteln, ausgehend von welchem die Verdichtung des zweiten Abschnitts (A1) erfolgt.
2. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei jedem Ist-Verdichtungswert, Soll-Verdichtungswert und Plan-Verdichtungswert ein Positionswert zugeordnet wird; und/oder wobei die Vorrichtung einen Positionssensor (30) umfasst, der ausgebildet ist, jedem Ist-Verdichtungswert und/oder jedem Plan-Verdichtungswert einen Positionswert zuzuordnen.
3. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Vorrichtung einen Verdichtungsgradsensor umfasst, der ausgebildet ist, um den ersten und zweiten Ist-Verdichtungswert für den ersten und zweiten Bereich (21) zu ermitteln, wobei der Verdichtungsgradsensor mit der Schnittstelle (1S) verbunden ist.
4. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Verdichtung in mehreren Iterationen erfolgt, so dass der erste und der zweite Abschnitt (A1, A2) mehrfach überfahren wird, wobei für den ersten und zweiten Bereich (21) der zweiten Iteration der erste und zweite Ist-Verdichtungswert während der ersten Iteration erhalten wird.
5. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 4, wobei die Vorrichtung einen Speicher zum Zwischenspeichern des ersten und zweiten Ist-Verdichtungswerts aus der ersten Iteration umfasst.
6. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei ausgehend von dem ersten und zweiten Ist-Verdichtungswert der zweiten Iteration während einer dritten Iteration der erste und zweite Plan-Verdichtungswert aus der zweiten Iteration angepasst wird, um den ersten und zweiten Plan-Verdichtungswert der dritten Iteration zu erhalten.
7. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Vorrichtung eine Funkschnittstelle umfasst, die mit der Schnittstelle (1 S) verbunden ist und ausgebildet ist, um den ersten und zweiten Ist-Verdichtungswert, der durch eine weitere parallel eingesetzte Vorrichtung für eine weitere parallel eingesetzte Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) ermittelt ist, zu empfangen.
8. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei zusätzlich zu dem ersten und zweiten Ist-Verdichtungswert ein erster und zweiter Ist-Temperaturwert für den ersten und zweiten Bereich (21) über die Schnittstelle (1 S) erhalten wird und die Berechnung des ersten und zweiten Plan-Verdichtungswerts unter Berücksichtigung des ersten und zweiten Ist-Temperaturwerts erfolgt.
9. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 8, wobei die Berechnung des ersten und zweiten Plan-Verdichtungswerts unter Zuhilfenahme einer Simulation ei-

nes Abkühlverhaltens mit dem ersten und zweiten Ist-Temperaturwert als Eingangswert erfolgt.

10. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der erste und zweite Abschnitt jeweils eine laterale Ausdehnung aufweisen, und/oder wobei eine laterale Ausdehnung des ersten und zweiten Abschnitts (A1) unterschiedlich ist. 5
11. Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) mit einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10. 10
12. Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) gemäß Anspruch 11, wobei die Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) ausgebildet ist, um eine Verdichtungsleistung für den ersten und zweiten Abschnitt (A1) in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Maschinensteuerparameter zu wählen; oder 15
wobei die Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) ausgebildet ist, um eine Verdichtungsleistung für den ersten und zweiten Abschnitt (A1) in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Maschinensteuerparameter zu variieren, indem zur Variation der Verdichtungsleistung eine Amplitude und/oder eine Frequenz einer Bandage der Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) variiert werden. 20 25
13. Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) gemäß Anspruch 12, wobei die Verdichtungsleistung für den ersten und zweiten Abschnitt (A1) in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Maschinensteuerparameter variiert wird, so dass der erste Abschnitt (A1) eine andere additive Verdichtung erfährt als der zweite Abschnitt (A2). 30 35
14. Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei die Verdichtungsleistung für den ersten oder zweiten Abschnitt (A1) in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Maschinensteuerparameter auf null reduziert wird und/oder wobei der erste oder zweite Maschinensteuerparameter ein Deaktivierungssignal zur Sperrung des ersten oder zweiten Abschnitts (A1) für eine weitere Überfahrt aufweist. 40 45
15. Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei eine Bewegungsgeschwindigkeit der Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) beim Überfahren des ersten und zweiten Abschnitts (A1) in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Maschinensteuerparameter gewählt wird. 50 55
16. Verfahren zur Verdichtungssteuerung für die Verdichtung eines Bereichs (21) eines Untergrunds mit-

tels einer Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10), mit folgenden Schritten:

