



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(51) Int Cl.:
E02D 7/22 (2006.01)
E02D 7/28 (2006.01) **E02D 7/26 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19159059.5**

(22) Anmeldetag: **25.02.2019**

(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)
- **Mendler, Maximilian**
6800 Feldkirch (AT)
- **Wedl, Sebastian**
6800 Feldkirch (AT)

(30) Priorität: **26.02.2018 DE 102018104306**

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

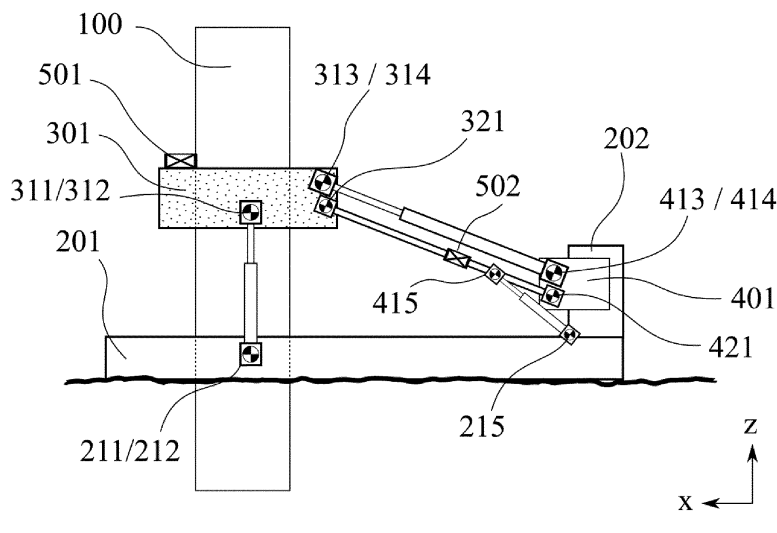
(72) Erfinder:
• **Jussel, Dr. Patrick**
6700 Bludenz (AT)

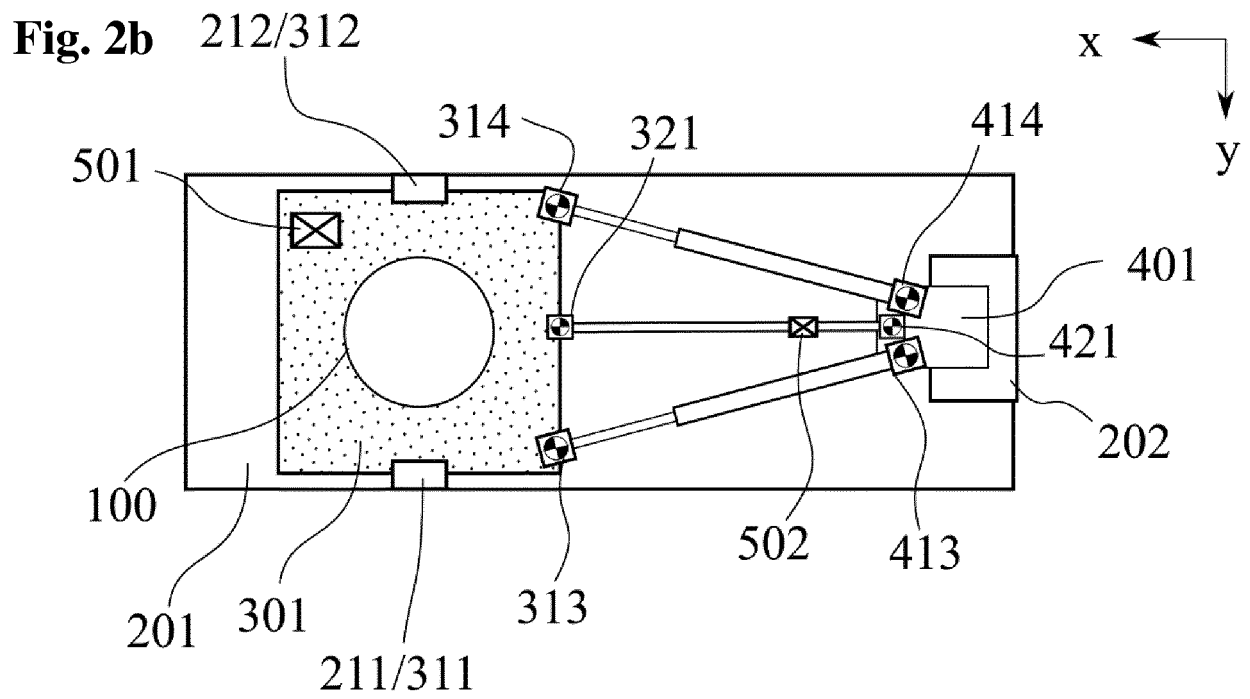
(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(54) **ANBAUGERÄT ZUM EINBRINGEN EINER VERROHRUNG BEI DER PFAHLGRÜNDUNG SOWIE VERFAHREN ZUM EINSTELLEN DER PFAHLNEIGUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Anbaugerät zum Einbringen einer Verrohrung bei der Pfahlgründung, insbesondere eine Verrohrungs- oder Rohrdrehmaschine, mit einem Tisch zum Einspannen und Rotieren eines Rohres, wobei wenigstens ein Aktor zur Neigungsverstellung des Tisches gegenüber der Horizontalen vorgesehen ist, und wobei wenigstens ein Sensor zur Erfassung der Tischneigung am Anbaugerät installiert ist, und eine Rechneinheit des Anbaugerätes vorgesehen ist, die konfiguriert ist, das Rohr in Abhängigkeit der Sensorwerte in einem definierten Soll-Winkel auszurichten.

Fig. 2a





Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Anbaugerät zum Einbringen einer Verrohrung bei der Pfahlgründung, insbesondere eine Verrohrungs- oder Rohrdrehmaschine, mit einem Tisch zum Einspannen und Rotieren eines Rohres, wobei wenigstens ein Aktor zur Neigungsverstellung des Tisches gegenüber der Horizontalen vorgesehen ist.

[0002] Beim Erstellen von Pfählen mittels des gattungsgemäßen Anbaugerätes in Kombination mit einer Trägermaschine, insbesondere einem Seilbagger, arbeiten zwei an und für sich unabhängige Geräte gemeinsam. Der Seilbagger umfasst einen Ausleger und einen am Seil befestigten Greifer für das Ausgraben eines Bohrloches innerhalb einer in das Erdreich eingebrachten Verrohrung. Zur in etwa gleichzeitigen Einbringung der Verrohrung ist am Seilbagger eine Verrohrungsmaschine montiert, die einen verstellbaren Tisch zur Aufnahme der Verrohrung umfasst. Unter gleichzeitiger Rotation der Verrohrung wird das aufgenommene Rohr durch die Verrohrungsmaschine in den Boden gepresst. Durch dieses Zusammenspiel senkt sich die Verrohrung in den Boden, während der Seilbagger das Erdreich in der Verrohrung mittels des Greifers ausbaggert.

[0003] Bei der Erstellung eines Pfahls ist eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale, dass der Pfahl präzise vertikal bzw. mit einem präzise vorher bestimmten Neigungswinkel erstellt wird. Für den Bediener der Verrohrungsmaschine ist dementsprechend die Abweichung der Neigung der eingebrachten Verrohrung von dieser Vorgabe minimal zu halten. Bei konventionellen, gemäß dem Stand der Technik verfügbaren Verrohrungsmaschinen wird diese vertikale Ausrichtung hauptsächlich durch den Bediener des Anbaugerätes sowie einem Helfer gelöst. Für die Ausrichtung bzw. Überprüfung des Eintrittswinkels des Bohrrohres wird der Maschinenablauf gestoppt und der Helfer misst mittels Wasserwaage die Rohrneigung. Darauf basierend werden entsprechende Anweisungen an den Bediener erteilt, dieser das Anbaugerät solange einstellt, bis das Rohr vertikal bzw. im gewünschten Winkel ausgerichtet ist. Anschließend wird das Rohr weiter eingedreht, und die Überprüfungsprozedur nach einiger Zeit wiederholt.

[0004] Nachteilig an diesem Vorgehen ist jedoch, dass die Genauigkeit der Justierung stark von der Erfahrung des Bedieners sowie des Helfers abhängt. Für das Sicherstellen der vertikalen Ausrichtung muss die Maschine jedes Mal gestoppt werden, da ein Helfer sich in den Gefahrenbereich der Maschine begeben muss. Zudem ist diese Messung zeitaufwendig und die Maschine kann erst nach Abschluss der Messung wieder ihren Betrieb aufnehmen.

