



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.2021 Patentblatt 2021/11

(51) Int Cl.:
E02D 5/28 (2006.01) **E02D 5/56 (2006.01)**
E02D 7/22 (2006.01) **E02D 13/06 (2006.01)**
E02D 33/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19196698.5**

(22) Anmeldetag: **11.09.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Stump-Franki Spezialtiefbau GmbH**
80807 München (DE)

(72) Erfinder: **Söllhuber Kretzer, José Leonardo**
28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid (ES)

(74) Vertreter: **Geskes, Christoph**
Geskes Patent- und Rechtsanwälte
Gustav-Heinemann-Ufer 74b
50968 Köln (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES VOLLVERDRÄNGUNGSBOHRPFABLES, SCHRAUBASSISTENZSYSTEM ZUM FÜHREN EINES SCHRAUBVORGANGS IN EINEM DERARTIGEN VERFAHREN SOWIE SOFTWARE FÜR EIN DERARTIGES SCHRAUBASSISTENZSYSTEM**

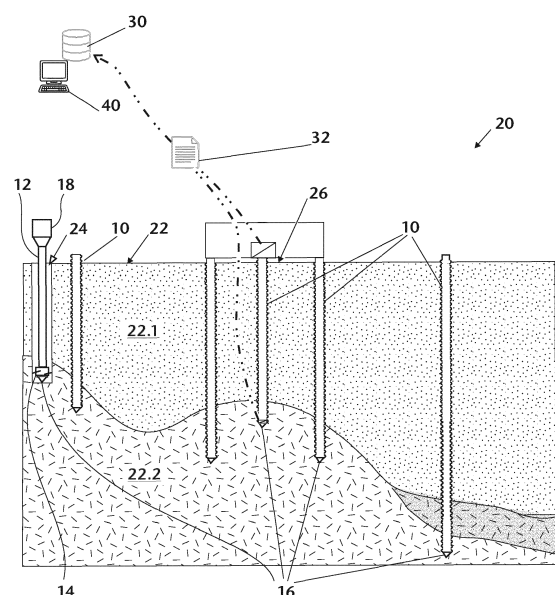
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Vollverdrängungsbohrpfahles (10), wobei

- eine Datenbank (30) mit Probedaten (32) von Pfahlprobelastungen bereitgestellt wird, wobei die Pfahlprobelastungen an Vollverdrängungsbohrpfählen, die in unterschiedlichen Baugründen (22) durch Schrauben hergestellt wurden, durchgeführt wurden;
- die Probedaten (32) für jeden dieser Vollverdrängungsbohrpfähle wenigstens ein Drehmoment, das beim Schrauben in dem jeweiligen Baugrund verwendet wurde, und eine Tragfähigkeit des Vollverdrängungsbohrpfahles umfassen;
- eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles (10) definiert wird;
- konstante Randbedingungen eines Schraubvorgangs definiert werden;
- der Schraubvorgang umfasst, dass ein Rohr (12) mit einem Schneidkopf (14), der mit einer Fußspitze (16) wasserdicht verschlossen ist, in einen Baugrund (22) geschraubt wird;
- wenigstens ein Abbruchdrehmoment beim Schrauben in einer tragfähigen Bodenschicht des Baugrunds (22) ermittelt wird;
- aus den Probedaten (32) ein Verhältnis von Tragfähigkeit und Drehmoment in der tragfähigen Bodenschicht gewonnen wird, anhand dessen die Abbruchdrehmomente in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der Einbindetiefe ermittelt werden;
- bei dem Schraubvorgang die konstanten Randbedingungen eingehalten werden und das Drehmoment und die Einbindetiefe gemessen werden;

- der Schraubvorgang abgebrochen wird, wenn das gemessene Drehmoment das Abbruchdrehmoment in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der gemessenen Einbindetiefe erreicht.

Die Erfindung betrifft zudem ein Schraubassistenzsystem (40) zum Führen eines Schraubvorgangs in einem derartigen Verfahren sowie eine Software für ein derartiges Schraubassistenzsystem (40).

FIG. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Vollverdrängungsbohrpfahles, ein Schraubassistenzsystem zum Führen eines Schraubvorgangs in einem derartigen Verfahren sowie eine Software für ein derartiges Schraubassistenzsystem.

