



(11) **EP 4 431 662 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.09.2024 Patentblatt 2024/38

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02D 3/046^(2006.01) E01C 19/28^(2006.01)
E01C 19/35^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24161548.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02D 3/046; E01C 19/288; E01C 19/35

(22) Anmeldetag: **05.03.2024**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

- **BERGER, Rudolf**
82031 Grünwald (DE)
- **DILLER, Patrick**
86558 Hohenwart (DE)
- **EIB, Dominic**
85283 Wolnzach (DE)
- **LANGE, Christian**
85051 Ingolstadt (DE)
- **STEFFEN, Michael**
80796 München (DE)
- **UNVERDORBEN, Walter**
85229 Markt Indersdorf (DE)

(30) Priorität: **15.03.2023 DE 102023106491**

(71) Anmelder: **Wacker Neuson Produktion GmbH & Co. KG**
85084 Reichertshofen (DE)

(74) Vertreter: **Müller Hoffmann & Partner**
Patentanwälte mbB
St.-Martin-Straße 58
81541 München (DE)

(72) Erfinder:
• **WEISKOPF, Alto**
85250 Altomünster (DE)

(54) **SYSTEM UND VERFAHREN ZUM FÜHREN EINER BEDIENPERSON WÄHREND EINER BODENVERDICHTUNG MIT EINER BODENVERDICHTUNGSVORRICHTUNG**

(57) Es wird ein System angegeben, zum Führen einer Bedienperson (1) während einer Bodenverdichtung mit einer Bodenverdichtungs Vorrichtung (2), mit einer Positionsbestimmungsvorrichtung (4) zum Bestimmen und Aufzeichnen einer jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungs Vorrichtung (2) auf einem zu verdichtenden Boden (7); einer Verdichtungserfassungseinrichtung zum Erfassen des Verdichtungsfortschritts an der jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungs Vorrichtung (2); und mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung zum Speichern von Arbeitsdaten, wobei die Arbeitsdaten ausgewählt sind aus der Gruppe zu verdichtende Bodenfläche, Materialschütthöhe, Materialeigenschaften, Typ der Bodenverdichtungs Vorrichtung, zu erreichender Verdichtungsgrad; wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung ausgebildet ist zum Erzeugen eines Führungshinweises (6) zum Führen der Bedienperson (1) unter Berücksichtigung der gespeicherten Arbeitsdaten, der jeweils aufgezeichneten Positionen der Bodenverdichtungs Vorrichtung (2) und der jeweils zu den Positionen erfassten Verdichtungsfortschritte.

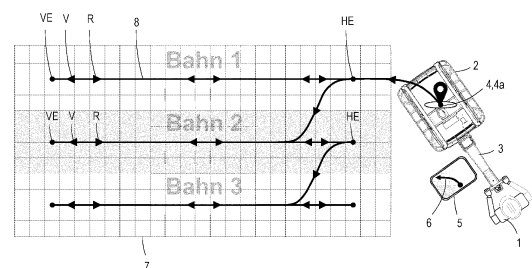


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System und Verfahren zum Führen einer Bedienperson während einer Bodenverdichtung mit einer Bodenverdichtungs-
vorrichtung.

[0002] Geschüttete Böden (z.B. Kies, Schotter, Erde, Sand etc.) müssen verdichtet werden, um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erreichen. Zur Verdichtung werden Bodenverdichtungs-
vorrichtungen genutzt, wie z.B. Stampfer, Vibrationsplatten, (Vibrations-)Walzen oder Anbauverdichter (für Bagger etc.). Die Bodenverdichtungs-
vorrichtungen können von einer Bedienperson unmittelbar oder mittelbar handgeführt oder auch fernge-
steuert werden. Abhängig vom Gerät und dem zu verdichtenden Boden entscheidet dabei die Bedienperson erfahrungsbasiert oder entsprechend den Vorgaben einer Bauplanung, einer technischen Richtlinie o.Ä., mit welchen Gerätebetriebsparametern und mit welcher Überfahrtenanzahl bzw. Geräteverweildauer an einer bestimmten Stelle die Bodenverdichtung ausgeführt wird.

[0003] Zur Unterstützung der Bodenverdichtung sind Assistenzsysteme bekannt, die Anhaltswerte über den erreichten Grad der Bodenverdichtung oder der Geräteüberfahrtenanzahl als Entscheidungshilfe hinsichtlich einer Fortführung oder eines Abschlusses der Verdichtungsarbeiten liefern. Als Geräteüberfahrtenanzahl wird dabei Anzahl verstanden, wie oft eine Bodenverdichtungs-
vorrichtung eine Fläche überfahren und dabei den Boden verdichtet hat.

[0004] Der Grad der Bodenverdichtung wird dabei aus Messdaten zum Gerätebetriebsverhalten bzw. zu einer Interaktion zwischen der Bodenverdichtungs-
vorrichtung und dem Boden sowie den Gerätebetriebsdaten während der Verdichtungsarbeit ermittelt und dem Bediener sofort und ohne weitere Dokumentation mitgeteilt. Zur Erfassung des Gerätebetriebsverhaltens können insbesondere die Gerätebeschleunigungen und weitere Betriebsdaten gemessen werden, um daraus Rückschlüsse auf den Verdichtungsgrad des von dem Gerät verdichteten Bodens zu ziehen.

[0005] Die Anzahl der Geräteüberfahrten über den zu verdichtenden Boden kann basierend auf einer Positionsbestimmung der Bodenverdichtungs-
vorrichtung oder eines vom Bediener oder von der Bodenverdichtungs-
vorrichtung getragenen mobilen Endgeräts (z.B. Smartphone) ermittelt und nach der Beendigung der Bodenverdichtungsarbeit visualisiert werden. Damit ist es für die Bedienperson möglich, nachträglich einen Abgleich mit einer geforderten Überfahrtenanzahl durchzuführen, die bei einzuhaltenden Gerätebetriebsparametern zur Erreichung einer bestimmten Bodenverdichtung nötig ist.

[0006] Des Weiteren sind Systeme bekannt, die den Grad der Bodenverdichtung mit den Gerätepositionsdaten verknüpfen und darüber den Grad der Bodenverdichtung im Arbeitsbereich farblich als Karte visualisieren, z.B. in Form einer so genannten "Heatmap", die dem Bediener nach Abschluss der Arbeiten oder während ei-

ner Arbeitsunterbrechung angezeigt wird. Ein Beispiel für ein derartiges System ist das System Compamatic® der Wacker Neuson Produktion GmbH & Co. KG.

[0007] Die Auswahl von Bodenverdichtungsgerät, Gerätebetriebsparameter und Fahrstrecke erfolgt meistens auf der Basis von Annahmen, Bedienererfahrungen und -gewohnheiten. Eine Abstimmung einer jeweiligen Bodenverdichtungs-
vorrichtung, der Gerätebetriebsparameter und der Fahrstrecke auf den zu verdichtenden Boden (Bodentyp, Bodenzustand, Arbeitsflächenkontur, Bodenschütthöhe etc.) zur Erzielung einer optimalen Bodenverdichtungsleistung wird derzeit durch Assistenzsysteme nicht unterstützt. Bei bekannten Assistenzsystemen, die den Grad der Bodenverdichtung ermitteln, wird dieser dem Bediener lediglich für die aktuelle Position mitgeteilt. Der Bediener erhält während der Verdichtungsarbeit keine Informationen darüber, wie der Grad der Bodenverdichtung über das Arbeitsfeld, d.h. über den zu verdichtenden Boden, aktuell verteilt ist. Der Bediener kann somit nicht gezielt die Bereiche mit unzureichender Bodenverdichtung anfahren und zusätzlich verdichten oder - umgekehrt - in Bereichen mit bereits ausreichender Bodenverdichtung unnötige Überfahrten vermeiden.

[0008] Auch Assistenzsysteme, die mit Gerätepositionsdaten die Verteilung des Bodenverdichtungsgrades über dem Arbeitsfeld ermitteln und als Farbkarte visualisieren, stellen diese Informationen dem Bediener nicht schon während, sondern erst bei einer Unterbrechung oder nach Beendigung der Bodenverdichtungsarbeit zur Verfügung. Aufgrund der fehlenden Bodenverdichtungs-
historie erhält der Bediener keine Information darüber, ob mit dem verwendeten Bodenverdichtungsgerät noch ein weiterer Anstieg der Bodenverdichtung erreicht werden könnte oder ob die maximal mögliche Bodenverdichtung bereits erreicht wurde.

[0009] Auch Assistenzsystemen, die die Anzahl der Geräteüberfahrten ermitteln, erhält der Bediener während der Bodenverdichtungsarbeit keine Informationen, wie die Anzahl der Überfahrten über das gesamte Arbeitsfeld aktuell verteilt ist. Diese Übersicht erhält der Bediener ebenfalls erst bei einer Unterbrechung oder nach der Beendigung der Verdichtungsarbeit. Der Bediener kann somit während der Bodenverdichtungsarbeit nicht gezielt die Bereiche mit zu geringer Überfahrtenanzahl anfahren oder unnötige Überfahrten vermeiden.

[0010] Der Bediener erhält weiterhin während der Bodenverdichtungsarbeit keine Hinweise zur optimalen Routenführung, um den Prozess möglichst effizient zu gestalten.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System zum Führen einer Bedienperson während eines Bodenverdichtungs Vorgangs anzugeben, mit dem die Bedienperson zielgerichtete Informationen zur effizienten und optimalen Führung der Bodenverdichtungs-
vorrichtung erhält. Insbesondere soll eine Bedienerführung für die Bodenverdichtung unter Berücksichtigung des Ortes der Verdichtung und des Verdichtungsfortschritts angegeben werden.

