

(19)



(11)

EP 3 315 668 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.05.2018 Patentblatt 2018/18

(51) Int Cl.:
E02D 3/054 ^(2006.01) **E02D 5/66** ^(2006.01)
E02D 7/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17196537.9**

(22) Anmeldetag: **16.10.2017**

(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

- **Uhlig, Charles-Andre**
03050 Cottbus (DE)
- **Fahle, Werner**
03048 Cottbus (DE)
- **Graul, Stefan**
01099 Dresden (DE)
- **Bahl, Torsten**
02977 Hoyerswerda (DE)
- **Kunze, Günter**
01705 Freital-Weißen (DE)

(30) Priorität: **26.10.2016 DE 102016120382**

(71) Anmelder: **GMB GmbH**
01968 Senftenberg (DE)

(74) Vertreter: **Gulde & Partner**
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei mbB
Wallstraße 58/59
10179 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• **Kardel, Jens**
09629 Reinsberg (DE)

(54) VERFAHREN UND SYSTEM ZUM VERDICHTEN VON BÖDEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verdichtung von Böden, in dem ein Rüttelwerkzeug (12) in den Boden (10) abgeteuft wird und während des Abteufvorgangs und der Verdichtung einer Vielzahl von Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs (12) mit Sensoren (20) gemessen werden und dabei wenigstens einige der Sensoren (20) in dem Rüttelwerkzeug (12) integriert sind und wobei weiterhin eine Übermittlung von Messdaten (36) der Sensoren (20) an eine Steuerungseinrichtung (26) erfolgt.

Es ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung (26) einen Abgleich der Messdaten (36) der Sensoren (20) mit erwarteten Messdaten durchführt, wobei die erwarteten Messdaten wenigstens eine Zustandsgröße des Bodens (10) repräsentieren.

Weiterhin ist ein System zur Verdichtung von Böden (10), mit dem das Verfahren durchführbar ist, Gegenstand der Erfindung.

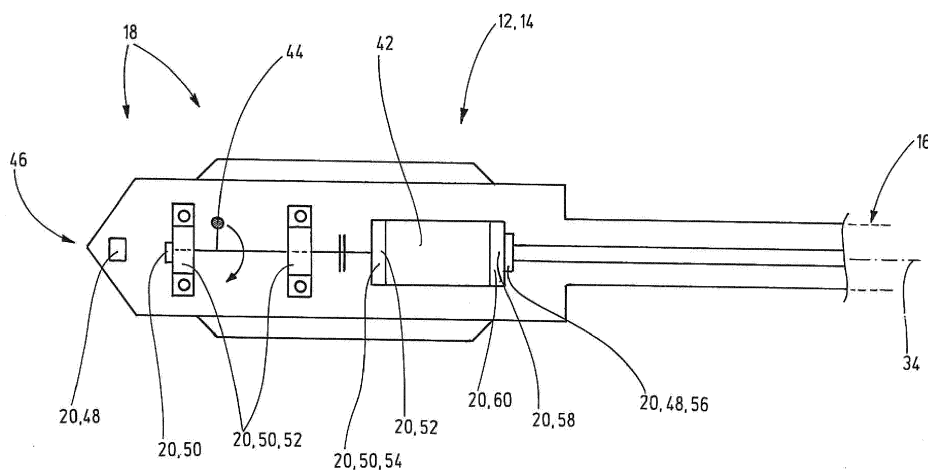


Fig.3

EP 3 315 668 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verdichtung von Böden gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein System zur Verdichtung von Böden gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

Technologischer Hintergrund

[0002] Dem Fachmann sind unterschiedliche Verfahren und Vorrichtungen zur Verdichtung von Böden bekannt. Ein solches Verfahren, das gut bekannt ist, ist das so genannte Tiefenrütteln. Dabei wird ein Werkzeug, beispielsweise eine Rüttler-Lanzen-Garnitur, durch Vibration oder Oszillation in Schwingung versetzt und mehrfach und in bestimmten Abständen in den Boden abgeteuft und wieder zurückgezogen.

[0003] Bereits beim Eindringen der Rüttler-Lanzen-Garnitur wird der Boden durch die Verdrängung verdichtet. Die Verdichtungswirkung wird durch das Einbringen mechanischer Energie mittels eines Rüttlers beim Ein- bzw. Ausfahren in bzw. aus dem Boden erheblich verstärkt.

[0004] Durch die Schwingungen der Rüttler-Lanzen-Garnitur wird die Reibungskraft mit Unterstützung von Luft und/oder Wasser zwischen einzelnen Körnern des Bodens kurzzeitig reduziert. Infolge der Schwerkraft können die Körner des Bodens dann in einen dichteren Lagerungszustand übergehen. Auf diese Weise können vorhandene Hohlräume im Baugrund verkleinert oder ganz geschlossen werden. Eine dichtere Lagerung des Bodens wird hergestellt. Die Porenräume zwischen den Bodenkörnern verkleinern sich. Dieses Verfahren wird auch Rütteldruckverdichtung genannt. Der im Ergebnis dichter gelagerte, verfestigte Boden ist geeignet, größere Lasten abzutragen und weniger verformungsempfindlich.

[0005] Da es in Folge der Verdichtung zu einer Volumenabnahme kommt, muss dies häufig durch Zuführung von Verfüllmaterial ausgeglichen werden. Erfolgt dies mit dem Ziel, Säulen aus dem zugeführten Material herzustellen, spricht man von einem Rüttelstopfverfahren. Das Rüttelstopfverfahren eignet sich auch besonders gut für Bodenmaterialien mit sehr hohem Feinkornanteil. Bei solchen Materialien ist eine Verdichtung des Baugrunds in sich selbst häufig nicht mehr in ausreichendem Maße möglich. Beim Rütteldruck- oder Rüttelstopfverfahren wird meist in alternierenden Schritten gearbeitet. Zunächst wird die Rüttler-Lanzen-Garnitur in den Boden abgeteuft und zur Unterstützung des Prozesses optional Wasser und/oder Druckluft zugeführt. Im Anschluss daran erfolgt ein teilweises Zurückziehen, Verweilen, erneutes Zurückziehen und erneutes Verweilen usw. entsprechend eines definierten Abstandes und einer festgelegten Verweildauer der Rüttler-Lanzen-Garnitur. Die Zugabe von Fluid (i. d. R. Gemisch Wasser und Luft) unterstützen die Mobilisierung des Bodenmaterials während der verschiedenen Phasen des Verdichtungs-

gangs. Die kontinuierliche Zuführung von Verfüllmaterial in den freiwerdenden Raum unterhalb und um die Rüttlerspitze gewährleistet den Ausgleich des durch die Umlagerungen entstehenden Volumendefizits. Das Verfüllmaterial kann zum Beispiel Sand, Kies, Schotter oder auch Beton sein. Durch das schrittweise Vorgehen wird sukzessive eine gestopfte Säule hergestellt. Dieses Vorgehen bezeichnet man auch als Pilgerschrittverfahren. Die in einem definierten Raster abgeteufte Säulen bilden einen Volumenblock aus verdichtetem Boden. In größeren Arealen werden so mittels einer Vielzahl an Stopfsäulen von bis zu 70 m Tiefe oder mehr großräumige verdichtete Bereiche hergestellt. Das Areal kann eine nahezu beliebige Ausdehnung besitzen.