[0005] Die Idee der vorliegenden Erfindung besteht darin, das Ausrichten und Überprüfen des Neigungswinkels der Verrohrung automatisiert bzw. teilautomatisiert umzusetzen, um dadurch den Maschinenbetrieb insgesamt zu optimieren. Insbesondere ist es wünschenswert, diesen Vorgang während des regulären Betriebs ausfüh-

ren zu können, um einen langwierigen Maschinenstopp zu vermeiden.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Anbaugerät gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Gerätes sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Erfindungsgemäß wird für das gattungsgemäße Anbaugerät vorgeschlagen, dieses mit wenigstens einem Sensor zur Erfassung der Tischneigung auszustatten. Darüber hinaus wird eine Recheneinheit integriert, die konfiguriert ist, das eingespannte Rohr in Abhängigkeit der Sensorwerte in einem definierten Sollwinkel auszurichten, dies insbesondere durch entsprechende Ansteuerung des wenigstens einen Aktors zur Neigungsverstellung des Tisches.

[0008] Dementsprechend kann der vorstehend erläuterte Mechanismus zum erstmaligen Einstellen des Neigungswinkels bzw. zur späteren Überprüfung des korrekten und gewünschten Neigungswinkels automatisiert ablaufen, ohne dass sich hierfür eine Person in den Gefahrenbereich des Anbaugerätes begeben muss. Idealerweise läuft dieser automatisierte bzw. teilautomatisierte Assistent autark auf der Recheneinheit des Anbaugerätes ab. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Funktion dieser Automatisierung bzw. zumindest Teilfunktionen des Verfahrens auf das Trägergerät auszulagern.

[0009] Das Anbaugerät ist für eine Montage an einer Trägermaschine gedacht. Als Trägermaschine kommt insbesondere ein Seilbagger oder ein sonstiges Bohrgerät in Betracht.

[0010] Als passender Sensor für die Erfassung der Tischneigung dient beispielsweise ein Neigungssensor, der die Neigung des Tisches unmittelbar erfasst. Von Vorteil ist der Einsatz eines zweiachsigen Neigungssensors, der die Tischneigung um zwei Achsen, insbesondere um zwei Horizontalachsen erfasst, die bspw. im rechten Winkel zueinander liegen.

[0011] Alternativ oder zusätzlich kann als Sensor ebenfalls ein Beschleunigungssensor eingesetzt werden, insbesondere ein mehrachsiger Beschleunigungssensor. Die hierdurch erfassten Beschleunigungskräfte am Tisch können mittels der Recheneinheit auf die tatsächliche Tischneigung zurückgerechnet werden. Insbesondere wird hierbei die am Tisch wirkende Erdbeschleunigung der Tischneigung erfasst und berücksichtigt.

[0012] Gemäß bevorzugter Ausführungsform ist wenigstens ein Aktor ein Zylinder, insbesondere ein Hydraulik- oder Pneumatikzylinder. Für die Verstellung der Tischneigung kann vorgesehen sein, dass wenigstens ein erster Zylinder montiert ist, der eine Tischneigung um eine erste Horizontalachse ermöglicht und wenigstens ein zweiter Zylinder zur Verstellung der Tischneigung um eine senkrecht zur ersten Horizontalachse liegenden zweiten Horizontalachse angeordnet ist. Für die Neigungseinstellung des Tisches bzw. Sollwinkleinstellung des Rohres wird in Abhängigkeit der erfassten Neigungswinkel vorzugsweise durch die Recheneinheit zumindest

der wenigstens eine erste und/oder der wenigstens eine zweite Zylinder entsprechend angesteuert.

[0013] Gemäß einer konkreten Umsetzung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Anbaugerät eine Bodenplatte umfasst, deren Abstand zum Tisch in Längsrichtung des eingespannten Rohres mittels wenigstens eines Hubaktors variierbar ist. Als Hubaktor ist besonders bevorzugt ein Hubzylinder geeignet. Denkbar ist es ebenso, dass wenigstens zwei Hubzylinder auf gegenüberliegenden Seiten des Tisches bzw. der Bodenplatte installiert sind, die sich parallel zueinander zwischen Bodenplatte und Tisch erstrecken. Durch eine Kolbenbewegung der Hubzylinder lässt sich der Abstand zwischen Bodenplatte und Tisch stufenlos einstellen. Zur Einstellung des Abstands werden üblicherweise beide Hubzylinder synchron betätigt. Durch abweichende Einfahr- bzw. Ausfahrbewegungen der jeweiligen Hubzylinder wird die Neigung des Tisches gegenüber der Horizontalen verstellt, was zur Einstellung des Neigungswinkels der Verrohrung genutzt wird.

[0014] Für die Einstellung der Tischneigung mittels der Hubzylinder ist es zweckmäßig, wenn die Bodenplatte Bodenkontakt hat. Insbesondere ist die Steuereinheit konfiguriert, eine Neigungseinstellung bei einem Bodenkontakt der Bodenplatte automatisch auszuführen bzw. freizugeben. Nach erfolgter Ausrichtung der Verrohrung wird die Bodenplatte wieder angehoben und der Verrohungsprozess fortgesetzt.

[0015] Gemäß weiterer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Tisch über wenigstens eine feste Lenkstange mit einem feststehenden Aufbau des Anbaugerätes verbunden ist. Der feststehende Anbau dient in der Regel zur Montage des Anbaugerätes am Trägergerät und ist vorteilhafterweise fest mit der Bodenplatte verbunden. Die Lenkstange kann gelenkig mit dem Tisch als auch mit dem feststehenden Aufbau des Anbaugerätes verbunden sein. Ergänzend kann ein Lenkaktor vorgesehen sein, um den Schwenkwinkel der Lenkstange gegenüber der Horizontalen zu beeinflussen. Durch die gelenkige Anbindung am Tisch kann mittels der Lenkstange eine Neigung des Tisches bewirkt werden, insbesondere um eine Horizontalachse, die senkrecht zu der Horizontalachse steht, um die sich der Tisch bei Betätigung der Hubzylinder neigt. Als Lenkaktor eignet sich wenigstens ein Lenkzylinder, der einerseits gelenkig an der Lenkstange angebracht und andererseits gelenkig mit dem feststehenden Aufbau des Anbaugerätes verbunden ist.

[0016] Das erfindungsgemäße Anbaugerät umfasst einen Rotationsantrieb zur Erzeugung der Rotationsbewegung der eingespannten Verrohrung um deren Längsachse. Bei Rohrdrehmaschinen wird eine vollständige und meist kontinuierliche Umdrehung der Verrohrung um ihre Längsachse erzeugt, insbesondere mittels eines motorischen Drehantriebes. Bei Verrohrungsmaschinen wird stattdessen eine oszillierende Rotationsbewegung des eingespannten Bohrrohres erzeugt. Eine solche oszillierende Drehbewegung um die Rohrlängsachse kann

gemäß bevorzugter Ausführung durch ein oder mehrerer Oszillationszylinder bewirkt werden. Diese greifen seitlich versetzt am Tisch an und erzeugen durch abwechselnde Stangenbewegungen eine oszillierende Rotationsbewegung des Tisches um eine Vertikalachse. Vorzugsweise sind die Zylinder, insbesondere die Zylinderstangen, an End- bzw. Eckbereichen des Tisches montiert, während die gegenüberliegende Zylinderseite, d.h. der Zylindermantel, am feststehenden Aufbau des Anbaugerätes befestigt ist.

[0017] Weiterhin kann ein Führungselement am feststehenden Aufbau des Anbaugerätes vorgesehen sein, das verschiebbar zum feststehenden Aufbau geführt ist. Das Führungselement kann zur Aufnahme der Lenkstange und/oder der Oszillierzylinder dienen, um diese ebenfalls in Vertikalrichtung versetzen zu können.

[0018] Neben dem erfindungsgemäßen Anbaugerät betrifft die vorliegende Erfindung zudem eine Trägermaschine, insbesondere einen Seilbagger oder ein geeignetes Bohrgerät, mit wenigstens einem montierten Anbaugerät gemäß der vorliegenden Erfindung. Dementsprechend ergeben sich für die Trägermaschine dieselben Vorteile und Eigenschaften, wie sie bereits vorstehend anhand des erfindungsgemäßen Anbaugerätes erläutert wurden. Auf eine wiederholende Beschreibung wird aus diesem Grund verzichtet. Die Trägermaschine umfasst ein geeignetes Aushubgerät wie einen Greifer zum sogenannten Greiferbohren.

[0019] Weiterhin beansprucht wird von der Erfindung ein Verfahren zum Einstellen der Pfahlneigung bei einem Anbaugerät gemäß der vorliegenden Erfindung. Dieses Verfahren setzt sich im Wesentlichen aus den folgenden Schritten zusammen:

- Festlegen eines Sollwinkels eines eingespannten Rohres in dem dies in den Boden eingebracht werden soll. Üblicherweise wird das Rohr mit vertikaler Ausrichtung senkrecht in den Boden eingebracht. Anwendungsabhängig kann jedoch auch eine zur Horizontalen geneigte Einbringung der Verrohrung gewünscht sein.
- Gemäß einem weiteren Schritt wird der Ist-Winkel der Verrohrung mit Hilfe wenigstens eines der installierten Sensoren erfasst, insbesondere mittels des Neigungssensors bzw. Beschleunigungssensors. Mithilfe der Sensoren lässt sich die Tischneigung gegenüber der Horizontalen und entsprechend der Neigungswinkel des eingespannten Rohres bestimmen.
- Durch Vergleich des Ist-Winkels mit dem Sollwinkel wird eine Abweichung bestimmt. Liegt diese außerhalb eines entsprechenden Toleranzwertes, so kommt es zu einer Ansteuerung wenigstens eines Aktors zur Neigungsverstellung des Tisches, um den Ist-Winkel an den Sollwinkel heranzuführen.

