

(19)



(11)

EP 3 530 813 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(51) Int Cl.:
E02D 7/28 (2006.01)
E21B 3/025 (2006.01)

E02D 13/06 (2006.01)
E21B 3/03 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19158770.8**

(22) Anmeldetag: **22.02.2019**

(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

- Schlatter, Nicola
6710 Nenzing (AT)
- Mender, Maximilian
6800 Feldkirch (AT)
- Wedl, Sebastian
6800 Feldkirch (AT)
- Englster, Armin
6752 Dalaas (AT)
- Schneider, Bernhard
6833 Klaus (AT)

(30) Priorität: **26.02.2018 DE 102018104308**

(71) Anmelder: **Liebherr-Werk Nenzing GmbH**
6710 Nenzing (AT)

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Jussel, Patrick**
6700 Bludenz (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR TIEFENMESSUNG DER VERROHRUNG BEI DER PFAHLGRÜNDUNG SOWIE ANBAUGERÄT FÜR DIE PFAHLGRÜNDUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Tiefenmessung der Verrohrung bei der Pfahlgründung mit einem Anbaugerät umfassend einen Tisch zum Einspannen eines Rohres, wobei die Vertikalbewegung des Tisches sensorisch mittelbar oder unmittelbar erfasst und summiert wird, um die aktuelle Verrohrungstiefe zu berechnen.

Fig. 1a

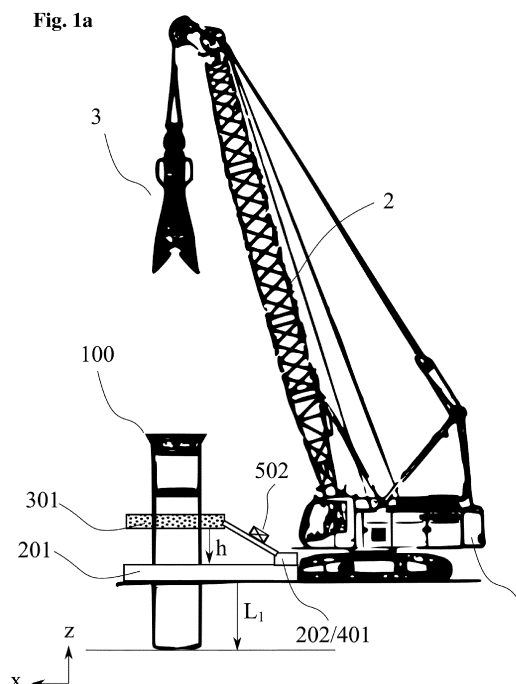
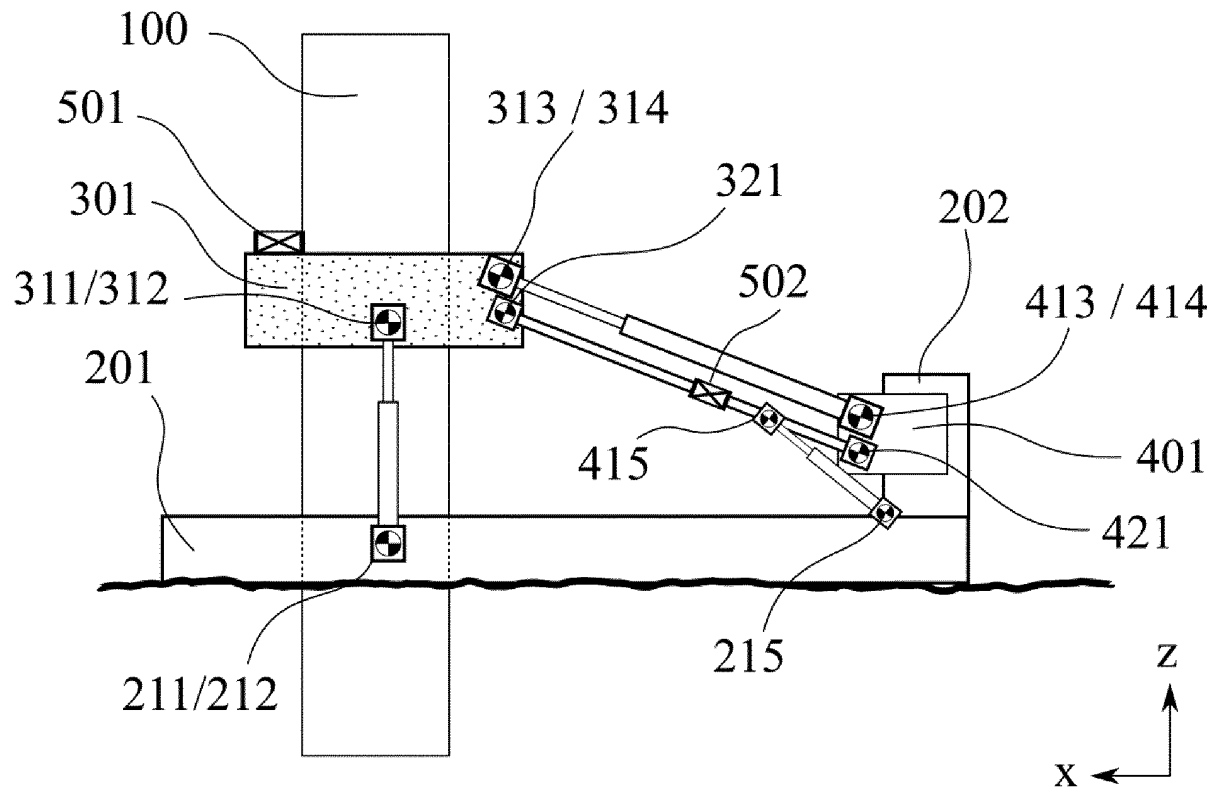
**EP 3 530 813 A1**

Fig. 2a



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Tiefenmessung der Verrohrung bei der Pfahlgründung mit einem Anbaugerät umfassend einen Tisch zum Einspannen eines Rohres.

[0002] Beim Erstellen von Pfählen mittels einer Verrohrungsmaschine in Kombination mit einem Seilbagger als Trägermaschine muss die erreichte Verrohrungstiefe, d.h. die Eindringtiefe des eingespannten Rohres von Zeit zu Zeit überprüft werden. Gegenwärtig wird diese Aufgabe im Wesentlichen durch den Bediener der Verrohrungsmaschine sowie den Fahrer des Seilbaggers gelöst. Die Länge der eingebrachten Rohre wird notiert und in Verbindung mit der geschätzten Höhe der Rohroberkante die Tiefe der Verrohrung berechnet. Die Tiefe der eingebrachten Verrohrung ergibt sich durch Subtraktion der Höhe der Rohroberkante von der Länge der Verrohrung. Wird ein genauerer Wert benötigt, muss die Verrohrungsmaschine gestoppt und die Höhe der Rohroberkante manuell durch den Bediener vermessen werden.

