

(19)



(11)

EP 2 998 448 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2016 Patentblatt 2016/12

(51) Int Cl.:
E02D 5/80 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14185746.6**

(22) Anmeldetag: **22.09.2014**

(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

(71) Anmelder:
• **TuTech Innovation GmbH**
21079 Hamburg (DE)

• **Technische Universität Hamburg-Harburg**
21073 Hamburg (DE)

(72) Erfinder: **Grabe, Jürgen**
21075 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Hansen, Jochen**
Hansen und Heeschen
Patentanwälte
Eisenbahnstrasse 5
21680 Stade (DE)

(54) **Verfahren zur Tragfähigkeitsverbesserung von im Baugrund gesetzten offenen Profilen sowie damit erstelltes System**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Tragfähigkeitsverbesserung von in einem Baugrund (2) mit Porenraum gesetzten, offenen Profilen (1) mit einer Profilwandung (10) mit den Schritten: Setzen des Profils (1) in den Baugrund (2) und nachträgliches Verspannen des vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereichs (21) des Baugrunds (2) mit der Profilwandung (10) durch Einbringen eines Verdrängungskörpers (4) in den vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereich (21) des Baugrunds (2), wobei der Verdrängungskörper (4) beim Einsetzen

in den vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereich (21) des Baugrunds (2) einen Teil der Querschnittsdimension des offenen Profils (1) einnimmt.

Ferner betrifft die Erfindung ein System aus einem offenen Profil (1) und einem einen Porenraum aufweisenden Baugrund (2), in dem das Profil (1) gesetzt ist, wobei der vom offenen Profil (1) umschlossene Bereich (21) des Baugrunds (2) durch einen eingebrachten Verdrängungskörper (4) mit der Profilwandung (10) des Profils (1) verspannt ist

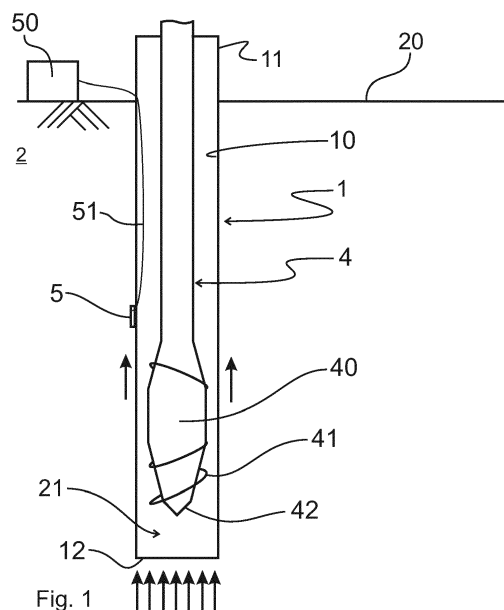


Fig. 1

EP 2 998 448 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Tragfähigkeitsverbesserung von in einem Baugrund gesetzten offenen Profilen. Ferner betrifft die Erfindung ein System aus einem offenen Profil und einem vom offenen Profil umschlossenen Baugrund.

[0002] Offenes Profil bedeutet dabei ein Bauteil mit einem in sich geschlossenen, in Längsrichtung entlang des Profils im Wesentlichen gleichen Querschnitt. Das Profil ist unten und oben offen. Entsprechend können offene Profile neben kreisförmigen Verrohrungen auch Vierkantrohre, Kastenprofile, Schächte, Senkkästen und dergleichen sein. Ferner sind offene Profile auch I-Träger (Doppel-T-Träger), II-Träger (Doppel-Doppel-T-Träger), Spundwände oder dergleichen, die teils einen nicht vollständig umschlossenen Bereich zwischen den im Baugrund liegenden Schenkeln des Profils haben, sowie im weitesten Sinne Tragelemente aus textillumantelten Granulaten beispielsweise GCC (geotextile coated columns).

