

(19)



(11)

EP 4 556 678 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2025 Patentblatt 2025/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E21B 7/124 ^(2006.01) **E21B 15/02** ^(2006.01)
E21B 19/14 ^(2006.01) **E21B 41/00** ^(2006.01)
E21B 47/013 ^(2012.01)

(21) Anmeldenummer: **23209748.5**

(22) Anmeldetag: **14.11.2023**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E21B 41/0007; E21B 7/124; E21B 15/02;
E21B 19/143; E21B 19/146; E21B 47/013

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

(71) Anmelder: **BAUER Maschinen GmbH**
86529 Schrobenhausen (DE)

(72) Erfinder: **Finkenzeller, Stefan**
85084 Reichertshofen (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte**
PartG mbB
Irmgardstraße 3
81479 München (DE)

(54) **UNTERWASSER-BOHRVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM SONDIEREN EINES GEWÄSSERBODENS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Unterwasser-Bohrvorrichtung zum Sondieren eines Gewässerbodens (5), mit einem Grundrahmen (12), welcher zum Absenken in einem Gewässer und zum Aufstellen auf dem Gewässerboden ausgebildet ist, einem Bohrantrieb (20) zum drehenden Antreiben und axialen Vorfahren eines Bohrgestänges (30), welches aus rohrförmigen Bohrgestängeelementen (32) aufbaubar ist, wobei der Bohrantrieb vertikal entlang einer Bohrachse (21) verfahrbar zwischen einer unteren Bohrlochöffnung und einer oberen Rückstellposition gelagert ist, mindestens einem Lagerbereich (14) an dem Grundrahmen zum Lagern der einzelnen Bohrgestängeelemente zum Aufbau des Bohrgestänges und einer Handhabungseinrichtung (38), welche zum Zuführen einzelner Bohrgestängeelemente aus dem mindestens einem Lagerbereich zu der Bohrachse zum Bilden des Bohrgestänges ausgebildet ist. Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Sondeneinheit (60) mit einem Sondendorn (64) zum Sondieren des Gewässerbodens vorgesehen ist, welche an dem Bohrgestänge lösbar angeordnet ist, dass die Sondeneinheit ausgebildet ist, beim Eintreiben in den Boden Bodendaten zu erfassen und in einem internen Datenspeicher zu speichern, und dass am Grundrahmen eine Ausleseeinheit (70) zum Auslesen und Speichern der in dem Datenspeicher der Sondeneinheit gespeicherten Daten angeordnet ist.