[0003] Nachteilig an dem bekannten Verfahren ist, dass die Tiefe nicht kontinuierlich gemessen und überwacht werden kann, sondern stattdessen nur eine grobe Schätzung während des Verrohrungsbetriebs möglich ist. Zur genauen Messung muss beispielsweise die Verrohrungsmaschine stattdessen angehalten werden, um einer Person Zugang zum Gefahrenbereich am Rohr für die manuelle Messung zu gestatten.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein automatisches Verfahren für die Erfassung und Überwachung der aktuellen Verrohrungstiefe bei der Pfahlgründung aufzuzeigen.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Gemäß Anspruch 1 wird ein Verfahren zur Tiefenmessung der Verrohrung bei der Pfahlgründung für ein bestimmtes Anbaugerät vorgeschlagen, das wenigstens einen Tisch zum Einspannen eines Rohres aufweist. Üblicherweise wird das Rohr fest mit dem Tisch verspannt, vorteilhafterweise verklemmt. Das Anbaugerät selbst ist an einer passenden Trägermaschine, wie einem Seilbagger oder einem Bohrgerät, montiert. Der Tisch dient zur Fixierung und Ausrichtung des Rohres als auch zur Erzeugung einer rotierenden Bewegung des Rohres, um dieses in den Boden einzudrehen. Mit fortschreitender Eindringtiefe des Rohres in den Boden kommt es auch zu einem kontinuierlichen Absinken des Tisches des Anbaugerätes.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren macht sich diese konstruktiv bedingte Vertikalbewegung des Tisches für die Erfassung der aktuellen Verrohrungstiefe zu Nutze. Im Einzelnen wird die Vertikalbewegung des Maschinentisches sensorisch erfasst. Idealerweise kann die Vertikalbewegung des Tisches direkt über geeignete Sensoren gemessen werden, die bspw. unmittelbar am

Tisch oder an sich mit dem Tisch bewegenden Komponenten des Anbaugerätes befestigt sind. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Vertikalbewegung des Tisches aus anderweitigen Messgrößen abzuleiten. Unter Berücksichtigung der bekannten Vertikalbewegung des Tisches kann letztendlich durch Summation der Tischbewegungen während des Verrohrungsprozesses auf die aktuelle Verrohrungstiefe geschlossen werden.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Anbaugerät wenigstens eine Lenkstange, die einerseits gelenkig mit dem Maschinentisch und andererseits gelenkig mit einem feststehenden Element des Anbaugerätes verbunden ist. Feststehend bedeutet in diesem Zusammenhang feststehend relativ zu der Tischbewegung während der Einbringung des Rohres. Eine Vertikalbewegung des Tisches führt demzufolge ebenfalls zu einer Bewegung der Lenkstange. Vor diesem Hintergrund hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Bewegung und/oder Lage der Lenkstange direkt zu messen bzw. mittelbar aus geeigneten Messgrößen abzuleiten, um darauf basierend die benötigte Vertikalbewegung des Tisches zu bestimmen. Geeignete Sensoren können auf bzw. im Bereich der Lenkstange angeordnet sein.

[0009] Während einer Vertikalbewegung des Tisches kann die Lenkstange konstruktionsbedingt ihren Neigungswinkel gegenüber der Horizontalen ändern. Es besteht die Möglichkeit, diese Winkeländerung sensorisch abzugreifen um hieraus eine Aussage zur Vertikalbewegung des Tisches machen zu können. Die Bewegung der Lenkstange lässt sich mittels eines an der Lenkstange installierten Neigungssensors bzw. Winkelgebers erfassen. Üblicherweise umfasst das Anbaugerät wenigstens einen Lenkaktor, insbesondere Lenkzylinder, zur Betätigung der Lenkstange. Unter Umständen kann auch der Aktorzustand für die Ermittlung der Position der Lenkstange bzw. Ableitung der Tischbewegung hilfreich sein.

[0010] Ist der Neigungswinkel der Lenkstange bekannt, lässt sich die aktuelle Vertikalposition des Tisches unter Berücksichtigung des geometrischen Aufbaus des Anbaugerätes ableiten. Die resultierende Vertikalbewegung ergibt sich dann vorzugsweise aus der zeitlichen Änderung der vertikalen Tischposition während der Verrohrung zur Pfahlgründung.

[0011] Während der Einbringung der Verrohrung sinkt der Tisch fortlaufend in Bodennähe ab. Es ist daher von Zeit zu Zeit notwendig, die Einspannung zu lösen und den Tisch wieder nach oben entlang des Rohres zu verschieben, um das Rohr mit einem höher gelegenen Rohrbereich mit dem Tisch zu verspannen. Für die Berechnung der Verrohrungstiefe ist es wesentlich, dass eine solche Vertikalbewegung des Maschinentisches außer Acht bleibt. Zu diesem Zweck wird gemäß vorteilhafter Ausführung der Zustand der Einspannung des Rohres überprüft, vorzugsweise laufend überprüft, und für die Berechnung der Verrohrungstiefe werden nur solche Vertikalbewegungen des Maschinentisches berücksichtigt, während dieser eine feste Einspannung des Rohres

im Maschinentisch erkannt worden ist.

[0012] Die Verrohrung kann in der Praxis mittels eines Klemmmechanismus am Tisch eingespannt sein. Hierzu sind im Maschinentisch ein oder mehrere Klemmaktoren bzw. Klemmzylinder vorgesehen, deren Betätigung hydraulisch oder pneumatisch erfolgt. Zur Prüfung und Überwachung des Klemmzustandes kann dann der Druck innerhalb der Klemmaktoren beobachtet werden, bspw. mittels ein oder mehrerer in den Aktoren installierter Drucksensoren.

[0013] Vorstellbar ist es ebenso, die Richtung der Tischbewegung aus den Sensordaten zu bestimmen, insbesondere anhand der zeitlichen Änderung der Sensordaten. Ist die Richtung der Tischbewegung bekannt, können nur Vertikalbewegungen des Tisches in Bodenrichtung für die Tiefenmessung berücksichtigt werden, während Bewegungen in die entgegengesetzte Richtung vernachlässigt werden.

[0014] Bisher wurde davon ausgegangen, dass eine Pfahlgründung im rechten Winkel erfolgen soll, d.h. die Verrohrung soll im senkrechten Winkel zur Bodenebene in das Erdreich eingebracht werden. Weniger häufig jedoch trotzdem von Bedeutung sind Schrägpfähle, für die die Verrohrung durch eine gezielte Tischneigung gegenüber der Horizontalen schräg in das Erdreich eingebracht wird. Bei einem solchen Verfahren muss für die korrekte Berechnung der Verrohrungstiefe gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ergänzend die aktuelle Tischneigung berücksichtigt werden. Diese kann bspw. über ein oder mehrere am Tisch installierte Sensoren erfasst werden, idealerweise direkt durch Verwendung geeigneter Neigungssensoren, bevorzugt zweiachsiger Neigungssensoren.