[0003] Beim Einvibrieren oder Einstellen eines Profils in den Baugrund entsteht eine je nach Porenraum mehr oder minder starke Bodenverdichtung und damit eine Spannungsänderung im Bereich der Kontaktfläche zwischen dem eingebrachten Profil und dem Baugrund. Durch Einbringung mittels Vibration und Rammung wird die über die Kontaktfläche stattfindende Verspannung im Baugrund stark herabgesetzt, womit die Gesamttragfähigkeit der eingebrachten Profile gegenüber einem eingerammten Profil deutlich verringert ist. Es wurde daher bisher zum Erreichen einer besseren Verspannung des einvibrierten oder eingestellten Profils mit dem Baugrund das Profil kurz vor Erreichen der Endteufe nachgerammt oder nachverpresst. Da an vielen Lokationen ein Rammen sich aus bautechnischen oder Umweltschutzgründen verbietet, ist dieses Vorgehen häufig nicht zielführend. Zudem ist ein zusätzliches Rammen mit deutlichen Zusatzkosten und Zeitverzögerungen für das Heranschaffen, Tauschen der Gerätschaften und Aufrüsten der Rammvorrichtung verbunden.

[0004] Ausgehend davon ist aus der EP 2 706 148 A1 ein Verfahren zur Tragfähigkeitsverbesserung von in einem Baugrund mit Porenraum gesetzten offenen Profilen bekannt, bei dem durch Setzen des Profils in den Baugrund und nachträgliches Verspannen des vom offenen Profil umschlossenen Bereichs des Baugrunds mit der Profilwandung durch Einbringen eines Verdrängungsmittels in den vom offenen Profil umschlossenen Bereich des Baugrunds durch die Verdrängung des Baugrunds im vom offenen Profil umschlossenen Bereich ein erheblicher Druck auf die Innenseite der Profilwandung ausgeübt wird, womit eine Verspannung dieses umschlossenen Bereichs des Baugrunds mit dem Profil erreicht wird. Damit wird quasi ein Verschluss des offenen Profils erzielt und die Tragfähigkeit entsprechend der am Fuß des Profils herrschenden vertikalen Bodenspannung erhöht. Dabei kann das Verdrängungsmittel ein ei-

nen Teil der Querschnittsdimension des offenen Profils einnehmendes Vollprofil sein, das in den vom offenen Profil umschlossenen Bereich des Baugrunds eingesetzt wird. Durch das in den Baugrund eingetriebene Vollprofil wird der Baugrund im vom offenen Profil umschlossenen Bereich kompaktiert, womit eine deutliche Spannungserhöhung eintritt und dieser wiederum quasi wie ein Verschluss des offenen Profils wirkt. Entsprechend erhöht sich die Tragfähigkeit des eingebrachten Profils.

[0005] In Grabe, J., T. Pucker und T. Hamann, Numerical simulation of pile installation processes in dry and saturated granular soils (8th European Conference on Numerical Method in Geotechnical Engineering (NUMGE), 2014, TU Delft) wird die erhöhte Bodenspannung durch Einbringen eines Vollverdrängungspfahlwerkzeugs (FDP full displacement pile der Firma Bauer Maschinenbau GmbH, Bauerstraße 1, 86529 Schropfenhausen) numerisch modelliert.

[0006] Ferner ist es aus der EP 0 264 998 A1 bekannt, zur Gründung in den Untergrund aufschäumendes Material einzubringen, um so vor dem Setzen von Pfeilern oder Ankern eine Verfestigung der Bodenformation zu erreichen. Ferner ist darin auch beschrieben, eine Verfestigung unterhalb eines existierenden Gründungselementes einzubringen. Ferner ist alternativ beschrieben, den Untergrund mit dem expandierenden Material zu verfestigen und anschließend einen Pfahl in den so verfestigten Untergrund einzubringen.

[0007] Ausgehend von der EP 2 706 148 A1 ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Tragfähigkeitsverbesserung nach dem Setzen des Profils gezielt und kontrolliert einsetzbar zu gestalten.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe verfahrensgemäß durch Anspruch 1 und vorrichtungsgemäß durch Anspruch 8.

[0009] Durch Drehantrieb des Verdrängungskörpers und Steuern des Verhältnisses von Vortriebsgeschwindigkeit zu Rotationsgeschwindigkeit wird Boden gefördert und/oder zur Seite verdrängt. Damit kann die jeweils im offenen Profil erreichte Verspannung gesteuert werden, so dass bei einer gewünschten hohen Verspannung des Bodens der Verdrängungskörper mit geringer Rotationsgeschwindigkeit rotiert und dabei kräftig in den Boden gedrückt wird, womit vor allem eine Bodenkompaktierung innerhalb des offenen Profils im Bereich der Bohrtiefe erfolgt. Wird jedoch mit höherer Rotationsgeschwindigkeit bei geringer Vortriebsgeschwindigkeit gebohrt, wird der Boden eher gefördert, womit die Kompaktierung und damit die Spannung im Boden im Bereich der Bohrspitze weniger stark steigt.