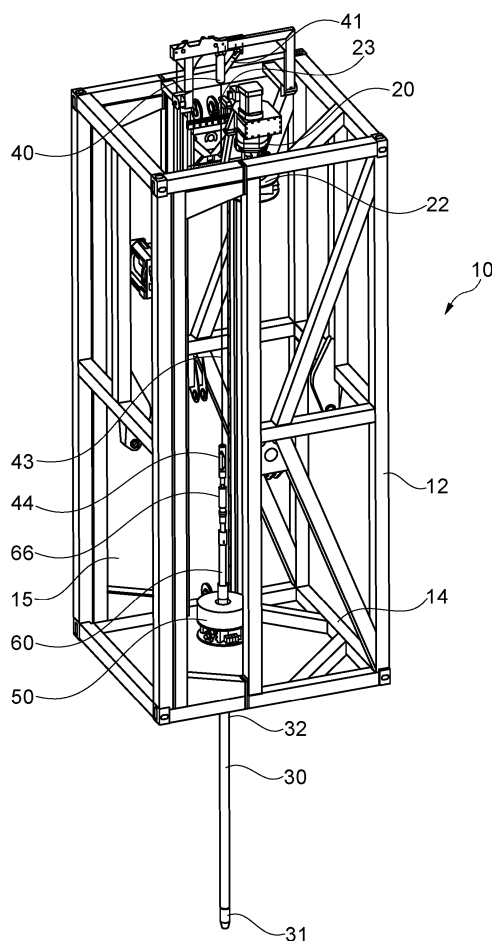


Fig. 1

EP 4 556 678 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Unterwasser-Bohrvorrichtung zum Sondieren eines Gewässerbodens, mit einem Grundrahmen, welcher zum Absenken in einem Gewässer und zum Aufstellen auf dem Gewässerboden ausgebildet ist, einem Bohrantrieb zum drehenden Antreiben und axialen Vorfahren eines Bohrgestänges, welches aus rohrförmigen Bohrgestängeelementen aufbaubar ist, wobei der Bohrantrieb vertikal entlang einer Bohrachse verfahrbar zwischen einer unteren Bohrlochöffnung und einer oberen Rückstellposition gelagert ist, mindestens einem Lagerbereich an dem Grundrahmen zum Lagern der einzelnen Bohrgestängeelemente zum Aufbau des Bohrgestänges und einer Handhabungseinrichtung, welche zum Zuführen einzelner Bohrgestängeelemente aus dem mindestens einen Lagerbereich zu der Bohrachse zum Bilden des Bohrgestänges ausgebildet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Sondieren eines Gewässerbodens gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

[0003] Eine gattungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung geht beispielsweise aus der WO 2015/172818 A1 hervor. Bei diesem bekannten Unterwasser-Kernbohrverfahren wird schrittweise ein Bohrloch entsprechend der Länge eines Bohrgestängeelementes erstellt. Bei jedem Bohrschritt wird der sich im rohrförmigen Bohrgestänge gebildete Bohrkern mit einem Bohrkernfänger aufgenommen, aus dem Bohrgestänge entfernt und in einem Lagerbereich an einem Grundrahmen der Bohrvorrichtung abgelegt. Durch mehrmaliges Wiederholen dieses Kernbohrverfahrens kann eine Vielzahl von Bohrkernen als Bodenproben beschafft und in dem Lagerbereich der Bohrvorrichtung abgelegt werden. Die Bohrkern erlauben eine sehr gute Aussage über den Aufbau des Gewässerbodens.

[0004] Für eine Analyse des Gewässerbodenaufbaues ist es bei diesem bekannten Stand der Technik notwendig, die gesamte Bohrvorrichtung von dem Gewässerboden abzuheben und aus dem Gewässer auf ein Versorgungsschiff oder eine Versorgungsplattform zu fördern. Dort können die einzelnen Bohrkern entnommen, näher untersucht und analysiert werden.

[0005] Diese Beschaffung und Analyse der Bodenproben ist sehr zeitaufwändig. Insbesondere bei der Durchführung des Verfahrens auf hoher See ist ein hoher Zeitaufwand auch mit sehr hohen Kosten verbunden, da Stunden- oder Tagessätze für Versorgungsschiffe mit dem notwendigen Personal sehr hoch sind.

[0006] Aus der WO 2013/188903 A1 ist ein Verfahren zur Untersuchung eines Gewässerbodens bekannt, bei welchem entlang eines Bohrloches mittels einer Sensoranordnung die elektrische Leitfähigkeit und eine magnetische Eigenschaft des Bodens erfasst wird. Hierzu wird ein Sensor entlang der Bohrlochwandung verfahren. Für eine zuverlässige Messung sind hierbei jedoch zwei grundsätzliche Verfahrensschritte notwendig. Zu-

nächst ist das Bohrloch zu erstellen und anschließend ist die Messung vorzunehmen ist. Beim Abbohren des Bohrloches und beim Abfördern des abgebohrten Bodenmaterials aus dem Bohrloch besteht zudem die grundsätzliche Problematik, dass eine Verschmierung zwischen den einzelnen Bodenschichten erfolgen kann. Dies erschwert eine zuverlässige Ermittlung des Schichtaufbaues des Gewässerbodens.

[0007] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Unterwasser-Bohrvorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit welchen ein effizientes Sondieren eines Gewässerbodens erfolgen kann.