[0012] Die Aufgabe wird gelöst durch ein System mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren gemäß dem nebengeordneten Anspruch. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0013] Erfindungsgemäß wird ein System zum Führen einer Bedienerperson während einer Bodenverdichtung mit einer Bodenverdichtungsanordnung angegeben, mit einer Positionsbestimmungsanordnung zum Bestimmen und Aufzeichnen einer jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsanordnung auf einem zu verdichtenden Boden, mit einer Verdichtungserfassungseinrichtung zum Erfassen des Verdichtungsfortschritts an der jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsanordnung, und mit einer Datenverarbeitungsanordnung zum Speichern von Arbeitsdaten, wobei die Arbeitsdaten ausgewählt sind aus der Gruppe zu verdichtende Bodenfläche, Materialschütthöhe, Materialeigenschaften, Typ der Bodenverdichtungsanordnung, zu erreichender Verdichtungsgrad, wobei die Datenverarbeitungsanordnung ausgebildet ist zum Erzeugen eines Führungshinweises zum Führen der Bedienerperson unter Berücksichtigung der gespeicherten Arbeitsdaten, der jeweils aufgezeichneten Positionen der Bodenverdichtungsanordnung und der jeweils zu den Positionen erfassten Verdichtungsfortschritte.

[0014] Das System dient somit zum Führen einer Bedienerperson während eines Bodenverdichtungs Vorgangs, wobei die Bedienerperson ihrerseits eine Bodenverdichtungsanordnung, wie z.B. einen Stampfer, eine Vibrationsplatte, eine (Vibrations-)Walze oder einen z.B. von einem Bagger getragenen Anbauverdichter führt. Das System dient als Assistenzsystem und gibt der Bedienerperson Führungshinweise, welche Bereiche der zu verdichtenden Fläche (Arbeitsfeld) bereits ausreichend verdichtet sind und welche Bereiche noch weiter verdichtet werden müssen.

[0015] Dazu muss regelmäßig bzw. kontinuierlich die aktuelle Position der Bodenverdichtungsanordnung erfasst werden, was mit Hilfe der Positionsbestimmungsanordnung erfolgt. Die Positionsbestimmung kann z.B. mit Hilfe eines Telematikmoduls, durch Nutzung eines Satellitennavigationssystems (GNSS) oder einer Funkortung erfolgen. Die Positionsmessung kann auch mit anderen Mitteln erfolgen, z.B. mit Hilfe von Bluetooth und zugehöriger Berechnung, Real Time Kinematik (Echtzeitkinematik - RTK), Ultra-wide Band (Ultrabreitband - UWB), Differential Global Positioning System (Differenzielles globales Positionierungssystem - DGPS) etc.

[0016] Ebenso kann die Positionsbestimmung unter Nutzung eines mobilen Endgeräts bzw. eines mobilen Datenverarbeitungsgeräts erfolgen, das von der Bedienerperson geführt werden. Insbesondere kann dabei z.B. ein Smartphone, eine Smartwatch etc. genutzt werden. Bei der Fahrt der Bodenverdichtungsanordnung in eine bestimmte Richtung berücksichtigt das mobile Datenverarbeitungsgerät, dass sich die Bodenverdichtungsanordnung in gewissem Abstand vor dem Bediener befindet.

Dieser Abstand wird bei der Bestimmung der Position als Offset mitberücksichtigt und eingerechnet, um die Position der Bodenverdichtungsanordnung möglichst exakt bestimmen zu können.

[0017] Die von der Datenverarbeitungsanordnung zu speichernden Arbeitsdaten können u.a. die zu verdichtende Bodenfläche (Arbeitsfeld) betreffen. Dazu kann in geeigneter Weise die in Realität vorhandene und zu verdichtende Bodenfläche definiert und virtuell in der Datenverarbeitungsanordnung abgebildet werden.

[0018] Weitere Arbeitsdaten betreffen den zu verdichtenden Boden selbst bzw. die Bodeneigenschaften, nämlich insbesondere die Materialschütthöhe (insbesondere bei aufgeschüttetem Material wie Kies, Sand, Erde) sowie die Eigenschaften des zu verdichtenden Materials. Ebenso können Arbeitsdaten, der Typ der die Bodenverdichtung ausführenden Bodenverdichtungsanordnung (z.B. auch die Leistungsfähigkeit, die Arbeitsbreite etc.) sowie der zu erreichende Verdichtungsgrad (Soll-Verdichtungsgrad) gespeichert werden.

[0019] Die Verdichtungserfassungseinrichtung kann auf bekannte Kriterien bzw. Verfahren zurückgreifen. Dementsprechend kann z.B. die Interaktion zwischen Bodenverdichtungsanordnung und zu verdichtendem Boden, insbesondere das Vibrationsverhalten der Bodenverdichtungsanordnung ausgewertet werden, um daraus Rückschlüsse auf den Grad der Bodenverdichtung ziehen zu können. Diese Vorrichtungen und Verfahren sind bekannt, so dass sie an dieser Stelle nicht näher erläutert werden müssen. Aufgabe der Verdichtungserfassungseinrichtung ist es, kontinuierlich oder immer wiederkehrend den Verdichtungsfortschritt an der jeweiligen aktuellen Position der Bodenverdichtungsanordnung zu erfassen und das Ergebnis an die Datenverarbeitungsanordnung weiterzugeben.

[0020] Die Datenverarbeitungsanordnung ist ausgebildet zum Erzeugen eines Führungshinweises unter Berücksichtigung der zu verdichtenden Bodenfläche und der jeweils erfassten Arbeits- und Positionsdaten. Die Datenverarbeitungsanordnung kann daraus ableiten, welche (Teil-)Bereiche der zu verdichtenden Fläche bereits überfahren und damit verdichtet wurden und welche noch nicht. Insbesondere kann die Datenverarbeitungsanordnung auch, wie später noch erläutert wird, z.B. feststellen, dass Bereiche bereits ausreichend verdichtet wurden, so dass in diesen Bereichen keine weitere Verdichtung mehr stattfinden muss. Als Kriterium für die ausreichende Verdichtung kann dabei das Erreichen eines vorgegebenen Soll-Verdichtungsgrads dienen. Bei einer Variante kann auch eine Mindestanzahl von Überfahrten als Kriterium ausreichen, sodass daraus auf eine ausreichende Verdichtung geschlossen werden kann.

[0021] Die Datenverarbeitungsanordnung gibt dem Bediener einen geeigneten Führungshinweis, um ihn anzuleiten, in welcher Richtung er die Bodenverdichtungsanordnung führen muss, um weiter gezielt die noch zu verdichtenden Flächenbereiche zu überfahren und damit zu verdichten.

[0022] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann eine Routenplanungseinrichtung aufweisen, um eine Fahr-
route für die Bodenverdichtungsvorrichtung festzulegen,
wobei die Routenplanungseinrichtung ausgebildet sein
kann, um die Routenplanung aufgrund der zu verdich-
tenden Fläche festzulegen, derart, dass die zu verdich-
tende Fläche wenigstens einmal vollständig durch die
Bodenverdichtungsvorrichtung überfahren wird. Die
Routenplanung erreicht damit eine vollständige Abde-
ckung der zu verdichtenden Fläche. Dabei wird zunächst
nicht der konkrete Verdichtungsfortschritt erfasst, da be-
reits ein einmaliges Überfahren der Fläche als Kriterium
genügt. Entsprechend kann die Anzahl der geforderten
Überfahrten auch auf einen höheren Wert festgelegt wer-
den, sodass z.B. die zu verdichtende Fläche auch voll-
ständig zweimal, dreimal oder öfter überfahren wird.

[0023] Die Routenplanungseinrichtung kann ausgebil-
det sein, um die Routenplanung unter Berücksichtigung
des von der Verdichtungserfassungseinrichtung erfass-
ten Verdichtungsfortschritts festzulegen, derart, dass
wenigstens Teilbereiche der zu verdichtenden Fläche
mehrfach durch die Bodenverdichtungsvorrichtung über-
fahren werden. Die Datenverarbeitungsvorrichtung er-
kennt in diesem Fall, dass Teilbereiche bzw. auch die
gesamte Fläche noch nicht ausreichend verdichtet wur-
den, und gibt entsprechende Anweisung an die Routen-
planungseinrichtung, dass wenigstens diese Teilberei-
che nochmals oder mehrfach überfahren werden müs-
sen.

[0024] Es kann eine Anzeigeeinrichtung zum Anzei-
gen des Führungshinweises für die Bedienperson vor-
gesehen sein. Die Anzeigevorrichtung kann eine Signal-
vorrichtung aufweisen und dient dazu, dem Bediener den
weiteren Weg anzuzeigen, entlang dem er die Boden-
verdichtungsvorrichtung führen und bewegen soll.

[0025] Die Anzeigeeinrichtung kann direkt auf bzw. an
der Bodenverdichtungsvorrichtung angeordnet sein. Er-
gänzend oder alternativ kann die Anzeigeeinrichtung
auch an einem mobilen Endgerät vorhanden sein, das
vom Benutzer gehalten bzw. geführt wird, wie z.B. ein
Smartphone, eine Smartwatch oder ein Tablet des Be-
nutzers. Alternativ ist es auch möglich, die Anzeigeein-
richtung als Headup-Display oder AR-Brille (Augmented
Reality) auszuführen. Ebenso ist es denkbar, die Bedie-
nerführungsinformationen direkt auf die zu verdichtende
Fläche zu projizieren.

[0026] Die Bedienerführungsdaten können optisch,
akustisch oder taktil oder in einer Kombination dem Be-
diener mitgeteilt werden.

[0027] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann aus-
gebildet sein zum Erzeugen des Führungshinweises für
die Bedienperson während einer Verdichtungsarbeit.
Das bedeutet, dass der Führungshinweis nicht erst bei
einer Unterbrechung der Arbeit oder nach Beendigung
der Arbeit, sondern während der Verdichtungsarbeit er-
zeugt und der Bedienperson übermittelt wird. "Während
der Verdichtungsarbeit" entspricht dabei dem Zeitraum,
während die Bodenverdichtungsvorrichtung in Betrieb ist

und den Boden verdichtet. Die dabei anfallenden Daten
können auch dokumentiert und einer nachträglichen
Auswertung zugeführt werden.