[0010] Um eine möglichst gleichmäßige Spannungserhöhung auf der Innenseite der Profilwandung durch das Verdrängen des in diesem Bereich vorliegenden Bodens zu erreichen, wird der Verdrängungskörper entlang der Profillachse zentral eingebracht. Bei größeren Profildurchmessern kann es zum wirtschaftlichen Aufbau einer Verspannung vorteilhaft sein, wenn mehrere Verdrängungskörper gleichzeitig verteilt und parallel zuein-

ander eingebracht werden.

[0011] Wenn beim Niederbringen des Verdrängungskörpers momentan zur Bohrtiefe das aufgewendete Drehmoment und die wirkende Auflast gemessen und gesteuert werden, wird der Eindringvorgang des Verdrängungskörpers zum Nachweis der Standfestigkeit und der Qualität der Ausführung dokumentiert, wobei die Steuerung des aufgewendeten Drehmoments und die wirkende Auflast nach Vorgaben und/oder den gemessenen Werten gesteuert werden kann.

[0012] Wenn durch das nachträgliche Verspannen des vom offenen Profil umschlossenen Bereichs des Baugrunds mit der Profilwandung durch Einbringen eines Verdrängungskörpers das offene Profil leicht aufgedehnt wird, erfolgt ebenfalls eine Spannungserhöhung auf der Außenseite des Profils, also auf der Kontaktfläche der Profilwandung mit dem äußeren Baugrund. Durch die erhöhte Verspannung der Kontaktfläche zwischen Profil und äußerem Baugrund erhöht sich entsprechend die Mantelreibung, womit eine weiter erhöhte Tragfähigkeit einhergeht.

[0013] Dadurch, dass am offenen Profil beim Niederbringen des Verdrängungskörpers momentan zur Bohrtiefe der wirkende Bodendruck gemessen und davon abhängig das aufgewendete Drehmoment und die wirkende Auflast geregelt werden, kann auch die beim Niederbringen des Verdrängungskörpers im Untergrund erreichte Spannungserhöhung kontrolliert und davon abhängig das Bohrgerät gesteuert werden. Es wird somit ein sehr kontrolliertes Einbringen des Verdrängungskörpers und damit eine genau kontrollierte Tragfähigkeitsverbesserung erreicht. Dabei können auch in der jeweiligen Tiefenlage unterschiedliche Verspannungen im Untergrund erzielt werden, wobei der im Pfropfen sich bildende Druckaufbau durch die Messung bekannt ist, überwacht und daraus abgeleitet das Bohrgerät gesteuert werden kann.

[0014] Durch Anwendung des Verfahrens über die ganze Höhe des vom offenen Profil umschlossenen Bereichs des Baugrunds (innere Bodensäule) und der Möglichkeit in beliebiger Tiefe durch noch stärkeren Druck das offene Profil aufzuweiten, kann die Mantelreibung und die Bettungsspannung zwischen Außenwand des offenen Profils und Boden mobilisiert werden, was die laterale und/oder axiale Tragfähigkeit erhöht. Die Erhöhung ist dabei wesentlich vom durch den Verdrängungskörper mobilisierten Pfropfendruck und der radialen Steifigkeit des Rohres abhängig. Um so größer der Rohrdurchmesser und geringer die Wanddicke, um so größer ist die Aufweitung und damit die mobilisierte Bettungsspannung und Mantelreibung außenseitig des offenen Profils. Ferner kann das Profil durch Schlitzte oder dergleichen geschwächt ausgebildet sein.

[0015] Wenn das Setzen des Profils durch Vibrieren oder Einstellen erfolgt, wird zwar die Verspannung des Profils im Baugrund beim Setzen des Profils deutlich verringert, da der anfänglich locker bis mitteldicht gelagerte Boden durch das Einvibrieren des Profils verdichtet wird.

Jedoch ist ein solcher Einbringvorgang mit geringeren Beeinträchtigungen von umliegenden Bauten und mit heutigen Umweltschutzmaßnahmen bevorzugt, wobei durch das nachträgliche Ausführen der Tragfähigkeitsverbesserung durch Einbringen des Verdrängungskörpers die Verspannung des Profils im Untergrund erhöht wird. Das erfolgt dadurch, dass bevorzugt zentral eine Aufweitung durch den Verdrängungskörper passiert. Dabei wird der Boden geschert. In der Scherfuge vergrößert sich durch Dilatanz sein Volumen, was aufgrund der Randbedingung, nämlich dem umschlossenen Profil verhindert ist und zu erheblichen Verspannungen führt. Damit wird eine deutliche Erhöhung des Spannungszustandes an der Kontaktfläche zwischen Profil und Boden (Baugrund) erreicht. Somit können auch geringer tragfähige Böden durch den Verdrängungsvorgang zur Lastabtragung (H, V, M) gegebenenfalls herangezogen werden.

