



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2024 Patentblatt 2024/05

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B28B 1/093^(2006.01) E04G 21/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23187063.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B28B 1/0935; E04G 21/08

(22) Anmeldetag: **21.07.2023**

(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:
KH MA MD TN

- **DILLER, Patrick**
86558 Hohenwart (DE)
- **SIBILA, Dirk**
82272 Moorenweis (DE)
- **BERGER, Rudolf Philipp**
82031 Grünwald (DE)
- **WEISKOPF, Alto**
85250 Altomünster (DE)
- **GLANZ, Christian**
85221 Dachau (DE)

(30) Priorität: **25.07.2022 DE 102022118542**

(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:
• **LANGE, Christian**
85051 Inglostadt (DE)

(54) **BETONVERDICHTUNGSVORRICHTUNG MIT MESSUNG DES VERDICHTUNGSFortschritts**

(57) Es wird eine Betonverdichtungsvorrichtung angegeben, mit einem Rüttelgehäuse (4) zum Eintauchen in fließfähigen Beton, mit einem durch einen Elektromotor (5) angetriebenen Unwuchterreger (6), der in dem Rüttelgehäuse (4) angeordnet ist, mit einer Stromerfassungseinrichtung (11) zum Erfassen des elektrischen Stroms, der durch den Elektromotor (5) aufgenommen wird, und mit einer Auswerteeinrichtung (12) zum Bestimmen eines Arbeitszustands der Betonverdichtungsvorrichtung aufgrund des jeweils aktuell erfassten elektrischen Stroms, wobei der Arbeitszustand ausgewählt ist aus der Gruppe: Positionieren des Rüttelgehäuses (4) an der Luft, Eintauchen des Rüttelgehäuses (4) in den Beton, Durchführen eines Verdichtungsvorgangs mit dem Rüttelgehäuse (4) eingetaucht im Beton, Austauchen des Rüttelgehäuses (4) aus dem Beton, und wobei die Auswerteeinrichtung (12) ausgebildet ist, um sämtliche der genannten Arbeitszustände zu erkennen.

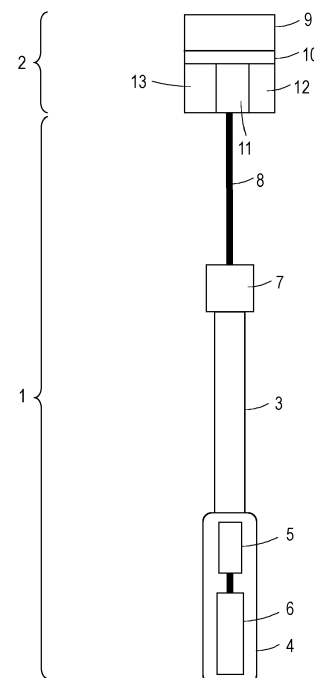


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Betonverdichtungs-
vorrichtung mit einer Einrichtung zur Messung des Ver-
dichtungsfortschritts. Insbesondere betrifft die Erfindung
eine Innenrüttelvorrichtung, wie z.B. einen Innenrüttler
zur Betonverdichtung.

[0002] Es ist bekannt, dass Frischbeton nach dem Ein-
bringen in eine Schalung verdichtet werden muss, um
ein bestimmtes Raumgewicht unter Vermeidung von
Gasporen oder sogenannten "Kiesnestern" zu erreichen.
Eine 10 % geringere Dichte des Betons hat bereits eine
Halbierung der Druckfestigkeit zur Folge. Eine übermä-
ßige Verdichtung des Betons jedoch kann zu einer Ent-
mischung des Betons mit zonenweiser Anreicherung von
Zementleim führen.

[0003] Größere Betonschüttungen werden üblicher-
weise manuell unter Verwendung von Vibratoren bzw.
Rüttlern, wie z. B. Schlauch- oder Stabrüttlern, verdich-
tet. Derartige Rüttler sind Innenrüttler, bei denen im In-
nern einer in den Frischbeton eintauchenden Rüttelfla-
sche (Rüttelgehäuse) eine Unwucht über einen Elektro-
motor angetrieben wird, wodurch Schwingungen entste-
hen, die den Beton verdichten. Während der Baustoff
Beton vielfältigen und strengen Qualitätskontrollen un-
terliegt, ist jedoch das fachgerechte Verdichten des Be-
tons erheblich von den individuellen Fähigkeiten des Be-
dieners der Innenrüttler abhängig. Er allein bestimmt, ob
ein optimales und gleichmäßiges Verdichtungsergebnis
erhalten wird. Da aber die individuellen Fähigkeiten ver-
schiedener Bediener naturgemäß sehr unterschiedlich
sein können, kann auch die Verdichtungsqualität erheb-
lich streuen, was in bestimmten Fällen zu einem unge-
nügenden Verdichtungsergebnis und damit zu nicht aus-
reichender Betonfestigkeit führt.

[0004] Aus der GB-A-1097651 ist ein Innenrüttler be-
kannt, bei dem die Leistungsaufnahme eines eine Un-
wuchtmasse antreibenden Elektromotors als Anzeichen
für den Verdichtungsgrad des zu verdichtenden Betons
angesehen wird. Die Messung des Stromverbrauchs und
dessen grobe Interpretation erlaubt keine zuverlässige
Bestimmung des Verdichtungsgrades.