[0028] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann aus-
gebildet sein, um einen Arbeitsweg für die Bodenverdich-
tungsvorrichtung zu ermitteln, anhand von Parametern,
ausgewählt aus der Gruppe aktuelle Position der Boden-
verdichtungsvorrichtung, bereits zurückgelegter Weg
der Bodenverdichtungsvorrichtung, zu verdichtende Bo-
denfläche. Die Planung des Arbeitswegs kann dabei ins-
besondere durch die Routenplanungseinrichtung erfol-
gen, die die Planung eines optimalen Arbeitswegs und
damit Bewegungswegs der Bodenverdichtungsvorrich-
tung ermöglicht.

[0029] Die Verdichtungserfassungseinrichtung kann
ausgebildet sein, um die Bodenverdichtung zu messen
und/oder um die Bodenverdichtung abzuschätzen.

[0030] Zum Messen der Bodenverdichtung, also zum
direkten Ermitteln der Bodenverdichtung, können Mess-
daten zum Gerätebetriebsverhalten, z.B. zur Interaktion
zwischen Gerät und Boden sowie den Gerätebetriebs-
daten, ausgewertet werden, wie dies z.B. durch das oben
erwähnte Compamatic®-System für Vibrationsplatten
bekannt ist. Für die Bedienerführung können daraus
auch die notwendigen Überfahrten bzw. Verweilzeiten
bei entsprechenden Gerätebetriebsparametern (Ge-
schwindigkeit, Fliehkraft, Frequenz etc.) bestimmt wer-
den.

[0031] Eine (rechnerische) Abschätzung der Verdich-
tung kann anhand von Geräte-, Betriebs- und Bodenda-
ten erfolgen, z.B. modellbasiert. Dabei können Parame-
ter wie die Spezifikation der genutzten Bodenverdich-
tungsvorrichtung (Masse, Bodenkontaktfläche, Fre-
quenz, etc.) die Überfahrgeschwindigkeit, die Fliehkraft,
die bisherige Geräteverweildauer in Flächensegmenten
(Anzahl der Überfahrten o.Ä.), Bodentyp, Bodenzustand,
Schütthöhe etc. berücksichtigt werden.

[0032] Es kann eine Kommunikationseinrichtung vor-
gesehen sein, zum Ermöglichen eines Datenaustauschs
zwischen der Datenverarbeitungsvorrichtung und der
Bodenverdichtungsvorrichtung. Dabei können insbeson-
dere Gerätebetriebsdaten von der Bodenverdichtungs-
vorrichtung an die Datenverarbeitungsvorrichtung über-
mittelt werden.

[0033] Als Teil des Assistenzsystems kann ein mobiles
Endgerät vorgesehen sein, wobei das mobile Endgerät
wenigstens einen Teil der folgenden Komponenten auf-
weist: Positionsbestimmungsvorrichtung, Datenverar-
beitungsvorrichtung, Kommunikationseinrichtung. Das
mobile Endgerät kann von der Bedienperson getragen
werden oder an der Bodenverdichtungsvorrichtung be-
festigt sein. Zum Beispiel kann es sich dabei um ein
Smartphone oder ein Tablet der Bedienperson handeln.

[0034] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann Kom-
ponenten aufweisen, die wenigstens an einem der fol-
genden Orte angeordnet sind: Mobiles Endgerät, Boden-
verdichtungsvorrichtung, externe Einrichtung, räumlich
getrennt von der Bodenverdichtungsvorrichtung und der

Bedienperson. Dementsprechend können die Komponenten der Datenverarbeitungsvorrichtung an verschiedenen Ort verteilt angeordnet sein. Das z.B. durch die Bedienperson geführte mobile Endgerät kann zentrale Datenverarbeitungsaufgaben übernehmen, die z.B. softwaremäßig gebildet sind, z.B. als App. Teile der Datenverarbeitungsvorrichtung können auch an der Bodenverdichtungsvorrichtung vorgesehen sein, z.B. im Steuergerät oder in einem Telematikmodul.

[0035] Es kann eine Dokumentationsvorrichtung vorgesehen sein zum Dokumentieren von wenigstens einem der folgenden Parameter:

- Position der Bodenverdichtungsvorrichtung,
- Verdichtungsgrad,
- Geräteparameter der Bodenverdichtungsvorrichtung,
- Uhrzeit und Datum (z.B. um den Arbeitsverlauf dokumentieren zu können; ggfs. fortlaufend),
- Wetterparameter (aktuelles Wetter am Arbeitsort, z.B. Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Niederschlag aktuell und ggfs. in letzter Vergangenheit; Daten können z.B. aus Wetterdatenbanken im Internet ermittelt werden),
- Erfüllungsgrad (d.h. ob die Verdichtung wie vorgegeben erreicht wurde und ob die jeweilige Fläche bearbeitet wurde, z.B. wenn die Arbeit unterbrochen werden musste),
- Prozessgeschwindigkeit (z.B. Fahrgeschwindigkeit der Maschine, Dauer der Arbeiten; auch zu berechnen über einen Zeitstempel und die GPS-Daten).

[0036] Es kann eine Soll-Verdichtungsvorgabeeinrichtung vorgesehen sein zum Vorgeben eines zu erreichenden Soll-Verdichtungsgrades, wobei eine Verdichtungsvergleichseinrichtung vorgesehen sein kann zum Vergleichen des jeweils durch die Verdichtungserfassungseinrichtung bestimmten (Ist-)Verdichtungsfortschritts mit dem zu erreichenden Soll-Verdichtungsgrad. Damit wird der tatsächliche, aktuell von der Verdichtungserfassungseinrichtung erfasste Verdichtungsfortschritt mit einem jeweiligen Sollwert (Soll-Verdichtungsgrad) verglichen. Dieser Vergleich bzw. das Ergebnis des Vergleichs kann der Bedienperson in geeigneter Weise mitgeteilt werden, z.B. in grafischer Form. Die Bedienperson hält damit die Information, wann und wo der zu verdichtende Boden den Soll-Verdichtungsgrad erreicht hat und wo noch nicht. Daraus ergibt sich für die Bedienperson ein entsprechender Führungshinweis, an welcher Stelle der Boden noch verdichtet werden muss.

[0037] Der Führungshinweis kann wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweisen:

- Anzeige einer Fahrtrichtung, in der die Bedienperson die Bodenverdichtungsvorrichtung führen soll;
- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche;
- Anzeige der Position der Bodenverdichtungsvorrichtung

auf der zu verdichtenden Fläche;

- Anzeige von Bereichen, die bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung überfahren worden sind;
- Anzahl der Überfahrten durch die Bodenverdichtungsvorrichtung in Bereichen, die bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung überfahren worden sind;
- Anzeige von Verdichtungsgraden von bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung verdichteten Flächen;
- Anzeige von Verdichtungsgraden von bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung verdichteten Flächen in Kombination mit Soll-Verdichtungsgraden;
- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche in Kombination mit einer Anzeige von jeweils in dem Teil vorgegebenen Gerätebetriebsparametern, die durch die Bodenverdichtungsvorrichtung einzuhalten sind.

[0038] Dabei können insbesondere auch Kombinationen der genannten Merkmale sinnvoll sein.

[0039] Die Führung der Bedienperson kann dementsprechend bezüglich des Ortes (bei Erfassung der Überfahrtenanzahl) oder auch bezüglich des Grades der Verdichtung erfolgen.

[0040] Bei einer Führung bezüglich des Ortes, insbesondere aufgrund der Überfahrtenanzahl, kann zwischen einer aktiven Führung und einer passiven Führung unterschieden werden. Bei einer aktiven Führung kann eine Pfeil-Darstellung o.Ä. dem Bediener anzeigen, wie die Fahrtrichtung der Bodenverdichtungsvorrichtung sein sollte, so dass der Bediener die Bodenverdichtungsvorrichtung entlang dieses Weges führen kann. Bei einer passiven Führung können auf einer Karte die bereits abgefahrenen bzw. überfahrenen Flächen angezeigt werden, wodurch der Bediener selbst erkennen kann, an welchen Stellen noch eine weitere Verdichtung notwendig ist. Der Bediener muss dann selbstständig die Bodenverdichtungsvorrichtung entlang einer eigenen Wegwahl anfahren.

[0041] Bei einer Führung bezüglich des Grades der Verdichtung wird dem Bediener mitgeteilt, an welchen Orten die Verdichtung noch nicht ausreichend ist, z.B. durch die Anzeige einer Bodenverdichtungsgrad-Karte. Der Bediener kann dann selbst erkennen, an welchen Stellen noch eine weitere Verdichtung notwendig ist, und diese Stellen gezielt nach eigener Wegwahl anfahren.

[0042] Bei einer Variante kann der Bediener aber auch von der Datenverarbeitungsvorrichtung eine optimale Routenführung zum Verdichten dieser Stellen vorgegeben bekommen, die er dann nachfahren muss. Auf der Bodenverdichtungsgrad-Karte können dem Bediener weitere Informationen übermittelt werden, z.B. mit welchen Gerätebetriebsparametern (Geschwindigkeit, Fliehkraft etc.) die Fläche überfahren soll.