[0002] Im Stand der Technik sind Schraubpfähle nach DIN EN 12 699 allgemein bekannt. Diese Schraubpfähle werden auch als Vollverdrängungsbohrpfähle oder Verdrängungspfähle bezeichnet und sind beispielsweise beschrieben in dem Dokument "Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle": EA-Pfähle", Berlin: Ernst & Sohn, 2007, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., ISBN 978-3-433-01870-5, Kapitel 2.2.4. Dieses Dokument wird als Ganzes nachfolgend auch als "EAP" bezeichnet.

[0003] Derartige Vollverdrängungsbohrpfähle werden oft innerstädtisch genutzt, um Anwohner nicht zu stören und in der Nähe befindliche Bauwerke nicht zu beschädigen. Diese Vollverdrängungsbohrpfähle werden hergestellt, indem ein Stahlrohr, an dem unten ein austauschbarer Schneidkopf befestigt ist, drehend in den Baugrund gedrückt und somit in den Baugrund geschraubt wird. Durch den Schneidkopf wird der Boden seitlich verdrängt und verdichtet. Die Außenabmessungen des Schneidkopfes bestimmen den Pfahldurchmesser. Der Schneidkopf ist mit einer verlorenen Fußspitze wasserdicht verschlossen, die nach Fertigstellung des Pfahls im Schraubloch verbleiben wird. Der Schneidkopf und das Rohr werden mithilfe eines Drehantriebs mit gleichzeitigem vertikalem Anpressdruck erschütterungsfrei in den Baugrund geschraubt. Dieser Anpressdruck wird beim Eindrehen gemessen und mit Baugrundaufschlüssen, die zuvor für die jeweilige Baustelle erstellt worden sind und beispielhaft Bohrprofile und/oder Sondierdiagramme umfassen, verglichen. Nach Erreichen der Solltiefe wird ein Bewehrungskorb in das Rohr hinabgelassen. Das Rohr und ein oben aufgesetzter Vorratsbehälter werden mit Beton gefüllt. Das Rohr und der Schneidkopf werden rückwärts wieder aus dem Baugrund herausgeschraubt. Dabei löst sich die Fußspitze von dem Schneidkopf, und der Schneidkopf formt beim Herausschrauben den Pfahl. Die Betonsäule in dem Rohr und dem Behälter füllt mit ihrem großen statischen Überdruck den von dem Schneidkopf freigegebenen Hohlraum sofort mit Beton aus. So entsteht im Baugrund ein wendelförmiger Betonwulst um den Pfahlschaft herum. Der Betonwulst ist beispielhaft 5 cm stark, das heißt, dass sein Außenradius 5 cm größer als der Außenradius des Pfahlschaftes ist.

[0004] Im Stand der Technik sind zudem drei Vorgehensweisen zur Bemessung derartiger Vollverdrängungsbohrpfähle bekannt, die beispielhaft in EAP, Kapitel 5 beschrieben sind.

[0005] Die erste Vorgehensweise verwendet Auswertungen von Pfahlprobelbelastungen, die auf der jeweiligen Baustelle durchgeführt wurden.

[0006] Pfahlprobelbelastungen sind allgemein bekannt und beispielsweise beschrieben in DIN

[0007] EN 1997-1, DIN 1054 und EAP. Derartige Pfahlprobelbelastungen werden für unterschiedliche Zwecke durchgeführt, beispielsweise, um:

- die äußere Tragfähigkeit von Einzelpfählen oder Pfahlgruppen zu ermitteln;
- die Bemessungsgrundlagen festzulegen;
- die Bemessungsgrundlagen zu überprüfen;
- die Eignung eines Pfahlsystems für die vorliegenden Baugrundverhältnisse zu prüfen;
- die Einhaltung von vorbestimmten maßgebenden Verschiebungsgrenzwerten für die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken nachzuweisen;
- die innere Tragfähigkeit von Pfählen zu überprüfen;
- die Ausführungsqualität zu kontrollieren.

[0008] Bei einer derartigen Pfahlprobelbelastung wird der zu untersuchende Pfahl zyklisch belastet und entlastet, wobei die Pfahllast stufenweise gesteigert wird. Die vertikale Bewegung des Pfahles wird während des gesamten Vorgangs protokolliert. Diese Setzungen und Hebungen ermöglichen sehr differenzierte Aussagen über das Tragverhalten und die Tragfähigkeit des Pfahles und die Beschaffenheit des Bodens.

[0009] Die zweite Vorgehensweise verwendet ein Bodengutachten, das für die jeweilige Baustelle erstellt wurde. Die Bemessung erfolgt unter Verwendung der jeweils unteren Werte aus den anzuwendenden Diagrammen und Tabellen der EAP.