[0008] Die Erfindung wird zum einen durch eine Unterwasser-Bohrvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Bevorzugte Ausführungen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die erfindungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Sondereinheit mit einem Sondendorn zum Sondieren des Gewässerbodens vorgesehen ist, welche an dem Bohrgestänge lösbar angeordnet ist, dass die Sondereinheit ausgebildet ist, beim Eintreiben in den Boden Bodendaten zu erfassen und in einem internen Datenspeicher zu speichern, und dass am Grundrahmen eine Auslese-einheit zum Auslesen und Speichern der in dem Datenspeicher der Sondereinheit gespeicherten Daten angeordnet ist.

[0010] Ein erster Aspekt der Erfindung besteht darin, mittels einer Unterwasser-Bohrvorrichtung eine Bohrung mittels eines Bohrgestänges zu erstellen. Die Bohrung kann insbesondere als eine materialabtragende Bohrung und vorzugsweise durch Spülbohren durchgeführt werden, wobei das abgetragene Bodenmaterial nach außerhalb des Bohrlochs abgeführt wird.

[0011] Am unteren Ende des Bohrgestänges kann vor oder nach einem Bohrschritt eine Sondereinheit mit einem Sondendorn lösbar angeordnet werden. Zum Sondieren bildet der Sondendorn der Sondereinheit ein unteres Ende an dem Bohrgestänge. Durch axiales Verfahren des Bohrgestänges nach unten kann der Sondendorn in den am Bohrlochgrund noch unbearbeiteten, sozusagen jungfräulichen Boden, eingetrieben werden. Beim Eintreiben kann vorzugsweise keine oder nur eine geringe Drehbewegung des Sondendorns stattfinden. Hierdurch lassen sich durch die Sondereinheit besonders aussagekräftige Daten zu dem unveränderten Boden erfassen. Die mit der Sondereinheit erfassten Daten können beispielsweise Rückschlüsse auf die Festigkeit oder Tragfähigkeit des Bodens, den Aufbau des Bodens oder zur Zusammensetzung des Bodens, insbesondere hinsichtlich möglicher Bodenschätze, erlauben. Am Grundrahmen kann ein Drehantrieb zum drehenden Antreiben des Bohrgestänges und ein Verfahrenantrieb zum axialen Verfahren angeordnet sein.

[0012] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Sondereinheit ausgebildet ist, beim Eintreiben

in den Boden Bodendaten zu erfassen und in einem internen Datenspeicher zu speichern. Die Sondeneinheit kann grundsätzlich autark arbeiten und ist mit einer eigenständigen Energieversorgung, insbesondere einem Akkumulator, versehen. Die Sondeneinheit muss so nicht mit einer Daten- und/oder Energieleitung beim Sondieren versehen sein. Vielmehr werden die erfassten Daten intern abgespeichert und können nach einem Rückziehen der Sondeneinheit aus dem Bohrloch ausgelesen und an ein Versorgungsschiff übermittelt werden. Es besteht keine Datenkabelverbindung im Bohr- und/oder Sondierbetrieb zwischen der Sondeneinheit und den weiteren Komponenten der Bohrvorrichtung. Die Sondeneinheit ist sozusagen kabel- oder leitungslos angeordnet.

[0013] Nach der Erfindung ist es vorteilhaft, dass am Grundrahmen eine Ausleseeinheit zum Auslesen und Speichern der in dem internen Datenspeicher der Sondeneinheit gespeicherten Daten angeordnet ist. Ein Auslesen der Daten kann insbesondere drahtlos erfolgen, ohne dass eine Steckverbindung zur Datenabfrage zwischen der Sondeneinheit und der Ausleseeinheit aufgebaut werden müsste. Generell wäre dies neben einem drahtlosen Auslesen jedoch auch möglich.