[0006] Eine Herausforderung besteht darin festzustellen, wann der Boden in einem definierten Bereich der zu verdichtenden Säule einen hinreichenden Verdichtungsgrad erreicht hat. Diese Feststellung ist erforderlich, um abwägen zu können, wann der jeweilige Verfahrensschritt beendet werden kann. Da sich bei großen Arealen eine Vielzahl von Stopfsäulen beziehungsweise Arbeitspositionen ergeben, gilt es, die Verfahrenszeit pro Arbeitsposition zu minimieren, damit die Verfahrenszeit insgesamt und damit die Kosten in einem wirtschaftlichen Rahmen bleiben. Gleichzeitig darf die Verfahrenszeit pro Arbeitsposition aber nicht zu gering gewählt werden, um sicherzustellen, dass der Boden hinreichend verdichtet ist. Eine weitere Herausforderung besteht in einer Verbesserung des Prozesses der Bodenverdichtung an sich. Ein wichtiger Einflussfaktor ist hier, dass ein definierter und effizienter Energieeintrag in den Boden erfolgt.

[0007] Die DE 198 22 290 C2 lehrt ein Verfahren zur Rütteldruck- und Rüttelstopfverdichtung unter Hinzugabe von Medien mit einem prozessgesteuerten Rüttler. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die zugeführten Medien sowohl zum Antrieb des Rüttlers als auch zur Veränderung der Verdichtungswilligkeit des Verdichtungsgutes eingesetzt werden.

[0008] Des Weiteren wird in der DE 27 20 160 A1 gelehrt, eine Anpassungsmöglichkeit der Maschinenkennwerte des Rüttlers an unterschiedliche geologische und bodenmechanische Verhältnisse zu schaffen. Die Änderung der Maschinenkennwerte kann entweder durch eine Veränderung der Frequenz oder der Fliehkraft des Rüttlers oder durch eine Kombination beider Möglichkeiten erreicht werden.

[0009] In der DE 101 46 342 B4 wird ein Verfahren zur Ermittlung der Lagerungsdichte des Bodens offenbart. Das Verfahren sieht vor, die Radialbeschleunigung des Rüttlers zur Bestimmung der Amplitude des Rüttlers zu messen und die Umlauffrequenz sowie die Tiefenlage des Rüttlers zu messen. Das Verfahren sieht dann vor, die Lagerungsdichte aus der Amplitude des Rüttlers unter Berücksichtigung spannungsabhängiger Bodenkennwerte zu berechnen.

[0010] Die DE 199 30 885 C2 und die DE 198 59 962 C2 beschreiben weitere Verfahren zum Verdichten von

Böden mittels eines Tiefenrüttlers, bei denen unter Aufwertung von Kenngrößen des Tiefenrüttlers Rückschlüsse auf den Verdichtungsgrad des Bodens gezogen werden.

[0011] Die DE 199 28 692 C1 (Fellin 1999) beschreibt schließlich ein Verfahren zur Onlineverdichtungskontrolle eines Bodens, in dem eine fortlaufende Messung eines Verkipfungswinkels sowie einer horizontalen Auslenkung einer Rüttlerspitze und eines Vorlaufwinkels einer Rüttlerunwucht erfolgt. Daraus wird die Lagerungsdichte des Bodens ermittelt. Das Verfahren wird dann solange fortgeführt, bis die angestrebten Werte der Lagerungsdichte erreicht sind.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein alternatives Verfahren zur Verdichtung von Böden und ein entsprechendes Systems anzugeben, bei der die Verdichtung effizienter und schneller abläuft und zudem eine noch genauere Ermittlung des Zeitpunktes, an dem der gewünschte Verdichtungszustand erreicht ist, möglich wird.

[0013] Die Aufgabe wird durch die Gegenstände mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche 1 und 7 gelöst.

Zusammenfassung der Erfindung

[0014] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verdichtung von Böden, in dem ein Rüttelwerkzeug in den Boden abgeteuft wird und während der Verdichtung eine Vielzahl von Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs mit Sensoren gemessen werden und dabei sind wenigstens einige der Sensoren in dem Rüttelwerkzeug integriert, wobei weiterhin eine Übermittlung von Messdaten der Sensoren an eine Steuerungseinrichtung erfolgt. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung einen Abgleich der Messdaten der Sensoren mit erwarteten Messdaten durchführt.

[0015] Die erwarteten Messdaten repräsentieren erfindungsgemäß wenigstens eine Zustandsgröße des Bodens und beschreiben einen definierten Zielzustand des Bodens, der in dem Verfahren erreicht werden soll. Die erfassten Messdaten repräsentieren die jeweilige tatsächliche Ausprägung der Zustandsgröße(n) des Bodens, der das Rüttelwerkzeug umgibt, und stehen in Beziehung zu den tatsächlichen Eigenschaften des Bodens.

[0016] Die tatsächlichen Zustandsgrößen verändern sich während des Prozesses ausgehend vom Ausgangszustand des umgebenden Bodens kontinuierlich hin zum definierten Zielzustand.

[0017] Die erwarteten Messdaten, die beispielsweise die bodenmechanischen Parameter des definierten Zielzustandes repräsentieren, werden erfindungsgemäß mit den erfassten Messdaten bis zum Erreichen des Zielzustandes kontinuierlich abgeglichen.

[0018] Bei Erreichen des definierten Zielzustandes wird die jeweilige Prozessstufe selbstständig beendet und die nächste Prozessstufe begonnen.

[0019] Der Begriff der Zustandsgröße umfasst im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung sowohl extensive als auch intensive Zustandsgrößen. Dem Fachmann ist bekannt, dass extensive Zustandsgrößen sich dadurch auszeichnen, dass sie von einer Anzahl an Systemelementen des betrachteten Systems abhängen (beispielsweise Volumen). Intensive Zustandsgrößen hingegen sind unabhängig von der Anzahl der Systemelemente des betrachteten Systems (beispielsweise Temperatur).

[0020] Als Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs werden vorzugsweise Lage, Geschwindigkeit, Schwingungsamplitude, Ablenkung in vertikaler Richtung sowie Beschleunigung im Bereich einer Rüttlerspitze sowie in einem Bereich oberhalb eines Antriebsmotors für eine Unwucht gemessen. Der Begriff oberhalb bezeichnet in diesem Fall eine Seite des Antriebsmotors, die einem Schwerrohr einer Lanzengarnitur zugewandt ist.

[0021] Weiterhin werden vorzugsweise zum Beispiel die Lagertemperaturen von Unwucht(en) und Motor(en) erfasst.

[0022] Weiterhin bevorzugt erfasst werden ein Drehmoment sowie eine Motorfrequenz und ein Drehwinkel des Antriebsmotors. Eine Temperatur eines Öls zur Schmierung der Lager des Antriebsmotors und gegebenenfalls der Unwucht zählt ebenso zu den vorzugsweise erfassten Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs. Die Temperaturen weiterer Elemente des Rüttelwerkzeugs werden ebenfalls vorzugsweise erfasst. Vorzugsweise wird auch ein Prüfstrom des Rüttelwerkzeugs unter anderem zur Bestimmung eines elektrischen Bodenwiderstands erfasst. Weitere vorzugsweise erfasste Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs sind beispielsweise Drücke und Volumenströme von durch das Rüttelwerkzeug geleiteten Fluiden, wie Wasser oder Luft, sowie eine theoretische Auflast auf den Rüttler (Restlast oder Hakenlast). Die genannten Beispiele von Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs sind nicht abschließend und können je nach Bedarf angepasst werden. Der zuständige Fachmann nimmt diese Maßnahmen selbstständig vor, je nachdem welche Zustandsgrößen er benötigt, um bestimmte Zustandsgrößen des Bodens daraus abzuleiten. Vorzugsweise ist eine Vielzahl der Sensoren, mit welchen diese Zustandsgrößen gemessen werden, in dem Rüttelwerkzeug integriert. Diese können Beschleunigungssensoren, Temperatursensoren, Stromsensoren sowie Sensoren zur Erfassung von Fluiddrücken und Volumenströmen sein. Einige Sensoren können auch in einem Trägergerät des Rüttelwerkzeugs integriert sein. Hier wären beispielsweise Sensoren zur Erfassung einer Rütteltiefe oder auch einer Hakenlast zu nennen. Messdaten der Sensoren werden an die Steuerungseinrichtung, mittels einer geeigneten Leitung zur Informationsübertragung, beispielsweise über einen Lichtwellenleiter, übermittelt. Die erwarteten Messdaten, mit denen die Messdaten der Sensoren verglichen werden, können beispielsweise aus einer Simulation oder auch aus einer empirischen Ermittlung oder Berechnung stammen. Den