[0020] Dieser Vorgang kann bei der Inbetriebnahme des Anbaugerätes zur initialen Ausrichtung des eingespannten Rohres zum Einsatz kommen. Ferner eignet sich das Verfahren auch zur kontinuierlichen Überwachung und Nachjustierung des Neigungswinkels während des laufenden Pfahlungsvorgangs.

[0021] Damit eine nachträgliche bzw. initiale Ausrichtung des Rohres mithilfe der Hubzylinder erfolgen kann, ist ein Bodenkontakt der Bodenplatte notwendig. Demzufolge wird das Verfahren vorzugsweise dann ausgeführt, sobald die Bodenplatte in Bodenkontakt kommt. Dies ist üblicherweise zu Beginn des Verfahrens der Fall, da hierbei nach dem Einspannen des Rohres die Hubzylinder soweit ausgefahren werden, bis die Bodenplatte Bodenkontakt hat. Für den nachfolgenden Verrohrungsbetrieb wird diese üblicherweise angehoben, sodass die Gewichtskraft der Bodenplatte zusätzlich auf das Rohr wirkt. Bei fortschreitender Eindringtiefe der Verrohrung kommt diese auch während des laufenden Verrohrungsbetriebs in Bodenkontakt. Ist dies der Fall, ist es vorteilhaft, wenn zu diesem Zeitpunkt der Ist-Winkel der Verrohrung kontrolliert wird und gegebenenfalls eine Anpassung des Soll-Winkels bzw. Ist-Winkels erfolgt.

[0022] Eine automatische Erkennung des Bodenkontaktes kann beispielsweise durch ein oder mehrere Drucksensoren erfolgen, die innerhalb wenigstens einem der verbauten Hubzylinder integriert sind.

[0023] Ferner ist es vorteilhaft, dass für eine Korrektur des Ist-Winkels eine Rotationsbewegung des Rohres bzw. eine oszillierende Drehbewegung des Tisches ausgesetzt wird. Dies ist insbesondere der Fall, wenn eine Anpassung des Neigungswinkels mithilfe der Hubzylinder zu erfolgen hat, da in diesem Fall die Bodenplatte zunächst in Bodenkontakt verbracht werden muss.

[0024] Es besteht jedoch ebenfalls die Möglichkeit, den Neigungswinkel des Rohres bzw. des Tisches während des regulären Verrohrungsbetriebs, d.h. auch bei einer rotierenden Bewegung des Rohres vorzunehmen. Hierbei wird durch eine passende Ansteuerung des Lenkzylinders der Neigungswinkel des Tisches justiert. Der Lenkzylinder befindet sich üblicherweise im Freilauf während der oszillierenden Bewegung des Tisches, denn die Drehbewegung des Tisches führt gleichzeitig zu einer Längenveränderung des Lenkzylinders. Auch die fortschreitende Eindringtiefe der Verrohrung und das entsprechende Absenken des Tisches nimmt Einfluss auf die Ausfahrlänge der Kolbenstange des Lenkzylinders, insbesondere nimmt diese mit zunehmender Eindringtiefe ab. Wird im laufenden Betrieb festgestellt, dass der Ist-Winkel der Verrohrung vom Soll-Winkel abweicht, kann durch eine kurzzeitige Sperroperation des ansonsten im Freilauf befindlichen Lenkzylinders temporär ein Drehmoment auf den Tisch aufgebracht werden (bei laufender oszillierender Bewegung), das eine Änderung des Tischneigungswinkels herbeiführt. Die Dauer der Sperrzeit des Lenkzylinders hängt von der zuvor bestimmten Abweichung des Ist-Winkels vom Soll-Winkel ab. Insbesondere verhält sich die Sperrzeit proportional zur fest-

gestellten Abweichung.

[0025] Die vorbeschriebene Vorgehensweise wird als passive Anpassung des Ist-Winkels verstanden. Alternativ dazu kann auch eine aktive Anpassung des Ist-Winkels mittels des Lenkzylinders erfolgen. Eine aktive Anpassung erfolgt durch aktive Verstellung des Lenkzylinders, d.h. durch aktive Druckbeaufschlagung einer der Zylinderkammern während der oszillierenden Bewegung des Tisches, um eine aktive Längenverstellung des Zylinders zu erreichen. Diese Energiezuführung erfolgt idealerweise im Wendepunkt der Oszillationsbewegung.

[0026] Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung sollen nachfolgend anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Trägermaschine mit montiertem Anbaugerät für die Pfahlgründung;

Figuren 2a, 2b: Detailansichten des erfindungsgemäßen Anbaugerätes in einer Seiten- und Draufsicht;

Figur 3: ein Ablaufdiagramm zum automatisierten Einstellen des Neigungswinkels der Verrohrung in Y-Richtung;

Figur 4: ein Ablaufdiagramm zum automatisierten Einstellen des Neigungswinkels der Verrohrung in X-Richtung gemäß dem Passiv-Verfahren;

Figur 5: ein Ablaufdiagramm zum automatisierten Einstellen des Neigungswinkels der Verrohrung in X-Richtung gemäß der aktiven Vorgehensweise und

Figuren 6a, 6b: eine Diagrammdarstellung des Verlaufs der Rohrtiefe während dem Eindrehen sowie eine weitere Diagrammdarstellung zur Verdeutlichung der Ausfahrlänge des Lenkzylinders über die Zeit.

[0027] Beim Erstellen von Pfählen mittels einer Verrohrungsmaschine (VRM) in Kombination mit einem Seilbagger (Greiferbohren) soll durch einen Assistenten die vertikale Ausrichtung der Verrohrung ermöglicht werden, ohne dass sich eine Person im Gefahrenbereich der Maschine aufhalten muss. Des Weiteren soll die Einstellung der vertikalen Ausrichtung nicht nur im statischen Fall einer ruhenden VRM (keine Oszillation) möglich sein, sondern auch eine Möglichkeit für das Korrigieren der vertikalen Ausrichtung im laufenden Betrieb (während dem Eindrehen) geschaffen werden.

[0028] Vorab werden einige Details des grundlegenden Aufbaus der Trägermaschine, hier ein Seilbagger, sowie der montierten Verrohrungsmaschine (VRM) beschrieben.

[0029] Beim Greiferbohren mit einer VRM arbeiten zwei an und für sich unabhängige Geräte gemeinsam am Erstellen eines Pfahls. Wie in Figur 1 beispielhaft dargestellt übernimmt der Seilbagger 1 mit einem drehbaren Oberwagen, einem Ausleger 2 und einem Greifer 3 das Ausgraben eines Lochs. Daran befestigt ist eine Verrohrungsmaschine, bestehend aus einer Bodenplatte 201 und einem gegenüber der Bodenplatte im Vertikalabstand verstellbaren Tisch 301.

[0030] Mit dieser Verrohrungsmaschine wird nun eine Verrohrung 100 folgendermaßen in den Boden eingetrieben: Der Tisch 301 wird beispielsweise mit Hilfe eines Spannzylinders mit der Verrohrung 100 verklemmt. Anschließend wird die Bodenplatte 201 angehoben, wodurch die Gewichtskraft der Verrohrung 100, des Tisches 301 und der Bodenplatte 201 vertikal nach unten auf die Verrohrung 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 in der Verrohrung mittels des Greifers 3 ausbaggert.

[0031] Weitere Details der Verrohrungsmaschine sind den Figuren 2a, 2b zu entnehmen, welche die Verrohrungsmaschine mit Verrohrung 100 in einer Seiten- und Draufsicht zeigen. Der Tisch 301 kann beispielsweise mittels Klemmen mit dem Rohr 100 verklemmt werden. Die Bodenplatte 201 kann bei verklemmtem Rohr 100 beispielsweise über Hubzylinder zwischen den Verbindungsstellen 211, 311 und 212, 312 angehoben werden. Durch eine synchronisierte Bewegungen der beiden Oszillatorzylinder zwischen den Verbindungsstellen 313/413 und 314/414 kann der Tisch 301 gegenüber der Bodenplatte 201 Drehbewegungen durchführen. Die fixe Lenkstange, die zwischen den Verbindungspunkten 321/421 montiert ist, kann durch Bewegung eines an den Punkten 215/415 angelenkten Zylinders die Neigung der Verrohrung um die y-Achse einstellen. Durch unterschiedliche Hubhöhe der beiden Hubzylinder kann die Neigung der Verrohrung 100 um die x-Achse eingestellt werden.