[0043] Bei den oben genannten Merkmalen für den an den Bediener zu gebenden Führungshinweis können insbesondere folgende Kombinationen sinnvoll sein:

- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche und Anzeige von Bereichen, die bereits durch die Bodenverdichtungsanordnung überfahren worden sind;
- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche sowie Anzeige von Bereichen, die bereits durch die Bodenverdichtungsanordnung überfahren worden sind und Anzahl der Überfahrten in diesen Bereichen durch die Bodenverdichtungsanordnung;
- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche und Anzeige von Verdichtungsgraden von bereits durch die Bodenverdichtungsanordnung verdichteten Flächen;
- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche sowie Anzeige von Verdichtungsgraden von bereits durch die Bodenverdichtungsanordnung verdichteten Flächen in Kombination mit Soll-Verdichtungsgraden.

[0044] Es wird ein Verfahren zum Führen einer Bedienperson während einer Bodenverdichtung mit einer Bodenverdichtungsanordnung angegeben, mit den Schritten:

- Bestimmen und Aufzeichnen einer jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsanordnung auf einem zu verdichtenden Boden;
- Erfassen des Verdichtungsfortschritts an der jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsanordnung;
- Speichern von Arbeitsdaten, wobei die Arbeitsdaten ausgewählt sind aus der Gruppe zu verdichtende Bodenfläche, Materialschütthöhe, Materialeigenschaften, Typ der Bodenverdichtungsanordnung, zu erreichender Verdichtungsgrad;
- Erzeugen eines Führungshinweises während des Bodenverdichtungsprozesses zum Führen der Bedienperson unter Berücksichtigung der gespeicherten Arbeitsdaten, der jeweils aufgezeichneten Positionen der Bodenverdichtungsanordnung und der jeweils zu den Positionen erfassten Verdichtungsfortschritte.

[0045] Das vorbeschriebene System ist ein Assistenzsystem zur Unterstützung des Bedieners, um eine Bodenverdichtungsanordnung effizient zu führen und eine ausreichende Bodenverdichtung zu erreichen.

[0046] Bei einer Variante ist das Assistenzsystem in der Lage, der Bedienperson Führungsinformationen zu übermitteln, die die Bedienperson dann selbst umsetzen muss. Bei einer Weiterentwicklung kann eine Autonomie erreicht werden, z.B. kann das System bei ferngesteuerten Bodenverdichtungsgeräten ausgebildet sein, um selbst das Bodenverdichtungsgerät autonom zu steuern.

[0047] Das erfindungsgemäße System ermöglicht eine Kombination von Positions- und Bodenverdichtungsgrad-Bestimmung mit Planungsdaten und einer mobilen

Datenverarbeitungseinrichtung sowie einer entsprechenden Anzeigevorrichtung, z.B. auf einem Mobilgerät. Die Anwendung kann insbesondere in Verbindung mit einer unmittelbar oder mittelbar handgeführten oder auch ferngesteuerten Bodenverdichtungsanordnung erfolgen.

[0048] Die Bedienerführung gibt dem Bediener während der Bodenverdichtungsarbeit die erforderlichen Informationen, um den Bodenverdichtungsprozess möglichst effizient durchführen zu können. Der Bediener kann gezielt die Bereiche mit zu geringer Verdichtung anfahren bzw. wird dort hingeführt oder kann unnötige Überfahrten vermeiden. Dies kann durch eine optimale Routenführung und Geräteparametrierung ergänzt werden.

[0049] Aus den ermittelten Positionen der Bodenverdichtungsanordnung und den dazugehörigen Bodenverdichtungsgraden kann der aktuelle Stand der Verdichtungsarbeit (Ist-Zustand) bestimmt und mit den Planungsdaten (Soll-Zustand) verglichen werden. Aus den Abweichungen können die Bedienerführungsdaten bestimmt werden, z.B. mithilfe einer Routenplanung.

[0050] Diese und weitere Vorteile und Merkmale werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Draufsicht ein Beispiel für eine flächen- bzw. ortsbezogene Führung einer Bedienperson mit einer Bodenverdichtungsanordnung;

Fig. 2 eine Variante bzw. Ergänzung zu einer flächen- bzw. überfahrtenbezogenen Führung;

Fig. 3 Beispiele für die Visualisierung von Führungshinweisen für eine Bedienperson;

Fig. 4 in schematischer Draufsicht ein Beispiel für eine Führung bezüglich des Grades der Verdichtung;

Fig. 5 ein anderes Beispiel für eine Führung bezüglich des Verdichtungsgrades; und

Fig. 6 ein Beispiel für eine Anwendung mit zufällig verteilten, unterschiedlichen Verdichtungsgraden.

[0051] Fig. 1 zeigt in schematischer Draufsicht ein Beispiel für die aktive Führung einer Bedienperson 1, die eine als Bodenverdichtungsanordnung dienende Vibrationsplatte 2 an einer Deichsel 3 führt. Insbesondere zeigt Fig. 1 ein Beispiel für eine Führung der Vibrationsplatte 2 bezüglich ihres Ortes.

[0052] An der Vibrationsplatte 2 ist eine Positionsbestimmungsvorrichtung 4 vorgesehen, mit der sich die Position der Vibrationsplatte 2 präzise bestimmen lässt. Beispiele für die technische Umsetzung der Positionsbestimmungsvorrichtung 4 wurden oben in der Einleitung bereits genannt und sollen daher an dieser Stelle nicht wiederholt werden.

[0053] Die Positionsbestimmungsvorrichtung 4 orientiert sich dabei u.a. an einem als Referenzpunkt dienen-

den Positionierpunkt 4a, mit dessen Hilfe die Position der sich in der Ebene in zwei Dimensionen (Breite, Länge) erstreckenden Vibrationsplatte 2 auf einen Punkt konzentriert werden kann. Dadurch wird die Routenplanung erleichtert. Die Routenplanung kann dann, ausgehend von dem Positionierpunkt 4a, die jeweiligen horizontalen Erstreckungen der Vibrationsplatte 2 z.B. in Form von Offsets berücksichtigen, um die flächige Position und damit die flächige Verdichtungswirkung der Vibrationsplatte 2 zu erfassen.

[0054] Die Bedienperson 1 führt ein mobiles Endgerät mit sich, im gezeigten Beispiel ein Smartphone 5, auf dessen Display ein Führungshinweis 6 angezeigt wird, der später noch erläutert wird. Das Smartphone 5 kann bei einer Variante von der Bedienperson 1 getragen werden. Alternativ kann es auch an der Bodenverdichtungs- vorrichtung 2, z.B. an der Deichsel 3 oder in der Nähe der Hände der Bedienperson 1 angeordnet werden.

[0055] In Fig. 1 in der Draufsicht ist eine zu verdichtende Fläche 7 dargestellt (Arbeitsfläche bzw. Arbeitsfeld), die als rechteckiges Gitter abgebildet ist.

[0056] Die zu verdichtende Fläche 7 ist beispielhaft in drei Bahnen (Bahn 1, Bahn 2, Bahn 3) aufgeteilt, die nacheinander durch die Vibrationsplatte 2 abgefahren werden sollen, um die Fläche 7 insgesamt zu verdichten.

[0057] Zu diesem Zweck ist eine erfindungsgemäße Datenverarbeitungsvorrichtung ausgebildet, um eine entsprechende Routenplanung vorzunehmen und eine Route 8 zu erstellen, die in Form von Pfeilen und Punkten in Fig. 1 dargestellt ist. Die Datenverarbeitungsvorrichtung ist in Fig. 1 nicht explizit gezeigt. Sie kann z.B. in Form einer App in dem Smartphone 5 verwirklicht sein. Ebenso ist es möglich, die Datenverarbeitungs- verarbeitung in der Steuerelektronik der Vibrationsplatte 2 oder in einer externen Einrichtung, räumlich getrennt von der Vibrationsplatte 2 und der Bedienperson 2 vorzusehen. Eine Teilaufgabe der Datenverarbeitungsvorrichtung ist dabei die Routenplanung, die sich allgemein bekannte mathematische Prinzipien einer Routenplanung zunutze machen kann, unter Berücksichtigung der vorgegebenen Fläche 7, die vollständig überfahren werden soll, um eine vollständige Verdichtung zu erreichen.

[0058] Die aktuelle Position der Vibrationsplatte 2 wird mit Hilfe der Positionsbestimmungsvorrichtung 4 und dem Positionierpunkt 4a erfasst. Da sich der Positions- bestimmungsvorrichtung 4a im gezeigten Beispiel etwa in der Mitte der Vibrationsplatte 2 befinden, ist in der Da- tenverarbeitungsvorrichtung hinterlegt, dass eine zuge- hörige Bodenkontaktplatte der Vibrationsplatte 2 eine flä- chige Erstreckung in Länge und Breite aufweist, die als Offset hinzuaddiert werden können.

[0059] Die Vibrationsplatte 2 soll gemäß der von der Routenplanung vorgegebenen Route 8 zunächst auf die Bahn 1 bewegt werden und auf der Bahn 1 in Vorwärts- richtung V und Rückwärtsrichtung R hin und her fahren. Auf diese Weise ist zumindest eine zweimalige Verdich- tung der Bahn 1 erreichbar. Selbstverständlich kann die Vibrationsplatte 2 auf der Bahn 1 auch mehrfach hin und

her fahren, um höhere Verdichtungsüberfahrt-Anzahlen, z.B. 4, 6, 8 Überfahrten, zu erreichen.

[0060] Beim Fahren der Vibrationsplatte 2 entlang der Route 8 orientieren sich die Datenverarbeitungsvorrich- tung und die Positionsbestimmungsvorrichtung 4 an dem Positionierpunkt 4a, um die exakte Position der Vibra- tionsplatte 2 erfassen zu können. Der Positionierpunkt 4a wird bei der ersten Geradeausfahrt auf der Bahn 1 in Vorwärtsrichtung V bis zu einem von der Routenplanung vorderen Endpunkt VE überwacht. Wenn der Positionier- punkt 4a den vorderen Endpunkt VE erreicht hat, erhält die Bedienperson 1 einen Hinweis, dass die Fahrtrich- tung umgekehrt werden soll. Die Bedienperson 1 fährt daraufhin auf der Bahn 1 rückwärts, bis der Positionier- punkt 4a einen von der Routenplanung vorgegebenen hinteren Endpunkt HE erreicht hat.