erwarteten Messdaten liegt eine Wechselwirkung zwischen dem Rüttelwerkzeug und dem Boden zugrunde, wobei der Zustand des Rüttelwerkzeugs möglichst vollständig und realitätsgetreu anhand der Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs beschrieben ist, und daraus unter Kenntnis einer Charakteristik des vorliegenden Bodens ein resultierender Zustand des Bodens, ebenfalls möglichst vollständig und realitätsgetreu anhand von Zustandsgrößen des Bodens ausgedrückt wird. Vorzugsweise werden erwartete Messdaten bereitgehalten, die eine Vielzahl von Zustandsgrößen des Bodens repräsentieren.

[0023] Solche intensiven oder extensiven Zustandsgrößen des Bodens können beispielsweise eine Korngröße, eine Lagerungsdichte sowie ein Verdichtungsgrad, eine Temperatur, eine elektrische Leitfähigkeit, ein Wassergehalt, eine Konsistenz und sonstige dem Fachmann bekannte Zustandsgrößen für Böden sein. Hierin besteht beispielsweise auch eine wesentliche Verbesserung gegenüber der oben genannten DE 199 28 692 C1, die ausschließlich eine Methode zur Kontrolle der Lagerungsdichte beschreibt. Hingegen bietet das vorliegende erfindungsgemäße Verfahren die Möglichkeit, den Zustand des Bodens sehr viel umfassender definiert einzustellen. Hierzu wird gegenüber der DE 199 28 692 C1 auch eine Vielzahl an zusätzlichen Messdaten am Rüttelwerkzeug erfasst, wie beispielsweise die Temperatur.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil, dass durch einen Einbezug von sehr vielen Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs und einer Ermittlung sehr vieler zu erwartender Messdaten für den jeweils vorliegenden Boden, wenn dieser in dem erfindungsgemäßen Verfahren mit dem Rüttelwerkzeug interagiert, umfangreiche und sehr genaue Kenntnisse über den im Laufe des Verfahrens tatsächlich vorliegenden Zustand des Bodens ableitbar sind. Diese Kenntnisse lassen sich vorteilhaft nutzen, um die Verdichtung des Bodens effizient und schnell durchzuführen. Ferner ist eine genaue Ermittlung des Zeitpunkts, in dem der Boden seinen gewünschten Zustand erreicht hat, möglich.

[0025] In bevorzugter Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung anhand des Abgleichs eine Steuerung und/oder Regelung der Verdichtung des Bodens hin zu den zu erreichenden Zielgrößen durchführt.

[0026] Dies bietet den Vorteil, dass die Effizienz des Verfahrens signifikant gesteigert wird. Untersuchungen haben nachgewiesen, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren pro Verdichtungsvorgang an einer Arbeitsposition ein erheblicher Kosteneinsparungseffekt gegenüber konventionellen Verfahren besteht. Da die Verdichtung in der Regel an einer Vielzahl von Arbeitspositionen nacheinander erfolgt, ergibt sich eine signifikante Reduktion der Verfahrenszeit insgesamt.

[0027] Als Regelgröße dient hier eine Abweichung der Messdaten der Sensoren von den erwarteten Messdaten. Auf Basis von durch Korrelation der erfassten und der erwarteten Messdaten ermittelten Regelgrößen er-

folgt somit die Steuerung oder auch Regelung des Verdichtungsprozesses.

[0028] Rein exemplarisch sei dieses Prinzip wie folgt verdeutlicht. Beispielsweise kann mit den Sensoren eine Querbesehleunigung der Rüttlerspitze erfasst werden. Parallel dazu kann beispielsweise ein Volumenstrom und ein Druck eines durch das Rüttelwerkzeug dem Boden zugeführten Fluides erfasst werden. Fluide erhöhen hier beispielsweise die Mobilität des Bodens. Die Mobilität des Bodens wiederum lässt sich in den durch die Sensoren erfassten Messdaten beziehungsweise aus einem Querbesehleunigungsprofil der Rüttlerspitze entnehmen. Weicht dieses Querbesehleunigungsprofil nun von einem erwarteten Querbesehleunigungsprofil bei einer definierten Zuführung von Fluid ab, so können der Druck und der Volumenstrom des Fluides entsprechend geregelt werden, bis das Querbesehleunigungsprofil dem erwarteten Querbesehleunigungsprofil entspricht. Indirekt wird somit die Mobilität des Bodens bewusst verändert, da diese sich in Folge der veränderten Zuführung des Fluids ebenfalls verändert. Grundsätzlich liegt dann eine kaskadierte Prozessregelung mit mehreren Regelgrößen (Querbesehleunigungsprofil, Mobilität des Bodens) und Stellgrößen (Druck und der Volumenstrom des Fluids) vor. Nach diesem Prinzip lässt sich beispielsweise auch ein Energieeintrag in den Boden optimieren und anhand des erwarteten Energieeintrages, der als Maß für die Lagerungsdichte des Bodens dienen kann, ein Endzeitpunkt für den Verdichtungsprozess ermitteln.

[0029] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung ist vorgesehen, dass die erwarteten Messdaten in einer Simulation oder Berechnung oder in Kombination ermittelt werden, die eine Wechselwirkung des Rüttelwerkzeugs und des Bodens unter gegebenen Bodenparametern beschreibt.

[0030] Zur Simulation der Interaktion des Rüttelwerkzeugs mit dem Boden kommt vorzugsweise eine Mehrkörpersimulation zum Einsatz. Zur Simulation einer Wellenausbreitung im Boden kommt vorzugsweise eine Kontinuum-Simulation zum Einsatz. Für eine ganzheitliche Beschreibung des Verfahrens werden beide Simulationen vorzugsweise miteinander kombiniert. Hieraus lässt sich besonders vorteilhaft auch der Energieeintrag in den Boden simulieren. Ziel ist dabei eine möglichst realitätsgetreue Prozessnachbildung. Die benötigten Bodenparameter können beispielsweise im Rahmen von Bodenuntersuchungen und/oder empirisch ermittelt werden.

[0031] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung ist vorgesehen, dass die Bodenparameter der Simulation bzw. Berechnung unter Auswertung der Messdaten der Sensoren angepasst werden und die Simulation dann wenigstens einmal wiederholt wird.

[0032] Vorzugsweise erfolgt vor erstmaliger Durchführung des Verfahrens mit einem bestimmten Boden eine projektspezifische Verifizierung und Kalibrierung der Simulation bzw. Berechnung. Bei größeren Abweichungen kann das zugrunde liegende Modell entsprechend über-

arbeitet werden. Ferner bevorzugt erfolgt eine Plausibilitätsprüfung des Abgleichs der Messdaten der Sensoren mit den erwarteten Messdaten. So kann durch geeignete Plausibilitätsprüfungsalgorithmen beispielsweise festgestellt werden, wenn eine sprunghafte Verfestigung des Bodens nicht auf einem Erfolg des durchgeführten Verfahrens beruht, sondern beispielsweise auf einem im Wege liegenden größeren Stein oder auch eines dicht gelagerten Bodens. Hierbei können beispielsweise Beschleunigungssensoren und Temperatursensoren am Rüttelwerkzeug entsprechende Messdaten liefern. Durch intelligente Kombination der Messdaten kann dann schnell festgestellt werden, ob der Boden dicht gelagert ist oder lediglich ein Stein vorliegt.