[0032] Die Drehpunkte 413, 414 und 421 lassen sich mittels einer Führung 401 horizontal gegenüber dem fix mit der Bodenplatte verbundenen Aufbau 202 verschieben. Ein an der Lenkstange installierter Neigungssensor oder Winkelgeber 502 kann bspw. zur Erfassung der Tischposition für eine Messung der Verrohrungstiefe genutzt werden.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Einstellung der Neigung des Pfahls soll nachfolgend eingehend beschrieben werden. Bei der Erstellung eines Pfahls ist

eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale, dass der Pfahl präzise vertikal (bzw. mit einem präzise vorher bestimmten Neigungswinkel) erstellt wird. Für den Bediener der Maschine ist die Abweichung von dieser Vorgabe minimal zu halten. In den folgenden Absätzen wird eine Methode beschrieben, wie bei einer intelligenten Verrohrungsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung und wie sie bereits anhand der Figuren 1, 2a, 2b beschrieben wurde die Einstellung eines Neigungswinkels automatisiert während des laufenden Betriebs durchgeführt werden kann.

[0034] Zentrales Element einer automatisierten Einstellung der Neigung einer Verrohrung ist der auf dem Tisch 301 montierte Sensor 501, der die Neigung des Tisches 301 gegenüber der Horizontalen misst ("Elektronische Wasserwaage"). Dabei kann es sich beispielsweise um einen zweiachsigen Neigungssensor 501 handeln, der die Neigung des Tisches 301 in zwei Achsen messen kann. Oder es kann sich etwa um einen mehrachsigen Beschleunigungsgeber handeln, der die Beschleunigungskräfte am Tisch 301 vollständig erfassen kann, die Neigung lässt sich in diesem Fall entsprechend der wirkenden Erdbeschleunigung ableiten. Durch das Verklemmen des Tisches 301 mit der Verrohrung 100 ist nun gewährleistet, dass der Tisch 301 senkrecht zur Richtung der Verrohrung 100 ist. Ist beispielsweise eine Verrohrung 100 in Richtung der z-Achse geplant (Standardverfahren), so sollte der Tisch 301 parallel zur xy-Ebene sein.

[0035] Zwei Prozesse stellen nun den Winkel der Verrohrung ein:

a) der Neigungswinkel um die x-Achse kann nur eingestellt werden, wenn die Bodenplatte 201 am Boden aufliegt. Durch Längenänderung von einem der beiden Hubzylinder (während der andere Zylinder blockiert ist) wird ein Drehmoment auf das Rohr 100 ausgeübt. Wenn das Rohr 100 noch nicht zu tief eingedreht ist, kann so die Neigung in y-Richtung verändert werden: Der an den Verbindungspunkten 211/311 befestigte Hubzylinder wird ausgefahren und der an den Punkten 212/312 angelenkte Hubzylinder wird blockiert. Hierdurch neigt sich das obere Ende des Rohrs 100 in negativer y-Richtung. Wird hingegen der Hubzylinder zwischen den Punkten 211/311 blockiert und der Hubzylinder zwischen den Verbindungspunkten 212/312 stattdessen ausgefahren, so neigt sich das obere Ende des Rohrs 100 in positiver y-Richtung.

b) der Neigungswinkel der Verrohrung 100 um die y-Achse kann durch eine Längenänderung des Lenkzylinders (Zylinder zwischen den Punkten 215/415) verändert werden. Wird der Lenkzylinder verkürzt, so wird die zwischen den Punkten 321/421 befestigte Lenkstange zum Bagger 1 herangezogen (negative x Richtung) und der obere Teil des Rohrs 100 neigt sich entsprechend. Wird der Lenkzylinder

verlängert, schiebt sich das obere Ende des Rohrs 100 vom Bagger 1 weg (positive x Richtung).

[0036] In weiterer Folge wird eine Neigung des oberen Rohrendes um die x-Achse mit dem Winkel α bezeichnet (eine Neigung in positiver y-Richtung entspricht einem positiven Winkel α), eine Neigung um die y-Achse mit dem Winkel β (in positiver x-Richtung entspricht positivem Winkel β).

Methode zum Teil-automatisierten initialen Einstellen des Neigungswinkels der Verrohrung

[0037] In der hier vorgestellten Methode soll das Ausrichten der Verrohrung 100 teilautomatisiert gelöst werden. Dadurch muss keine Person mehr den Gefahrenbereich betreten, sowohl der Bediener der VRM als auch der Fahrer des Seilbaggers 1 sehen direkt auf ihren jeweiligen Anzeigen die Neigung der Verrohrung 100. Die grobe Einstellung durch Verfahren des Seilbaggers 1 hat weiterhin manuell der Fahrer zu erledigen. Sobald das Rohr 100 grob eingerichtet ist, wird die Bodenplatte 201 der VRM am Boden abgesetzt, nun kann die feine Einstellung in Ruhe (ohne Oszillation) beginnen: wenn sich bei verklemmter Verrohrung 100 die Bodenplatte 201 der VRM am Boden befindet, so kann durch einen einfachen Abgleich des Neigungssensors 501 am Tisch 301 mit den beiden Hubzylindern sowie dem Lenkzylinder die Verrohrung 100 entsprechend dem gewünschten Winkel eingestellt werden. Dazu wird durch eine entsprechende Ansteuerung die Länge des Lenkzylinders verändert sowie einer der beiden Hubzylinder verlängert.

[0038] Nach dieser Einstellung bei ruhender VRM kann der Bediener der VRM mit dem Oszillieren beginnen, das Rohr 100 wird eingedreht, und die nächste Methode beginnt zu greifen.

Methode zum Automatisierten Einstellen bei fahrender VRM

[0039] Der hauptsächliche Vorteil einer elektronischen Wasserwaage in einer VRM mit einer integrierten Steuerung ist die Möglichkeit, dass die Einstellung der Rohrneigung im laufenden Betrieb kontrolliert und bei Abweichungen auch ohne Unterbrechung korrigiert werden kann. In den folgenden Absätzen werden drei Methoden vorgestellt, wie die Neigung automatisiert eingestellt werden kann:

Automatisierte Einstellung um x-Achse:

[0040] Das Verfahren ist in Figur 3 genauer erläutert: ein einfacher Algorithmus bestimmt, ob sich die Bodenplatte 201 am Boden befindet. Dies kann beispielsweise durch Drucksensoren in den Hubzylindern geschehen. In der hier vorgestellten Methode wird die Neigung des Tisches 301 (und damit der Verrohrung 100) erfasst und vollautomatisch werden des Arbeitsbetriebes korrigiert.

Falls es eine Abweichung des Winkels gibt, so wird das Oszillieren kurz gestoppt, der entsprechende Hubzylinder wird so lange angehoben, bis der Neigungswinkel stimmt. Im Anschluss werden die beiden Hubzylinder eingefahren, um die Bodenplatte 201 anzuheben, und das Oszillieren wird fortgesetzt. Um zu Beginn ein regelmäßiges Ausrichten um die x-Achse zu gewährleisten, werden die Hubzylinder nur geringfügig eingefahren, so dass häufiger ein Bodenkontakt erkannt und das Verfahren zur Korrektur des Neigungswinkel mit höherer Frequenz zur Ausführung kommt. Auf diese Weise ist kein Eingreifen durch den Bediener notwendig und kein Mensch muss sich in den Gefahrenbereich der Maschine begeben.

Automatisierte Einstellung um y-Achse, passives Verfahren:

[0041] Das Verfahren ist in Figur 4 genauer dargestellt: beim laufenden Oszillieren wird der gemessene Neigungswinkel um die y-Achse betrachtet. Falls eine Abweichung festgestellt wird, kann diese durch Verstellen des Lenkzylinders korrigiert werden. Während des Oszillierens bewegt sich der Anlenkpunkt 321 der Lenkstange von oben gesehen auf einem Kreissegment, entsprechend verstellt sich der Lenkzylinder (215/415) im laufenden Oszillationsbetrieb. Zu dieser Längenänderung kommt eine Längenänderung aufgrund des Absenkens des Tisches 301 hinzu. Das Verhalten des Lenkzylinders ist im Detail in Figur 6 verdeutlicht: während dem Eindrehen bewegt sich das Rohr 100 und damit auch der Tisch 301 nach unten, dargestellt in Figur 6. Der Lenkzylinder ist während dem Oszillieren im Freilauf und verändert oszillierend seine Länge, wie dies in Figur 6b gezeigt ist.

[0042] Beim passiven Verfahren wird nun durch entsprechende Algorithmen und/oder Sensoren festgestellt, ob die Länge des Lenkzylinders größer oder kleiner wird. Wird nun entsprechend der Logik gemäß dem Ablaufdiagramm der Figur 4 zum entsprechenden Zeitpunkt der Lenkzylinder hydraulisch gesperrt (Zeitdauer der Sperre ist proportional zur festgestellten Winkelabweichung), so übt die Lenkstange ein Drehmoment auf die Verrohrung 100 aus und der Winkel kann korrigiert werden. Typischerweise werden Verrohrungen 100 senkrecht erstellt ($\beta_s = 0$), es gibt allerdings auch Fälle, bei denen ein kleiner Sollwinkel β_s vorgegeben ist (geneigtes Rohr).