[0015] Von Vorteil ist es, wenn die aktuelle Verrohrungstiefe bzw. etwaige ermittelte Sensordaten des Anbaugerätes über eine Kommunikationsschnittstelle des Anbaugerätes an wenigstens ein externes Gerät übermittelbar sind. Hierbei ist es von besonderer Bedeutung, diese Daten an die Trägermaschine, d.h. den Seilbagger, zu übermitteln. Möglich ist auch die Übertragung an einen externen Server, von diesem die Daten beispielsweise über ein Mobilgerät abrufbar sind, sodass neben den Bedienern der Trägermaschine bzw. des Anbaugerätes auch ein Baustellenleiter oder eine sonstige Person Zugriff auf die Prozessdaten hat.

[0016] Eine kontinuierliche Messung der Verrohrungstiefe ist besonders vorteilhaft, wenn diese für den Bediener auf einem Anzeigeelement des Anbaugerätes und/oder einer externen Maschine zur Anzeige gebracht wird. Der Bediener des Anbaugerätes bzw. der Trägermaschine kann zu jedem Zeitpunkt wertvolle Informationen zur aktuell erreichten Verrohrungstiefe abrufen, was gerade bei einem parallelen Aushub des Bohrloches durch die Trägermaschine, bspw. mittels eines Greifers, von besonderer Bedeutung ist. Beim Erstellen eines Bohrpfahls ist es in der Regel notwendig, dass die Tiefe der Verrohrung der Lochtiefe (Aushub) vor eilt, um eine Auflockerung des Bodens unterhalb der Verrohrung zu

verhindern. Gleichzeitig ist es vorteilhaft, wenn die Verrohrung nur im geringen Maße dem Greifer der Trägermaschine vor eilt, um die Mantelreibung der Verrohrung gering zu halten und damit in weiterer Folge die Beanspruchung der Geräte und den Energieaufwand zum Erstellen des Bohrpfahls gering zu halten. Für den Betreiber bzw. Bediener der Trägermaschine, insbesondere in Form eines Seilbaggers, ist es daher von besonderer Bedeutung, stets über die aktuell erreichte Verrohrungstiefe in Kenntnis gesetzt zu werden.

[0017] Gemäß weiterhin bevorzugter Ausführungsform ist es vorstellbar, dass aus der bekannten Rohrlänge der eingespannten Verrohrung und der berechneten Verrohrungstiefe die verbleibende Restlänge des eingespannten Rohres, d.h. die Rohrlänge, die noch außerhalb des Erdreiches liegt, berechnet wird. Mit dieser Information ist es möglich, den Pfahlgründungsvorgang des Anbaugerätes automatisch zu stoppen, sobald die Rohroberkante eine Mindesthöhe erreicht oder sogar unterschreitet. Insbesondere wird in diesem Zustand die Rotationsbewegung des Rohres automatisch durch die Steuereinheit ausgesetzt, um ein weiteres Rohr auf der Oberkante des aktuellen Rohres aufsetzen zu können.

[0018] Ebenso ist es vorstellbar, anhand der berechneten Verrohrungstiefe die aktuelle Vortriebsgeschwindigkeit des eingespannten Rohres während des Verrohrungsvorgangs zu ermitteln.

[0019] Ebenso ist vorstellbar, die aktuelle Verrohrungstiefe mit dem Grabfortschritt des Seilbaggers zu vergleichen und die Pfahlgründung durch das Anbaugerät auszusetzen, falls der Vorsprung der Verrohrungstiefe über einem Toleranzwert liegt. Der Grabfortschritt lässt sich beispielsweise über eine Schnittstelle von der Trägermaschine abrufen. Konkret kann bei einer Trägermaschine in Form eines Seilbaggers die aktuelle Aushubtiefe durch eine Seillängenmessung bestimmt und dem Anbaugerät zur Verfügung gestellt werden.

[0020] Gemäß weiterhin bevorzugter Ausführungsform ist es denkbar, dass durch die kontinuierliche Überwachung der Verrohrungstiefe eine Prädiktion bezüglich der Fertigstellung des Pfahls angestellt werden kann. Durch eine möglichst genaue Prognose des Fertigstellungszeitpunkts bzw. der verbleibenden Restbetriebslaufzeit lassen sich nachfolgende Prozessschritte der Pfahlgründung besser koordinieren. Als Beispiel sei hier die rechtzeitige Anlieferung des Betons genannt. Eine Verbesserung der Prädiktion lässt sich durch zusätzliche Berücksichtigung verfügbarer Bodenprofile erzielen, denn die Bodenzusammensetzung hat maßgeblichen Anteil auf die erzielbare Vorschubgeschwindigkeit bei der Verrohrung. Bodenprofile können entweder manuell in die Maschine eingegeben und dort hinterlegt werden, aber auch anhand von Erfahrungswerten, bspw. durch vorangegangene Pfahlgründungen in der näheren Umgebung, automatisch generiert werden.

[0021] Neben dem erfindungsgemäßen Verfahren betrifft die vorliegende Erfindung zudem ein Anbaugerät für eine Trägermaschine, insbesondere einen Seilbagger

oder einem Bohrgerät, zur Pfahlgründung mit einem Tisch zum Einspannen eines Rohres und wenigstens einer integrierten Rechneinheit zur Durchführung des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung. Dementsprechend zeichnet sich das Anbaugerät durch dieselben Vorteile und Eigenschaften aus, wie sie bereits voranstehend anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben wurden. Auf eine wiederholende Beschreibung wird aus diesem Grund verzichtet.

[0022] Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung sollen im nachfolgenden Teil anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1a, 1b: zwei skizzierte Seitenansichten des erfindungsgemäßen Anbaugerätes während der Pfahlgründungsarbeit und

Figur 2a, 2b: zwei Detailansichten des erfindungsgemäßen Anbaugerätes in einer Seiten- und Draufsicht.

[0023] Beim Erstellen von Pfählen mittels einer Verrohrungsmaschine (VRM) in Kombination mit einem Seilbagger (Greiferbohren) soll durch einen Assistenten der Bohrfortschritt der Verrohrung kontinuierlich gemessen und dem Bedienpersonal angezeigt werden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass einerseits der Prozess der Verrohrung nicht wie im Stand der Technik gestoppt werden muss um eine händische Messung durchzuführen, andererseits potentielle Fehler durch händisches Aufsummieren von einzelnen Rohrabchnitten entfallen. Des Weiteren ist es nicht mehr notwendig, dass sich eine Person für die Messung im Gefahrenbereich der Maschine aufhält.