[0033] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung ist vorgesehen, dass die Simulation in Echtzeit erfolgt.

[0034] Der Begriff der Echtzeit im Kontext der vorliegenden Erfindung bedeutet, dass das Verfahren zur Verdichtung von Böden der Erfindung in so kurzer Zeit gesteuert beziehungsweise geregelt wird, dass in der Praxis eine hinreichend schnelle Reaktion auf sich ändernde Messdaten der Sensoren beziehungsweise Vergleichsergebnisse der Messdaten mit den zu erwartenden Messdaten möglich ist. Ein Regelungszyklus wird dabei vorzugsweise 30.000 Mal pro Sekunde durchlaufen, so dass sich eine Regelfrequenz ergibt.

[0035] Dies bietet den Vorteil, dass auch eine Steuerung beziehungsweise Regelung der Verdichtung des Bodens in Echtzeit erfolgen kann. Die Effizienz des Verfahrens wird so weiterhin signifikant gesteigert.

[0036] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Verfahrens der Erfindung ist vorgesehen, dass dem Boden ein oder mehrere Fluide und/oder Füllmaterial zugeführt werden.

[0037] Dies bietet den Vorteil, dass die Zuführung der Fluide beziehungsweise des Füllmaterials sehr genau steuerbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren kann somit vorteilhaft sowohl als Rüttelstopfverfahren als auch als Rütteldruckverfahren betrieben werden.

[0038] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein System zur Verdichtung von Böden, wenigstens umfassend ein in den Boden abteufbares Rüttelwerkzeug, eine Vielzahl von Sensoren, die ausgebildet sind, Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs während der Verdichtung zu messen, wobei wenigstens einige der Sensoren in dem Rüttelwerkzeug integriert sind, sowie eine Steuerungseinrichtung. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung ausgebildet ist, einen Abgleich der Messdaten der Sensoren mit erwarteten Messdaten durchzuführen, wobei die erwarteten Messdaten wenigstens eine Zustandsgröße des Bodens repräsentieren.

[0039] Das System der Erfindung ist insbesondere dazu ausgebildet, das erfindungsgemäße Verfahren zur Verdichtung von Böden gemäß der obigen Beschreibung durchzuführen. Alle offenbarten technischen Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens gelten

sinngemäß auch für das erfindungsgemäße System.

[0040] In bevorzugter Ausgestaltung des Systems der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung so ausgebildet ist, dass anhand des Abgleichs eine Steuerung und/oder Regelung der Verdichtung des Bodens in gewünschtem Umfang umgesetzt wird.

[0041] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Systems der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung so ausgebildet ist, dass eine Simulation einer Wechselwirkung des Rüttelwerkzeugs und des Bodens unter gegebenen Bodenparametern durchgeführt wird und die erwarteten Messdaten aus einem Ergebnis der Simulation ermittelt werden.

[0042] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Systems der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung ausgebildet ist, die Bodenparameter der Simulation unter Auswertung der Messdaten der Sensoren anzupassen und die Simulation dann wenigstens einmal zu wiederholen.

[0043] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Systems der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung so ausgebildet ist, um die Simulation in Echtzeit durchzuführen.

[0044] Hinsichtlich der Echtzeitfähigkeit des Systems der Erfindung ist der zuständige Fachmann selbst in der Lage, die erforderlichen technischen Komponenten des Systems, wie beispielsweise Recheneinrichtungen und Datenübertragungswege, auszuwählen.

[0045] In weiter bevorzugter Ausgestaltung des Systems der Erfindung ist vorgesehen, dass das System weitere Mittel umfasst, die ausgebildet sind, dem Boden wenigstens ein oder mehrere Fluide und/oder Füllmaterial zuzuführen.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0046] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und dazugehöriger Zeichnungen näher erläutert. Die Figuren beziehen sich alle auf dasselbe bevorzugte Ausführungsbeispiel, so dass die Bezugszeichen entsprechend figurenübergreifend gelten und in der Beschreibung der jeweiligen Figur gegebenenfalls auf unterschiedliche Figuren Bezug genommen wird.

[0047] Die Figuren zeigen:

- Figur 1 ein erfindungsgemäßes System zur Verdichtung von Böden;
- Figur 2 ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Verdichtung von Böden anhand des erfindungsgemäßen Systems;
- Figur 3 ein Rüttelwerkzeug des erfindungsgemäßen Systems und
- Figur 4 ein Blockschema eines Prozessschrittes zur Verdichtung des Bodens innerhalb des erfin-

dungsgemäßen Verfahrens zur Verdichtung von Böden.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0048] Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes System zur Verdichtung von Böden. Die Figur 1 enthält eine Übersicht zu den wichtigsten Systemelementen. So umfasst das erfindungsgemäße System ein in den Boden 10 abteufbares Rüttelwerkzeug 12. Das Rüttelwerkzeug 12 ist hier als Rüttler-Lanzen-Garnitur 14 ausgebildet. Diese umfasst ein Schwerrohr 16 sowie einen Rüttler 18. Ein detaillierterer Aufbau des Rüttelwerkzeugs 12 ist in Figur 3 dargestellt.

[0049] Weiterhin umfasst das System der Erfindung eine Vielzahl von Sensoren 20. Einige der Sensoren 20 sind in dem Rüttelwerkzeug 12 integriert. Wiederum einige der Sensoren 20 sind in einem Trägergerät 22 für das Rüttelwerkzeug 12 integriert. Die Sensoren 20 sind ausgebildet, Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs 12 vor, während und nach der Verdichtung zu messen. Rein exemplarisch wird hier ein Sensor zur Erfassung einer Rütteltiefe 24 am Trägergerät 22 und ein GPS-Sensor 25 zur Bestimmung einer Raumposition einer Spitze des Trägergeräts 22 genannt. Das System umfasst weiterhin eine Steuerungseinrichtung 26. Die Steuerungseinrichtung 26 ist ausgebildet, einen Abgleich von Messdaten der Sensoren 20 mit erwarteten Messdaten durchzuführen. Die erwarteten Messdaten repräsentieren dabei Zustandsgrößen des Bodens 10.

[0050] Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Verdichtung von Böden anhand des erfindungsgemäßen Systems aus Figur 1. In einem ersten Verfahrensschritt wird zunächst das Trägergerät 22 mit dem Rüttelwerkzeug 12 bereitgestellt. Ferner wird ein geeignetes Förderfahrzeug 28 bereitgestellt, welches im Laufe des Verfahrens noch benötigt wird, um dem Boden 10 ein Füllmaterial 30 zuzuführen. Vorzugsweise wird bereits in dem ersten Verfahrensschritt damit begonnen, mit den Sensoren 20 eine Vielzahl von Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs 12 zu messen und über geeignete Datenleitungen 34, die leitungsgebunden oder auch kabellos sein können, an die Steuerungseinrichtung 26 zu übertragen. Die Steuerungseinrichtung 26 beginnt dann von den Sensoren 20 gelieferte Messdaten 36 mit den erwarteten Messdaten durchzuführen.

[0051] Die erwarteten Messdaten werden in einer Simulation oder Berechnung ermittelt. Die erwarteten Messdaten beschreiben eine Wechselwirkung des Rüttelwerkzeugs 12 und des Bodens 10 unter gegebenen Bodenparametern. In dem ersten Verfahrensschritt findet noch keine nennenswerte Interaktion zwischen dem Rüttelwerkzeug 12 und dem Boden 10 statt. Die Simulation kann somit beispielsweise erwartete Messdaten in Form von erwarteten Leerlaufsignalen der Sensoren 20 enthalten.