[0061] Die jeweiligen Führungshinweise erhält die Be- dienperson auf dem Display des Smartphones 5 in Form eines als Führungshinweis 6 dienenden Pfeils, wie in Fig. 1 gut erkennbar. Die Bedienperson 1 kann aus dem Füh- rungshinweis 6 (dem gekrümmten Pfeil) rückschließen, wie sie die Vibrationsplatte 2 bewegen muss, um der von der Datenverarbeitungsvorrichtung geplanten Route zu folgen.

[0062] Nach Rückwärtsbewegen der Vibrationsplatte 2 und Erreichen des hinteren Endpunkts HE wird der Bedienperson 1 auf dem Smartphone 5 angezeigt, nun- mehr die Vibrationsplatte 2 auf die Bahn 2 zu lenken und dort ebenfalls in Vorwärtsrichtung V und Rückwärtsrich- tung R zwischen den vorderen Endpunkt VE und dem hinteren Endpunkt HE zu bewegen. Auch dort wird nach Erreichen der vorgegebenen Überfahrtzahl ein weiterer Führungshinweis 6 ausgegeben, um die Bedienperson 1 zu veranlassen, die Vibrationsplatte anschließend auf die Bahn 3 zu bewegen, wo entsprechende Überfahrten stattfinden. Nach Abarbeitung der von der Routenpla- nung vorgegebenen und in Fig. 1 durch (Richtungs-)Pfei- le V, R und Endpunkte VE und HE definierten Route 8 ist die zu verdichtende Fläche 7 vollständig verdichtet und die Arbeit kann beendet werden.

[0063] Fig. 2 zeigt ein Beispiel analog zu Fig. 1, bei dem die Anzahl der Überfahrten dargestellt und dem Be- diener in geeigneter Weise visualisiert wird. Im Unter- schied zu der Variante von Fig. 1 erfolgt bei dem Beispiel von Fig. 2 dementsprechend die Führung der Vibrations- platte 2 bezüglich der Überfahrtenanzahl.

[0064] Zu diesem Zweck ist eine Skala definiert, die zur optischen Visualisierung der Anzahl der Überfahrten dient. Als Sollwert wird hier ein Wert von sechs Überfahr- ten vorgegeben, so dass die entsprechende zu verdich- tende Fläche 7 somit sechsmal durch die Vibrationsplatte 2 überfahren werden muss. Dieser Sollwert sowie die zu verdichtende Fläche 7 stellen somit wesentliche Rand- bedingungen für die Routenplanung dar.

[0065] Im oberen Drittel der zu verdichtenden Fläche 7 (analog zu der Bahn 1 von Fig. 1) ist der Soll-Wert von sechs Überfahrten bereits erreicht, wie durch die dunkle Einfärbung gezeigt wird. In der Mitte (entsprechend der

Bahn 2 von Fig. 1) wird der Boden aktuell verdichtet. Hier ist der Bereich vor der Vibrationsplatte 2 heller eingefärbt als der Bereich hinter Vibrationsplatte 2 (in dem die Bedienperson 1 läuft). Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass der Boden vor der Vibrationsplatte 2 dreimal verdichtet wurde, während der Boden hinter der Vibrationsplatte bereits eine weitere Überfahrt erfahren hat und somit viermal überfahren wurde.

[0066] Im unteren Drittel der zu verdichtenden Fläche 7 (entsprechend der Bahn 3 von Fig. 1) hat noch keine Verdichtung stattgefunden. Hier beträgt die Anzahl der Überfahrten Null, die Einfärbung der Fläche ist weiß.

[0067] Die Visualisierung mit der Einfärbung bzw. den Grauschattierungen der Anzahl der Überfahrten kann dem Bediener auf dem Endgerät 5 dargestellt werden, sodass er daraus ableiten kann, welche Bereiche der zu verdichtenden Fläche bereits ausreichend verdichtet wurden (ausreichende Anzahl von Überfahrten) und welche noch nicht.

[0068] Fig. 3 zeigt Beispiele für die Darstellung auf dem Display des Smartphones 5 (bzw. eines Tablets oder eines anderen Displays).

[0069] Im Beispiel 1 von Fig. 3 wird eine einfache Pfeildarstellung angezeigt, die dem Bediener signalisiert, in welche Richtung und über welche Strecke (hier: 3 m) er die Vibrationsplatte 2 führen soll. Die Anzeige ist dynamisch und ändert sich immer wieder in Abhängigkeit von den aktuellen Bedingungen. Wenn der Bediener das Display 5 z.B. etwas dreht, ändert sich die Pfeilrichtung unmittelbar, so dass die geplante Bewegungsrichtung stets präzise erkennbar ist.

[0070] Im Beispiel 2 ist eine Darstellung analog zu dem Beispiel in Fig. 1 gewählt (Führung bezüglich des Ortes bzw. - je nach Ausführung - der Überfahrtenanzahl).

[0071] Im Beispiel 3 ist eine Darstellung analog zu dem Beispiel in Fig. 2 angezeigt (Führung bezüglich der Überfahrtenanzahl).

[0072] Fig. 4 zeigt in schematischer Draufsicht ein Beispiel für die Führung der Vibrationsplatte 2 unter Berücksichtigung des Grades der Verdichtung.

[0073] Hier nimmt eine nicht dargestellte Verdichtungserfassungseinrichtung permanent Informationen zum Erfassen des Verdichtungsfortschritts an der jeweiligen Position der Vibrationsplatte 2 auf. Die somit erfassten Verdichtungsgrade werden in Relation zu einer Skala von Verdichtungsgraden gesetzt, die im gezeigten Beispiel von 0 bis 8 geht, wobei der Wert 6 als Sollwert für die Bodenverdichtung angesehen wird. Die Werte unterhalb des Wertes 6 bedeuten eine nicht ausreichende Bodenverdichtung (0 = keine Verdichtung), während die Werte oberhalb des Wertes 6 als Überverdichtung zu werten sind.

[0074] Je nach Auslegung kann auch z.B. der Bodenverdichtungsgrad 5 bereits als ausreichend verdichtet angesehen werden, da er nahe bei dem Sollwert des Verdichtungsgrads 6 liegt und eine exakte Verdichtung in der Praxis ohnehin gewissen Toleranzen unterworfen sein wird. Es ist daher sinnvoll, die Bodenverdichtungs-

grade jeweils mit einem angemessenen Toleranzbereich auszustatten.

[0075] Im gezeigten Beispiel ist der Bereich in der oberen linken Ecke der zu verdichtenden Fläche 7 überverdichtet und erreicht den - zu hohen - Verdichtungsgrad 8 (V8). Hier wurde dementsprechend eine zu intensive und damit nicht wirtschaftliche Verdichtung vorgenommen.

[0076] Die den überverdichteten Bereich V8 umschließenden Flächen sind ausreichend verdichtet und erfüllen den Sollwert (Flächen V6). Große Flächenbereiche sind noch nicht ausreichend verdichtet und erreichen lediglich den Verdichtungsgrad 5 (Flächen V5), sofern man den Verdichtungsgrad 5 als nicht ausreichend ansieht. Etwa in der Mitte der zu verdichtenden Fläche 7 ist ein größerer Flächenbereich nur geringfügig verdichtet (V2).

[0077] Die somit entstehende "Landkarte" mit den unterschiedlichen Verdichtungsgraden wird der Bedienperson 1 während der Verdichtungsarbeit auf dem Smartphone 5 angezeigt, so dass sie unmittelbar erkennen kann, welche Flächenbereiche ausreichend verdichtet wurden bzw. überverdichtet sind und welche Flächenbereiche noch verdichtet werden müssen.

[0078] Zusätzlich kann die Datenverarbeitungsvorrichtung mithilfe der Routenplanung auch noch eine Route erarbeiten, die es der Bedienperson erleichtert, die noch zu verdichtenden Flächenbereiche zu verdichten. Dafür wird die Route 8 auf dem Smartphone 5 dargestellt.

[0079] Fig. 5 zeigt ein anderes Beispiel mit der Dokumentation verschiedener Verdichtungsgrade.

[0080] Dabei sind bereits große Teile der zu verdichtenden Fläche 7 ausreichend verdichtet. Lediglich im - in Fig. 5 - unteren Drittel, etwa in der Mitte, ist ein Bereich (V1 - V3) mit noch nicht ausreichender Verdichtung erkennbar, der lediglich hellgrau eingefärbt ist. Die Bedienperson 1 erhält auf dem Smartphone 5 einen entsprechenden Führungshinweis 6 in Pfeilform, um die Vibrationsplatte 2 auf kürzestem Weg in Richtung des noch nicht ausreichend verdichteten Bereichs (V1, V2, V3) zu führen.

[0081] Fig. 6 zeigt ein Beispiel für eine Anwendung mit zufällig verteilten, unterschiedlichen Verdichtungsgraden.

[0082] Während z.B. in Fig. 5 die Verdichtungsgradbereiche in Form von Quadraten bzw. Rechtecken definiert wurden, entspricht die Darstellung von Fig. 6 eher den tatsächlichen Gegebenheiten auf einer Baustelle. Die Bodenverdichtung variiert zunächst stark und zufällig. Erst mit fortschreitendem Verdichtungsgrad wird eine gleichmäßigere, einheitliche Bodenverdichtung erreicht.