[0005] Aus der EP 1 165 907 B1 ist ein Innenrüttler mit
einem Messsystem zum Ermitteln des Verdichtungsfort-
schritts in Beton bekannt. Dabei werden die Vibrationen
an der Rüttelflasche erfasst, woraus Rückschlüsse auf
die Verdichtungswirkung gezogen werden können. Die
Verwendung von entsprechenden Beschleunigungssen-
soren an der Rüttelflasche lässt sich in der Praxis auf-
grund der starken Schwingungen und rauen Umge-
bungsbedingungen jedoch nur schwer verwirklichen. Zu-
dem sind zusätzliche Signalleitungen in einer mecha-
nisch hoch beanspruchten Umgebung notwendig.

[0006] Eine Messung sowie Dokumentation des Ver-
dichtungsfortschritts ist nach wie vor in der Betontechnik
kaum möglich. Die Verdichtungsdauer und die Anzahl
der Eintauchvorgänge mit einem Innenrüttler sowie die
Wahl der Eintauchpunkte basiert meist auf Erfahrungs-

werten des Anwenders.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrun-
de, eine Betonverdichtungsanordnung, insbesondere
eine Innenrüttelvorrichtung anzugeben, bei der der Ver-
dichtungsgrad des jeweils aktuell verdichteten Betons
zuverlässig erfasst werden kann.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst
durch eine Betonverdichtungsanordnung mit den Merk-
malen von Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen
sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Es wird eine Betonverdichtungsanordnung an-
gegeben, mit einem Rüttelgehäuse zum Eintauchen in
fließfähigen Beton; einem durch einen Elektromotor an-
getriebenen Unwuchterreger, der in dem Rüttelgehäuse
angeordnet ist; einer Stromerfassungseinrichtung zum
Erfassen des elektrischen Stroms, der durch den Elek-
tromotor aufgenommen wird; und mit einer Auswerteein-
richtung zum Bestimmen eines Arbeitszustands der Be-
tonverdichtungsanordnung aufgrund des jeweils aktuell
erfassten elektrischen Stroms; wobei der Arbeitszustand
ausgewählt ist aus der Gruppe Positionieren des Rüttel-
gehäuses in der Luft (Betreiben des Elektromotors im
Leerlauf), Eintauchen des Rüttelgehäuses in den Beton,
Durchführen eines Verdichtungsvorgangs mit dem Rüt-
telgehäuse eingetaucht im Beton, Austauchen des Rüt-
telgehäuses aus dem Beton; und wobei die Auswerte-
einrichtung ausgebildet ist, um sämtliche der genannten
Arbeitszustände zu erkennen.

[0010] Der Elektromotor kann dabei zusammen mit
dem Unwuchterreger in dem Rüttelgehäuse angeordnet
sein. Bei einer Variante ist lediglich der Unwuchterreger
in dem Rüttelgehäuse angeordnet, während der Elektro-
motor räumlich von dem Rüttelgehäuse getrennt in ei-
nem eigenen Gehäuse angeordnet ist. In diesem Fall
wird das Drehmoment des Elektromotors über eine Bie-
gewelle zu dem Unwuchterreger im Rüttelgehäuse über-
tragen.

[0011] Die Arbeitszustände können insbesondere auf-
grund des jeweils genau erfassten Stromverlaufs mit ent-
sprechend hoher Abtastrate erkannt werden. Dabei
spielt nicht nur der jeweils aktuelle Stromwert, sondern
auch die Änderung der Stromwerte über die Zeit (z.B.
mit Hilfe der Abtastrate erfassbar) eine Rolle, so dass
jeweils spezifische Stromprofile erfasst und erkannt wer-
den können. Aufgrund der Tendenz des Stromverlaufs
kann die Auswerteeinrichtung die verschiedenen Ar-
beitszustände erkennen und - soweit sinnvoll - auch von-
einander unterscheiden. Dazu kann das jeweils aktuell
erfasste Stromprofil, mit Stromwerten und Stromverläu-
fen bzw. -gradienten, z.B. mit bekannten Werten bzw.
Mustern verglichen werden, um daraus Rückschlüsse
auf den jeweiligen Arbeitszustand ziehen zu können.

[0012] Dabei sind die Arbeitszustände "Positionieren
des Rüttelgehäuses an der Luft" und "Betreiben des
Elektromotors im Leerlauf" als identisch anzusehen. In
diesem Fall befindet sich das Rüttelgehäuse noch an der
Luft und ist noch nicht in den Beton eingetaucht. Der
Elektromotor kann dabei im Leerlauf bzw. annähernd im

Leerlauf betrieben werden, da sich der Unwuchterreger noch frei drehen lässt.

[0013] Die Verdichtungsarbeit beginnt mit dem Arbeitszustand "Eintauchen des Rüttelgehäuses in den Beton". Dabei wird das Rüttelgehäuse sukzessive in den fließfähigen Beton abgesenkt, der die Schwingungen des Rüttelgehäuses aufnimmt und dämpft. In dem Zug wird die Stromaufnahme durch den Elektromotor erhöht, um den Unwuchterreger nach wie vor antreiben zu können.

[0014] Bei dem Arbeitszustand "Durchführen eines Verdichtungsvorgangs" ist das Rüttelgehäuse weitgehend vollständig in den Beton eingetaucht und wird von dem Anwender an einer Stelle im Wesentlichen stationär festgehalten, so dass das Rüttelgehäuse im Beton verweilt. Aufgrund der Verdichtungseffekte im Beton ändert sich die Dämpfungswirkung des Betons auf das Rüttelgehäuse, was sich wiederum in Form von auf den Unwuchterreger wirkenden Gegenkräften bzw. Gegenmomenten auswirkt. Dadurch ändert sich die Stromaufnahme durch den Elektromotor, was durch die Auswerteeinrichtung erfasst werden kann.