[0052] In einem zweiten Verfahrensschritt wird das Rüttelwerkzeug 12 dann in den Boden 10 abgeteuft. Die-

ser Vorgang wurde vorab zumindest einmalig simuliert. Beispielsweise mit Hilfe eines Zeitstempels, der den Beginn der Interaktion zwischen dem Boden 10 und dem Rüttelwerkzeug 12 in der Simulation markiert, werden entsprechende erwartete Messdaten zeitgleich mit Beginn des realen Abteufprozesses von der Simulation bereitgestellt. Durch Abgleichen der real aufgenommenen Messdaten 36 der Sensoren 20 während des realen Abteufprozesses mit den während des realen Abteufprozesses erwarteten Messdaten 36 wird dann festgestellt, inwiefern der reale Verdichtungsprozess dem simulierten Abteufprozess entspricht. Bei Abweichungen ist die Steuerungseinrichtung 26 ausgebildet, zur Steuerung beziehungsweise Regelung eines schnellen Abteufprozesses entsprechende Steuerungssignale 38 an das Trägergerät 22 und das Rüttelwerkzeug 12 zu übermitteln.

[0053] Ferner wird von der Steuerungseinrichtung 26 permanent eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt, die sich auf eine mögliche Abweichung der Messdaten 36 von den erwarteten Messdaten bezieht. Sollte der Boden 10 beispielsweise gebietsweise real andere Bodenparameter aufweisen, als sie der Simulation zugrunde gelegt worden sind, so erkennen entsprechende Algorithmen für die Plausibilitätsprüfung eine systematische Abweichung. Die Bodenparameter der Simulation werden dann angepasst und die Simulation dann wenigstens einmal wiederholt. Somit können die erwarteten Messdaten iterativ korrigiert werden. So lässt sich beispielsweise auch eine Verifizierung und Kalibrierung der Simulation oder Berechnung und der Regelung der Verdichtung des Bodens 10 projektspezifisch im Zuge eines ersten Verdichtungs Vorganges durchführen. Der erste Verdichtungs Vorgang kann beispielsweise der in dem zweiten Verfahrensschritt gezeigte erstmalige Vorgang des Abteufens sein.

[0054] In einem dritten Verfahrensschritt wird, nach Erreichen einer Abteuftiefe, Füllmaterial 30 zugeführt und der Verdichtungs Vorgang begonnen. Der dritte Verfahrensschritt kann iterativ im Pilgerschrittverfahren erfolgen. Durch fortwährenden Abgleich der Messdaten 36 mit den erwarteten Messdaten wird erkannt, wenn das Füllmaterial 30 und der umliegende Boden 10 einen gewünschten Zustand erreicht haben. Die Bodenparameter umfassen dann auch die Eigenschaften des Füllmaterials 30.

[0055] In einem gezeigten vierten Verfahrensschritt ist das Verfahren zur Verdichtung des Bodens 10 an einer Arbeitsposition 40 abgeschlossen. In der Regel handelt es sich dabei um eine von vielen Arbeitspositionen, an denen in dem Verfahren der Boden 10 verdichtet wird.

[0056] Figur 3 zeigt das Rüttelwerkzeug 12 des erfindungsgemäßen Systems in einer detaillierteren Ansicht. Das Rüttelwerkzeug 12 ist als Rüttler-Lanzen-Garnitur 14 ausgebildet. Es umfasst ein Schwerrohr 16 und einen Rüttler 18. Das Rüttelwerkzeug 12 umfasst weiterhin einen Antriebsmotor 42 für eine Unwucht 44, die in dem Rüttelkopf 18 integriert ist. In dem Rüttelwerkzeug 12 ist

eine Vielzahl an Sensoren 20 integriert. Im Bereich einer Rüttlerspitze 46 sind Beschleunigungssensoren 48 zur Messung der Beschleunigungen quer zu der Rüttlerspitze 46 in zwei Freiheitsgraden integriert. Weiterhin sind dort Temperatursensoren 50 vorgesehen, mit denen die Temperatur eines Öls sowie eines Unwuchtlagers 52 messbar ist. Im Bereich des Antriebsmotors 42 sind Drehmomentsensoren 52 und weitere Temperatursensoren 50 zur Temperaturmessung an einem Motorlager 54 vorgesehen. An einer Seite des Antriebsmotors 42, die dem Schwerrohr 16 der Lanzengarnitur 14 zugewandt ist, sind weitere Sensoren 20 in Form von Beschleunigungssensoren 48, Lagesensoren 56, Sensoren zur Messung einer Frequenz und eines Drehwinkels 58 des Antriebsmotors 42 sowie weitere Temperatursensoren 50 zur Temperaturmessung an einem weiteren Motorlager 60 vorgesehen. Die Messdaten 36 der Sensoren 20 werden über eine Datenleitung 34 aus dem Rüttelwerkzeug 12 an die Steuerungseinrichtung 26 zur weiteren Verarbeitung übertragen.

[0057] Figur 4 zeigt ein Blockschema des erfindungsgemäßen Verfahrens. Sofern Bezugszeichen der vorhergehenden Beschreibung verwendet werden, wird rein exemplarisch Bezug auf die jeweiligen, das Bezugszeichen enthaltenen Figuren genommen. Die Nummerierung der Teilschritte gilt ausschließlich für Figur 4.

[0058] Gezeigt ist hier ein Ausschnitt aus dem Verfahren zur Verdichtung von Böden in Form eines einzelnen Prozessschrittes innerhalb der Verdichtung. Zu Beginn des im Blockschema gezeigten Prozessschrittes (Teilschritt 1) liegen messtechnisch ermittelte Zustandsgrößen 62 des Bodens 10 vor, die in Teilschritt 2 beispielsweise in die Steuerungseinrichtung 26 geladen werden. Ferner liegen in Teilschritt 1 von den Sensoren 20 gelieferte Messdaten 36 zu den Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs 12 vor, die in Teilschritt 2 ebenso in die Steuerungseinrichtung 26 geladen werden. Die Summe der messtechnisch ermittelten Zustandsgrößen 62 des Bodens 10 beschreibt den Ist-Zustand des Bodens 62 in den Teilschritten 1 und 2 vor der Verdichtung. Unter Kenntnis des Ist-Zustands des Bodens 62 und des Rüttelwerkzeugs 12 ist bereits vor Beginn des Teilschritts 1 eine Zielfunktion 66 bestimmt worden. Die Zielfunktion 66 kann auf Basis einer erwarteten Interaktion des Rüttelwerkzeugs 12 mit dem Boden 10 im Vorfeld erstellt werden. Ausgangszustände des Rüttelwerkzeugs 12 und des Bodens 10 sind bekannt. Ein Ziel-Zustand des Bodens 10 wird frei gewählt. Durch Berechnung oder auch Simulation der Verdichtung können Zustandsänderungen des Rüttelwerkzeugs 12 und des Bodens 10 vorhergesagt werden. Die Zielfunktion 66 erhält dann als Datengrundlage die über die Zeit zu erzeugenden Ausprägungen der Zustandsgrößen des Bodens 10 in Form von erwarteten Messdaten 68, die das Rüttelwerkzeug 12 während der Interaktion mit dem Boden über die Zeit liefert. Die Zielfunktion 66 enthält auch die hierzu erforderlichen Steuerungssignale 38 für das Rüttelwerkzeug 12. Diese Daten der Zielfunktion 66 werden in Teilschritt

2 ebenfalls in die Steuerungseinrichtung 26 geladen.