[0024] Beim Greiferbohren mit einer VRM arbeiten zwei an und für sich unabhängige Geräte, nämlich ein Seilbagger 1 sowie das Anbaugerät des Seilbaggers in Form der Verrohrungsmaschine gemeinsam am Erstellen eines Pfahls. Wie in den Figuren 1a, 1b beispielhaft dargestellt übernimmt der Seilbagger 1 mit einem drehbaren Oberwagen, einem Ausleger 2 und einem Greifer 3 das Ausgraben eines Lochs. An dem Seilbagger angebaut ist eine Verrohrungsmaschine, bestehend aus einer Bodenplatte 201 und einem gegenüber der Bodenplatte im Abstand verstellbarer Tisch 301. Mit dieser Verrohrungsmaschine kann eine Verrohrung 100 folgendermaßen in den Boden eingetrieben werden: der Tisch 301 wird beispielsweise mit Hilfe eines Spannzylinders mit der Verrohrung 100 verriegelt. Anschließend wird die Bodenplatte 201 angehoben, wodurch die Gewichtskraft der Verrohrung 100, des Tisches 301 und der Bodenplatte 201 nach unten wirkt. Um die Haftreibung zu überwinden wird in einem weiteren Schritt der Tisch 301 in Bewegung versetzt, beispielsweise in horizontale Oszillationen (sogenannte Verrohrungsmaschinen) oder auch in eine kontinuierliche Rotation (sogenannte Rohrdrehmaschinen). Durch dieses Zusammenspiel senkt sich die Verrohrung 100 in den Boden, während der Seilbagger 1

das Erdreich innerhalb der Verrohrung 100 ausbaggert.

[0025] Mit mehr Details ist die Verrohrungsmaschine in den Figuren 2a, 2b dargestellt, die Verrohrungsmaschine mit Verrohrung (100) in einer Seiten- und Draufsicht zeigen. Der Tisch 301 kann beispielsweise mittels Klemmen mit dem Rohr 100 verklemt werden. Die Bodenplatte 201 kann über Hubzylinder zwischen den Verbindungsstellen 211/311 und 212/312 angehoben werden. Durch synchronisierte Bewegungen der beiden Oszillatorzylindern zwischen den Verbindungsstellen 313/413 und 314/414 kann der Tisch 301 gegenüber der Bodenplatte 201 Drehbewegungen ausführen. Eine starke Lenkstange ist einerseits im Punkt 321 gelenkig am Tisch 301 und andererseits im Punkt 421 gelenkig am Element 401 montiert. Durch Bewegung eines Lenkzylinders, der einerseits im Punkt 415 gelenkig mit der Lenkstange und andererseits gelenkig im Punkt 215 an der Bodenplatte 201 montiert ist, lässt sich die Neigung der Verrohrung 100 um die y-Achse einstellen, durch unterschiedliche Hubhöhe der beiden Hubzylinder kann die Neigung der Verrohrung 100 um die x-Achse eingestellt werden. Die Drehpunkte 413, 414 und 421 lassen sich mittels einer Führung 401 horizontal gegenüber dem fix mit dem Tisch 201 verbundenen Aufbau 202 verschieben.

Tiefe der Verrohrung Messen

[0026] Bei der Erstellung eines Bohrpfahls ist die Tiefe eines der wichtigsten Merkmale. Zwei Tiefen sind hierbei zu unterscheiden: die Tiefe der Verrohrung 100 gibt an, wie weit unter Grund die Spitze der Verrohrung 100 ist, und die Lochtiefe gibt an, wie tief der Bagger 1 mit seinem Werkzeug 3 (beispielsweise Greifer bei einem Seilbagger) das Material aus der Verrohrung 100 entfernt hat. Normalerweise wird ein Bohrpfahl mit einer bestimmten Tiefe und einem bestimmten Durchmesser in Auftrag gegeben, um den Anforderungen der Statik zu entsprechen. Beim Erstellen eines Bohrpfahles ist es in der Regel notwendig, dass die Tiefe der Verrohrung 100 der Lochtiefe vor eilt, um eine Auflockerung des Bodens unterhalb der Rohre 100 zu verhindern. Gleichzeitig ist es vorteilhaft, dass die Verrohrung 100 nur in geringem Maße dem Greifer 3 vor eilt, um die Mantelreibung der Verrohrung 100 gering zu halten und damit in weiterer Folge die Beanspruchung der Geräte und den Energieaufwand zum Erstellen des Bohrpfahls gering zu halten.

[0027] Bei der Pfahlgründung mit einer konventionellen Verrohrungsmaschine nach dem Stand der Technik ist dem Fahrer des Baggers 1 bzw. des Bohrgerätes die aktuelle Tiefe der Bohrung bzw. des Aushubes über Seillängenmessungen oder ähnliches bekannt. Die Tiefe der Verrohrung 100 muss bisher allerdings geschätzt werden.

[0028] Zentrales Element einer automatisierten Messung der Verrohrungstiefe gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist der Sensor 502, der die vertikalen Bewegungen des Tisches 301 misst. Bei dem Sensor 502

kann es sich um einen Neigungssensor oder Winkelgeber handeln. Die vertikale Position des Tisches 301 lässt sich dann über die Geometrie der Verrohrungsmaschine ableiten und die vertikale Bewegung des Tisches 301 über die zeitlichen Änderungen der vertikalen Tischposition bestimmen. Um von den vertikalen Bewegungen des Tisches 301 auf die Tiefe der Verrohrung 100 zu schließen, ist außerdem ein Sensor zweckmäßig, der feststellt, ob der Tisch 301 mit dem Rohr 100 verklemmt ist oder ob sich der Tisch 301 frei entlang des Rohres 100 bewegen kann. Dies kann beispielsweise durch einen Drucksensor in einem Klemmzylinder erfolgen. Mithilfe eines weiteren am Tisch 301 befestigten Neigungssensors 501 kann der Bohrfortschritt in weiterer Folge in eine "vertikale Tiefe" umgerechnet werden, falls aktuell ein Schrägpfahl mit einer Neigung der Verrohrung 100 gegenüber der Vertikalen erstellt wird.