[0010] Diese unteren Werte entsprechen gemäß EAP, Kapitel 5.4.3 ff dem 0,1-Quantil - das in EAP als "10%-Fraktile" bezeichnet wird - der Pfahlwiderstände, die aus den empirischen Auswertungen der verwendeten Pfahlprobelbelastungen abgeleitet worden sind.

[0011] Die dritte Vorgehensweise verwendet Auswertungen von Pfahlprobelbelastungen, die bereits auf wenigstens einer anderen Baustelle, deren Bodengutachten dem Bodengutachten der jeweiligen Baustelle ähnelt, durchgeführt wurden. Die Bemessung erfolgt unter Verwendung der jeweils oberen Werte aus den anzuwendenden Diagrammen und Tabellen der EAP.

[0012] Die Genauigkeit, mit der die Tragfähigkeit der einzelnen Vollverdrängungsbohrpfähle ermittelt werden kann, ist meistens bei der ersten Vorgehensweise besser als bei der dritten Vorgehensweise und bei der dritten Vorgehensweise besser als bei der zweiten Vorgehensweise.

[0013] Vor diesem Hintergrund schlägt die Erfindung gemäß einem ersten Aspekt ein Verfahren zum Herstellen eines Vollverdrängungsbohrpfahles vor, wobei

- eine Datenbank mit Probedaten von Pfahlprobelbelastungen bereitgestellt wird, wobei die Pfahlprobelbelastungen an Vollverdrängungsbohrpfählen, die in unterschiedlichen Baugründen durch Schrauben hergestellt wurden, durchgeführt wurden;

- die Probedaten für jeden dieser Vollverdrängungsbohrpfähle wenigstens ein Drehmoment, das beim Schrauben in dem jeweiligen Baugrund verwendet worden ist, und eine Tragfähigkeit des Vollverdrängungsbohrpfahles umfassen;
- eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles definiert wird;
- konstante Randbedingungen eines Schraubvorgangs definiert werden;
- der Schraubvorgang umfasst, dass ein Rohr mit einem Schneidkopf, der mit einer Fußspitze wasserdicht verschlossen ist, in einen Baugrund geschraubt wird;
- wenigstens ein Abbruchdrehmoment beim Schrauben in einer tragfähigen Bodenschicht des Baugrunds ermittelt wird;
- aus den Probedaten ein Verhältnis von Tragfähigkeit und Drehmoment in der tragfähigen Bodenschicht gewonnen wird, anhand dessen die Abbruchdrehmomente in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der Einbindetiefe bestimmt werden;
- bei dem Schraubvorgang die konstanten Randbedingungen eingehalten werden und das Drehmoment und die Einbindetiefe gemessen werden;
- der Schraubvorgang abgebrochen wird, wenn das gemessene Drehmoment das Abbruchdrehmoment in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der gemessenen Einbindetiefe erreicht.

[0014] Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht eine auf jeden einzelnen Vollverdrängungsbohrpfahl individuell abgestimmte Berücksichtigung des lokalen Baugrundes, in dem dieser Pfahl hergestellt werden soll. Dadurch wird vermieden, dass der Pfahl länger ausgeführt wird, als es für die jeweilige angestrebte Tragfähigkeit erforderlich wäre, oder zu kurz ausgeführt wird, obwohl der Baugrund lokal weniger tragfähig ist. Dies wiederum verhindert unterschiedliche Federsteifigkeiten und Setzungen der einzelnen Pfähle, die sonst zu unerwünschten Spannungen im darauf aufgebauten Gebäude führen würden. Außerdem ermöglicht dieses Verfahren, dass das für den Schraubvorgang eingesetzte Schraubgerät nicht überanstrengt wird und weniger verschleißt.

[0015] Die in den Probedaten umfassten Tragfähigkeiten sind vorzugsweise diejenigen Tragfähigkeiten, die sich bei einer definierten Setzung des jeweiligen Vollverdrängungsbohrpfahles ergeben oder ergeben haben.

[0016] Die angestrebte Tragfähigkeit ist vorzugsweise diejenige Tragfähigkeit, die sich bei einer definierten Setzung des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles ergibt oder ergeben wird.

[0017] Für die definierte Setzung wird üblicherweise der Wert $0,1 \cdot D$ verwendet, worin D der Außendurchmesser des Pfahlschaftes oder der Außendurchmesser des Betonwulstes ist.

[0018] Die Einbindetiefe ist die Länge des Pfahlabschnitts, der sich in der tragfähigen Bodenschicht befindet.