[0059] In Teilschritt 3 erfolgt dann die Bearbeitung des Bodens 10 mit dem Rüttelwerkzeug 12, beispielsweise eine Verdichtung. Hierbei erfolgt eine Abtastung der Zielfunktion 66 über die Zeit, wobei jeder Zeitpunkt einen Satz von Steuerungssignalen 38 für das Rüttelwerkzeug 12 und zugehörige erwartete Messdaten 68 enthält. Zusätzlich werden die real aufgenommenen Messdaten 36 der Sensoren 20 erfasst und dem jeweiligen Zeitpunkt zugeordnet. Sofern in dem jeweiligen Zeitpunkt die aufgenommenen Messdaten 36 mit den erwarteten Messdaten 68 übereinstimmen, läuft der Teilschritt 3 gemäß der vorgesehenen Steuerungssignale 38 fort. Im Falle unzulässig hoher Abweichungen werden diese ausgewertet und mögliche Ursachen durch Analyse der Abweichungen geschlussfolgert. Ist eine wahrscheinliche Ursache gefunden, werden die anfänglich messtechnisch ermittelten Zustandsgrößen 62 des Bodens 10 korrigiert, die Zielfunktion 66 neu bestimmt und der Teilschritt 3 dann vom gegenwärtigen Zeitpunkt an fortgesetzt. Ebenso ist es möglich, dass der anfänglich zugrunde gelegte Zustand des Rüttelwerkzeugs 12 selbst korrigiert werden muss. Auf diesem Wege erfolgt eine iterative Annäherung der aufgenommenen Messdaten 36 und der Zielfunktion 66 beziehungsweise der erwarteten Messdaten 68.

[0060] Die Bearbeitung des Bodens 10 endet, sobald eine Übereinstimmung der aufgenommenen Messdaten 36 und der erwarteten Messdaten 68 erreicht ist (Teilschritt 4). Hier stimmen ein Endpunkt 70 der Zielfunktion 66 und ein Endpunkt 72 der aufgenommenen Messdaten 36 überein. In Teilschritt 5 kann dann eine weitere Bearbeitung des Bodens 10 erfolgen. Beispielsweise kann auf Grundlage des Endpunkts 70 der Zielfunktion 66 eine neue Zielfunktion zur Durchführung eines weiteren Prozessschritts 74 generiert werden.

Bezugszeichen

[0061]

10	Boden
12	Rüttelwerkzeug
14	Rüttler-Lanzen-Garnitur
16	Schwerrohr
18	Rüttler
20	Sensoren
22	Trägergerät
24	Sensor zur Erfassung einer Rütteltiefe
25	GPS-Sensor
26	Steuerungseinrichtung
28	Förderfahrzeug
30	Füllmaterial
34	Datenleitung
36	Messdaten
38	Steuerungssignale
40	Arbeitsposition
42	Antriebsmotor

44 Unwucht
 46 Rüttlerspitze
 48 Beschleunigungssensoren
 50 Temperatursensoren
 52 Unwuchtlager
 54 Motorlager
 56 Lagesensoren
 58 Sensoren zur Messung einer Frequenz und eines Drehwinkels
 60 weiteres Motorlager
 62 messtechnisch ermittelte Zustandsgrößen des Bodens
 64 Startpunkt - Ausgangszustand des Bodens
 66 Zielfunktion
 68 erwartete Messdaten
 70 Endpunkt der Zielfunktion
 72 Endpunkt der aufgenommenen Messdaten
 74 weiterer Prozessschritt

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verdichtung von Böden, in dem ein Rüttelwerkzeug (12) in den Boden (10) abgeteuft wird und während der Verdichtung eine Vielzahl von Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs (12) mit Sensoren (20) gemessen werden und dabei wenigstens einige der Sensoren (20) in dem Rüttelwerkzeug (12) integriert sind und wobei weiterhin eine Übermittlung von Messdaten (36) der Sensoren (20) an eine Steuerungseinrichtung (26) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinrichtung (26) einen Abgleich der Messdaten (36) der Sensoren (20) mit erwarteten Messdaten durchführt, wobei die erwarteten Messdaten wenigstens eine Zustandsgröße des Bodens (10) repräsentieren.
2. Verfahren zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinrichtung (26) anhand des Abgleichs eine Steuerung und/oder Regelung der Verdichtung des Bodens (10) durchführt.
3. Verfahren zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erwarteten Messdaten in einer Simulation ermittelt werden, die eine Wechselwirkung des Rüttelwerkzeugs (12) und des Bodens (10) unter gegebenen Bodenparametern beschreibt.
4. Verfahren zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bodenparameter der Simulation unter Auswertung der Messdaten (36) der Sensoren (20) angepasst werden und die Simulation dann wenigstens einmal wiederholt wird.

5. Verfahren zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Simulation in Echtzeit erfolgt.

5 6. Verfahren zur Verdichtung von Böden nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Boden (10) ein oder mehrere Fluide und/oder Füllmaterial (30) zugeführt werden.

10 7. System zur Verdichtung von Böden (10), wenigstens umfassend:

- ein in den Boden (10) abteufbares Rüttelwerkzeug (12);
- eine Vielzahl von Sensoren (20), die ausgebildet sind, Zustandsgrößen des Rüttelwerkzeugs (12) während der Verdichtung zu messen, wobei wenigstens einige der Sensoren (20) in dem Rüttelwerkzeug (12) integriert sind; sowie
- eine Steuerungseinrichtung (26),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuerungseinrichtung (26) ausgebildet ist, einen Abgleich der Messdaten (36) der Sensoren (20) mit erwarteten Messdaten durchzuführen, wobei die erwarteten Messdaten wenigstens eine Zustandsgröße des Bodens (10) repräsentieren.

8. System zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinrichtung (26) ausgebildet ist, anhand des Abgleichs eine Steuerung und/oder Regelung der Verdichtung des Bodens (10) durchzuführen.

9. System zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinrichtung (26) ausgebildet ist, eine Simulation einer Wechselwirkung des Rüttelwerkzeugs (12) und des Bodens (10) unter gegebenen Bodenparametern durchzuführen und die erwarteten Messdaten aus einem Ergebnis der Simulation abzuleiten.

10. System zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinrichtung (26) ausgebildet ist, die Bodenparameter der Simulation unter Auswertung der Messdaten (36) der Sensoren (20) anzupassen und die Simulation dann wenigstens einmal zu wiederholen.

11. System zur Verdichtung von Böden nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinrichtung (26) ausgebildet ist, die Simulation in Echtzeit durchzuführen.

12. System zur Verdichtung von Böden nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System weitere Mittel umfasst, die ausge-

bildet sind, dem Boden (10) wenigstens ein oder mehrere Fluide und/oder Füllmaterial (30) zuzuführen.