[0029] Die Tiefe der Verrohrung 100 kann konkret wie folgt gemessen werden:

- Zu Beginn des Prozesses wird die Verrohrungstiefe auf null gesetzt.
- Ist der Bohrtisch 301 mit der Verrohrung 100 verklemmt, dann wird die vertikale Positionsänderung des Bohrtisches 301 Mithilfe des Sensors 502 gemessen und aufgezeichnet.
- Sind Bohrtisch 301 und Verrohrung 100 nicht miteinander verklemmt, dann wird die vertikale Positionsänderung des Bohrtisches 301 nicht aufgezeichnet.
- Die Tiefe der Verrohrung 100 ergibt sich als die Summe der vertikalen Positionsänderung des Bohrtisches 301 mit verklemmter Verrohrung 100 (z.B. $L_2 = L_1 + h$, siehe Figuren 1a, 1b).

Nullpunkt-Korrektur:

[0030]

- Wird das erste Element einer Verrohrung 100 auf den Boden gesetzt, so dringt dieses durch sein Eigengewicht schon in den Boden ein, was zu einem Fehler bei der ersten Nullung führt.
- Um diesen Fehler auszugleichen, kann der Fahrer des Seilbaggers 1 mit drei Schritten den Nullpunkt am Anfang richtig setzen:
 - Schritt 1: Eingabe der korrekten Höhe des ersten Elements 100 der Verrohrung (z.B. 8m)
 - Schritt 2: Werkzeugspitze direkt neben der VRM auf den Boden setzen und die entsprechende Seillänge im Bagger 1 speichern
 - Schritt 3: Werkzeugspitze auf die gleiche Höhe wie das obere Ende des ersten Elements 100 der Verrohrung bringen, Seillänge wird gespeichert. Die Differenz der beiden Seillängenmessungen entspricht der Länge des Elements oberhalb des Bodens, die Differenz zur korrek-

ten Höhe dieses Elements ist bereits die Tiefe der Verrohrung 100 beim Beginn.

[0031] Die Vorteile einer automatischen Tiefenmessung sind:

- Möglicher Austausch der Tiefeninformation mit dem Steuerungssystem bzw. Bediener-Informationssystems des Baggers 1 oder des Bohrgerätes.
- Anzeige der Tiefe für den Bediener der VRM, den Bediener des Baggers 1 oder des Bohrgerätes und für den Baustellenleiter.
- Vermeidung von voreilem Bohren und damit Vermeidung der Auflockerung des Bodens unterhalb der Bohrröhre 100.
- Eine optimierte Ansteuerung der VRM wird möglich, indem bei zu großem Vorsprung der Verrohrung 100 auf den Bohrfortschritt die Geschwindigkeit der VRM reduziert wird oder gar gestoppt wird, bspw. durch Anpassung der Rotationsgeschwindigkeit.
- Wird die Information über die Tiefe mit dem Bagger 1 bzw. dem Bohrgerät ausgetauscht, kann der Energiefluss zur VRM gesteuert bzw. unterbunden werden, um die Auslastung des Baggers 1 bzw. des Bohrgerätes zu optimieren.
- Bei bekannter Länge der Verrohrung 100 kann die VRM die restliche zur Verfügung stehende Rohrlänge berechnen und somit den Verrohrungsvorgang stoppen, wenn die Rohroberkante eine Mindesthöhe erreicht oder unterschreitet.
- Bei bekannten Längen der Rohr-Teilstücke kann die VRM ein Klemmen an den Rohr-Verbindungsstellen vermeiden.
- Eine Messung der Tiefe ermöglicht in weiterer Folge auch eine Messung der Vortriebsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Tiefe und der dazu benötigten Energie.
- Über ein Monitoring der Tiefe kann eine Prädiktion erstellt werden wann der Pfahl fertiggestellt wird, um z.B. die Beton-Anlieferung für den Pfahl zeitlich einzugrenzen. In weiterer Folge kann durch eine Aufzeichnung von "Bodenprofilen" benachbarter Pfähle diese Prädiktion optimiert werden.

Anwendungsbeispiel

[0032] Ein Seilbagger 1 fährt mit angehängter VRM an einen Punkt, an dem mittels Verrohrung 100 ein Pfahl gegründet wird. Der Seilbagger 1 hebt das erste Teilstück 100 der Verrohrung in die VRM und richtet mittels Seil grob die vertikale Stellung der Verrohrung 100 aus. Mittels Hydraulik wird der Tisch 301 gegenüber dem Rohrteilstück 100 verklemmt. Mittels differentiell GPS wird das Rohr 100 in x- und y-Richtung platziert und die Neigung der Verrohrung 100 wird eingestellt. Die Bodenplatte 201 der VRM wird nun abgesetzt und die Tiefenmessung auf null gesetzt. Nun beginnt der Eindrehprozess: die beiden Hubzylinder heben die Bodenplatte 201 an,

die beiden Oszillierzylinder versetzen den Tisch 301 in Drehbewegungen, das Eigengewicht der Verrohrung 100 plus das Zusatzgewicht des Tisches 301 und der Bodenplatte 201 drücken das Rohr 100 in den Boden. Durch das Eindrehen der Verrohrung 100 senkt sich der Bohrtisch 301 und die Änderung der Bohrtischhöhe wird aufgezeichnet. Nachdem die Bodenplatte 201 wieder den Boden erreicht hat, wird die Verklemmung des Bohrtisches 301 mit der Verrohrung 100 gelöst. Die Aufzeichnung der Änderung der vertikalen Bohrtisch-Position wird nun pausiert. Der Bohrtisch 301 wird angehoben und anschließend wird der Bohrtisch 301 wieder mit der Verrohrung 100 verklemmt. Die Aufzeichnung der Änderung der vertikalen Bohrtisch-Position (Verrohrungstiefe) wird fortgesetzt. Die aktuelle Verrohrungstiefe wird an das Bediener-Informationssystem zur Anzeige übermittelt.

[0033] Ein Rohrstück 100 mit 5 m Länge befindet sich in der VRM. Die Länge des Rohrstückes 100 wurde durch den Seilbagger 1 erfasst bzw. wurde vom Fahrer manuell in das Steuerungssystem eingegeben und an das Steuerungssystem der VRM weitergeleitet. Die aktuelle Tiefe der Rohrunterkante ist 3 m, damit ergibt sich die Höhe über Boden der Rohroberkante zu 2 m. Die VRM erkennt, dass die maximale Tischhöhe beim nächsten Hub nur 1.5 m sein kann.

[0034] Durch weiteren Fortschritt erhöht sich die Tiefe auf 3.5 m. Die Rohroberkante ist damit 1.5 m über dem Boden. Die VRM erkennt, dass das Fortsetzen der Verrohrungstätigkeit nicht mehr möglich ist, da sonst der Tisch 301 über die Rohroberkante fahren würde, und stoppt den Prozess. In Folge wird ein weiteres Rohrstück 100 mit 4 m Länge am ersten Rohrstück 100 angebracht und die Länge des Rohrstückes 100 wird dem Steuerungssystem der VRM mitgeteilt. Die VRM wird aktiviert und setzt den Verrohrungsprozess fort. Beim Anheben des Tisches 201 und anschließendem Klemmen der Verrohrung 100 wählt die VRM eine Tisch-Höhe oberhalb der Verbindungsstelle der beiden Rohrstücke 100.