[0019] Nach dem Abbrechen des Schraubvorgangs kann beispielhaft auf bekannte Weise fortgefahren werden, indem ein Bewehrungskorb oder eine andere geeignete Bewehrung in das Rohr herabgelassen wird, Beton eingefüllt wird, und das Rohr und der Schneidkopf rückwärts aus dem Baugrund herausgedreht werden und eine Fußspitze, mit der der Schneidkopf zuvor wasserdicht verschlossen war, im Schraubloch verbleibt.

[0020] Bei einer Ausführungsform dieses Aspekts ist spezifiziert, dass

- eine Bodenbeschaffenheit wenigstens eines Ortes ermittelt wird;
- die Probedaten entsprechend der ermittelten Bodenbeschaffenheit gefiltert werden, um das Abbruchdrehmoment zu ermitteln.

[0021] Dieser Ort befindet sich vorzugsweise im Bereich der Baustelle, auf der der Vollverdrängungsbohrpfahl hergestellt werden soll.

[0022] Bei einer Ausführungsform dieses Aspekts ist spezifiziert, dass die konstanten Randbedingungen zumindest Parameter umfassen, die ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend einen Schneidkopftyp, einen Außendurchmesser des Rohrs, einen Fußspitzentyp, eine longitudinale Schraubgeschwindigkeit, eine Drehzahl, eine longitudinale Extraktionsgeschwindigkeit und einen Anpressdruck.

[0023] Diese longitudinale Schraubgeschwindigkeit ist die Vorschubgeschwindigkeit, mit der sich der Schneidkopf und das Rohr beim Schrauben abwärts in den Baugrund hineinbewegen. Diese Drehzahl ist die Drehzahl, mit der sich der Schneidkopf und das Rohr beim Schrauben in den Baugrund drehen. Diese longitudinale Extraktionsgeschwindigkeit ist die Rückzuggeschwindigkeit, mit der sich der Schneidkopf und das Rohr beim Herausdrehen aufwärts aus dem Baugrund herausbewegen. Dieser Anpressdruck ist der Druck, mit dem der Schneidkopf und das Rohr beim Schrauben gegen den Baugrund gedrückt werden.

[0024] Bei einer Ausführungsform dieses Aspekts ist spezifiziert, dass eine minimale Einbindetiefe des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahls in der tragfähigen Bodenschicht und das Abbruchdrehmoment verwendet werden, um das Abbrechen des Schraubvorgangs zu bestimmen.

[0025] Dann ist bevorzugt spezifiziert, dass die minimale Einbindetiefe eine Funktion des Abbruchdrehmoments ist.

[0026] Dann ist bevorzugt weiter spezifiziert, dass die Funktion zumindest den Parameter Tragfähigkeit aufweist. Die Funktion kann nach Bedarf weitere Parameter aufweisen, die sich beispielsweise aus den Randbedingungen ergeben.

[0027] Bei einer Ausführungsform dieses Aspekts ist spezifiziert, dass wenigstens eines der Abbruchdrehmomente einem vorgegebenen Quantil der Probedaten entspricht. Dieses Quantil ist beispielsweise das 0,1-Quantil.

til.

[0028] Außerdem schlägt die Erfindung gemäß einem zweiten Aspekt ein Schraubassistenzsystems zum Führen eines Schraubvorgangs in einem Verfahren, das gemäß dem ersten Aspekt ausgebildet ist, vor, umfassend

- eine Software, die eine Datenbank, eine Eingabeschnittstelle, eine Verarbeitungsebene und eine Ausgabeschnittstelle umfasst;
 - wobei
 - die Datenbank Probedaten umfasst;
 - mittels der Eingabeschnittstelle eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles eingegbar ist;
 - mittels der Verarbeitungsebene wenigstens ein Abbruchdrehmoment aus eingegebenen Daten und den Probedaten ermittelbar ist;
 - mittels des Schraubassistenzsystems konstante Randbedingungen für den Schraubvorgang vorgebar sind;
 - mittels des Schraubassistenzsystems ein Drehmoment bei einem Schraubvorgang ermittelbar ist;
 - mittels des Schraubassistenzsystems ein Abbrechen des Schraubvorgangs zumindest abhängig von dem ermittelten Drehmoment einleitbar ist.
- Bei einer Ausführungsform dieses Aspekts ist spezifiziert, dass
- eine Bodenbeschaffenheit wenigstens eines Ortes in das Schraubassistenzsystem eingegbar ist;
 - die Probedaten entsprechend der Bodenbeschaffenheit filterbar sind, um die Abbruchdrehmoment zu ermitteln.