5

10

15

20

25

30

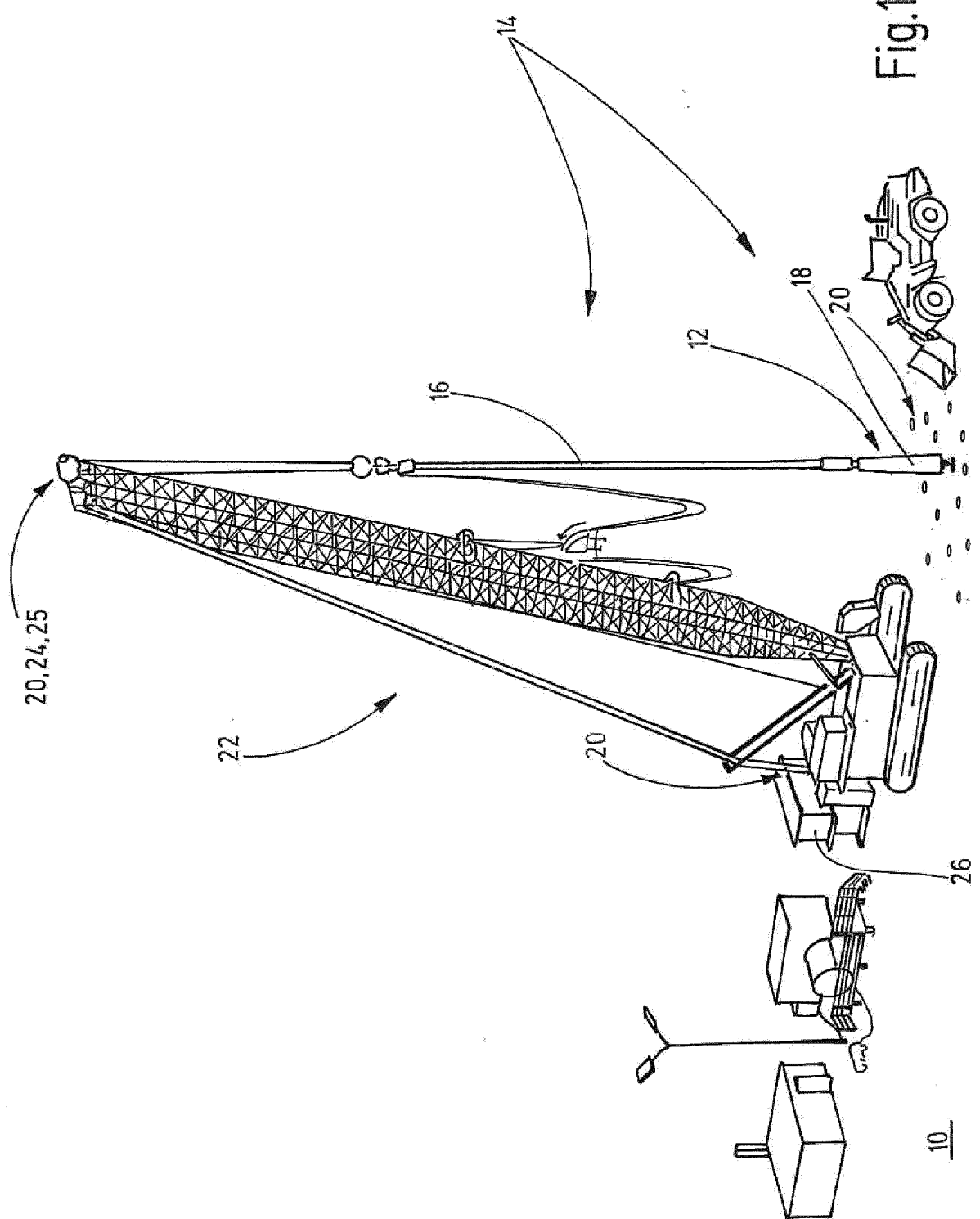
35

40

45

50

55



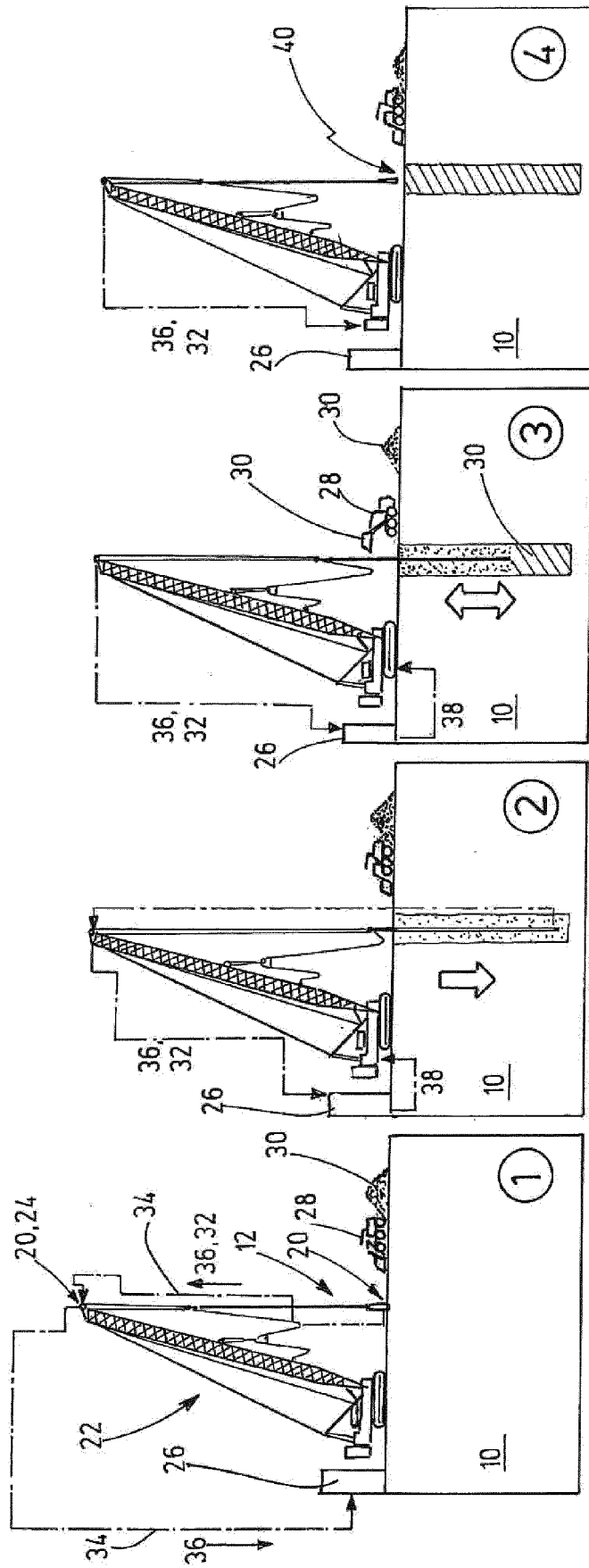


Fig.2

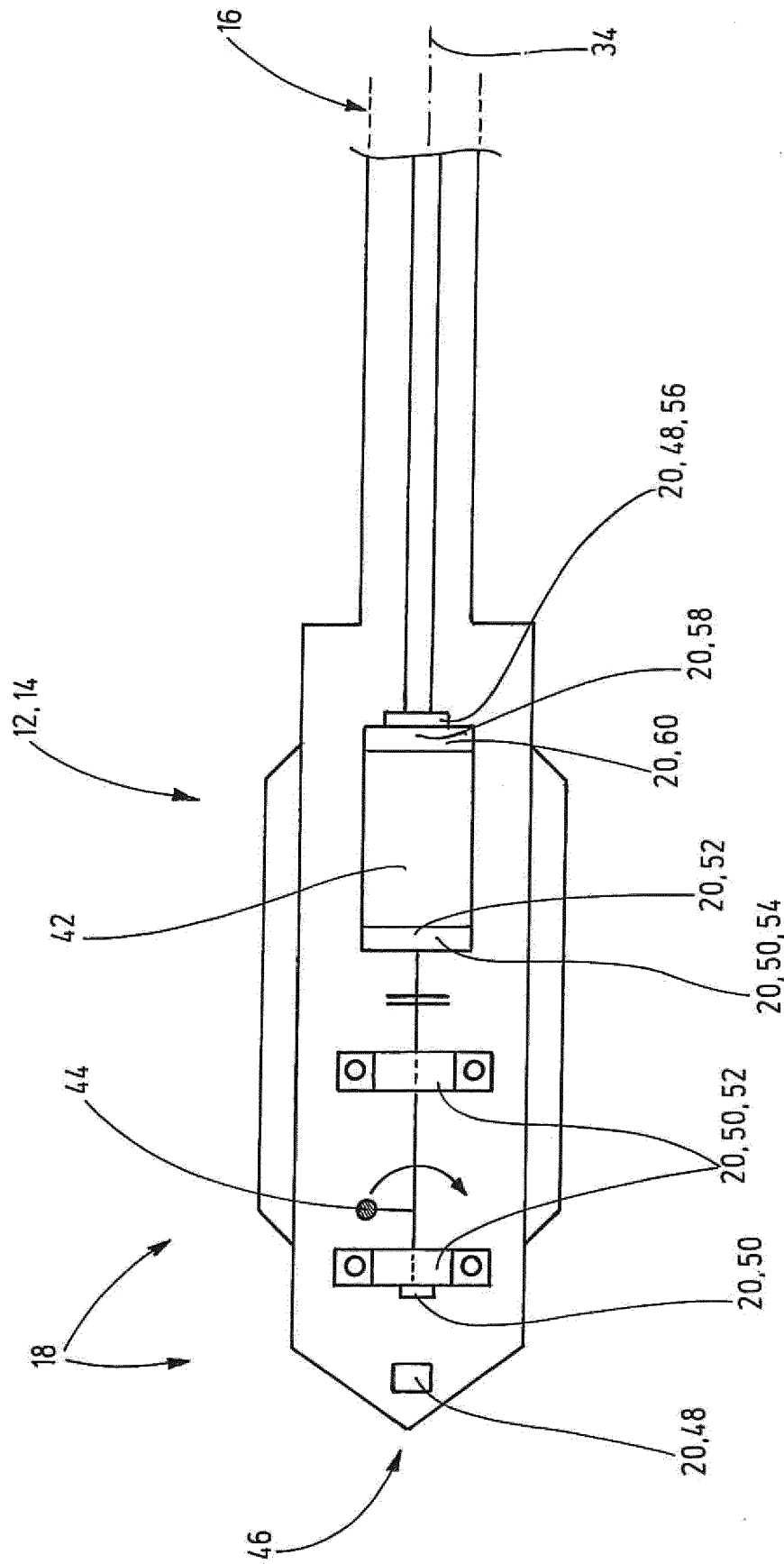
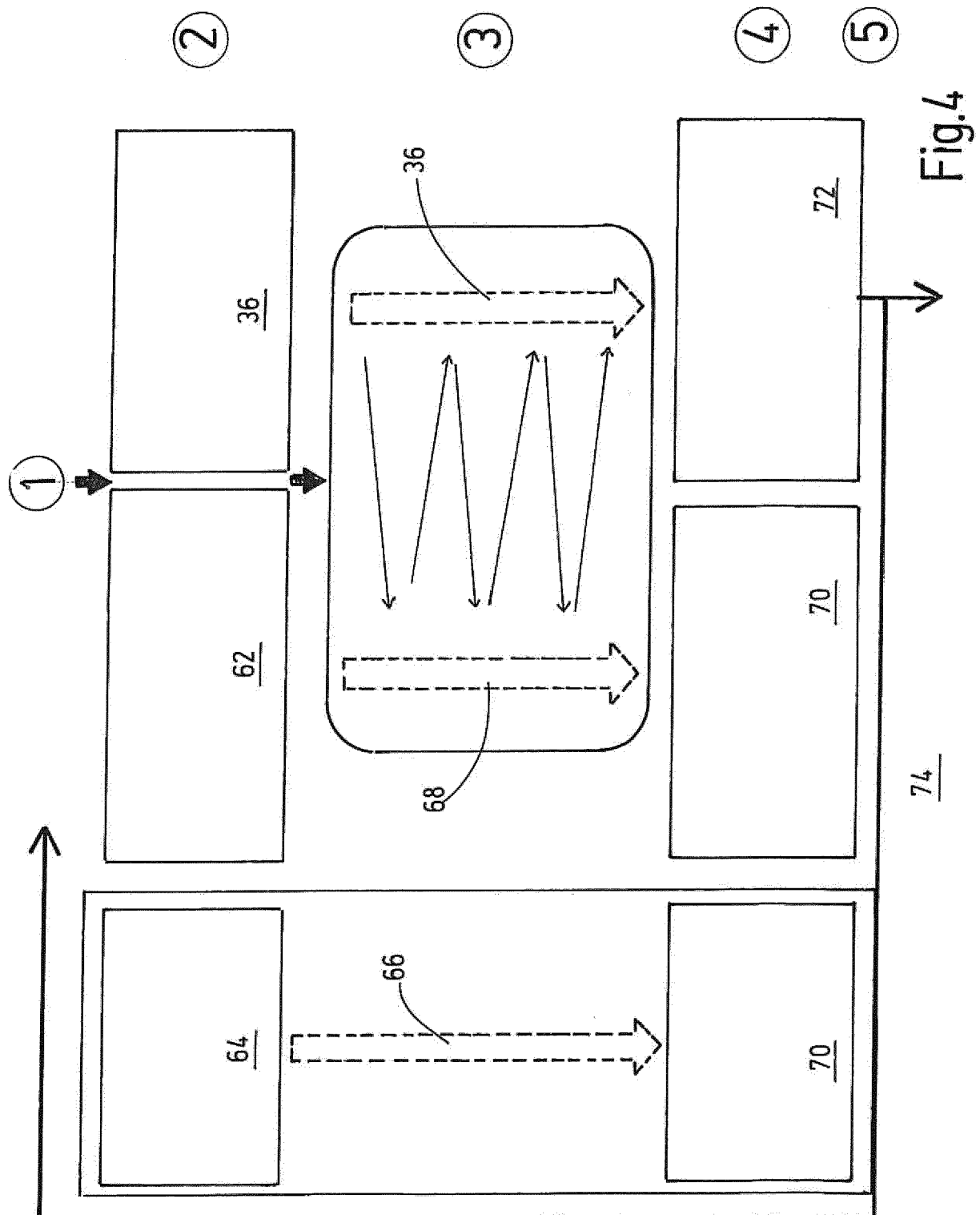


Fig.3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 19 6537

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	DE 196 28 769 A1 (BUL SACHSEN GMBH [DE]) 12. Dezember 1996 (1996-12-12) * Spalte 5, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 33; Abbildungen 2,3,5,7 *	1,2,6-9, 12	INV. E02D3/054 E02D5/66 E02D7/18
X	DE 199 28 692 C1 (BAUER SPEZIALTIEFBAU [DE]) 30. November 2000 (2000-11-30) * Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 3, Zeile 46; Abbildung 3 *	1,2,6-8, 12	
A	EP 2 725 145 A2 (HERZOG ANDRE [DE]; TIEFENBACHER GMBH [AT]) 30. April 2014 (2014-04-30) * Absatz [0017] - Absatz [0052]; Abbildungen 1,6,8,9,12 *	1-12	
A	EP 1 295 994 A2 (KELLER GRUNDBAU GMBH [DE]) 26. März 2003 (2003-03-26) * Absatz [0005] - Absatz [0011]; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Januar 2018	Prüfer 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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 17 19 6537

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.

19-01-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 19628769	A1	12-12-1996	KEINE	

15	DE 19928692	C1	30-11-2000	KEINE	

	EP 2725145	A2	30-04-2014	DE 102012110194 B3	26-06-2014
				EP 2725145 A2	30-04-2014

20	EP 1295994	A2	26-03-2003	AT 361396 T	15-05-2007
				DE 10146342 A1	17-04-2003
				EP 1295994 A2	26-03-2003

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 19822290 C2 [0007]
- DE 2720160 A1 [0008]
- DE 10146342 B4 [0009]
- DE 19930885 C2 [0010]
- DE 19859962 C2 [0010]
- DE 19928692 C1, Fellin [0011] [0023]