Patentansprüche

1. System zum Führen einer Bedienperson (1) während einer Bodenverdichtung mit einer Bodenverdichtungsvorrichtung (2), mit

- einer Positionsbestimmungsvorrichtung (4) zum Bestimmen und Aufzeichnen einer jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsvorrichtung (2) auf einem zu verdichtenden Boden (7);
- einer Verdichtungserfassungseinrichtung zum Erfassen des Verdichtungsfortschritts an der jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsvorrichtung (2); und mit
- einer Datenverarbeitungsvorrichtung zum Speichern von Arbeitsdaten, wobei die Arbeitsdaten ausgewählt sind aus der Gruppe zu verdichtende Bodenfläche, Materialschütthöhe, Materialeigenschaften, Typ der Bodenverdichtungsvorrichtung, zu erreichender Verdichtungsgrad;

wobei

- die Datenverarbeitungsvorrichtung ausgebildet ist zum Erzeugen eines Führungshinweises (6) zum Führen der Bedienperson (1) unter Berücksichtigung der gespeicherten Arbeitsdaten, der jeweils aufgezeichneten Positionen der Bodenverdichtungsvorrichtung (2) und der jeweils zu den Positionen erfassten Verdichtungsfortschritte.

2. System nach Anspruch 1, wobei

- die Datenverarbeitungsvorrichtung eine Routenplanungseinrichtung aufweist, um eine Fahrroute für die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) festzulegen; und wobei
- die Routenplanungseinrichtung ausgebildet ist, um die Routenplanung aufgrund der zu verdichtenden Fläche (7) festzulegen, derart, dass die zu verdichtende Fläche (7) wenigstens einmal vollständig durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) überfahren wird.

3. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Routenplanungseinrichtung ausgebildet ist, um die Routenplanung unter Berücksichtigung des von der Verdichtungserfassungseinrichtung erfassten Verdichtungsfortschritts festzulegen, derart, dass wenigstens Teilbereiche der zu verdichtenden Fläche mehrfach durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) überfahren werden.

4. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer Anzeigeeinrichtung (5) zum Anzeigen des Führungshinweises für die Bedienperson.

5. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung ausgebildet ist zum Erzeugen des Führungshinweises (6) für die Bedienperson (1) während einer Verdichtungs-

arbeit.

6. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung ausgebildet ist, um einen Arbeitsweg (8) für die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) zu ermitteln, anhand von Parametern, ausgewählt aus der Gruppe aktuelle Position der Bodenverdichtungsvorrichtung (2), bereits zurückgelegter Weg der Bodenverdichtungsvorrichtung (2), zu verdichtende Fläche (7).

7. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Verdichtungserfassungseinrichtung ausgebildet ist, um die Bodenverdichtung zu messen und/oder um die Bodenverdichtung abzuschätzen.

8. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer Kommunikationseinrichtung zum Ermöglichen eines Datenaustauschs zwischen der Datenverarbeitungsvorrichtung und der Bodenverdichtungsvorrichtung (2).

9. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem mobilen Endgerät (5), wobei das mobile Endgerät wenigstens einen Teil der folgenden Komponenten aufweist:

- Positionsbestimmungsvorrichtung;
- Datenverarbeitungsvorrichtung;
- Kommunikationseinrichtung.

10. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung Komponenten aufweist, die wenigstens an einem der folgenden Orte angeordnet sind:

- mobiles Endgerät (5);
- Bodenverdichtungsvorrichtung (2);
- externe Einrichtung, räumlich getrennt von der Bodenverdichtungsvorrichtung (2) und der Bedienperson (1).

11. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Dokumentationsvorrichtung vorgesehen ist, zum Dokumentieren von wenigstens einem der folgenden Parameter:

- Position der Bodenverdichtungsvorrichtung (2);
- Verdichtungsgrad;
- Geräteparameter der Bodenverdichtungsvorrichtung (2);
- Uhrzeit und Datum;
- Wetterparameter;
- Erfüllungsgrad;
- Prozessgeschwindigkeit.

12. System nach einem der vorstehenden Ansprüche,

mit

- einer Soll-Verdichtungsvorgabeeinrichtung zum Vorgeben eines zu erreichenden Soll-Verdichtungsgrades; und mit 5
- einer Verdichtungsvergleichseinrichtung, zum Vergleichen des jeweils durch die Verdichtungserfassungseinrichtung erfassten Verdichtungsfortschritts mit dem zu erreichenden Soll-Verdichtungsgrad. 10

13. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Führungshinweis (6) wenigstens eines der folgenden Merkmale aufweist:

- Anzeige einer Fahrtrichtung, in der die Bedienperson (1) die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) führen soll; 15
- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche (7); 20
- Anzeige der Position der Bodenverdichtungsvorrichtung (2) auf der zu verdichtenden Fläche (7);
- Anzeige von Bereichen, die bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) überfahren worden sind; 25
- Anzahl der Überfahrten durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) in Bereichen, die bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) überfahren worden sind; 30
- Anzeige von Verdichtungsgraden von bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) verdichteten Flächen;
- Anzeige von Verdichtungsgraden von bereits durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) verdichteten Flächen in Kombination mit Soll-Verdichtungsgraden; 35
- Anzeige von wenigstens einem Teil der zu verdichtenden Fläche (7) in Kombination mit einer Anzeige von jeweils in dem Teil vorgegebenen Gerätebetriebsparametern, die durch die Bodenverdichtungsvorrichtung (2) einzuhalten sind. 40

14. Verfahren zum Führen einer Bedienperson (1) während eines Bodenverdichtungsprozesses mit einer Bodenverdichtungsvorrichtung (2), mit den Schritten 45

- Bestimmen und Aufzeichnen einer jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsvorrichtung (2) auf einem zu verdichtenden Boden; 50
- Erfassen des Verdichtungsfortschritts an der jeweils aktuellen Position der Bodenverdichtungsvorrichtung (2);
- Speichern von Arbeitsdaten, wobei die Arbeitsdaten ausgewählt sind aus der Gruppe zu verdichtende Bodenfläche (7), Materialschütthöhe, Materialeigenschaften, Typ der Bodenverdich-

tungsvorrichtung, zu erreichender Verdichtungsgrad;

- Erzeugen eines Führungshinweises während des Bodenverdichtungsprozesses zum Führen der Bedienperson (1) unter Berücksichtigung der gespeicherten Arbeitsdaten, der jeweils aufgezeichneten Positionen der Bodenverdichtungsvorrichtung (2) und der jeweils zu den Positionen erfassten Verdichtungsfortschritte.