[0015] Beim Arbeitszustand "Austauschen des Rüttelgehäuses aus dem Beton" wird das Rüttelgehäuse aus dem Beton herausgezogen und angehoben. Dies führt dazu, dass das Rüttelgehäuse zunehmend freier vibrieren kann, da die dämpfende Wirkung des Betons sukzessive nachlässt. Dementsprechend kann der Elektromotor auch wieder frei drehen, so dass die von ihm aufgenommene Leistung vermindert und der Stromverbrauch verringert wird.

[0016] Die Auswerteeinrichtung kann mit Hilfe der jeweils abgetasteten Stromwerte und der Gradienten der Stromwerte bzw. der Tendenz der Stromwertentwicklung erkennen, in welchem Arbeitszustand sich der Innenrüttler jeweils befindet. Während des Verdichtungsvorgangs ("Durchführen eines Verdichtungsvorgangs") kann die Auswerteeinrichtung aufgrund des Stromprofils, also der Stromwerte und des Gradientenverlaufs, den Verdichtungszustand des Betons erkennen und z.B. mit Grenzwerten vergleichen. Wenn ein bestimmter Grenzwert erreicht ist, wird dies als Kriterium gewertet, dass der Beton an dieser Stelle ausreichend verdichtet wurde.

[0017] Als weitere Arbeitszustände können bei einer Variante durch die Auswerteeinrichtung die Arbeitszustände "Elektromotor ausgeschaltet" sowie "Elektromotor und/oder Unwuchterreger defekt" erkannt werden. In diesem Fall nimmt der Elektromotor entweder keinen Strom auf oder es wird eine Stromaufnahme bzw. ein Stromprofil erkannt, das nicht in die Schemata für die normalen Arbeitszustände passt, z.B. eine zu geringe oder eine zu hohe Stromaufnahme.

[0018] Die Stromerfassungseinrichtung kann ausgebildet sein, um zusätzlich zu dem Strom auch die am Elektromotor anliegende elektrische Spannung zu erfassen. Damit lässt sich die Messgenauigkeit weiter erhöhen.

[0019] Die Stromerfassungseinrichtung kann ausge-

bildet sein, um den Strom mit einem Abtastintervall zu erfassen, wobei das Abtastintervall bei unter 5 s liegen kann. Insbesondere kann das Abtastintervall bei unter 2 s, bei unter 1 s, bei unter 0,5 s oder bei 1/10 s oder weniger liegen.

[0020] Die Auswerteeinrichtung kann ausgebildet sein, um den jeweiligen Arbeitszustand unter Berücksichtigung des jeweils aktuell erfassten Stromprofils mit einem aktuell erfassten elektrischen Strom und/oder einem jeweils bestimmbaren Stromgradienten zu bestimmen. Der Stromgradient ist dabei eine Änderung des aktuellen Stromwerts über die Zeit. Je nach erfasstem absolutem Stromwert, gegebenenfalls in Verbindung mit dem Stromgradienten kann die Auswerteeinrichtung somit den Arbeitszustand und auch den Verdichtungsgrad im Beton erfassen. Dabei können Stromwert und Stromgradient gemeinsam oder auch separat ausgewertet werden. Ein Beispiel für die Auswertung wird später im Rahmen der Figurenbeschreibung erläutert.

[0021] Es kann eine Interpretationseinrichtung vorgesehen sein, zum Interpretieren des Stromverlaufs, während der Arbeitszustand "Durchführen eines Verdichtungsvorgangs" erkannt wird, wobei die Interpretationseinrichtung ausgebildet sein kann, um für das Interpretieren des Stromverlaufs den jeweils aktuellen Stromgradienten auszuwerten, und wobei eine Annäherung des Stromgradienten an den Werten Null als Kriterium für einen Verdichtungsfortschritt gilt. Eine Annäherung des Stromgradienten gegen Null bedeutet, dass die Kurve des aktuellen Stromverlaufs flacher wird. Dies kann im Verlauf des Verdichtungsvorgangs beobachtet werden, wobei eine Annäherung des Stromgradienten gegen Null bedeutet, dass sich der jeweils aktuell aufgenommene Strom kaum noch ändert. Dies wird als Kriterium dafür gewertet, dass der Beton im Bereich der Rüttelflasche ausreichend verdichtet wurde.

[0022] Dabei kann ein Grenzwert für die Annäherung des Stromgradienten an den Wert Null vorgegeben sein, wobei eine Signaleinrichtung vorgesehen sein kann, zum Erzeugen eines Signals für einen Bediener bei Erreichen des Grenzwerts durch den Stromgradienten. Es ist somit nicht zwingend erforderlich, dass der Stromgradient tatsächlich den Wert Null erreicht. Vielmehr kann eine Annäherung an den Wert Null und damit ein Erreichen des Grenzwerts ausreichend sein. Das Erreichen des Grenzwerts bedeutet, dass an der Stelle der Beton ausreichend verdichtet wurde. Dieser Zustand kann durch die Interpretationseinrichtung festgestellt werden, die daraufhin über die Signaleinrichtung dem Bediener ein Signal gibt, dass der Beton ausreichend verdichtet wurde, so dass der Bediener das Rüttelgehäuse an eine andere Stelle im Beton bewegen kann.