Automatisierte Einstellung um y-Achse aktives Verfahren:

[0043] Im Unterschied zum passiven Verfahren kann alternativ auch die Länge des Lenkzylinders aktiv beeinflusst werden, indem Hydraulikflüssigkeit einer der beiden Zylinderkammern des Lenkzylinders zugeführt wird. Diese Zufuhr kann zu jedem Zeitpunkt geschehen, optimal ist diese Zufuhr im Wendepunkte der Oszillationsbewegung (entspricht den lokalen Minima und Maxima der Kurve gemäß Figur 6b).

Praktisches Anwendungsbeispiel

[0044] Ein Seilbagger 1 fährt mit angehängter VRM an einen Punkt, an dem mittels Verrohrung ein Pfahl gegründet wird. Der Seilbagger 1 hebt das erste Teilstück der Verrohrung 100 in die VRM und richtet mittels Seil grob die Vertikalität aus. Mittels Hydraulik wird der Tisch 301 gegenüber dem Rohrteilstück 100 verklemmt. Mittels differentiell GPS wird das Rohr in x- und y-Richtung platziert, nun beginnt die Vertikalitätseinstellung: der Bediener der VRM setzt die Bodenplatte 201 der VRM ab und startet das automatische Ausrichten in Ruhe. Die Steuerungseinheit stellt eine Neigung in x-Richtung und y-Richtung fest. Einer der beiden Hubzylinder wird so lange angehoben, bis die Vertikalität um die x-Achse (bzw. Neigung in y-Richtung) feststeht. Parallel dazu wird auch der Lenkzylinder in seiner Länge verändert, bis auch die Vertikalität um die y-Achse (Neigung in x-Richtung) ungefähr stimmt. Ein genaueres Einrichten ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht notwendig, da die Vertikalität in den ersten Metern noch schwanken kann.

[0045] Nun beginnt der Eindrehprozess mit einem automatisierten Einrichteassistenten: der Tisch 301 ist mithilfe des Klemmzylinders mit der Verrohrung 100 verklemmt, die beiden Hubzylinder heben den Tisch 301 wenige Zentimeter an, die beiden Oszillierzylinder versetzen den Tisch in Drehbewegungen, das Eigengewicht der Verrohrung 100 plus das Zusatzgewicht der VRM drücken das Rohr 100 in den Boden. Nachdem die Bodenplatte 201 wieder den Boden erreicht hat wird automatisch eine Neigung um die x-Achse gemessen und im Falle von Abweichungen korrigiert (entsprechend Verfahren "Automatisierte Einstellung um x-Achse"). Unabhängig davon wird während der ersten 2-6 Meter laufend die Neigung um die y-Achse gemessen und laufend korrigiert (entsprechend dem aktiven oder passiven Verfahren). Nachdem das Rohr 100 einige Meter eingedreht wurde steht die Vertikalität des Rohres 100 fest, sie kann weder durch den Eindrehprozess noch durch die Zylinder weiter verändert werden, das Einstellen ist beendet.

Patentansprüche

1. Anbaugerät zum Einbringen einer Verrohrung bei der Pfahlgründung, insbesondere Verrohrungs- oder Rohrdrehmaschine, mit einem Tisch zum Einspannen und Rotieren eines Rohres, wobei wenigstens ein Aktor zur Neigungsverstellung des Tisches gegenüber der Horizontalen vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Sensor zur Erfassung der Tischneigung am Anbaugerät installiert ist, und eine Rechneinheit des Anbaugerätes vorgesehen ist, die konfiguriert ist, das Rohr in Abhängigkeit der Sensorwerte in einem definierten Soll-Winkel auszurichten.

2. Anbaugerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor ein Neigungssensor ist, insbesondere ein zweiachsiger Neigungssensor, der eine Tischneigung um zwei Achsen erfasst.

3. Anbaugerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor ein Beschleunigungssensor ist, insbesondere ein mehrachsiger Beschleunigungssensor zur Erfassung der Beschleunigungskräfte am Tisch, wobei die Rechneinheit konfiguriert ist, unter Berücksichtigung der erfassten und am Tisch wirkenden Erdbeschleunigung die Tischneigung berechnet.

4. Anbaugerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Aktor ein Zylinder, insbesondere Hydraulik- oder Pneumatikzylinder, ist, wobei vorzugsweise wenigstens ein erster Zylinder vorgesehen ist, der eine Tischneigung um eine erste Horizontalachse und wenigstens ein zweiter Zylinder zur Tischneigung um eine senkrecht zur ersten Horizontalachse liegenden zweiten Horizontalachse angeordnet ist, und wobei die Steuereinheit konfiguriert ist, zur Neigungseinstellung des Tisches bzw. Soll-Winkeleinstellung des Rohres wenigstens den ersten und/oder den zweiten Zylinder anzusteuern.

5. Anbaugerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anbaugerät eine Bodenplatte umfasst, deren Abstand zum Tisch mittels wenigstens eines Hubaktors, insbesondere mittels wenigstens eines Hubzylinders, einstellbar ist, wobei der wenigstens eine Hubaktor der Bodenplatte vorzugsweise der wenigstens eine erste Zylinder nach Anspruch 4 ist.

6. Anbaugerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tisch über wenigstens eine Lenkstange mit einem feststehenden Aufbau des Anbaugerätes fest verbunden ist, wobei eine Schwenkbewegung der Lenkstange über wenigstens einen Lenkaktor, insbesondere Lenkzylinder, ausführbar ist, wobei der Lenkaktor vorzugsweise dem wenigstens einen zweiten Zylinder nach Anspruch 4 entspricht.

7. Anbaugerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Rotationsantrieb vorgesehen ist, um das eingespannte Rohr um seine Längsachse in Rotation zu versetzen, insbesondere in Form ein oder mehrere Oszillationszylinder zum Ausführen einer oszillierenden Drehbewegung des Tisches.

8. Trägermaschine, insbesondere Seilbagger oder Bohrgerät, mit wenigstens einem Anbaugerät gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

9. Verfahren zum Einstellen der Pfahlneigung bei einem Anbaugerät gemäß einem der vorhergehenden Merkmale, mit den Schritten:
- a. Festlegen eines Soll-Winkels mit diesem das Rohr in den Boden eingebracht werden soll, 5
 - b. Erfassen des Ist-Winkels des Rohres anhand des erfassten Tischneigungswinkels gegenüber der Horizontalen und
 - c. Ansteuern wenigstens eines Aktors zur Neigungsverstellung des Tisches, sofern der Soll-Winkel des Rohres vom bestimmten Ist-Winkel abweicht. 10
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anpassung des Ist-Winkels erfolgt, sobald die Bodenplatte Bodenkontakt hat, wobei ein Bodenkontakt der Bodenplatte vorzugsweise mittels eines in wenigstens einem Hubzylinder bzw. im Hydraulikkreis des Hubzylinders integrierten Drucksensoren festgestellt wird. 15 20
11. Verfahren nach einem der Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Korrektur des Ist-Winkels eine Rotationsbewegung des Rohres bzw. eine oszillierende Drehbewegung des Tisches unterbrochen wird. 25
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Lenkzylinder während der oszillierenden Bewegung des Tisches im Freilauf ist und eine Anpassung des Ist-Winkels während des Pfahlvorgangs durch ein kurzzeitiges Sperren des Lenkzylinderfreilaufs während einer oszillierenden Bewegung des Tisches erfolgt, wobei die Zeitdauer der Sperre idealerweise proportional zur Abweichung des Ist-Winkels vom Soll-Winkel ist. 30 35
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anpassung des Ist-Winkels durch eine aktive Energiezuführung zum Lenkzylinder während der oszillierenden Bewegung des Tisches erfolgt, insbesondere kann Hydraulik- oder Pneumatikmedium auf einer der beiden Zylinderseiten zugeführt werden. 40 45
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiezufuhr im Wendepunkt der Oszillationsbewegung erfolgt. 50