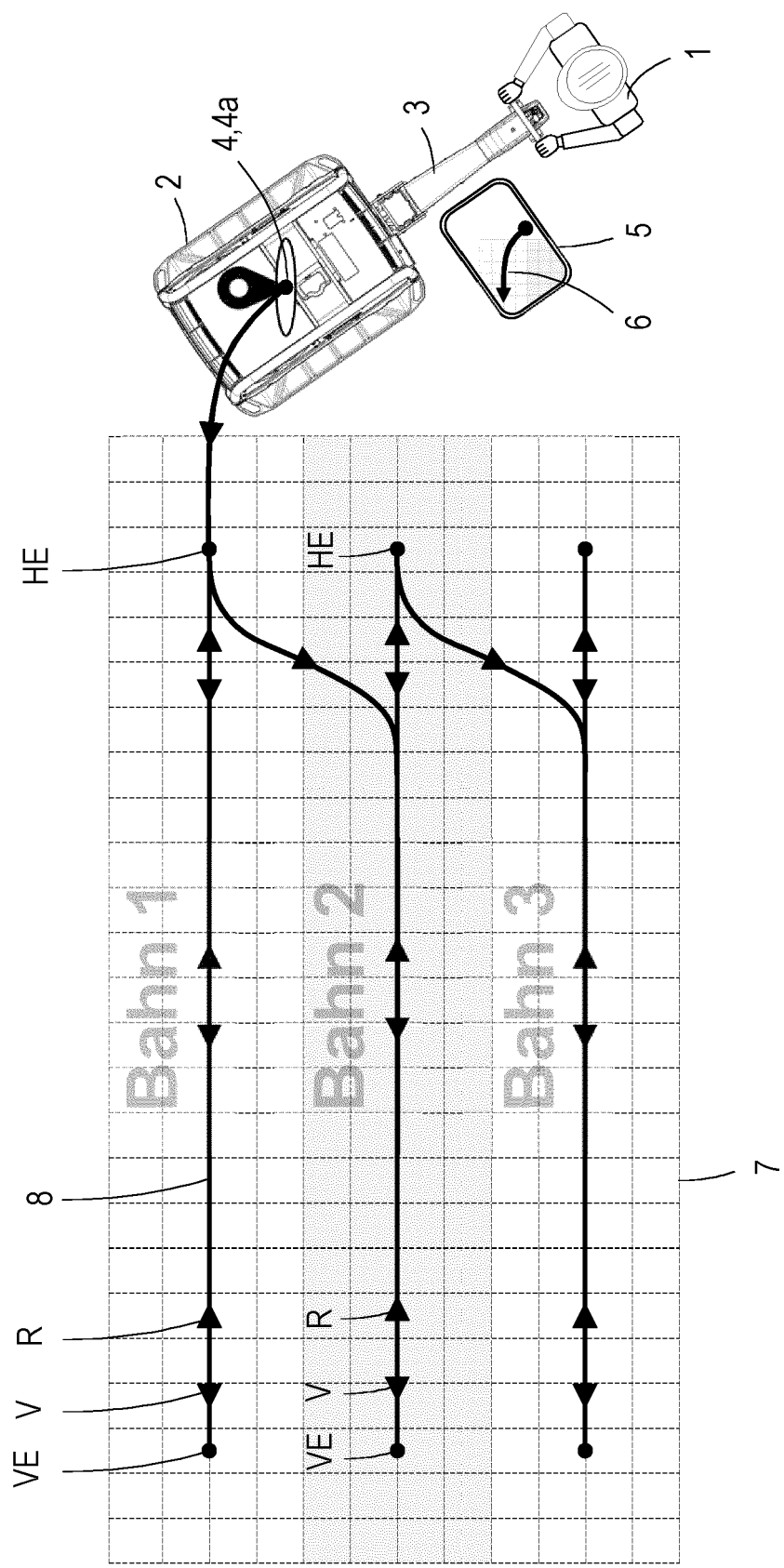


Fig. 1

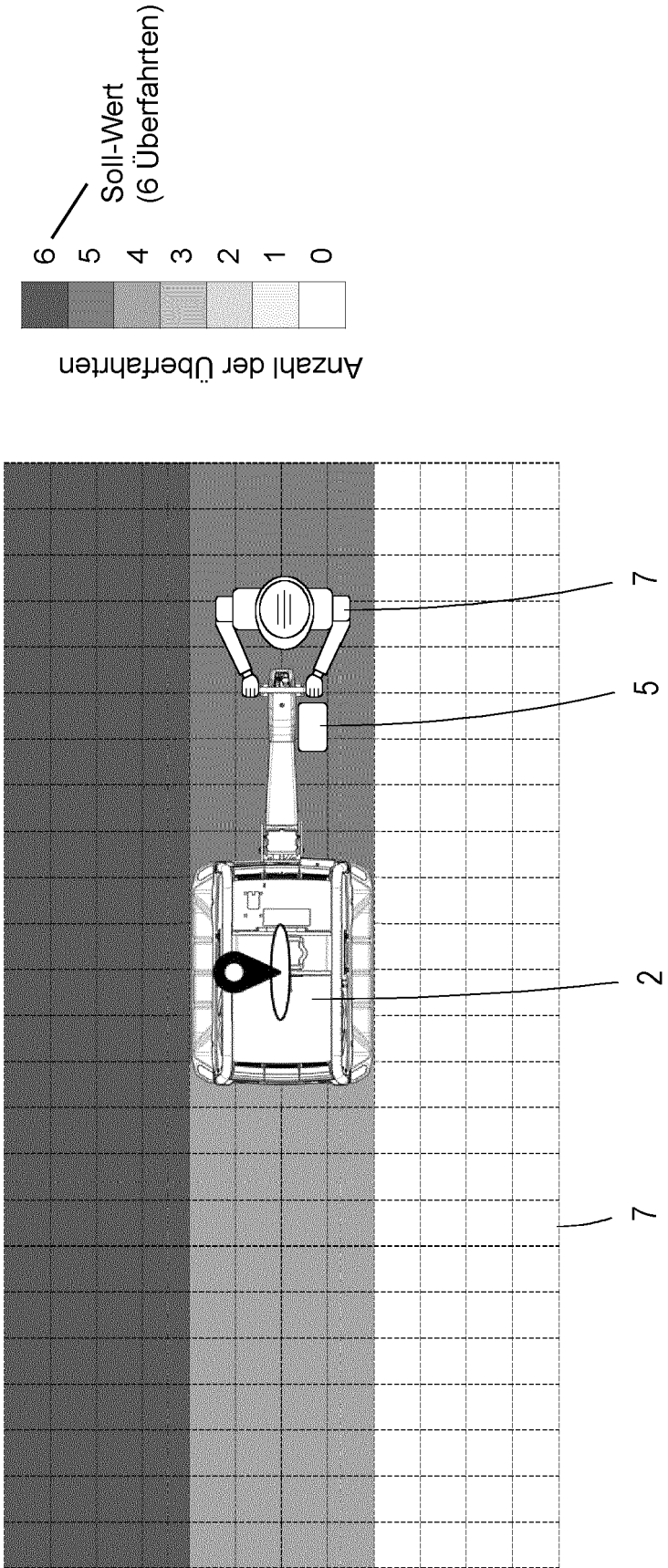


Fig. 2

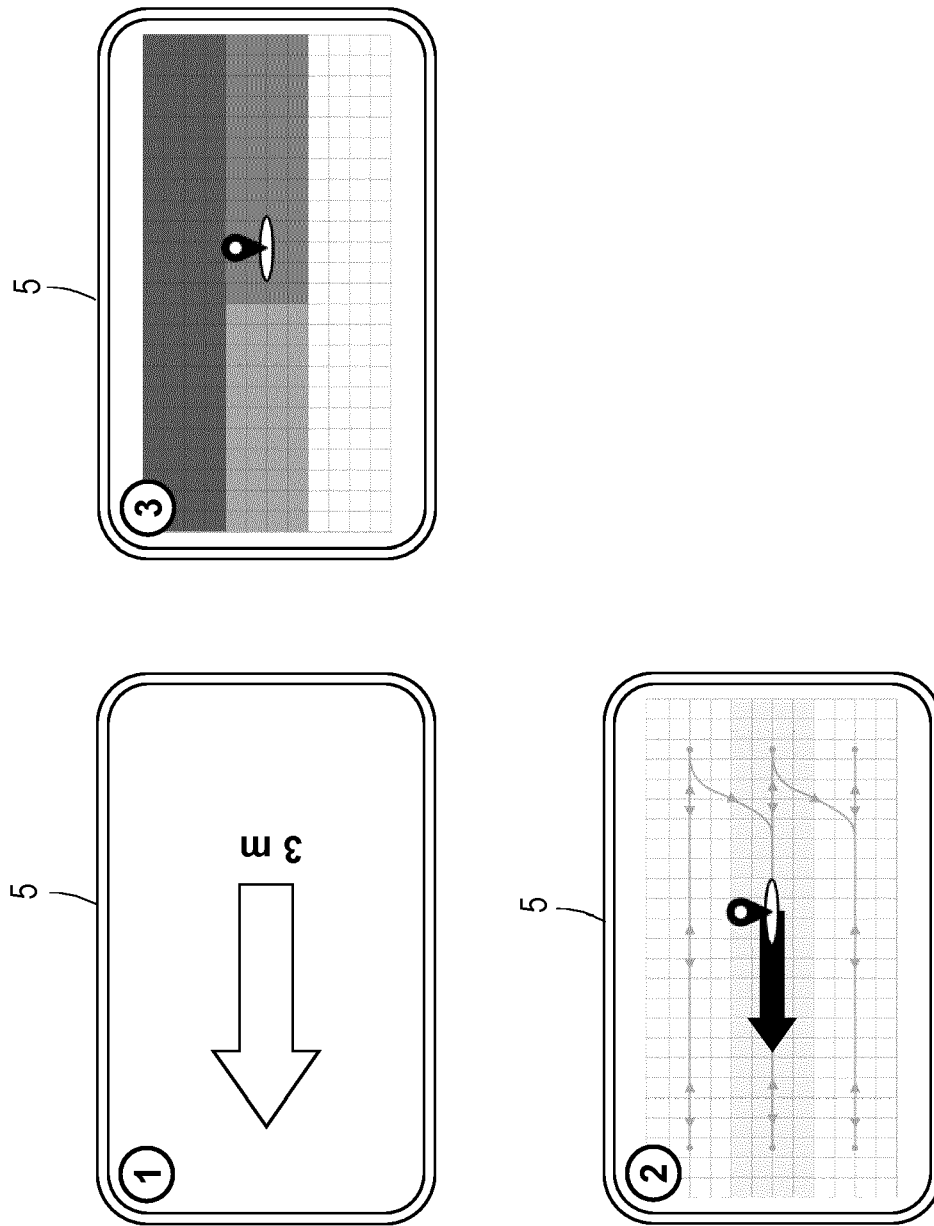


Fig. 3

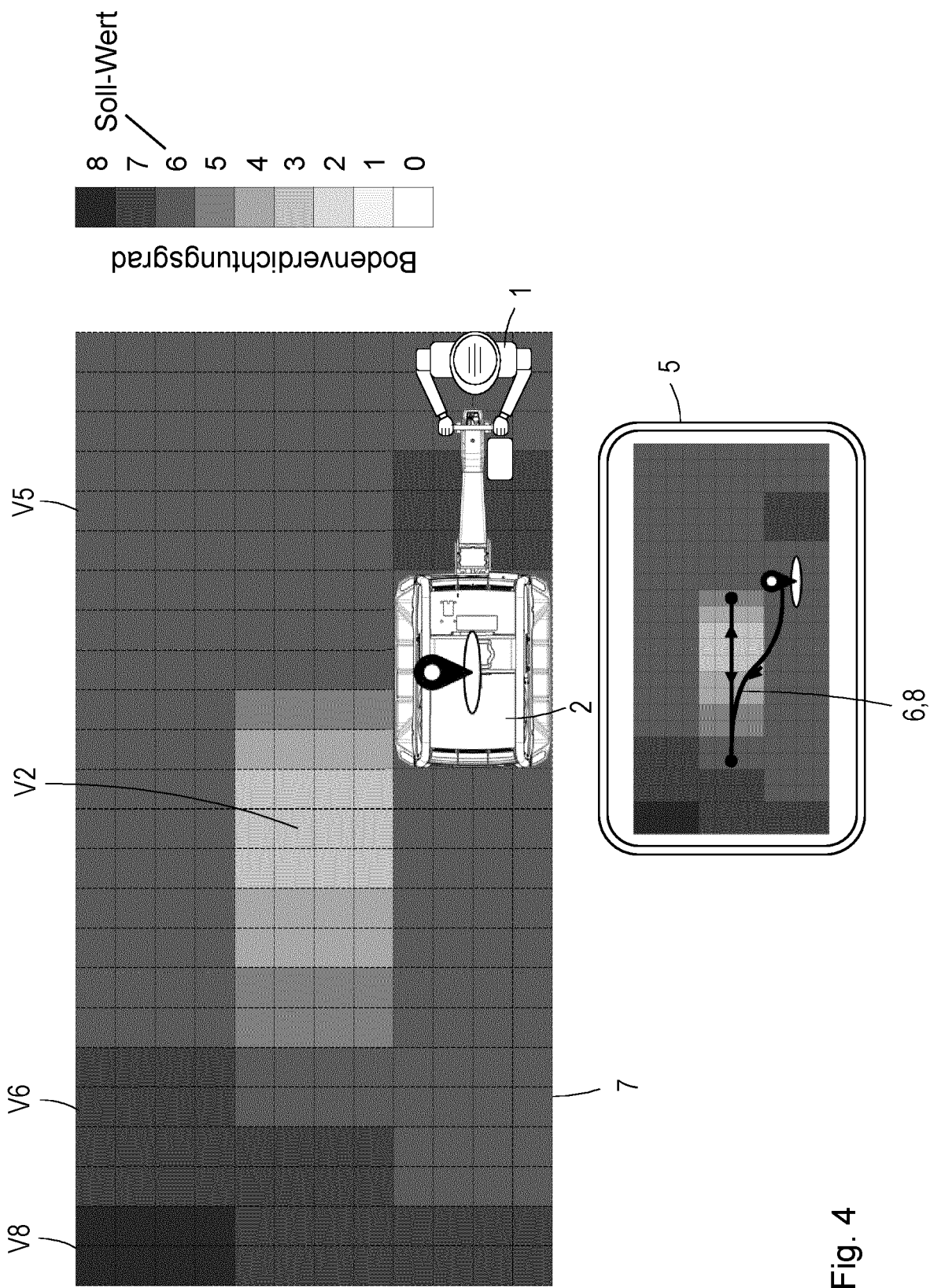


Fig. 4

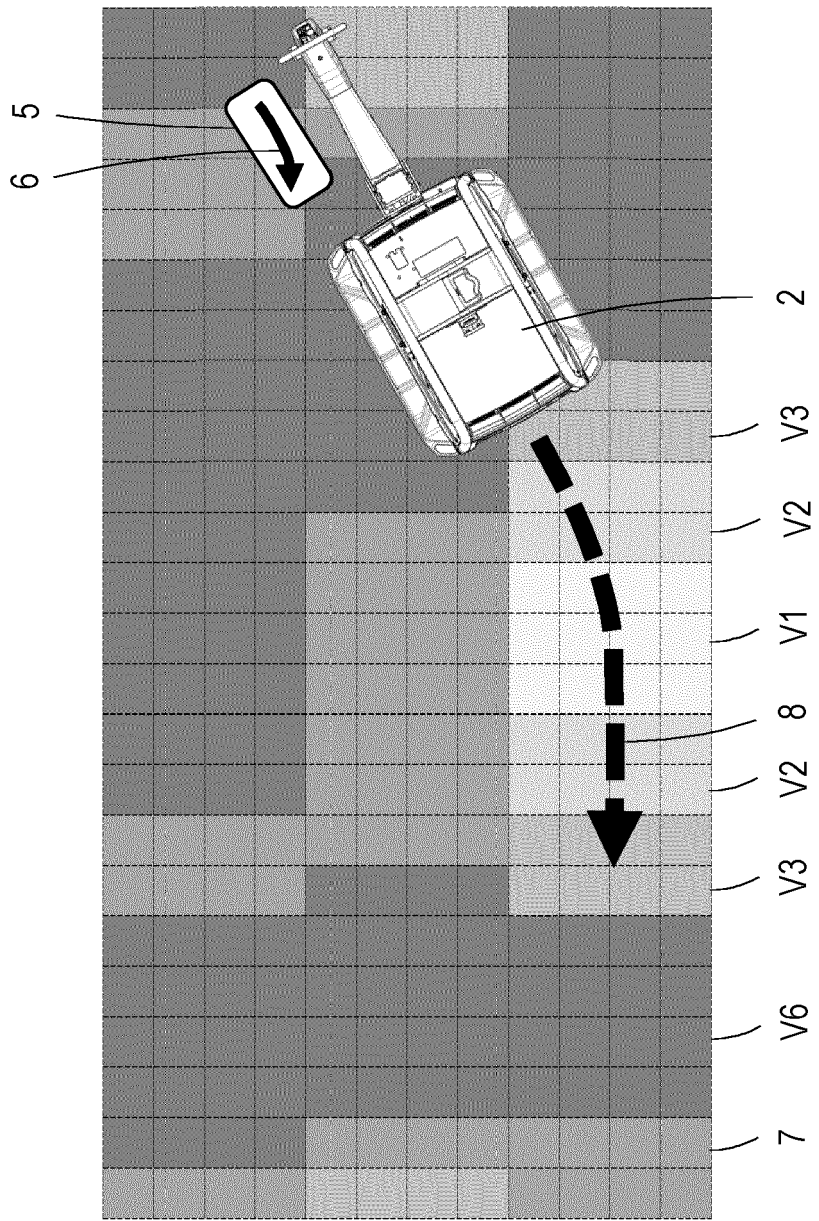


Fig. 5

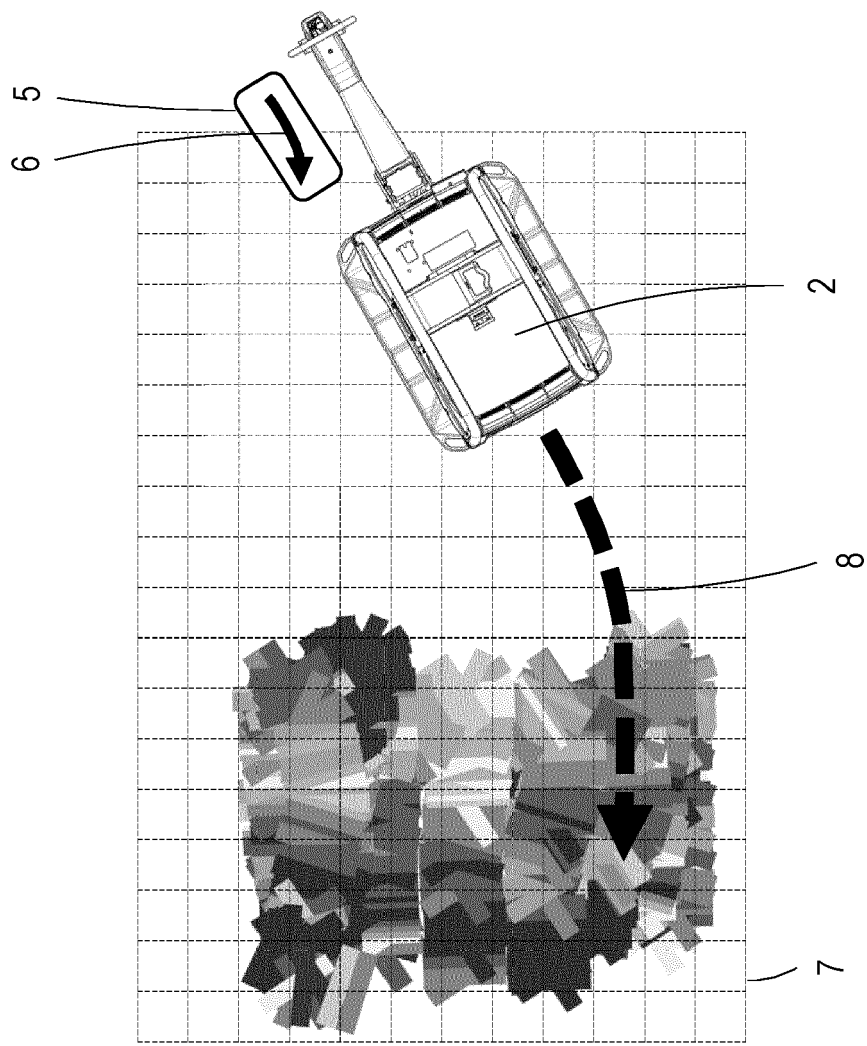


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 1548

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 2006/099772 A1 (AMMANN SCHWEIZ AG [CH]; ANDEREGG ROLAND [CH] ET AL.) 28. September 2006 (2006-09-28) * Seite 16, Zeile 14 - Seite 31, Zeile 11; Abbildungen 2,7,8,9 *	1-14	INV. E02D3/046 E01C19/28 E01C19/35
X	EP 3 147 406 A1 (MOBA MOBILE AUTOMATION AG [DE]) 29. März 2017 (2017-03-29) * Absatz [0032] - Absatz [0081]; Abbildungen 1,2c,3,5 *	1,4-14	
A		2,3	
X	DE 695 01 401 T2 (CATERPILLAR INC [US]) 6. August 1998 (1998-08-06) * Abbildungen 1,3,9 *	1,4-14	
A		2,3	
A	DE 10 2007 019419 A1 (HAMM AG [DE]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) * das ganze Dokument *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D E01C
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		16. Juli 2024	Geiger, Harald