[0023] Es kann eine Stromzuleitung zum Zuführen des elektrischen Stroms zu dem Elektromotor vorgesehen sein. Dabei kann insbesondere die Stromerfassungseinrichtung im Bereich der Stromzuleitung angeordnet sein, um den elektrischen Strom erfassen zu können, der von dem Elektromotor aufgenommen wird.

[0024] Es kann eine Stromquelle für den Elektromotor vorgesehen sein, die einen elektrischen Energiespeicher und/oder ein Stromnetz aufweist. Bei dem elektrischen Energiespeicher kann es sich z.B. um einen Akku handeln.

[0025] Insbesondere kann der elektrische Energiespeicher einen tragbaren Akku aufweisen, der z.B. von einem Bediener wie ein Rucksack auf dem Rücken getragen wird. Der elektrische Strom für die Betonverdichtungs- vorrichtung kann damit ausschließlich von dem vom Bediener getragenen Akku bezogen werden. Der Bediener ist damit autark und braucht keine externen Stromnetzanschlüsse.

[0026] Die Stromerfassungseinrichtung, die Auswerteeinrichtung und die Interpretationseinrichtung können an dem Akku angeordnet sein bzw. mit der Elektronik (Batteriemanagementsystem) des Akkus gekoppelt sein. Insbesondere können diese Einrichtungen auch (teilweise) in das Batteriemanagementsystem integriert sein, wie z.B. die Stromerfassungseinrichtung.

[0027] Insbesondere kann der elektrische Energiespeicher eine Steuerelektronik aufweisen, wobei die Stromerfassungseinrichtung und/oder die Auswerteeinrichtung und/oder die Interpretationseinrichtung mit der Steuerelektronik gekoppelt sein können. Die Stromerfassungseinrichtung, die Auswerteeinrichtung und/oder die Interpretationseinrichtung können auch räumlich an der Steuerelektronik bzw. dem Energiespeicher angeordnet sein.

[0028] Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Innenrüttler als erfindungsgemäße Betonverdichtungs- vorrichtung; und

Fig. 2 ein Beispiel für die Änderung der Stromaufnahme in Abhängigkeit von unterschiedlichen Arbeitszuständen einer Betonverdichtungs- vorrichtung.

[0029] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Betonverdichtungssystem mit einem Innenrüttler 1 und einer Energievorrichtung 2.

[0030] Der Innenrüttler 1 weist einen Bedienungsschlauch 3 auf, an dessen einem Ende eine als Gehäuse dienende Rüttelflasche 4 angebracht ist. Im Inneren der Rüttelflasche 4 ist ein Elektromotor 5 vorgesehen, der einen Unwuchterreger 6 drehend antreibt. Der Unwuchterreger 6 kann z.B. eine Unwucht- welle sein, auf der eine Unwucht- masse exzentrisch angebracht ist, so dass bei Rotation der Unwucht- welle Schwingungen erzeugt werden, die über die Gehäuse- außenwand der Rüttelflasche 4 in den zu verdichtenden Beton eingeleitet werden. Der Aufbau einer derartigen Rüttelflasche 4 mit Elektromotor 5 und Unwuchterreger 6 ist an sich bekannt.

[0031] Bei einer nicht dargestellten, ebenfalls an sich bekannten Variante ist der Elektromotor 5 nicht in der Rüttelflasche 4, sondern in einem eigenen Gehäuse, räumlich getrennt von der Rüttelflasche 4 angeordnet. In diesem Fall erstreckt sich zwischen dem Elektromotor 5 und dem in der Rüttelflasche 4 angeordneten Unwuchterreger 6 eine Biegewelle, über die das Drehmoment des Elektromotors 5 auf den Unwuchterreger 6 übertragen werden kann. Die Biegewelle ist von dem Bedienungsschlauch 3 umgeben, der dementsprechend auch zum Führen der Rüttelflasche 4 genutzt werden.

[0032] Der in Fig. 1 gezeigte Bedienungsschlauch 3 kann eine Länge von mehreren Metern aufweisen, so dass der Bediener die Rüttelflasche 4 bei der Verdichtungs- arbeit auch über eine größere Entfernung in den zu verdichtenden Beton hängen kann. Die Fig. 1 ist im Übrigen nicht maßstäblich und gibt die reale Länge des Bedienungsschlauchs 3 nicht wieder.

[0033] An dem der Rüttelflasche 4 gegenüberliegenden Ende des Bedienungsschlauchs 3 ist eine Schalteinrichtung 7 angebracht, über die der Elektromotor 5 ein- und ausgeschaltet werden kann. Die Schalteinrichtung 7 kann auch als Ankopplungs- stelle für eine Stromleitung 8 (Stromkabel) dienen. Die elektrischen Zuleitungen der Stromleitung 8 werden im Inneren des Bedienungsschlauchs 3 zu der Rüttelflasche 4 geführt, so dass der Bedienungsschlauch 3 auch die Funktion eines Schutzschlauchs übernimmt. Am der Schalteinrichtung 7 gegenüberliegenden Ende der Stromleitung 8 kann ein in der Fig. 1 nicht gezeigter Stecker in an sich bekannter Weise vorgesehen sein.