[0016] Dadurch, dass aus dem angewendeten Drehmoment und der aufgebrachten Axialkraft zur jeweiligen Bohrtiefe auf die dort erzeugte Verspannung zurückgeschlossen wird, kann die im Untergrund erreichte Verspannung über beim Einbringvorgang einfach zu ermittelnde Parameter berechnet werden. Bei einem System aus einem offenen Profil und einem einen Porenraum aufweisenden Baugrund, in dem das Profil gesetzt ist, wobei der vom offenen Profil umschlossene Bereich des Baugrundes durch eingebrachte Verdrängungskörper mit der Profilwandung des Profils verspannt ist, ist der Verdrängungskörper ein Verdrängerpfahlwerkzeug, der drehantreibbar und einstellbar ist. Mit dem Verdrängerpfahlwerkzeug, das an einem Bohrgerät in der üblichen Weise drehantreibbar und mit einem entsprechenden Auflastdruck in den Boden gedrückt wird, wird die Bodenverdrängung innerhalb des offenen Profils der Art durchgeführt, dass je nach Ansteuerung des Bohrgeräts, also Auswahl eines höheren oder geringen Auflastdrucks bzw. einer höheren oder geringeren Rotationsgeschwindigkeit des Bohrgestänges, kann die Tragfähigkeitsverbesserung durch Kompaktierung des Bodens innerhalb des im Boden eingebrachten offenen Profils kontrolliert verbessert werden.

[0017] Bei größeren Profilen sind bevorzugt mehrere Verdrängungskörper vorgesehen, die gleichmäßig zueinander auf den Querschnitt des umschlossenen Bereichs parallel zueinander und zur Profilachse verteilt sind.

[0018] Dadurch, dass verlorene Drucksensoren an dem offenen Profil außen und/oder innen an der Profilwandung vorgesehen sind, die Wirkverbindungen zu einer Auswerteeinheit an der Bodenoberfläche haben, kann beim Niederbringen des Verdrängungskörpers die momentan wirkende Bodenspannung gemessen werden. Als kostengünstige Drucksensoren können beispielsweise Dehnungsmessstreifen oder dergleichen verwendet werden.

[0019] Wenn das Verdrängerpfahlwerkzeug eine verlorene Bohrspitze hat, so dass beim Ziehen des Verdrängerpfahlwerkzeuges eine Öffnung entsteht, durch die der

einzufüllende Beton zur Bildung eines Verdrängerpfahles fließt, kann das Verdrängerpfahlwerkzeug nach dem Niederbringen innerhalb des offenen Profils unter Verlust der Bohrspitze und gleichzeitigem Einfüllen von Beton gezogen werden und somit quasi durch einen aus Beton erstellten Verdrängerpfahl ersetzt werden. Die im Boden erreichte Kompaktierung und damit Spannungserhöhung und Pfropfenbildung bleibt dabei im Wesentlichen erhalten, also die Verspannung wird durch Ausbetonieren mit der FDP-Pfahlerstellung dauerhaft gesichert. Nötigenfalls kann der Beton unter Druck zugeführt werden, um eine unerwünschte Bodenentlastung zu vermeiden. Dies kann zudem über die am offenen Profil angebrachten Drucksensoren auch noch nach Abbinden des Verdrängerpfahles kontrolliert werden.

[0020] Wenn das Verdrängerpfahlwerkzeug und entsprechend der betonierte Verdrängerpfahl als Vollprofil 2 % bis 20 % der Querschnittsfläche des offenen Profils einnimmt, welches entlang der Profilachse zentral in den vom offenen Profil umschlossenen Bereich des Baugrunds eingesetzt ist, wird der Boden durch das Einsetzen des Verdrängungspfahles im vom offenen Profil umschlossenen Bereich kompaktiert und verspannt, womit dieser Bereich quasi einen Pfropfen bildet und entsprechend die Tragfähigkeit des Profils erhöht wird. Bevorzugt hat der Verdrängungspfahl ca. 5 bis 10 % der Querschnittsdimension des offenen Profils.