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 24 16 1548

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.

16-07-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	WO 2006099772	A1	28-09-2006	AU	2006227084 A1	28-09-2006
				CA	2602492 A1	28-09-2006
				CN	101180438 A	14-05-2008
				EP	1705293 A1	27-09-2006
				EP	1861546 A1	05-12-2007
				JP	2008534830 A	28-08-2008
				PL	1861546 T3	27-02-2015
				US	2009126953 A1	21-05-2009
20				WO	2006099772 A1	28-09-2006

EP 3147406	A1	29-03-2017	KEINE			

25	DE 69501401	T2	06-08-1998	AU	690979 B2	07-05-1998
				CA	2184481 A1	26-10-1995
				DE	69501401 T2	06-08-1998
				EP	0756653 A1	05-02-1997
				JP	3678426 B2	03-08-2005
				JP	H09512072 A	02-12-1997
				US	5646844 A	08-07-1997
				WO	9528524 A1	26-10-1995
30				ZA	952853 B	21-12-1995

35	DE 102007019419	A1	30-10-2008	DE	102007019419 A1	30-10-2008
				EP	1985761 A2	29-10-2008
				JP	5137669 B2	06-02-2013
				JP	2008268217 A	06-11-2008
				US	2008260462 A1	23-10-2008

40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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