Fig. 1

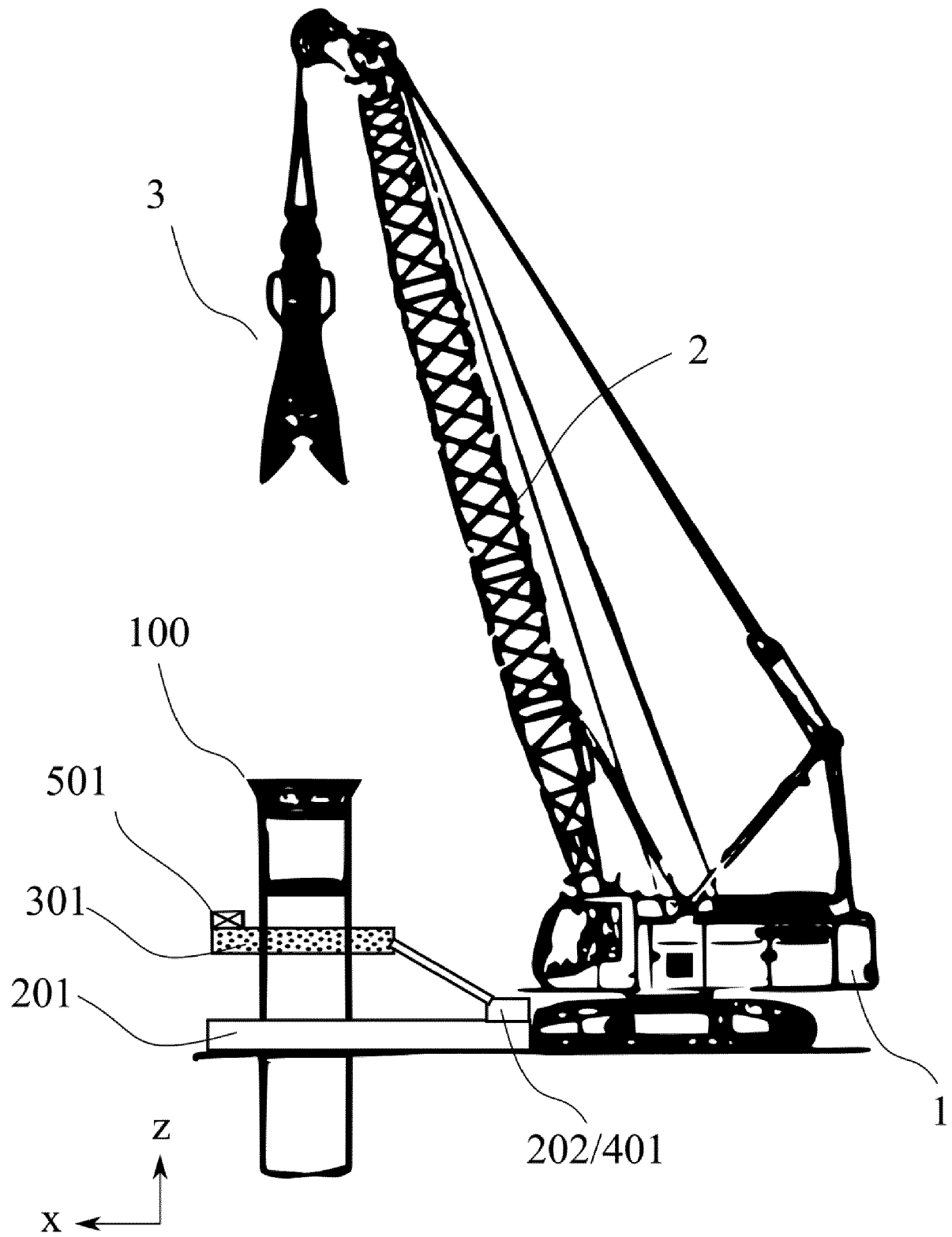


Fig. 2a

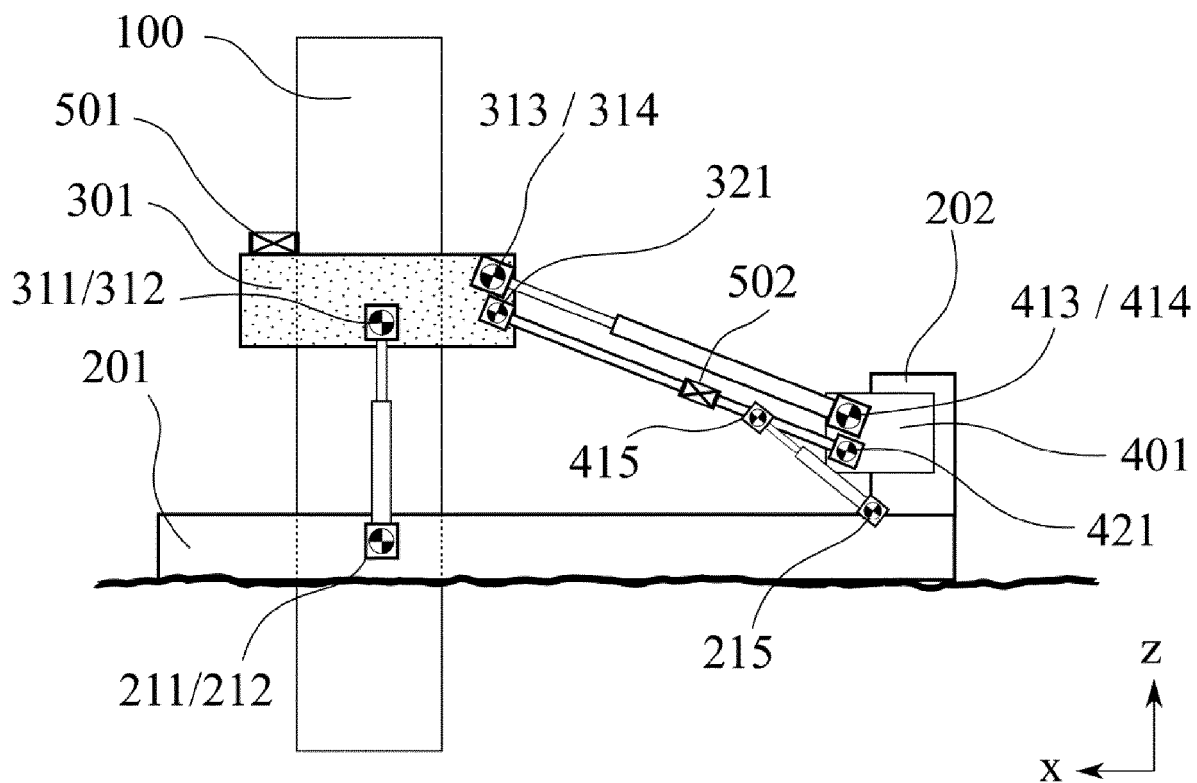


Fig. 2b

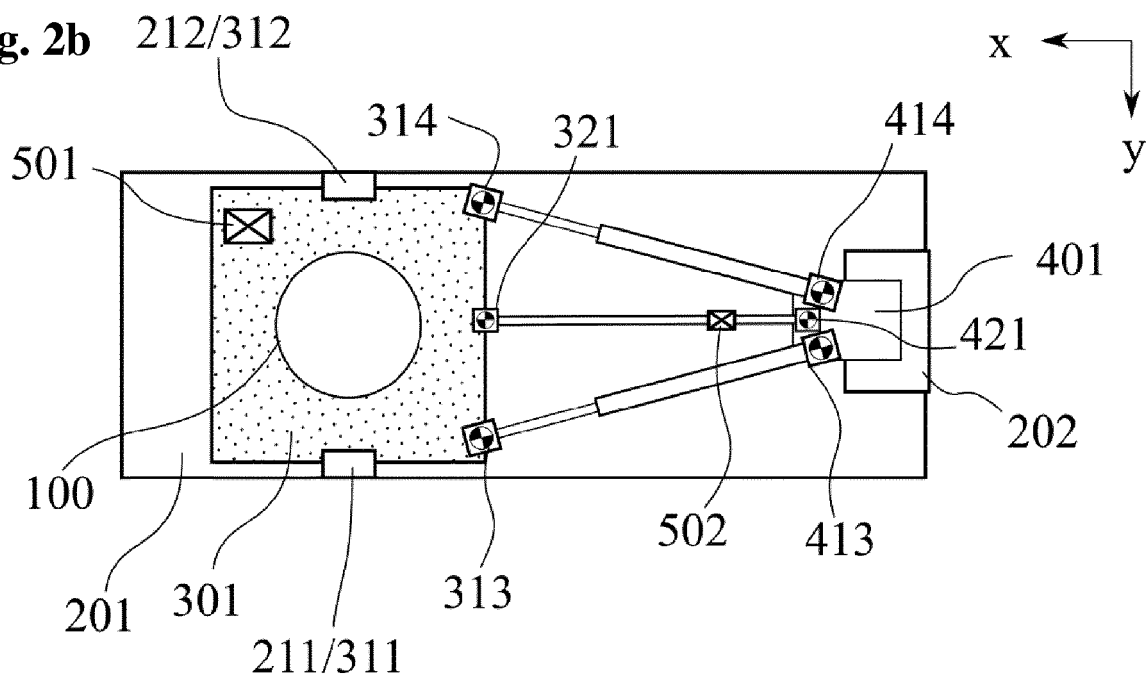


Fig. 3

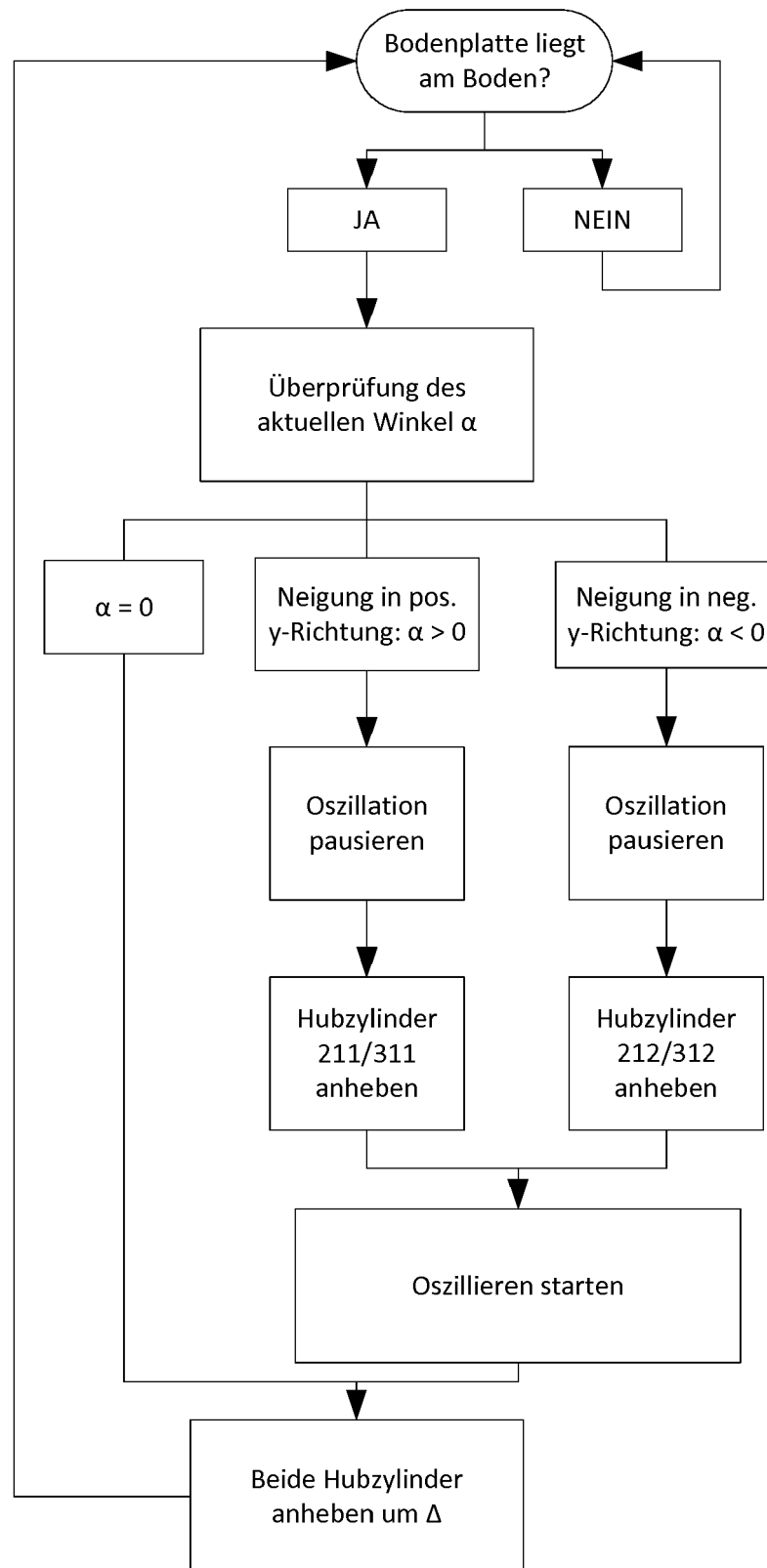


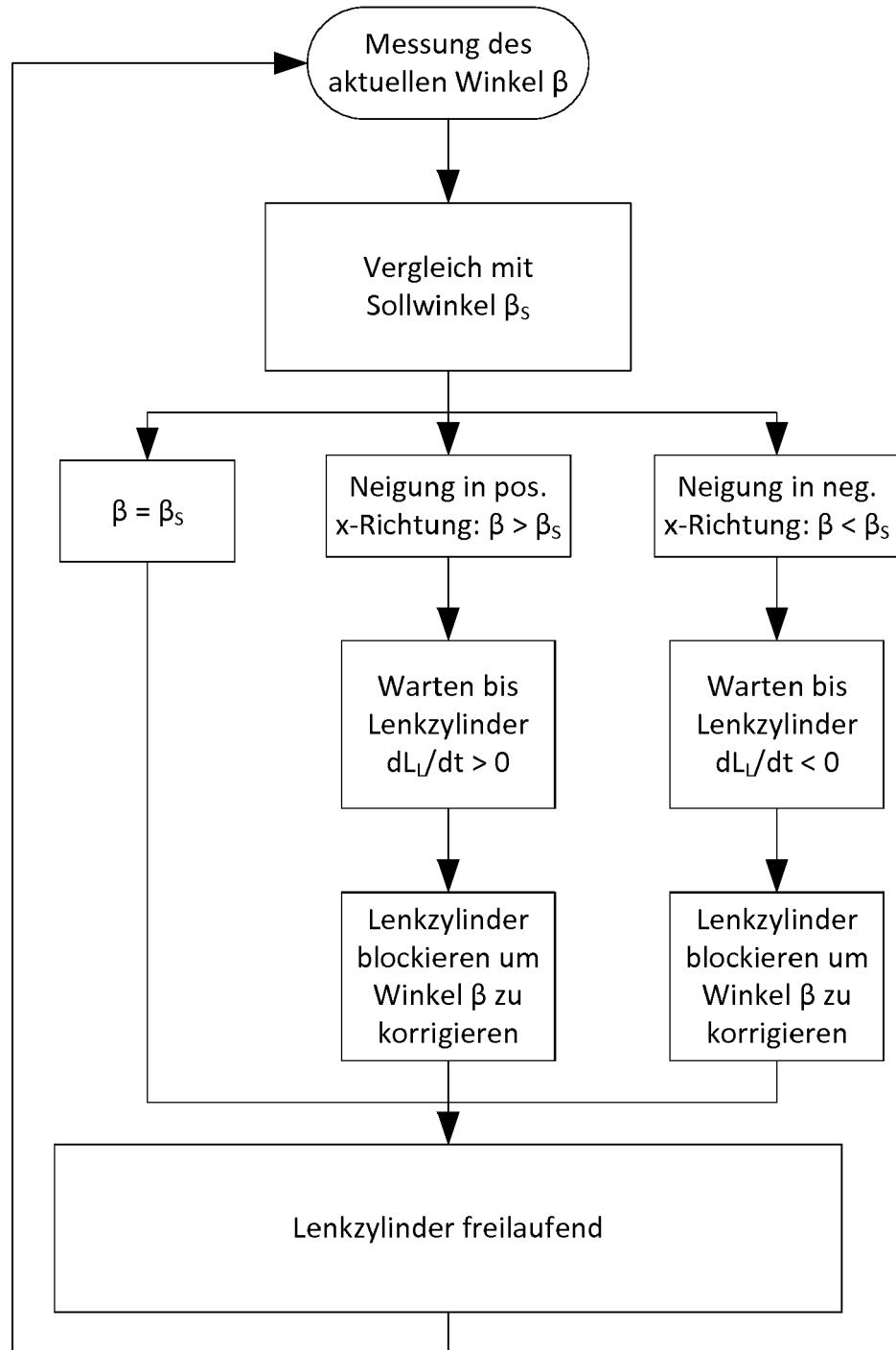
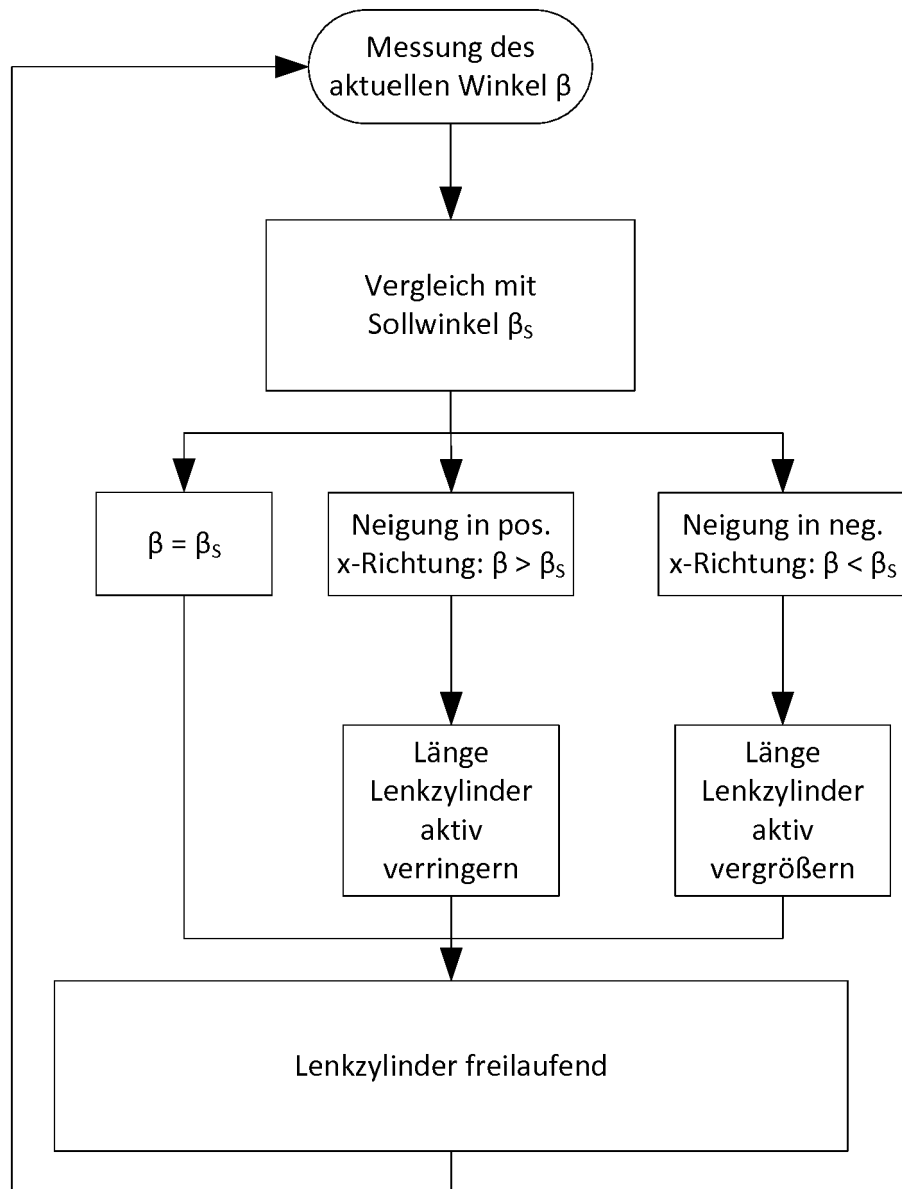
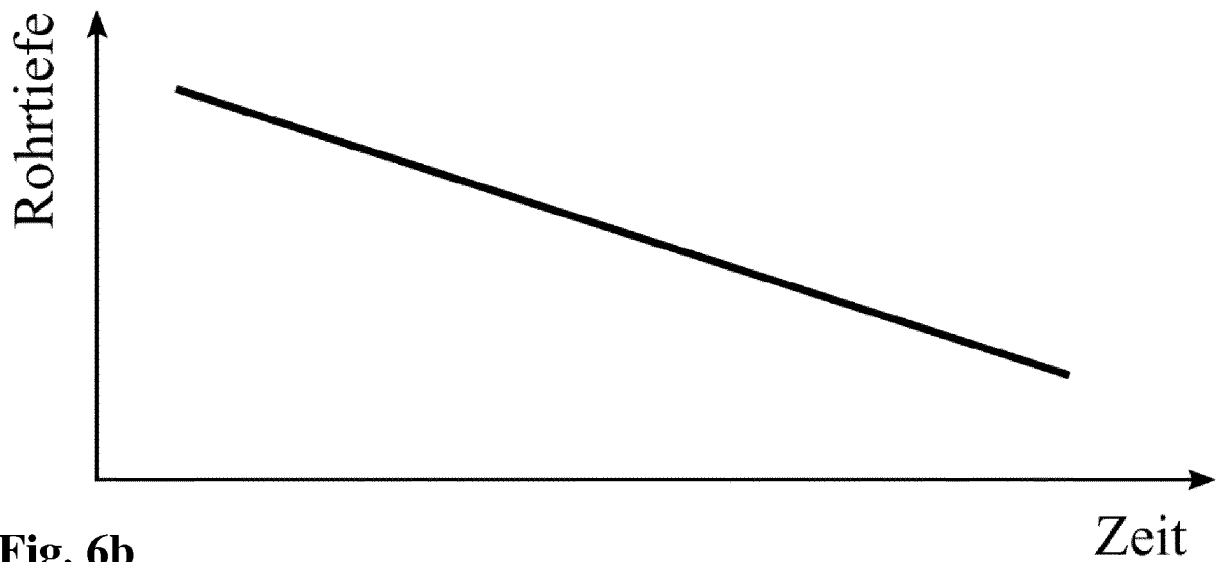
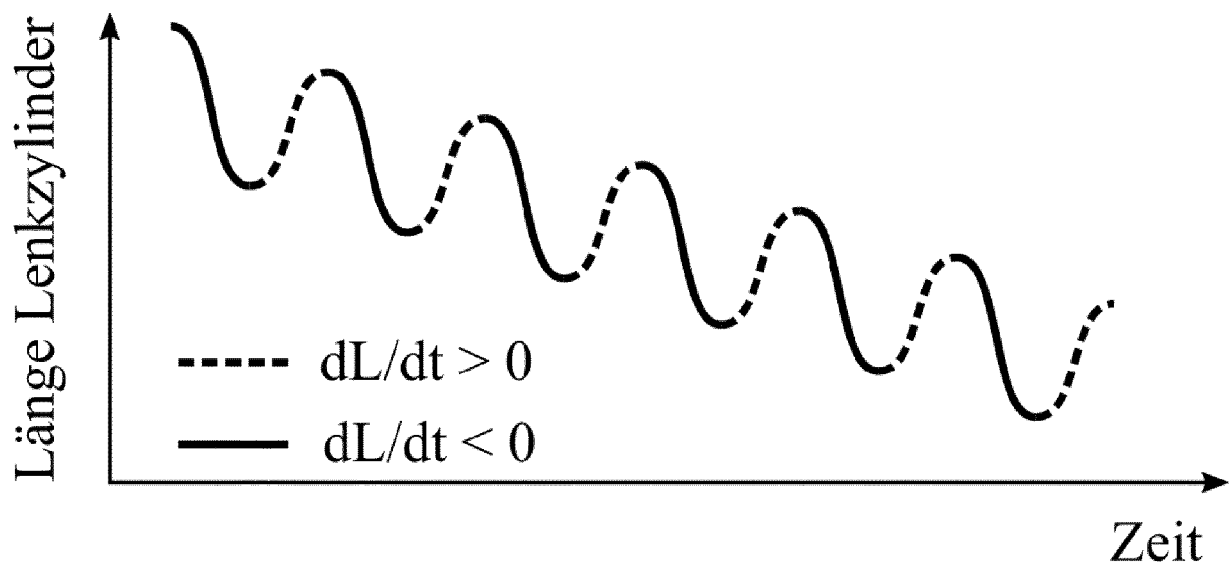
Fig. 4

Fig. 5

a

Fig. 6a**Fig. 6b**



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 9059

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 | JP S59 15125 A (TAKECHI KOMUSHO KK) 26. Januar 1984 (1984-01-26) | 1,2,4,5,8,9,11 | INV. E02D7/22 |
| Y | * Absatz [0001] - Absatz [0002]; Anspruch | 2,6,7 | E02D7/26 |
| A | 1; Abbildungen 1-3 * | 3,10,12-14 | E02D7/28 |
| ----- | | | |
| Y | JP H10 288522 A (AOYAMA KIKO KK) 27. Oktober 1998 (1998-10-27) | 2 | |
| A | * Zusammenfassung * | 1,3-14 | |