[0021] Dadurch, dass das Profil in seiner Profilwandung Schwächungszonen oder Schlitzte aufweist, an denen eine stärkere Aufdehnung des Profils möglich ist, wird beim Verspannen des vom offenen Profil umschlossenen Bereichs des Baugrunds eine stärkere Aufdehnung des Profils ermöglicht, so dass dieses auch mit der Außenseite der Profilwandung einen stärkeren Kontakt zu dem außen umgebenden Baugrund bewirkt, so dass hier die Bettungsspannung und die Mantelreibung weiter steigen. Entsprechend kann die Tragfähigkeit des eingebrachten Profils weiter erhöht werden. Schwächungszonen sind beispielsweise lokale Bereiche in der Profilwandung, die eine deutlich geringere Materialstärke aufweisen oder aus einem anderen, weicheeren Material hergestellt sind. Bei der Verwendung von Schlitzten, die bevorzugt im Wesentlichen Profilachsen parallel ausgerichtet sind, kann das Aufweiten des Profils erheblich erleichtert werden. Die Schwächungszonen und/oder Schlitzte dürfen jedoch die Festigkeit des Profils zur Einbringung in den Baugrund und Einleitung der Traglasten möglichst wenig schwächen.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Figuren detailliert beschrieben.

[0023] Darin zeigt:

Fig. 1 ein offenes Profil in Rohrform, mit einem darin aufgenommenen Verdrängungskörper und

Fig. 2 die in Fig. 1 dargestellte Situation in einem Querschnitt.

[0024] Fig. 1 zeigt ein offenes Profil 1, das mit einer Profilwandung 10 in Rohrform ausgebildet ist. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist das offene Profil 1 für eine Bauwerksgründung senkrecht im Baugrund 2 eingebracht und steht zur weiteren baulichen Verwendung geringfügig mit seinem Profilkopf 11 über Bodenoberfläche 20 hinaus.

[0025] Das offene Profil 1 ist beispielsweise durch Vibrieren in den Baugrund 2 eingebracht worden. Dabei erfolgt eine Bodenverdichtung mit Volumenabnahme und daraus resultierender deutlicher Abnahme der horizontalen Spannungen an den Kontaktflächen sowohl außenseitig um die Profilwandung 10 des offenen Profils 1, wie auch innenseitig. Erkennbar ist diese Volumenabnahme an einem sich ausbildenden Rutschtrichter außenseitig um das offene Profil 1 sowie auch analog innenseitig. Entsprechend verringert sich die Verspannung des eingebrachten offenen Profils 1 mit dem Baugrund 2, da durch die Volumenabnahme die Bodenspannung lokal deutlich verringert wird.

[0026] Im vom offenen Profil 1 umschlossenen Bereich 21 ist im Baugrund 2 ein Verdrängungskörper 4 in Form eines Verdrängerpfahlwerkzeuges 40 nahezu bis zum Profifuß 12 des offenen Profils 1 niedergebracht. Dabei ist der Verdrängungskörper 4 im Wesentlichen entlang der Profilachse zentral innerhalb des offenen Profils 1 eingebracht worden. Diese Situation ist im Querschnitt in Fig. 2 dargestellt.

[0027] Beim Niederbringen des Verdrängungspfahlwerkzeuges 40 innerhalb des offenen Profils 1 mit einem entsprechenden Bohrgerät wird das auf das Verdrängerpfahlwerkzeug 40 wirkende Drehmoment sowie die Auflast vom Bohrgerät gesteuert. Zur Überwachung der durch das Eindringen des Verdrängungskörpers 4 in dem offenen Profil 1 bewirkten Kompaktierung und damit Verspannung des Bodens 2 sind Drucksensoren 5 an der Profilwandung 10 des offenen Profils 1 angeordnet. Die Drucksensoren bestehen beispielsweise aus Dehnungsmessstreifen, die über eine Wirkverbindung 51 zu einer Auswerteeinheit 50 an der Bodenoberfläche 20 verbunden sind.

[0028] Die an der Auswerteeinheit 50 ermittelten Bodenspannungswerte werden zur Dokumentation der Tragfähigkeitsverbesserung aufgezeichnet und in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung unmittelbar zur Regelung des Einbringvorganges, also der vom Bohrgerät aufzubringenden Auflast und Drehmoment verwendet.