Empfangen eines ersten Ist-Verdichtungswerts für einen ersten Abschnitt (A1) des Bereichs (21) und eines zweiten Ist-Verdichtungswerts für einen zweiten Abschnitt (A1) des Bereichs (21); Vergleichen des ersten Ist-Verdichtungswerts mit einem ersten Soll-Verdichtungswert für den ersten Abschnitt (A1), um einen ersten Plan-Verdichtungswert für den ersten Abschnitt (A1) zu ermitteln, und Vergleichen des zweiten Ist-Verdichtungswerts mit einem zweiten Soll-Verdichtungswert für den zweiten Abschnitt, um einen zweiten Plan-Verdichtungswert für den zweiten Abschnitt (A1) zu ermitteln; Ermitteln eines ersten Maschinensteuerparameters für die Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10), ausgehend von welchem die Verdichtung des ersten Abschnitts (A1) erfolgt, basierend auf dem ersten Plan-Verdichtungswert und Ermitteln eines zweiten Maschinensteuerparameters für die Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10), ausgehend von welchem die Verdichtung des zweiten Abschnitts (A1) erfolgt, basierend auf dem zweiten Plan-Verdichtungswert.

17. Verfahren gemäß Anspruch 16, wobei die Verdichtung in mehreren Iterationen erfolgt, so dass der erste und zweite Abschnitt (A1, A2) mehrfach überfahren wird, wobei für den ersten und zweiten Bereich (21) der zweiten Iteration der erste und zweite Ist-Verdichtungswert, der bei der ersten Iteration ermittelt wurde, verwendet wird; und/oder. 30 35
wobei auch die Verdichtung in mehreren Iterationen erfolgt, so dass der erste und zweite Abschnitt (A1, A2) mehrfach überfahren wird, wobei das Verfahren den Schritt des Auswählens eines Typs oder einer Konfiguration der Straßen- oder Bodenverdichtungsmaschine (10) für eine zweite Iteration ausgehend von dem ersten oder zweiten Maschinensteuerparameter umfasst.
18. Computerprogramm mit einem Programmcode zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 16 bis 17, wenn das Programm auf einem Computer abläuft. 40 45