[0034] Der Stecker kann in die Energievorrichtung 2 eingesteckt sein. Bei dem in der Fig. 1 gezeigten Beispiel können wesentliche Teile der Energievorrichtung 2 an einer nicht dargestellten Tragvorrichtung angeordnet sein, die mit Hilfe von Tragriemen von einem Benutzer, z.B. auf seinem Rücken getragen werden kann, ähnlich einem Rucksack. Dabei kann die Tragvorrichtung einen Tragrahmen aufweisen, der die an ihm befestigten Komponenten zuverlässig trägt. Dies ist z.B. auch in der DE 10 2018 118 552 A1 beschrieben. Die Energievorrichtung 2 weist einen Akku 9 als elektrischen Energiespeicher auf. Der Akku 9 kann wechselbar sein und bei Erschöpfung gegen einen frischen Akku 9 ausgewechselt werden.

[0035] Anstelle des Akkus 9 ist es auch möglich, eine elektrische Versorgung über das öffentliche Netz oder ein an der Baustelle bestehendes Netz bereitzustellen.

[0036] Weiterhin kann Teil der Energievorrichtung 2 ein Umformer 10 sein, der insbesondere den aus dem Akku 9 bezogenen Strom hinsichtlich Spannung und Frequenz in einer für den Elektromotor 5 geeigneten Weise umformt. Dieser umgeformte Strom wird dann von dem Umformer 10 über die Stromleitung 8 an den Elektromotor 5 geliefert.

[0037] Symbolhaft sind weiterhin an der Energievorrichtung 2 eine Stromerfassungseinrichtung 11, eine Auswerteeinrichtung 12 und eine Interpretationseinrichtung

tung 13 vorgesehen. Diese Komponenten können auch an anderer Stelle des Innenrüttlers angeordnet sein. Jedoch bietet sich ihre Anordnung in der Nähe des Akkus 9 bzw. des Umformers 10 an, um dort präzise den von dem Elektromotor 5 bezogenen Strom zu erfassen und zu interpretieren.

[0038] Die Stromerfassungseinrichtung 11, die Auswerteeinrichtung 12 und die Interpretationseinrichtung 13 müssen nicht als körperlich separate Komponenten vorhanden sein. Sie können vielmehr auch in dem Akku 9 bzw. in dem Batteriemanagement des Akkus 9 oder auch in dem Umformer 10 oder auch an anderer Stelle angeordnet sein. Z.B. können die Auswerteeinrichtung 12 und die Interpretationseinrichtung 13 räumlich auch an anderer Stelle angeordnet sein, z.B. als Softwareapplikation auf einem Smartphone, das vom Bediener des Innenrüttlers mit sich geführt wird. In diesem Fall muss eine Kommunikationsstrecke bzw. -schnittstelle bereitgestellt werden, um die von der Stromerfassungseinrichtung 11 erfassten Stromwerte an die Auswerteeinrichtung 12 zu übermitteln.

[0039] Die Stromerfassungseinrichtung 11 dient zum Erfassen des elektrischen Stroms, der durch den Elektromotor 5 aufgenommen wird. Dabei ist es möglich, den Strom in kurzen Abtastintervallen zu erfassen.

[0040] Die Messergebnisse der Stromerfassungseinrichtung 11 werden an die Auswerteeinrichtung 12 weitergegeben, die aufgrund des jeweils aktuell erfassten elektrischen Stroms (Stromwerte und Stromverlauf bzw. Stromgradient) jeweils einen Arbeitszustand des Innenrüttlers erfassen kann, wie nachfolgend noch anhand von Fig. 2 erläutert wird.

[0041] Die Interpretationseinrichtung 13 ist dafür vorgesehen, um den Stromverlauf während eines Verdichtungsvorgangs zu interpretieren. Insbesondere soll die Interpretationseinrichtung 13 den Verdichtungszustand während des Verdichtungsvorgangs erkennen und klassifizieren.

[0042] Wenn die Interpretationseinrichtung 13 feststellt, dass der Beton aktuell ausreichend verdichtet wurde, kann über eine nicht dargestellte Signaleinrichtung ein Signal für den Bediener des Innenrüttlers 1 gegeben werden, damit er die Verdichtung an der entsprechenden Stelle beendet und an anderem Ort fortführt.

[0043] Die Information über den Verdichtungszustand kann dem Bediener in verschiedener Weise übermittelt werden. Z.B. können dem Bediener über Assistenzsysteme, z.B. auf Smartphones installierten Applikationen, die entsprechenden Daten angezeigt werden. Zudem ist auch ohne Weiteres eine Protokollierung der Messergebnisse für die spätere Dokumentation möglich.

[0044] Fig. 2 zeigt beispielhaft den Verlauf des von dem Elektromotor 5 bezogenen Stroms über der Zeit während verschiedener Arbeitszustände des Innenrüttlers 1. Die jeweiligen Stromwerte können durch die Stromerfassungseinrichtung 11 mit kurzen Abtastintervallen erfasst werden.

[0045] Während der Phase a läuft der Innenrüttler an

der Luft und ist nicht in den Beton eingetaucht (Leerlaufphase, Betreiben des Elektromotors im Leerlauf, Positionieren des Rüttelgehäuses an der Luft). In dieser Phase ist der aufgenommene Strom konstant niedrig.

[0046] Während des Eintauchens des Rüttelgehäuses in den Beton (Phase b) steigt die Stromaufnahme an und erreicht ein detektierbares Maximum.

[0047] Verweilt der Innenrüttler anschließend im Beton (Verdichtungsvorgang), wird der Beton im Wirkungsbereich der Rüttelflasche 4 verdichtet (Phase c). Dabei ist ein teilweise abfallender Stromverlauf zu erkennen, mit einem negativen Stromgradienten.