[0029] Durch die Steuerung/Regelung des Verhältnisses von Vortriebsgeschwindigkeit zu Rotationsgeschwindigkeit wird entweder mehr Boden gefördert oder mehr Boden zur Seite verdrängt. Im letzteren Fall wird somit eine stärkere Bodenkompaktierung, Verspannung und somit Propfenbildung erreicht werden.

[0030] Durch diese Verspannung des umschlossenen Bereichs 21 im Inneren des offenen Profils 1 wird somit quasi ein Verschluss des offenen Profils 1 erreicht und die Tragfähigkeit entsprechend der am Fuß 12 des Profils 1 herrschenden vertikalen Bodenspannung (hier parallele Pfeile am Profifuß 12) erhöht.

[0031] Durch den zentral in der Profilachse eingebrachten Verdrängungskörper 4 wird der Boden 2 im umschlossenen Bereich 21 stark verdichtet, so dass die mit radial nach außen gerichteten Pfeilen dargestellten Horizontalspannungen entstehen, die den Boden an die Innenseite der Profilwandung 10 des Profils 1 drängen. Entsprechend verspannt sich der Boden mit dem Profil 1 und bildet quasi einen Verschluss, so dass das gesetzte Profil 1 zusätzlich die im Bereich des Profilfußes 12 herrschende vertikale Bodenspannung, wie in Fig. 1 mit den parallelen Pfeilen dargestellt, als Last aufnehmen kann.

[0032] Dabei sind in der Querschnittsdarstellung gem. Fig. 2 die im offenen Profil 1 im umschlossenen Bereich 21 des Baugrunds 2 radial wirkenden Horizontalkräfte so hoch, dass das offene Profil von der unverspannten Situation (gestrichelter Kreis; Grundzustand) leicht aufgeweitet wird (durchgehender Kreis). Diese elastische Aufweitung des Profils 1 kann beispielsweise durch Schwächungszonen oder Schlitze in der Profilwandung 10 weiter unterstützt werden. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sitzen außenseitig auf der Profilwandung 10 des offenen Profils 1 drei gleichwinklig umlaufend verteilte Drucksensoren 5 in Form von Dehnungsmessstreifen auf der Profilwandung 10, um die durch die Verspannung bewirkte Aufdehnung des offenen Profils kontrollieren zu können.

[0033] Durch die Aufdehnung des offenen Profils wird auch die Verspannung mit dem außenseitig des offenen Profils 1 liegenden Baugrundes 2 erhöht, wie durch die radial nach innen gerichteten Spannungspfeile angedeutet ist. Folglich wird die Mantelreibung an der Außenseite der Profilwandung 10 erhöht, womit die Tragfähigkeit des Profils 1 weiter gesteigert wird. Somit kann die Verspannung längs des Profils gezielt dort angebracht werden, wo eine Verspannung oder Traglasterrhöhung gewünscht ist.

Bezugszeichenliste

[0034]

1	offenes Profil
10	Profilwandung
11	Profilkopf
12	Profilfuß
2	Baugrund
20	Bodenoberfläche
21	umschlossener Bereich
4	Verdrängungskörper
40	Verdrängerpfahlwerkzeug
41	Schneckengang
42	verlorene Bohrspitze
5	Drucksensor
50	Auswerteeinheit
51	Wirkverbindung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Tragfähigkeitsverbesserung von in einem Baugrund (2) mit Porenraum gesetzten, offenen Profilen (1) mit einer Profilwandung (10) mit den Schritten:

- Setzen des Profils (1) in den Baugrund (2) und
 - nachträgliches Verspannen des vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereichs (21) des Baugrunds (2) mit der Profilwandung (10) durch Einbringen von Verdrängungskörper (4) in den vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereich (21) des Baugrunds (2),
- wobei der Verdrängungskörper (4) beim Einsetzen in den vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereich (21) des Baugrunds (2) einen Teil der Querschnittsdimension des offenen Profils (1) einnimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Drehantrieb des Verdrängungskörpers und Steuern des Verhältnisses von Vortriebsgeschwindigkeit zu Rotationsgeschwindigkeit Boden gefördert und/oder zur Seite verdrängt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang der Profilachse ein der Verdrängungskörper (4) zentral oder mehrere Verdrängungskörper gleichmäßig verteilt und parallel zueinander eingebracht werden.