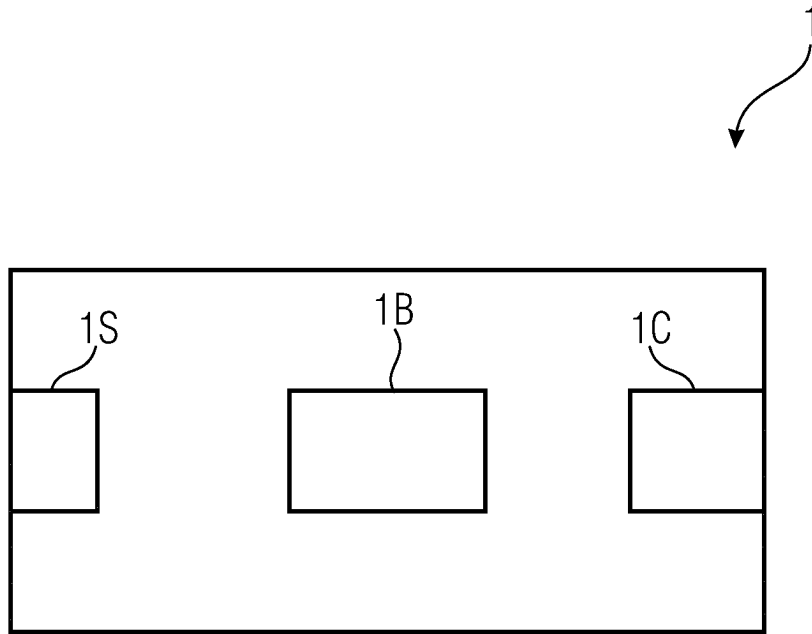


Fig. 1a

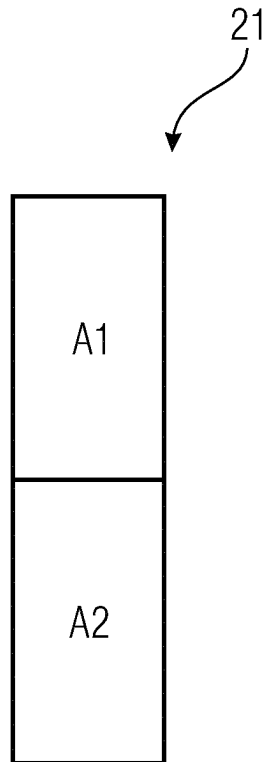


Fig. 1b

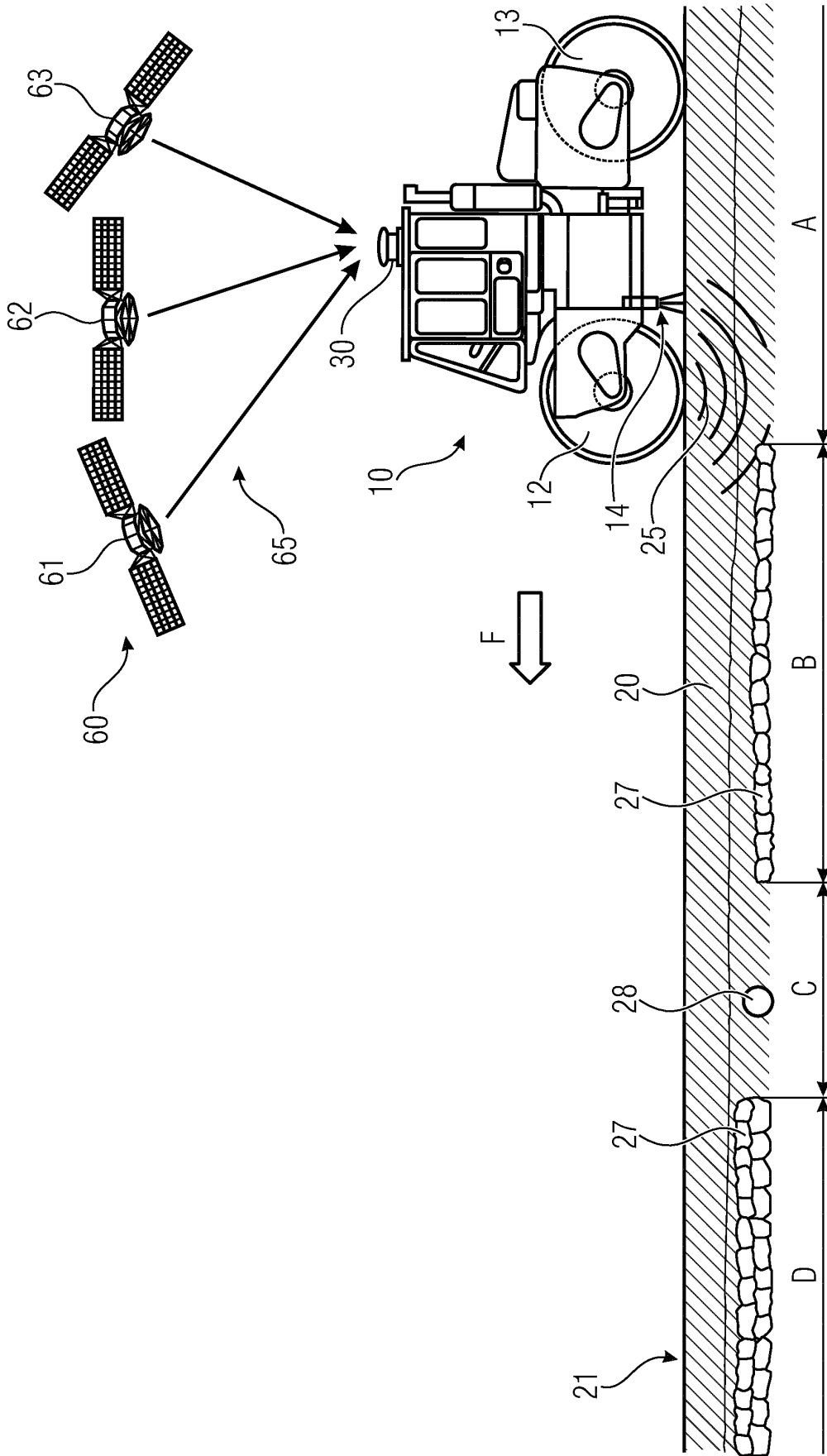


Fig. 2a

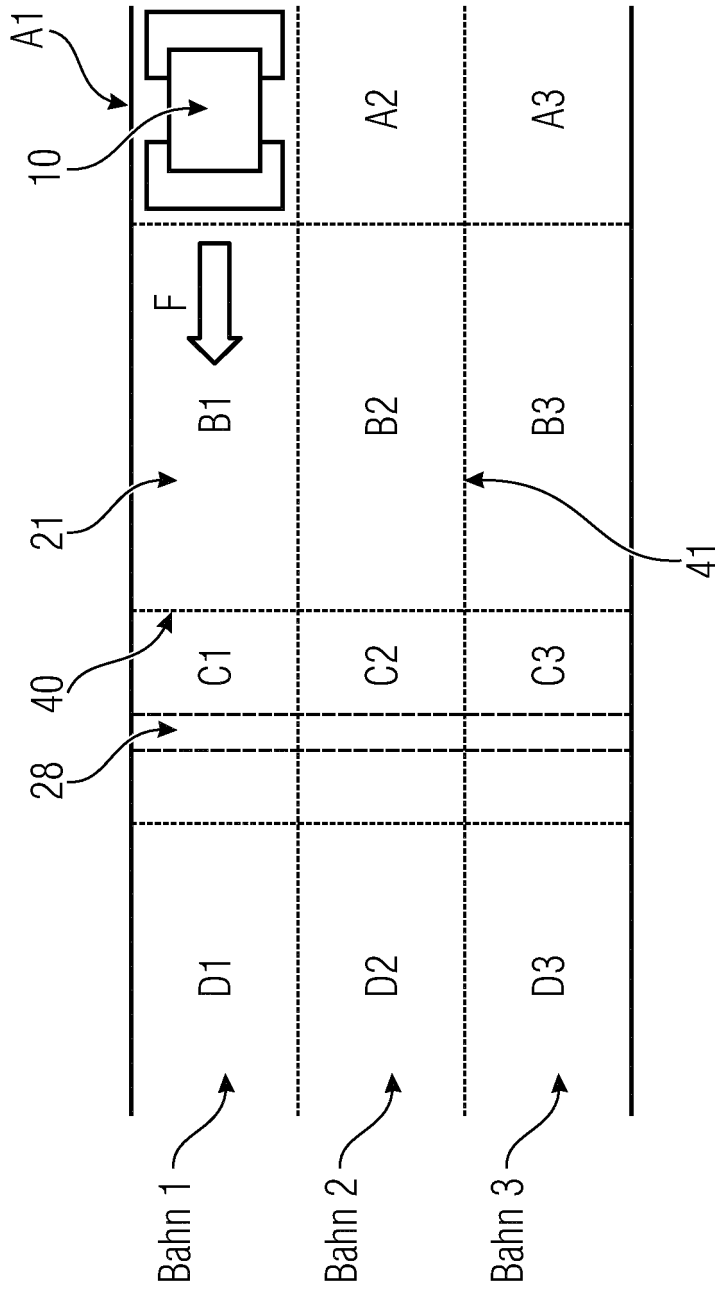


Fig. 2b

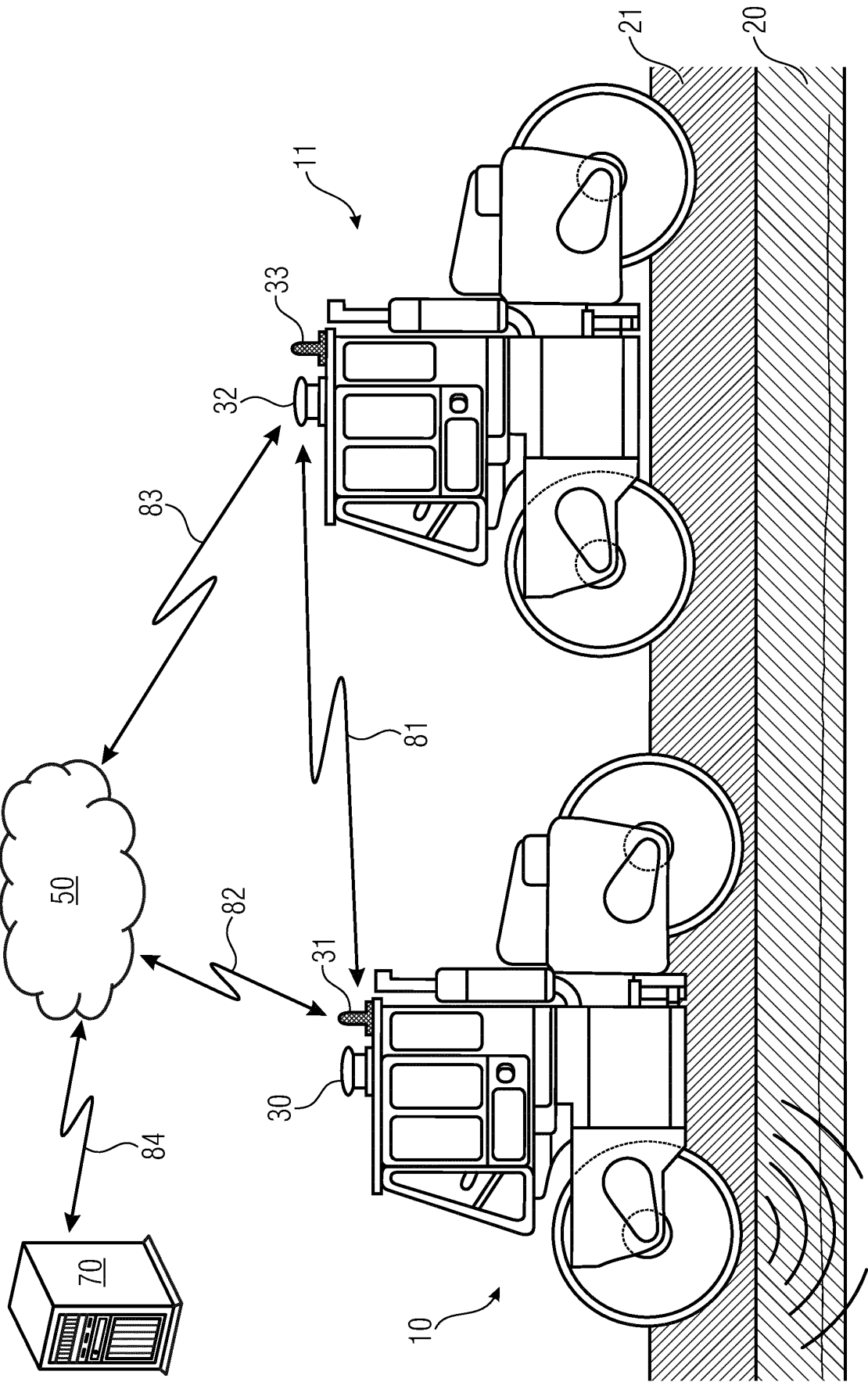


Fig. 3

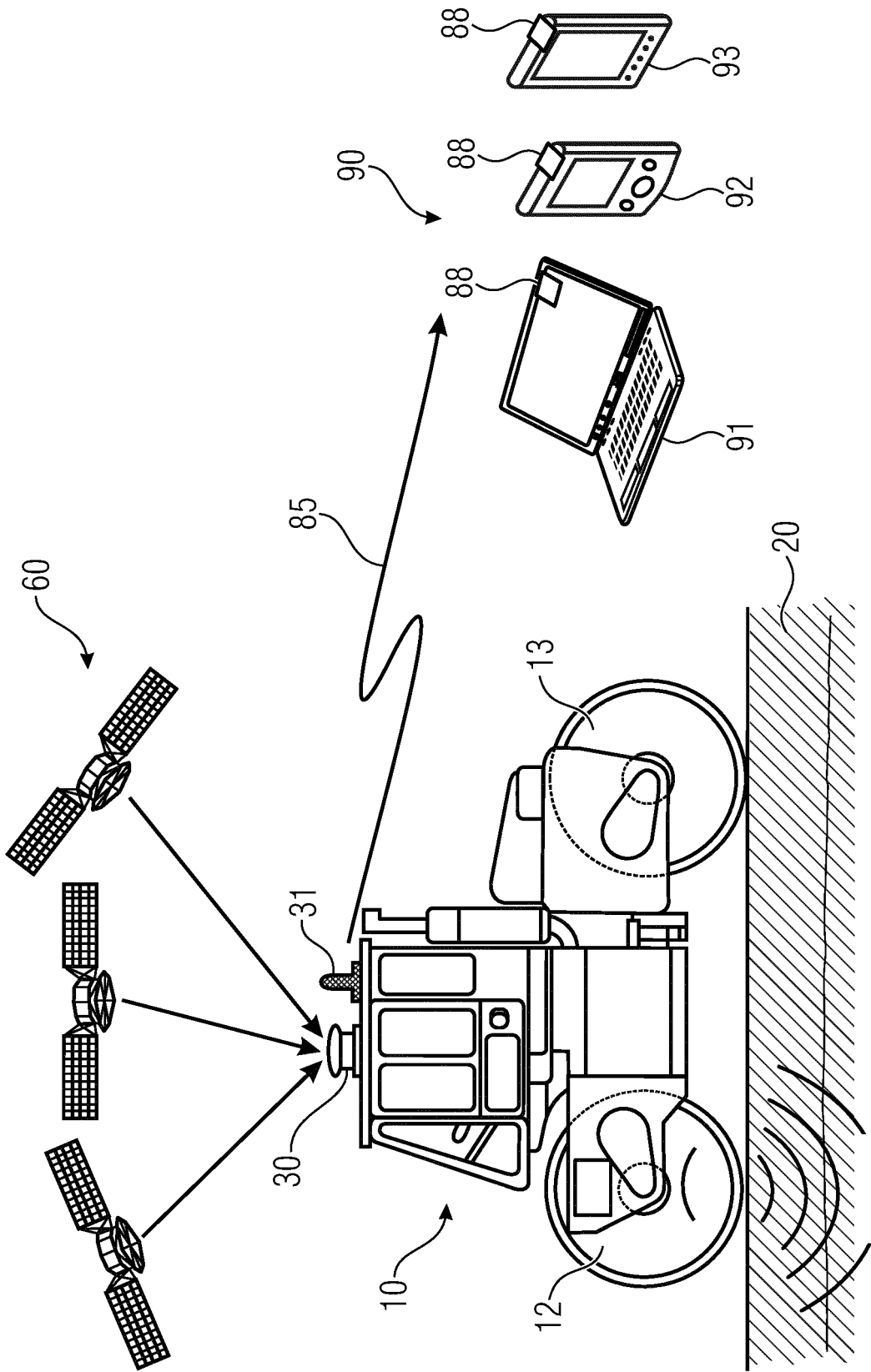


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 18 7838

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	US 2007/150147 A1 (RASMUSSEN TERRY L [US] ET AL) 28. Juni 2007 (2007-06-28) * das ganze Dokument *	1-18	INV. E01C19/28
X	US 2016/076205 A1 (CORCORAN PAUL T [US] ET AL) 17. März 2016 (2016-03-17) * das ganze Dokument *	1-7, 10-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Februar 2018	Prüfer Flores Hokkanen, P
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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 18 7838

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.

22-02-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2007150147 A1	28-06-2007	US 2007150147 A1 WO 2007073451 A1	28-06-2007 28-06-2007

15	US 2016076205 A1	17-03-2016	DE 112015003743 T5 US 2016076205 A1 WO 2016044259 A1	18-05-2017 17-03-2016 24-03-2016

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 202009008592 U1 [0005]
- DE 69434631 T2 [0005]
- EP 1985761 A2 [0006]
- EP 3147406 A1 [0007]