[0029] Bei einer Ausführungsform dieses Aspekts ist spezifiziert, dass diese Bodenbeschaffenheit und/oder Probedaten, die bei dem Schraubvorgang ermittelt wurden, in der Datenbank speicherbar sind.

[0030] Des Weiteren schlägt die Erfindung gemäß einem dritten Aspekt eine Software für ein Schraubassistenzsystem, das gemäß dem zweiten Aspekt ausgebildet ist, vor, umfassend

- eine Datenbank, eine Eingabeschnittstelle, eine Verarbeitungsebene und eine Ausgabeschnittstelle;
- wobei
- die Datenbank Probedaten aufweist;
- mittels der Eingabeschnittstelle eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles eingegbar ist;
- mittels der Verarbeitungsebene wenigstens ein Abbruchdrehmoment ermittelbar ist.

[0031] Die Erläuterungen zu einem der Aspekte der Erfindung, insbesondere zu einzelnen Merkmalen dieses Aspektes, gelten entsprechend auch analog für die anderen Aspekte der Erfindung.

[0032] Im Folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung beispielhaft anhand der beigefügten Zeich-

nungen näher erläutert. Die daraus hervorgehenden einzelnen Merkmale sind jedoch nicht auf die einzelnen Ausführungsformen beschränkt, sondern können mit weiter oben beschriebenen einzelnen Merkmalen und/oder mit einzelnen Merkmalen anderer Ausführungsformen verbunden und/oder kombiniert werden. Die Einzelheiten in den Zeichnungen sind nur erläuternd, nicht aber beschränkend auszulegen. Die in den Ansprüchen enthaltenen Bezugszeichen sollen den Schutzbereich der Erfindung in keiner Weise beschränken, sondern verweisen lediglich auf die in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsformen.

[0033] Die Zeichnung zeigt in

FIG. 1 eine bevorzugte Ausführungsform eines Schraubassistenzsystems zum Führen eines Schraubvorgangs in einem Verfahren zum Herstellen eines Vollverdrängungsbohrpfahles.

[0034] In FIG. 1 ist eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schraubassistenzsystems 40 zum Führen eines Schraubvorgangs in einem Verfahren zum Herstellen eines Vollverdrängungsbohrpfahles 10 auf einer Baustelle 20 schematisch dargestellt. Das Verfahren ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ausgebildet und wird weiter unten ausführlicher beschrieben werden.

[0035] Das Schraubassistenzsystem 40 umfasst eine Software, die eine Datenbank 30 mit Probedaten 32, eine Eingabeschnittstelle, eine Verarbeitungsebene und eine Ausgabeschnittstelle umfasst.

[0036] Mittels der Eingabeschnittstelle sind eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles 10 sowie weitere benötigte Daten eingegbar ist.

[0037] Mittels der Verarbeitungsebene ist ein Abbruchdrehmoment aus der eingegebenen Tragfähigkeit und den weiteren eingegebenen Daten sowie aus den Probedaten 32 ermittelbar. Dieses Ermitteln erfolgt gemäß dem Verfahren.

[0038] Mittels des Schraubassistenzsystems 40 sind konstante Randbedingungen für den Schraubvorgang vorgebar, ist ein Drehmoment bei einem Schraubvorgang ermittelbar und ist ein Abbrechen des Schraubvorgangs zumindest abhängig von dem ermittelten Drehmoment einleitbar.

[0039] Mittels der Ausgabeschnittstelle ist das Abbrechen an ein nicht dargestelltes Schraubgerät, das in dem Verfahren eingesetzt wird, ausgegbar.

[0040] Im Folgenden wird die bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens zum Herstellen des Vollverdrängungsbohrpfahles 10 beschrieben werden.

[0041] Die Datenbank 30 mit den Probedaten 32 von Pfahlprobelbelastungen in unterschiedlichen Baugründen 22 wird bereitgestellt. Der aktuelle Baugrund 22 der Baustelle 20 umfasst beispielhaft eine erste, obere Bodenschicht 22.1, die bindig ist und eine geringe, für das

geplante Bauwerk nicht ausreichende Tragfähigkeit hat, und eine zweite, untere Bodenschicht 22.2, die nichtbindig ist und eine hohe, für das geplante Bauwerk ausreichende Tragfähigkeit hat.