[0048] Anhand des sich ändernden Stromgradienten (Stromabfall) kann durch die Auswerteeinrichtung 12 im Zusammenspiel mit der Interpretationseinrichtung 13 auf den Fortschritt des Verdichtungsvorgangs geschlossen werden. Je weiter die Verdichtung voranschreitet, desto flacher wird der Kurvenverlauf, d.h. der Stromgradient geht gegen Null. Der aufgenommene Strom bleibt dabei stets höher als in der Leerlaufphase an der Luft (Phase a), so dass sich die Zustände Leerlauf (Phase a) und "Eingetaucht" bzw. "Verdichtung" (Phase c) stets klar voneinander unterscheiden lassen.

[0049] Beim Austauchen der Rüttelflasche 4 aus dem Beton (Phase d) ist ein kurzer Anstieg des Stroms durch die Positionsänderung der Rüttelflasche 4 zu beobachten. Im Anschluss daran fällt der aufgenommene Strom bis auf den dem Leerlauf entsprechenden Wert zurück, sobald sich der Innenrüttler wieder an der Luft befindet. Schließlich geht die Stromaufnahme erneut in die Leerlaufphase (Phase e) über.

[0050] Insbesondere bei einer in einem Rucksacksystem tragbar vorgesehenen Energievorrichtung mit einem Energiespeicher, der zum Betrieb von Innenrüttlern genutzt werden kann, sind in der Regel bereits Messvorrichtungen, z.B. in der Batteriesteuerlektronik, vorhanden, mit denen die Eingangsleistung in Form von Strom und Spannung zum Betrieb des Innenrüttlers gemessen werden können. Eine zusätzliche Sensorik, insbesondere in der Rüttelflasche oder dem Schutzschlauch ist dabei nicht erforderlich.

[0051] Durch die hohe Messgenauigkeit und Abtastrate ist es möglich, aus dem Stromverlauf auf den Arbeitszustand (Leerlauf, Eintauchen, Verweilen, Austauchen) sowie den Verdichtungsfortschritt des Innenrüttlers im Beton zu schließen. Zur Ermittlung des jeweiligen Arbeitszustands werden die gemessenen Werte bzw. deren Verläufe und Änderungen mit bekannten Werten bzw. Mustern verglichen.

[0052] Die Messungen können bei akkubetriebenen Innenrüttlern, aber auch bei netzbetriebenen Innenrüttlern in geeigneter Weise realisiert werden.

Patentansprüche

1. Betonverdichtungsvorrichtung, mit

- einem Rüttelgehäuse (4) zum Eintauchen in fließfähigen Beton;
 - einem durch einen Elektromotor (5) angetriebenen Unwuchterreger (6), der in dem Rüttelgehäuse (4) angeordnet ist;
 - einer Stromerfassungseinrichtung (11) zum Erfassen des elektrischen Stroms, der durch den Elektromotor (5) aufgenommen wird; und mit
 - einer Auswerteeinrichtung (12) zum Bestimmen eines Arbeitszustands der Betonverdichtungs-
vorrichtung aufgrund des jeweils aktuell
erfassten elektrischen Stroms; wobei
 - der Arbeitszustand ausgewählt ist aus der Gruppe
 - + Positionieren des Rüttelgehäuses (4) an der Luft
 - + Eintauchen des Rüttelgehäuses (4) in den Beton
 - + Durchführen eines Verdichtungs-
vorgangs mit dem Rüttelgehäuse (4) einge-
taucht im Beton
 - + Austauschen des Rüttelgehäuses (4) aus dem Beton;
 - und wobei
 - die Auswerteeinrichtung (12) ausgebildet ist, um sämtliche der genannten Arbeitszustände zu erkennen.
2. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach Anspruch 1,
wobei als weitere Arbeitszustände durch die Aus-
werteeinrichtung (12) erfassbar sind:
- Elektromotor (5) ausgeschaltet
 - Elektromotor (5) und/oder Unwuchterreger (6) defekt.
3. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, wobei die Stromerfassungs-
einrichtung (11) ausgebildet ist, um zusätzlich zu
dem Strom auch die am Elektromotor (5) anliegende
elektrische Spannung zu erfassen.
4. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, wobei
- die Stromerfassungseinrichtung (11) ausgebil-
det ist, um den Strom mit einem Abtastintervall
zu erfassen; und wobei
 - das Abtastintervall bei unter 5 Sekunden liegt.
5. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, wobei die Auswerteeinrich-
tung (12) ausgebildet ist, um den jeweiligen Arbeits-
zustand unter Berücksichtigung des jeweils aktuell
- erfassten elektrischen Stroms und/oder eines je-
weils bestimmbaren Stromgradienten zu bestim-
men.
6. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, wobei
- eine Interpretationseinrichtung (13) vorgese-
hen ist, zum Interpretieren des Stromverlaufs,
während der Arbeitszustand "Durchführen ei-
nes Verdichtungs-
vorgangs" erkannt wird;
 - die Interpretationseinrichtung (13) ausgebildet
ist, um für das Interpretieren des Stromverlaufs
den jeweils aktuellen Stromgradienten auszu-
werten; und wobei
 - eine Annäherung des Stromgradienten an den
Wert Null als Kriterium für einen Verdichtungs-
fortschritt gilt.
7. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, wobei
- ein Grenzwert für die Annäherung des Strom-
gradienten an den Wert Null vorgegeben ist; und
wobei
 - eine Signaleinrichtung vorgesehen ist, zum Er-
zeugen eines Signals für einen Bediener bei Er-
reichen des Grenzwerts durch den Stromgradi-
enten.
8. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, mit einer Stromzuleitung (8)
zum Zuführen des elektrischen Stroms zu dem Elek-
tromotor (5).
9. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, wobei eine Stromquelle für
den Elektromotor einen elektrischen Energiespei-
cher (9) und/oder ein Stromnetz aufweist.
10. Betonverdichtungs-
vorrichtung nach einem der vor-
stehenden Ansprüche, wobei
- der elektrische Energiespeicher (9) eine Steu-
erelektronik aufweist; und wobei
 - die Stromerfassungseinrichtung (11) und/oder
die Auswerteeinrichtung (12) und/oder die Inter-
pretationseinrichtung (13) mit der Steuerelek-
tronik gekoppelt sind.