[0014] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass das Bohrgestänge aus den rohrförmigen Bohrgestängeelementen einen mittigen Hohlraum aufweist, durch welchen die Sondeneinheit zum unteren Ende des Bohrgestänges einbringbar und durch das Bohrgestänge wieder rückziehbar ist. Somit kann der materialabtragende Bohrschritt ohne die Sondeneinheit durchgeführt werden. Der freie Hohlraum kann beim Bohren zur Zuführung einer Spülflüssigkeit und/oder zur Abfuhr von Bohrklein genutzt werden. Die empfindliche Sondeneinheit kann somit auch geschont werden, was sich positiv auf die Messgenauigkeit und die Langlebigkeit der Sondeneinheit auswirkt. Nach einem Sondieren kann die Sondeneinheit wieder rückgezogen werden, so dass dann etwa ein weiterer Bohrschritt und ein weiteres Sondieren erfolgen können. Die Schritte zum Bohren und Sondieren können so oft wiederholt werden, bis eine gewünschte Endtiefe erreicht wird.

[0015] Nach dem Bohren kann die Sondeneinheit durch den Hohlraum des rohrförmigen Bohrgestänges bis zu der unteren Endposition verbracht werden. Dabei kann das Bohrgestänge entsprechend der Länge der Sondeneinheit, insbesondere des Sondendorns, innerhalb des Bohrloches um einen gewissen Betrag rückgezogen werden. Die Sondeneinheit kann in der unteren Endposition mittels einer Verriegelungseinrichtung lösbar verriegelt und fixiert werden. Sodann kann durch weiteres Absenken des Bohrgestänges der Sondendorn der Sondeneinheit in den Gewässerboden unterhalb des Bohrlochgrundes eingebracht werden. Vorzugsweise bereits beim Eintreiben in den Boden können Bodendaten erfasst werden. Das Erfassen der Bodendaten kann zeit- und/oder tiefenabhängig erfolgen, so dass

die jeweils gemessenen Daten abhängig vom Bohrzeitpunkt und/oder insbesondere einer Bohrtiefe abgespeichert werden können. Dies erleichtert eine spätere Auswertung und Zuordnung zu bestimmten Bodenschichten.

[0016] Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung ist es vorteilhaft, dass ein unteres Bohrgestängeelement des Bohrgestänges ein Bohrwerkzeug, insbesondere ein ringförmiges Bohrwerkzeug, zum Abtrag von Bodenmaterial aufweist. Hierbei kann ein materialabtragendes Bohren durchgeführt werden. Das abgetragene Bodenmaterial kann entsprechend einem Spülbohrverfahren durch Zuleitung einer Spülflüssigkeit nach oben abgetragen werden. Vorzugsweise kann die Spülflüssigkeit durch den inneren Hohlraum des Bohrgestänges bis zu dem ringförmigen Bohrwerkzeug gefördert werden. Das abgetragene Bohrklein kann vorzugsweise entlang der Außenseite des Bohrgestänges nach oben abgeführt werden.

[0017] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist es bevorzugt, dass eine Steuerung vorgesehen ist, welche ausgebildet ist, mittels des Bohrantriebes in einem ersten Bohrschritt ein drehendes Bohren zum Bilden einer Bohrung unter Abtrag von Bodenmaterial und anschließend nach Einsetzen der Sondeneinheit in einem zweiten Sondierschritt ein Sondieren durch axiales Eintreiben des Sondendorns in den Boden, vorzugsweise ohne Drehbewegung, durchzuführen. Der Bohr- und der Sondiervorgang können so automatisiert durchgeführt werden. Insbesondere kann in einem ersten Schritt ein Bohren bis zu einer Tiefenposition erfolgen, ab welcher ein Sondieren des Bodens erfolgen soll. Die Sondeneinheit mit dem Sondendorn wird dabei über ein axiales Verschieben des Bohrgestänges in den noch unbearbeiteten Boden unterhalb des Bohrlochgrundes, vorzugsweise ohne Drehbewegung, eingebracht. Durch Vermeiden einer Drehbewegung wird einem unerwünschten Verschmieren von Bodenmaterial vorgebeugt. Es können so besonders zuverlässige Daten zu dem sondierten Bodenbereich erfasst werden. Alternativ kann als erster Schritt ein Sondieren bis zu einer ersten Sondiertiefe erfolgen. Anschließend kann ein Abbohren bis zu der ersten Sondiertiefe ausgeführt werden, so dass darauf ein weiterer Sondierschritt erfolgen kann. Das Sondieren und Bohren kann wechselweise durchgeführt werden, insbesondere so lange, bis eine Endtiefe erreicht ist.