[0042] Die Probedaten 32 umfassen für jeden dieser Baugründe 22 zumindest ein Drehmoment, das beim Schrauben in diesem Baugrund 22 verwendet wurde, und eine Tragfähigkeit eines Vollverdrängungsbohrpfahles 10, der durch dieses Schrauben hergestellt wurde.

[0043] Es wird eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles 10 definiert. Außerdem werden konstante Randbedingungen eines Schraubvorgangs, der zum Herstellen des Vollverdrängungsbohrpfahles 10 durchgeführt werden soll, definiert.

[0044] Des Weiteren wird zumindest ein Abbruchdrehmoment beim Schrauben in einer tragfähigen Bodenschicht 22.2 ermittelt.

[0045] Aus den Probedaten 32 wird ein Verhältnis von Tragfähigkeit und Drehmoment in der tragfähigen Bodenschicht 22.2 gewonnen, anhand dessen zumindest das Abbruchdrehmoment in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der Einbindetiefe bestimmt wird.

[0046] Außerdem wird die Bodenbeschaffenheit zumindest eines Ortes 26 auf der Baustelle 20 ermittelt. Dann werden die Probedaten 32 entsprechend der ermittelten Bodenbeschaffenheit gefiltert werden, um das Abbruchdrehmoment zu ermitteln.

[0047] Der Schraubvorgang umfasst, dass ein Rohr 12 mit einem Schneidkopf 14, der mit einer Fußspitze 16 wasserdicht verschlossen ist, in den Baugrund 22 geschraubt wird.

[0048] Bei dem Schraubvorgang werden die konstanten Randbedingungen eingehalten und wird das Drehmoment gemessen.

[0049] Die konstanten Randbedingungen umfassen beispielhaft die folgenden Parameter: den Typ des Schneidkopfes 14, den Außendurchmesser des Rohrs 12, den Typ der Fußspitze 16, die longitudinale Schraubgeschwindigkeit, die Drehzahl und den Anpressdruck.

[0050] Der Schraubvorgang wird abgebrochen, sobald das gemessene Drehmoment das Abbruchdrehmoment in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der Einbindetiefe erreicht.

[0051] Nach dem Abbrechen des Schraubvorgangs wird beispielhaft fortgefahren, indem ein nicht dargestellter Bewehrungskorb in das Rohr 12 herabgelassen wird, Beton in das Rohr 12 und in einen oben aufgesetzten Vorratsbehälter 18 eingefüllt wird, und schließlich werden das Rohr 12 und der 14 Schneidkopf rückwärts aus dem Baugrund 22 herausgedreht, wobei die Fußspitze 16 im Schraubloch 24 verbleibt. Der Vollverdrängungsbohrpfahl 10 ist fertig, sobald der Beton ausgehärtet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Vollverdrängungs-

bohrpfahles (10), wobei

- eine Datenbank (30) mit Probedaten (32) von Pfahlprobelastungen bereitgestellt wird, wobei die Pfahlprobelastungen an Vollverdrängungsbohrpfählen, die in unterschiedlichen Baugründen (22) durch Schrauben hergestellt wurden, durchgeführt wurden;
- die Probedaten (32) für jeden dieser Vollverdrängungsbohrpfähle wenigstens ein Drehmoment, das beim Schrauben in dem jeweiligen Baugrund verwendet wurde, und eine Tragfähigkeit des Vollverdrängungsbohrpfahles umfassen;
- eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles (10) definiert wird;
- konstante Randbedingungen eines Schraubvorgangs definiert werden;
- der Schraubvorgang umfasst, dass ein Rohr (12) mit einem Schneidkopf (14), der mit einer Fußspitze (16) wasserdicht verschlossen ist, in einen Baugrund (22) geschraubt wird;
- wenigstens ein Abbruchdrehmoment beim Schrauben in einer tragfähigen Bodenschicht des Baugrunds (22) ermittelt wird;
- aus den Probedaten (32) ein Verhältnis von Tragfähigkeit und Drehmoment in der tragfähigen Bodenschicht gewonnen wird, anhand dessen die Abbruchdrehmomente in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der Einbindetiefe ermittelt werden;
- bei dem Schraubvorgang die konstanten Randbedingungen eingehalten werden und das Drehmoment und die Einbindetiefe gemessen werden;
- der Schraubvorgang abgebrochen wird, wenn das gemessene Drehmoment das Abbruchdrehmoment in Zusammenhang mit und/oder in Abhängigkeit von der gemessenen Einbindetiefe erreicht.