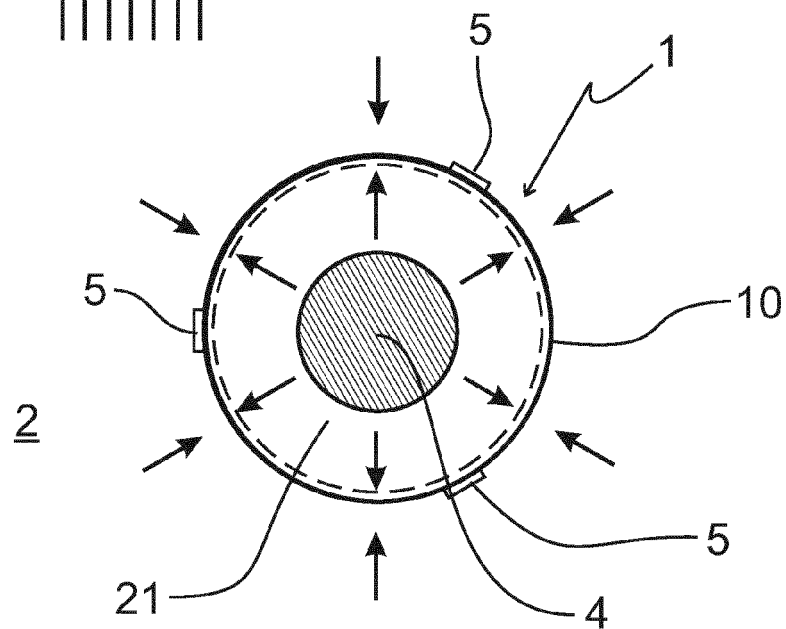
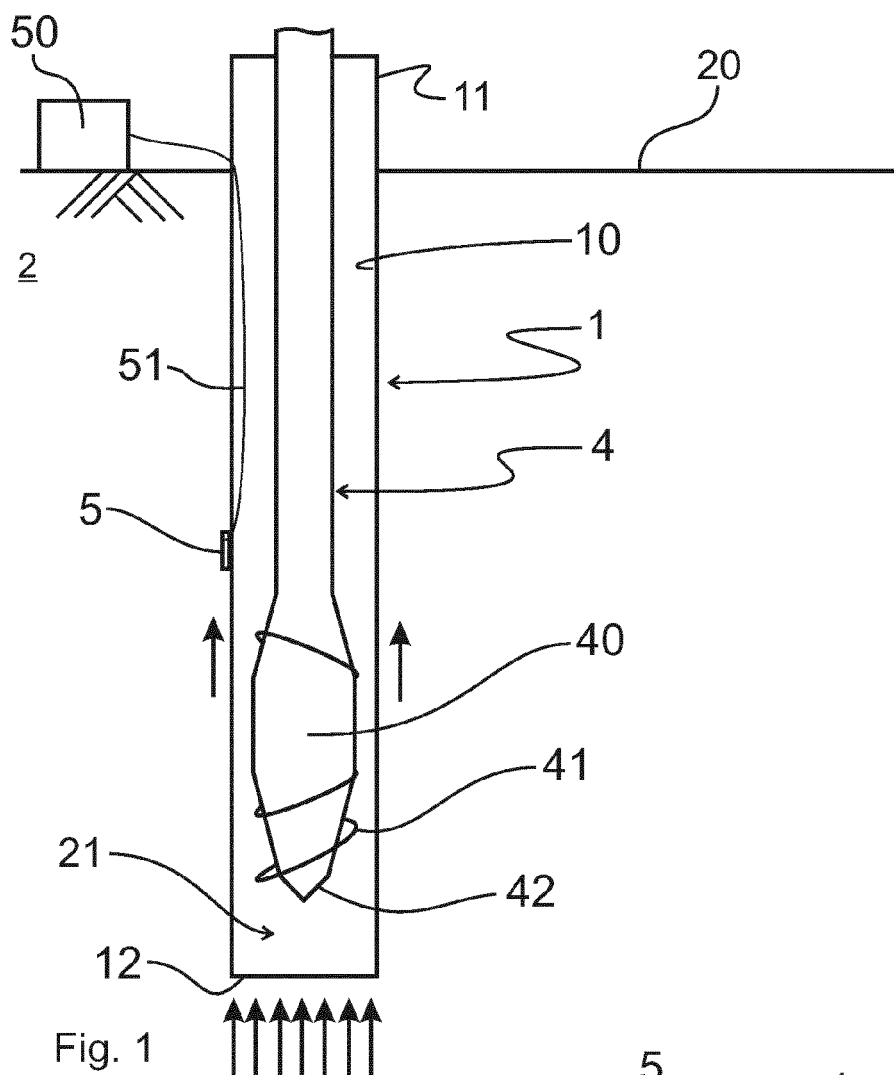
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Niederbringen des Verdrängungskörpers (4) momentan zur Bohrtiefe das aufgewendete Drehmoment und die wirkende Auflast gemessen und gesteuert werden.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das nachträgliche Verspannen des vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereichs (21) des Baugrunds (2) mit der Profilwandung (10) durch Einbringen des Verdrängungskörpers (4) das offene Profil (1) leicht aufgedehnt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am offenen Profil (1) beim Niederbringen des Verdrängungskörpers (4) momentan zur Bohrtiefe der wirkende Bodendruck gemessen und davon abhängig das aufgewendete Drehmoment und die wirkende Auflast geregelt werden.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem angewendeten Drehmoment und der aufgebrachten Axialkraft zur jeweiligen Bohrtiefe auf die dort erzeugte Verspannung zurückgeschlossen wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Setzen des offenen Profils (1) durch Vibrieren oder Einstellen erfolgt. 5
8. System aus einem offenen Profil (1) und einem einen Porenraum aufweisenden Baugrund (2), in dem das Profil (1) gesetzt ist, wobei der vom offenen Profil (1) umschlossene Bereich (21) des Baugrundes (2) durch eingebrachte Verdrängungskörper (4) mit der Profilwandung (10) des Profils (1) verspannt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrängungskörper (4) ein Verdrängerpfahlwerkzeug (40) ist, der drehantreibbar und einstellbar ist. 10 15
9. System nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Verdrängungskörper (4) vorgesehen sind, die gleichmäßig zueinander auf den Querschnitt des umschlossenen Bereichs (21) parallel zueinander und zur Profilachse verteilt sind. 20
10. System nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** verlorene Drucksensoren (5) an dem offenen Profil (1) außen und/oder innen an der Profilwandung (10) vorgesehen sind, die Wirkverbindungen (51) zu einer Auswerteeinheit (50) an der Bodenoberfläche (20) haben. 25
11. System nach Anspruch 8, 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerpfahlwerkzeug (40) eine verlorene Bohrspitze (42) hat, so dass beim Ziehen des Verdrängerpfahlwerkzeuges (40) eine Öffnung entsteht, durch die der einzufüllende Beton zur Bildung eines Verdrängerpfahles fließt. 30 35
12. System nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerpfahlwerkzeug (40) und entsprechend der betonierte Verdrängerpfahl als Vollprofil (4) 2 % bis 20 % der Querschnittsfläche des offenen Profils (1) einnimmt, welches entlang der Profilachse zentral in den vom offenen Profil (1) umschlossenen Bereich (21) des Baugrundes (2) eingesetzt ist. 40
13. System nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdrängerpfahlwerkzeug (40) an seiner Außenwandung einen Schneckengang (41) hat. 45
14. System nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Profil (1) in seiner Profilwandung (10) Schwächungszonen oder Schlitz aufweist, an denen eine stärkere Aufdehnung des Profils (1) möglich ist. 50 55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 14 18 5746