[0035] Nach Fertigstellung der Bohrung wird der Pfahl betoniert. Die Verrohrung 100 wird dabei aus dem Loch gezogen. Die Längen der Rohrstücke sind in dem Steuerungssystem der VRM gespeichert. Beim Ziehen achtet die VRM darauf, dass die Verrohrung durch den Klemmmechanismus am Tisch 301 bzw. die Absturzsicherung nicht an den Verbindungsstellen der Rohrstücke 100 geklemmt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Tiefenmessung der Verrohrung bei der Pfahlgründung mit einem Anbaugerät für eine Trägermaschine umfassend einen Tisch zum Einspannen eines Rohres, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertikalbewegung des Tisches sensorisch mittelbar oder unmittelbar erfasst und summiert wird,

um die aktuelle Verrohrungstiefe zu berechnen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung der Vertikalbewegung des Tisches die Bewegung und/oder Lage einer Lenkstange, die einerseits gelenkig mit dem Tisch und andererseits mit einem feststehenden Teil des Anbaugerätes verbunden ist, erfasst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel der Lenkstange erfasst wird, insbesondere mittels wenigstens eines auf oder an der Lenkstange montierten Neigungssensors und/oder Winkelgebers.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktuelle Vertikalposition des Tisches unter Berücksichtigung der Geometrie des Anbaugerätes aus dem erfassten Neigungswinkel abgeleitet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertikalbewegung des Tisches über die zeitliche Änderung der vertikalen Tischposition während des Pfahlgründungsvorgangs bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vertikalbewegung des Tisches nur dann für die Berechnung der Verrohrungstiefe berücksichtigt wird, wenn die Verrohrung fest im Tisch eingespannt ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspannung der Verrohrung innerhalb des Tisches mittels ein oder mehrerer innerhalb des Klemmsystems angeordneter Drucksensoren überprüft wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tischneigung gegenüber der Horizontalen erfasst und für die Berechnung der Verrohrungstiefe berücksichtigt wird, insbesondere bei der Erstellung eines Schrägpfahls.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verrohrungstiefe und/oder die ermittelten Sensordaten über eine Kommunikationsschnittstelle des Anbaugerätes an ein externes Gerät, insbesondere die Trägermaschine oder einen externen Server, übertragen werden und/oder auf einem Anzeigeelement des Anbaugerätes und/oder eines externen Gerätes angezeigt werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der be-

kannten Rohrlänge des eingespannten Rohres und der berechneten Verrohrungstiefe die verbleibende, aus dem Boden herausragende Rohrlänge bestimmt wird und die Pfahlgründung automatisch gestoppt wird, sobald die Rohroberkante eine Mindesthöhe unterschreitet. 5

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vortriebsgeschwindigkeit des Pfahlgründungsvorgangs in Abhängigkeit von der berechneten Verrohrungstiefe und gegebenenfalls unter Berücksichtigung der benötigten Antriebsenergie des Anbaugerätes ermittelt wird. 10

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verrohrungstiefe mit dem parallelen Aushubfortschritt verglichen wird und der Pfahlgründungsprozess durch das Anbaugerät vorzugsweise gestoppt bzw. angehalten wird, falls der Vorsprung der Verrohrungstiefe über einem Toleranzwert liegt, wobei der Aushubfortschritt vorzugsweise über eine Schnittstelle von der Trägermaschine abgerufen wird. 15 20 25

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch kontinuierliche Überwachung der Verrohrungstiefe eine Prädiktion bezüglich der Fertigstellung des Pfahls bestimmt wird, idealerweise wird die Prädiktion unter Berücksichtigung etwaiger gespeicherter Bodenprofile bestimmt, die bspw. während vorangegangener Pfahlgründungsvorgängen benachbarter Pfähle erstellt wurden. 30 35

14. Anbaugerät für eine Trägermaschine, insbesondere Seilbagger oder Bohrgerät, zur Pfahlgründung mit einem Tisch zum Einspannen eines Rohres und wenigstens einer integrierten Rechneinheit zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche. 40 45 50 55