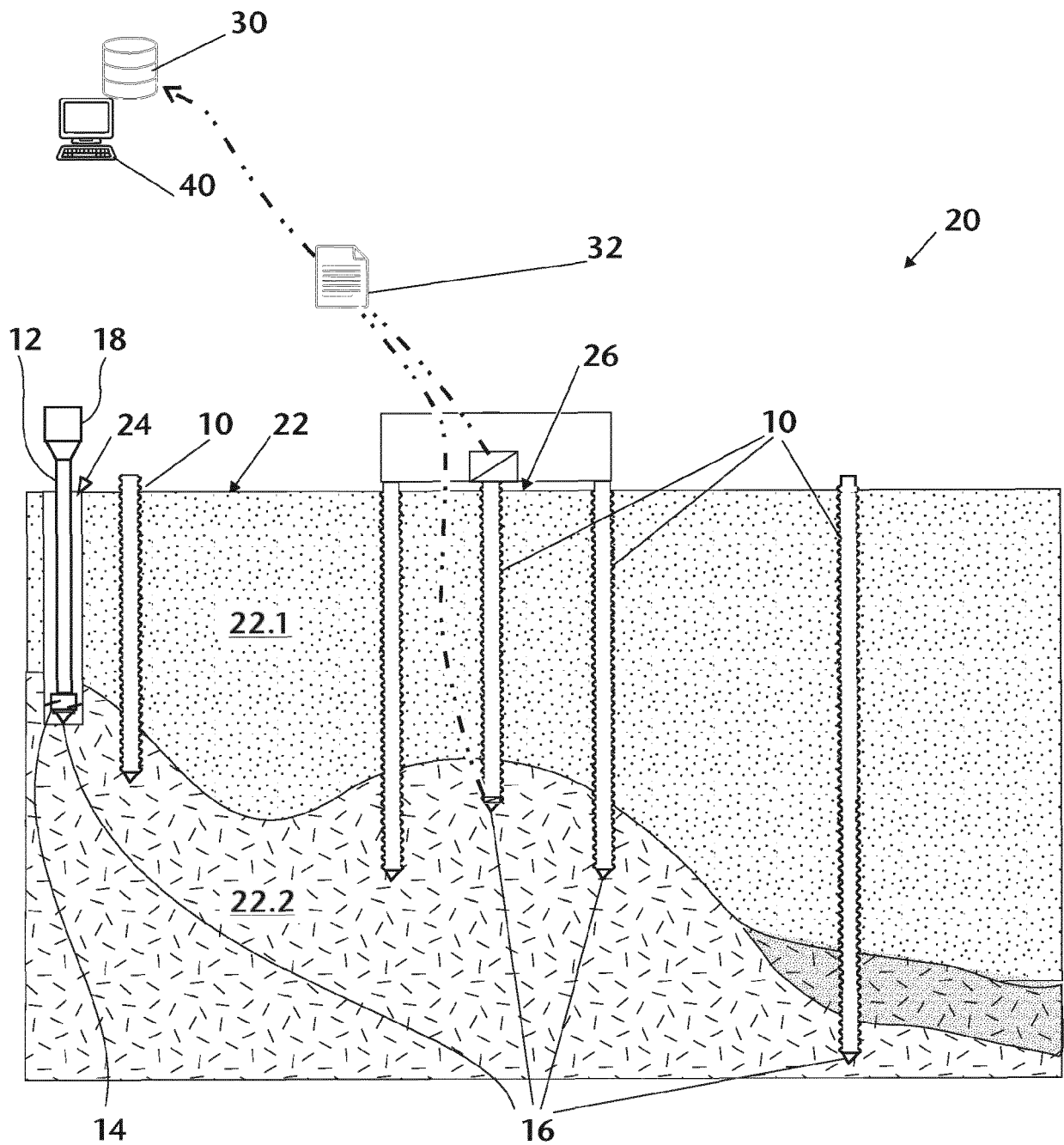
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei

- eine Bodenbeschaffenheit wenigstens eines Ortes (26) ermittelt wird;
- die Probedaten (32) entsprechend der ermittelten Bodenbeschaffenheit gefiltert werden, um das Abbruchdrehmoment zu ermitteln.

3. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, wobei die konstanten Randbedingungen zumindest Parameter umfassen, die ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend einen Schneidkopftyp, einen Außendurchmesser des Rohrs (12), einen Fußspizentyp, eine longitudinale Schraubgeschwindigkeit, eine Drehzahl, eine longitudinale Extraktionsgeschwindigkeit und einen Anpressdruck.

4. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine minimale Einbindetiefe in der tragfähigen Bodenschicht (22.2) und das Abbruchdrehmoment verwendet werden, um das Abbrechen des Schraubvorgangs zu bestimmen. 5
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei die minimale Einbindetiefe eine Funktion des Abbruchdrehmoments ist. 10
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Funktion zumindest den Parameter Tragfähigkeit aufweist.
7. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, wobei wenigstens eines der Abbruchdrehmomente einem Quantil der Probedaten entspricht. 15
8. Schraubassistenzsystem (40) zum Führen eines Schraubvorgangs in einem Verfahren, das gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist, umfassend 20
- eine Software, die eine Datenbank (30), eine Eingabeschnittstelle, eine Verarbeitungsebene und eine Ausgabeschnittstelle umfasst; 25
 - wobei
 - die Datenbank (30) Probedaten (32) umfasst;
 - mittels der Eingabeschnittstelle eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles (10) eingebbar ist; 30
 - mittels der Verarbeitungsebene wenigstens ein Abbruchdrehmoment aus eingegebenen Daten und den Probedaten (32) ermittelbar ist;
 - mittels des Schraubassistenzsystems (40) konstante Randbedingungen für den Schraubvorgang vorgebbar sind; 35
 - mittels des Schraubassistenzsystems (40) ein Drehmoment bei einem Schraubvorgang ermittelbar ist; 40
 - mittels des Schraubassistenzsystems (40) ein Abbrechen des Schraubvorgangs zumindest abhängig von dem ermittelten Drehmoment einleitbar ist. 45
9. Schraubassistenzsystem (40) gemäß Anspruch 8, wobei
- eine Bodenbeschaffenheit wenigstens eines Ortes (26) in das Schraubassistenzsystem (40) eingebbar ist; 50
 - die Probedaten (32) entsprechend der Bodenbeschaffenheit filterbar sind, um die Abbruchdrehmomente zu ermitteln. 55
10. Schraubassistenzsystem (40) gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 9, wobei die Bodenbeschaffenheit und/oder Probedaten (32), die bei dem Schraubvorgang ermittelt wurden, in der Datenbank (30) speicherbar sind.
11. Software für ein Schraubassistenzsystem (40), das gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10 ausgebildet ist, umfassend
- eine Datenbank (30), eine Eingabeschnittstelle, eine Verarbeitungsebene und eine Ausgabeschnittstelle;
 - wobei
 - die Datenbank (30) Probedaten (32) aufweist;
 - mittels der Eingabeschnittstelle eine angestrebte Tragfähigkeit des herzustellenden Vollverdrängungsbohrpfahles (10) eingebbar ist;
 - mittels der Verarbeitungsebene wenigstens ein Abbruchdrehmoment ermittelbar ist.

FIG. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 6698

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)
A	DE 10 2014 002986 B3 (KRINNER INNOVATION GMBH [DE]) 12. März 2015 (2015-03-12) * Absatz [0029] - Absatz [0039]; Abbildungen 1,3,5b *	1-11	INV. E02D5/28 E02D5/56 E02D7/22 E02D13/06 E02D33/00
A	EP 3 533 932 A1 (BAUER SPEZIALTIEFBAU [DE]) 4. September 2019 (2019-09-04) * Absatz [0003] - Absatz [0022] *	1-11	
A	DE 10 2010 043785 B3 (KRINNER INNOVATION GMBH [DE]) 22. März 2012 (2012-03-22) * Absatz [0020] - Absatz [0030]; Abbildungen 1-3 *	1-11	
A	KR 2013 0113004 A (POSCO [KR]; RES INST IND SCIENCE & TECH [KR]) 15. Oktober 2013 (2013-10-15) * das ganze Dokument *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D E04H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. März 2020	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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 19 6698

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.

20-03-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102014002986 B3	12-03-2015	CA 2940890 A1	03-09-2015
			DE 102014002986 B3	12-03-2015
			EP 3111016 A1	04-01-2017
			US 2016362864 A1	15-12-2016
			WO 2015128048 A1	03-09-2015
20	EP 3533932 A1	04-09-2019	EP 3533932 A1	04-09-2019
			WO 2019166153 A1	06-09-2019
25	DE 102010043785 B3	22-03-2012	DE 102010043785 B3	22-03-2012
			US 2012117893 A1	17-05-2012
30	KR 20130113004 A	15-10-2013	KEINE	
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 Nicht-Patentliteratur

- **ERNST ; SOHN.** Empfehlungen des Arbeitskreises
"Pfähle": EA-Pfähle. 2007 **[0002]**