| ----- | | | |
| Y | GB 1 085 775 A (BADE & CO GMBH) 4. Oktober 1967 (1967-10-04) | 6,7 | |
| A | * Seite 2, Zeile 26 - Zeile 87; Abbildungen 1-4 * | 1-5,8-14 | |
| ----- | | | |
| A | JP H10 8870 A (KOPUROSU KK) 13. Januar 1998 (1998-01-13) | 1-14 | |
| ----- | | | |
| A | JP H05 52732 U (KUSUHAKI SATIROOKA) 13. Juli 1993 (1993-07-13) | 1-14 | |
| * Absatz [0001] - Absatz [0004]; Abbildung 1 * | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| ----- | | | E02D E21B |
| A | DE 18 14 728 A1 (SALZGITTER MASCHINEN AG) 9. Juli 1970 (1970-07-09) | 1-14 | |
| * das ganze Dokument * | | | |
| ----- | | | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort München | | Abschlußdatum der Recherche 22. Juli 2019 | Prüfer Geiger, Harald |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | 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 | |
| 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 | | | |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 15 9059

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.

22-07-2019

| 10 | Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|----|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | JP S5915125 | A | 26-01-1984 | JP H021929 B2 JP S5915125 A | 16-01-1990 26-01-1984 |
| 15 | JP H10288522 | A | 27-10-1998 | KEINE | |
| | GB 1085775 | A | 04-10-1967 | KEINE | |
| 20 | JP H108870 | A | 13-01-1998 | JP H108870 A JP 3400645 B2 | 13-01-1998 28-04-2003 |
| | JP H0552732 | U | 13-07-1993 | JP 2528434 Y2 JP H0552732 U | 12-03-1997 13-07-1993 |
| 25 | DE 1814728 | A1 | 09-07-1970 | KEINE | |
| 30 | | | | | |
| 35 | | | | | |
| 40 | | | | | |
| 45 | | | | | |
| 50 | | | | | |
| 55 | | | | | |

EPO FORM P0461

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