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	EP 2 706 148 A1 (TUTECH INNOVATION GMBH [DE]; UNIV HAMBURG HARBURG TECH [DE] TUTECH INN) 12. März 2014 (2014-03-12) * das ganze Dokument *	1-14	INV. E02D5/80
A	EP 0 264 998 A1 (BALLAST NEDAM GROEP NV [NL]) 27. April 1988 (1988-04-27) * das ganze Dokument *	1-14	
A	EP 0 151 389 A1 (STUMP BOHR GMBH [DE]) 14. August 1985 (1985-08-14) * das ganze Dokument *	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Februar 2015	Prüfer Friedrich, Albert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 18 5746

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente 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.

26-02-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 2706148	A1	12-03-2014	DK	2706148 T3	12-01-2015
				EP	2706148 A1	12-03-2014
15	EP 0264998	A1	27-04-1988	DE	3765078 D1	25-10-1990
				EP	0264998 A1	27-04-1988
				NL	8700512 A	02-05-1988
20	EP 0151389	A1	14-08-1985	KEINE		
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

- EP 2706148 A1 [0004] [0007]
- EP 0264998 A1 [0006]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **GRABE, J. ; T. PUCKER ; T. HAMANN.** Numerical simulation of pile installation processes in dry and saturated granular soils. *8th European Conference on Numerical Method in Geotechnical Engineering (NUMGE, 2014* [0005]