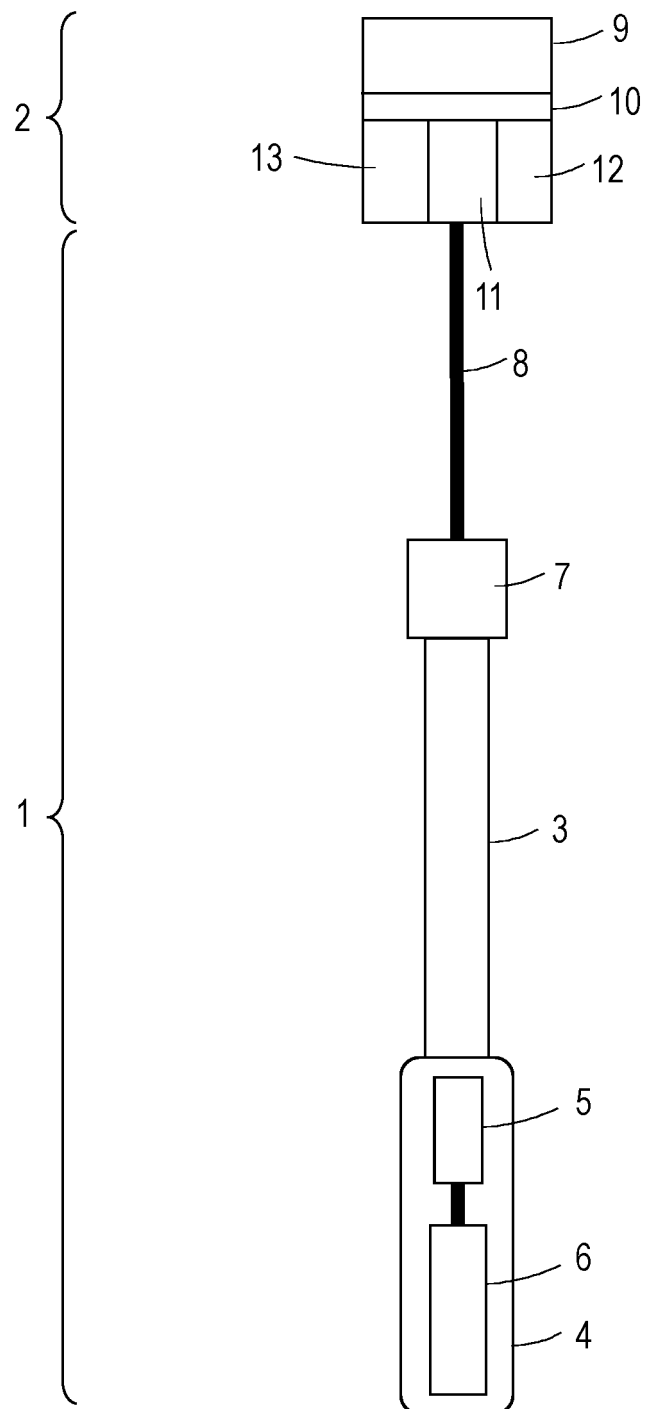


Fig. 1

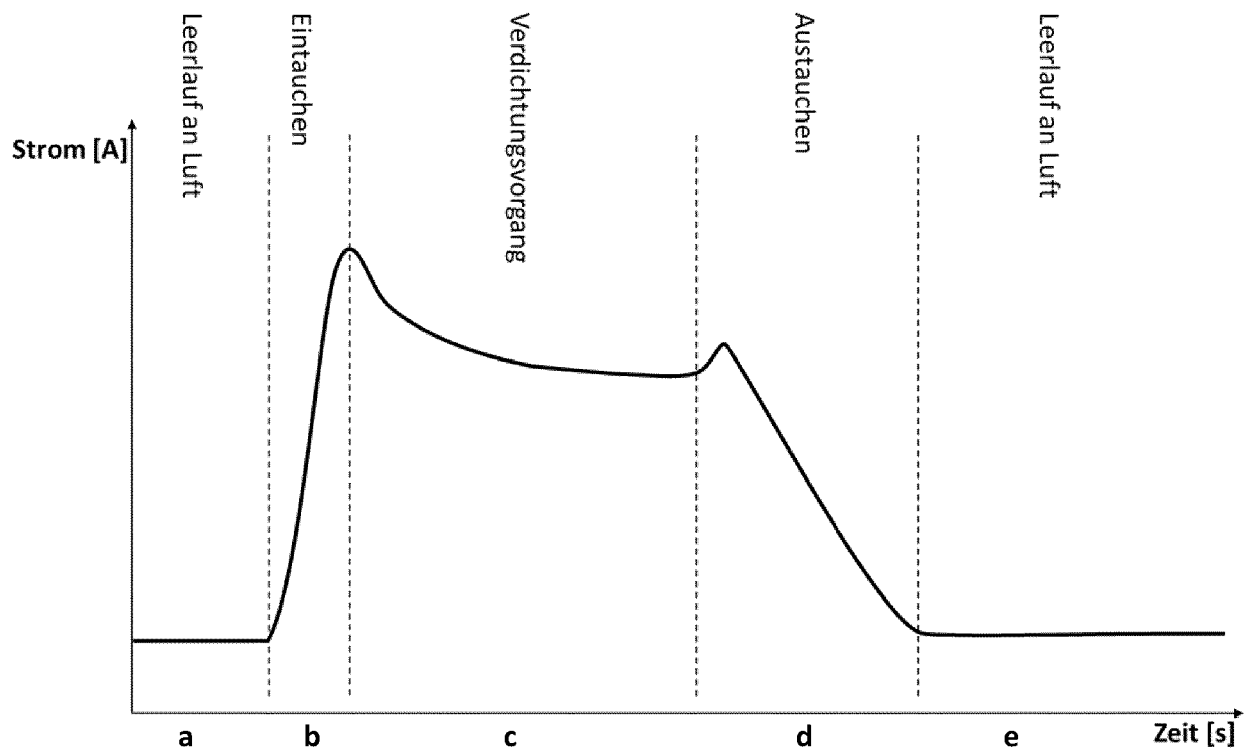


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 7063

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 1 165 907 B1 (WACKER CONSTRUCTION EQUIPMENT [DE]) 18. Mai 2005 (2005-05-18)	1, 5-9	INV. B28B1/093 E04G21/08
Y	* Absätze [0015], [0020], [0022], [0023] * * Absätze [0026], [0031], [0035], [0036] * * einzige Figur; Absatz [0038] *	2, 3, 10	
Y	DE 10 2010 032351 A1 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 2. Februar 2012 (2012-02-02) * Absatz [0066]; Abbildung 1 *	2	
Y	DE 10 2012 002166 A1 (UNIV DRESDEN TECH [DE]) 1. August 2013 (2013-08-01) * Absatz [0022]; Abbildung 1 *	3	
Y	US 2021/148126 A1 (GALLAGHER PATRICK D [US] ET AL) 20. Mai 2021 (2021-05-20) * Absätze [0026], [0042]; Abbildung 1 *	10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	JP S60 109499 A (HAZAMA GUMI) 14. Juni 1985 (1985-06-14) * das ganze Dokument *	1, 5-9	B28B E04G
X,D	GB 1 097 651 A (STOTHERT & PITT LTD) 3. Januar 1968 (1968-01-03) * Seite 1, Zeilen 61-69 * * Seite 2, Zeilen 43-55 * * Abbildungen 1, 4 *	1, 5, 8, 9	
X	JP 2015 169003 A (MAEDA CONSTRUCTION) 28. September 2015 (2015-09-28) * das ganze Dokument *	1, 5-9	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		12. Dezember 2023	
		Prüfer	
		Papakostas, Ioannis	
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	



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 7063