Fig. 1a

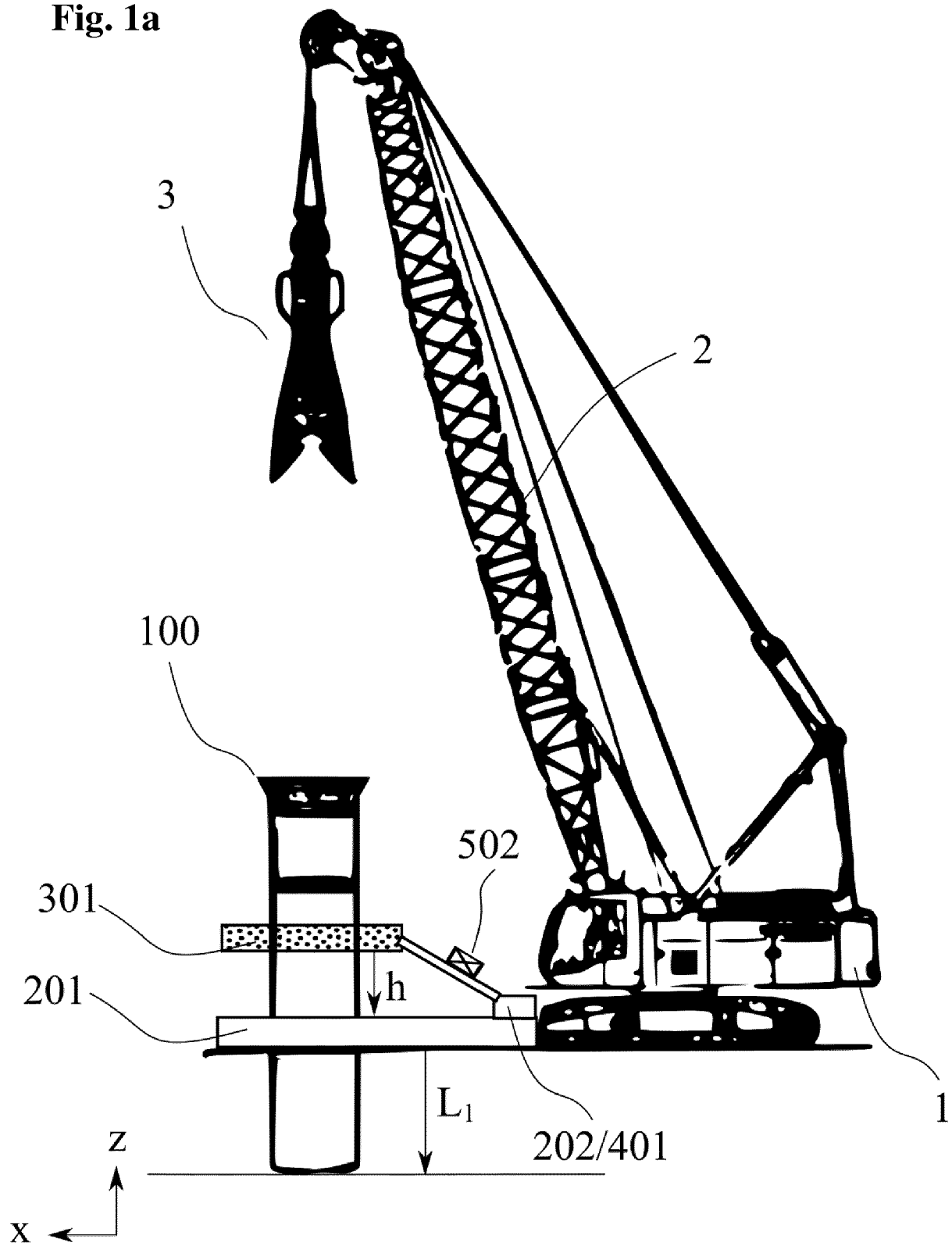


Fig. 1b

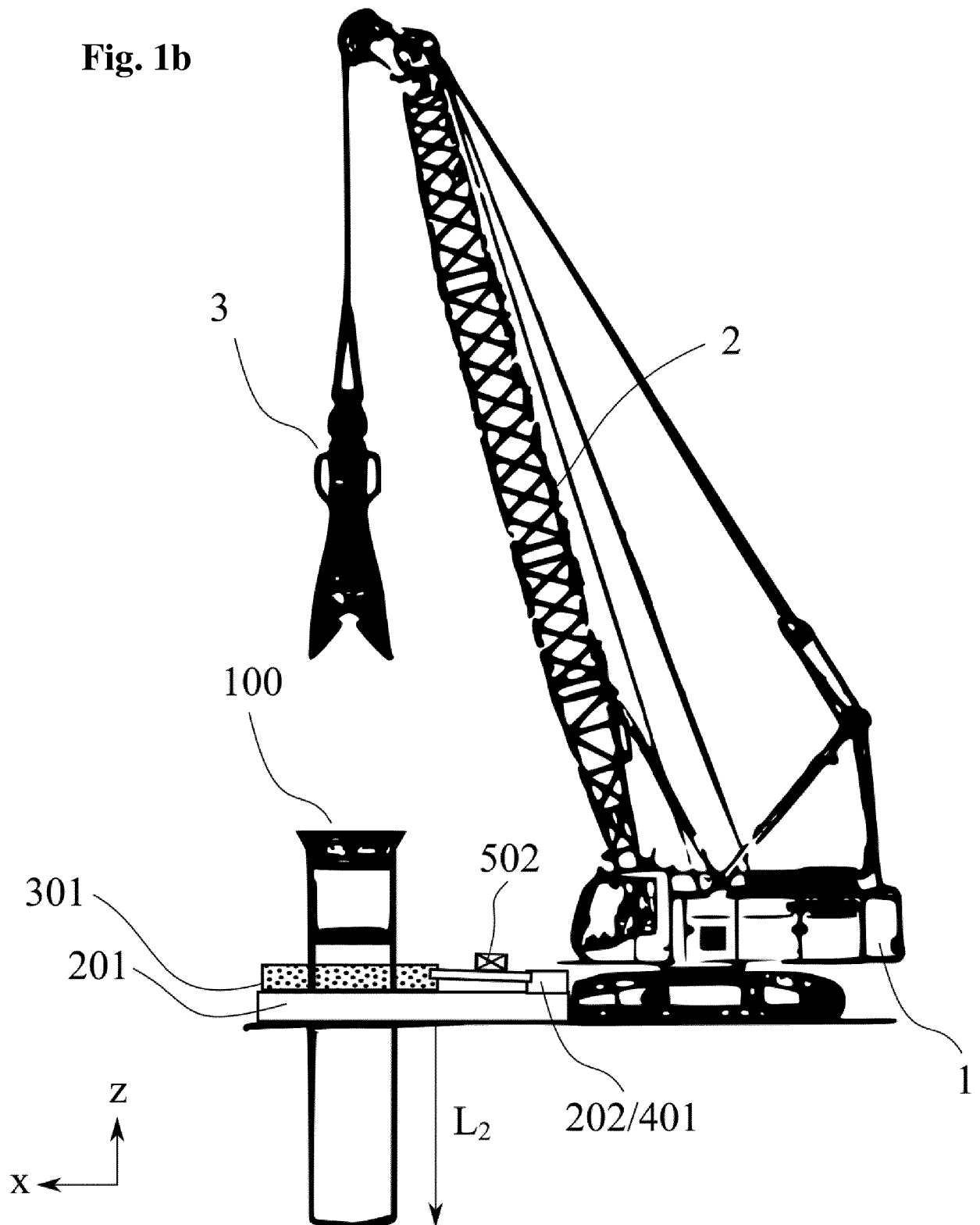


Fig. 2a

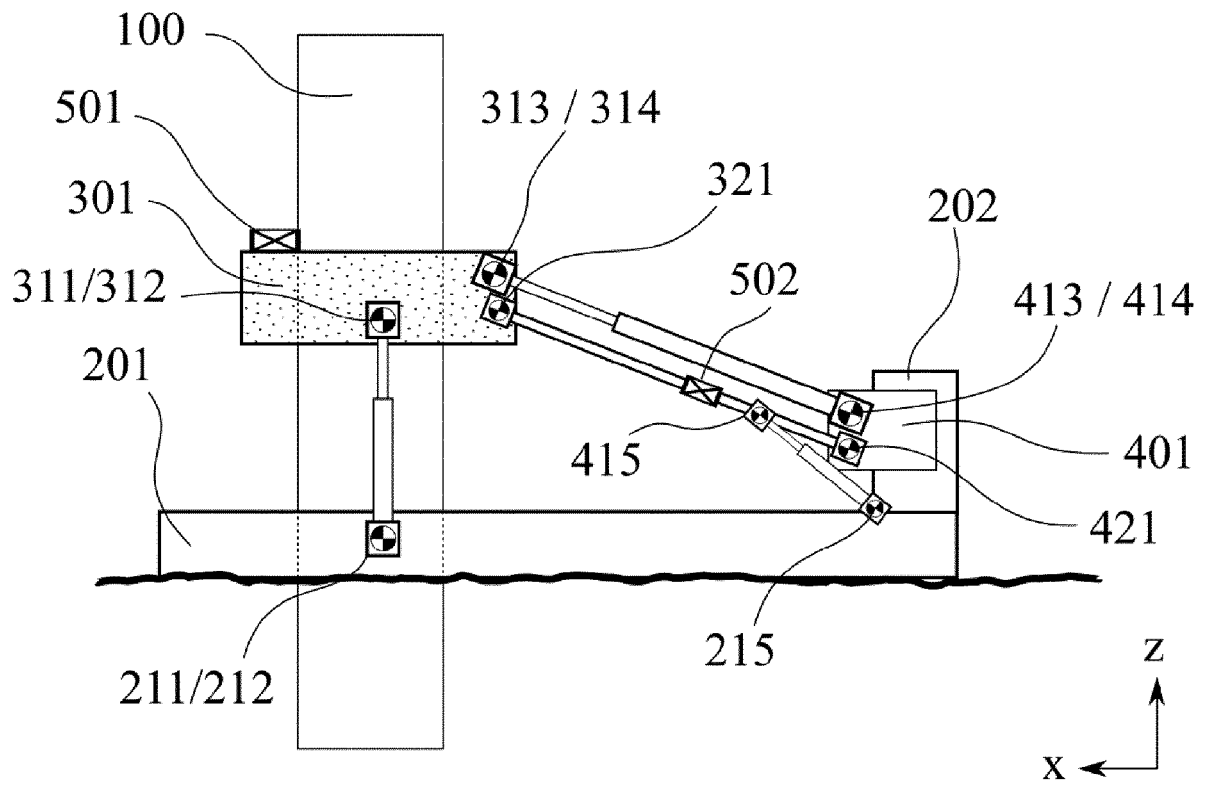
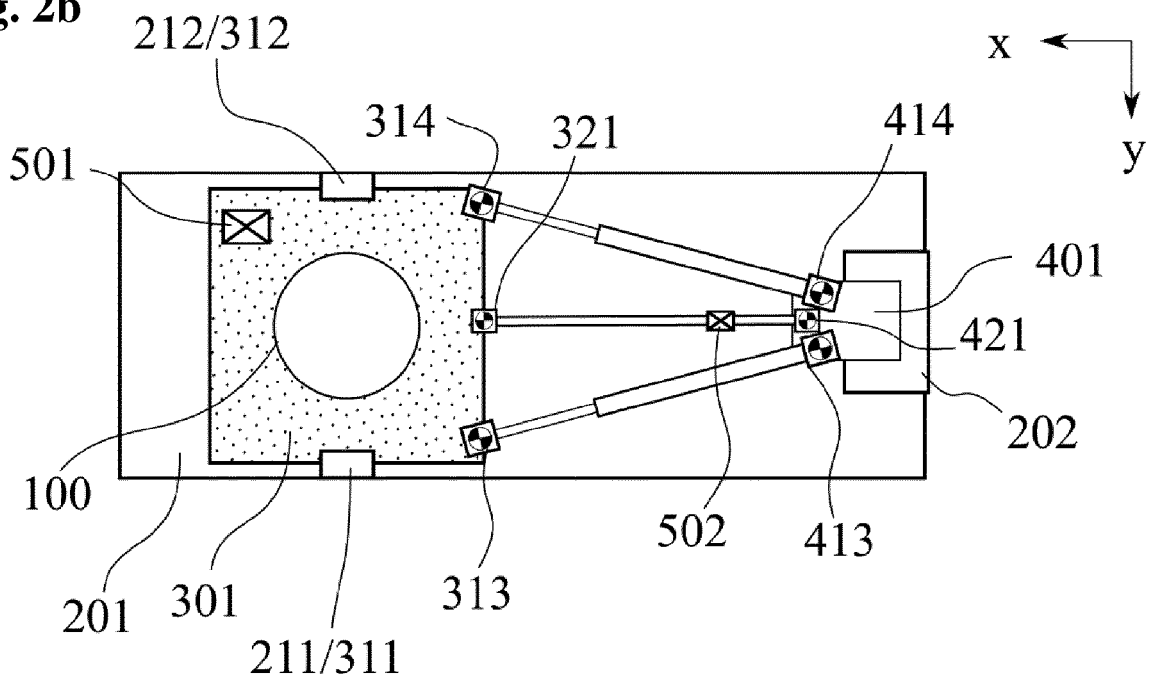


Fig. 2b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 8770

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	EP 3 081 737 A2 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]) 19. Oktober 2016 (2016-10-19)	1,5,9, 10,12-14	INV. E02D7/28
Y	* Absatz [0017] - Absatz [0041]; Abbildung 1 *	8	E02D13/06
A	* Absatz [0010] - Absatz [0012] *	2-4,11	E21B3/025 E21B3/03
Y	JP S59 15124 A (TAKECHI KOMUSHO KK) 26. Januar 1984 (1984-01-26)	8	
A	* Absatz [0001] - Absatz [0003]; Abbildungen 1-3 *	1-7,9-14	
X	JP 2002 021076 A (NIPPON STEEL CORP) 23. Januar 2002 (2002-01-23)	14	
A	* Absatz [0011] - Absatz [0047]; Abbildung 3 *	1-13	
A	DE 85 35 088 U1 (KLEMM BOHRGERÄTE) 18. August 1988 (1988-08-18)	1-14	
	* Seite 2, Zeile 26 - Seite 9, Zeile 2; Abbildungen 1-2,4 *		
A	CH 434 133 A (BADE & CO GMBH [DE]) 15. April 1967 (1967-04-15)	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E02D E21B
	* Spalte 1, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 9; Abbildungen 1,2,4 *		
A	AT 363 044 B (LEFFER STAHL & APP) 10. Juli 1981 (1981-07-10)	1-14	
	* Seite 4, Zeile 6 - Seite 9; Abbildungen 1,3,16 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Juli 2019	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 15 8770

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.

23-07-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3081737 A2	19-10-2016	CN 106065767 A	02-11-2016
		DE 102015105908 A1	20-10-2016
		EP 3081737 A2	19-10-2016
		ES 2669509 T3	28-05-2018
		TR 201807098 T4	21-06-2018
		US 2016305234 A1	20-10-2016

JP S5915124 A	26-01-1984	JP H021928 B2	16-01-1990
		JP S5915124 A	26-01-1984

JP 2002021076 A	23-01-2002	JP 3831181 B2	11-10-2006
		JP 2002021076 A	23-01-2002

DE 8535088 U1	18-08-1988	KEINE	

CH 434133 A	15-04-1967	KEINE	

AT 363044 B	10-07-1981	KEINE	

EPO FORM P0461

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