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2020/141135 A1 (SUZUKI SADAHISA [JP] ET AL) 7. Mai 2020 (2020-05-07) * Absätze [0006], [0018] - [0023] * * Absätze [0032], [0035]; Abbildung 1 * -----	1, 4, 5, 8, 9	
X	CN 111 946 065 A (CCCC SHEC WUHAN HARBOR NEW MAT CO LTD) 17. November 2020 (2020-11-17) * das ganze Dokument * -----	1, 5, 8, 9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. Dezember 2023	Prüfer Papakostas, Ioannis
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 23 18 7063

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.

12-12-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1165907 B1	18-05-2005	DE 19913077 A1	19-10-2000
		EP 1165907 A1	02-01-2002
		JP 2002540323 A	26-11-2002
		US 2008012165 A1	17-01-2008
		WO 0057000 A1	28-09-2000
DE 102010032351 A1	02-02-2012	DE 102010032351 A1	02-02-2012
		WO 2012013274 A1	02-02-2012
DE 102012002166 A1	01-08-2013	KEINE	
US 2021148126 A1	20-05-2021	CN 218715211 U	24-03-2023
		EP 4062010 A1	28-09-2022
		US 2021148126 A1	20-05-2021
		US 2022389726 A1	08-12-2022
		WO 2021102226 A1	27-05-2021
JP S60109499 A	14-06-1985	JP H0363640 B2	01-10-1991
		JP S60109499 A	14-06-1985
GB 1097651 A	03-01-1968	KEINE	
JP 2015169003 A	28-09-2015	JP 6262026 B2	17-01-2018
		JP 2015169003 A	28-09-2015
US 2020141135 A1	07-05-2020	CA 3031824 A1	27-10-2019
		CN 110651090 A	03-01-2020
		EP 3584390 A1	25-12-2019
		JP 6426880 B1	21-11-2018
		JP WO2019207748 A1	30-04-2020
		US 2020141135 A1	07-05-2020
		WO 2019207748 A1	31-10-2019
CN 111946065 A	17-11-2020	KEINE	

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

- GB 1097651 A [0004]
- EP 1165907 B1 [0005]
- DE 102018118552 A1 [0034]