[0018] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorteilhaft, dass am Grundrahmen eine Hubeinrichtung zum vertikalen Bewegen der Sondeneinheit in dem Bohrgestänge, insbesondere zum Bewegen in die untere Sondierposition und zum Rückholen in eine obere Entnahmeposition, angeordnet ist. Zum Rückholen kann die Sondeneinheit zunächst in der unteren Sondierposition entriegelt werden, so dass dieses vom Bohrgestänge gelöst ist. Über die Hubeinrichtung kann dann die Sondeneinheit durch das hohle Bohrgestänge in eine obere Entnahmeposition bewegt werden. Die Sondeneinheit kann anschließend aus dem Bohrgestänge entnommen

werden oder es kann ein Auslesen unmittelbar im Bereich der Entnahmeposition erfolgen.

[0019] Besonders bevorzugt ist es dabei, dass die Hubeinrichtung ein Hubseil mit einem Seilendstück zum lösbaren Verbinden mit einem Verbindungselement am oberen Ende der Sondeneinheit aufweist. Insbesondere kann über die Hubeinheit die Sondeneinheit wieder zurück in die Betriebsposition verbracht werden. Nach einem erneuten Verriegeln der Sondeneinheit am unteren Ende des Bohrgestänges kann das Hubseil von der Sondeneinheit gelöst und während des Sondierbetriebes rückgezogen sein. Grundsätzlich kann das Hubseil insbesondere bei einem axialen Eintreiben eines Sondendorns an der Sondeneinheit verbleiben. Alternativ kann die Sondeneinheit auch im freien Fall durch das rohrförmige Bohrgestänge eingebracht werden. Am unteren Ende des Bohrgestänges kann die Sondeneinheit verriegelt werden, so dass ein weiteres Bewegen der Sondeneinheit über das Bohrgestänge und den Bohrantrieb erfolgen kann.

[0020] Grundsätzlich kann das Auslesen der Daten in jeder geeigneten Weise erfolgen. Nach einer Ausführung der Erfindung ist es vorteilhaft, dass die Ausleseseinheit zum drahtlosen und/oder kontaktgebundenen Auslesen und Speichern der in dem Datenspeicher der Sondeneinheit gespeicherten Daten ausgebildet ist. Dies ermöglicht ein besonders effizientes Auslesen.

[0021] Grundsätzlich kann die Ausleseseinheit zu der Sondeneinheit bewegt werden. Eine besonders zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung liegt darin, dass am Grundrahmen eine Manipulatoreinrichtung angeordnet ist, welche zum Greifen der Sondeneinheit und Bewegen zwischen dem Bohrgestänge und der Ausleseseinheit sowie einer Lagerposition ausgebildet ist. Durch die Manipulatoreinrichtung kann die Sondeneinheit gegriffen und zu der Ausleseseinheit bewegt werden.

[0022] Besonders zweckmäßig ist es dabei, dass die Manipulatoreinrichtung ganz oder teilweise durch die Handhabungseinrichtung gebildet ist. Insbesondere kann der gleiche Greifer zum Greifen der Sondeneinheit verwendet werden, wie er auch zum Greifen der Bohrgestängeelemente eingesetzt wird.

[0023] Zum Lagern der Bohrgestängeelemente kann jede geeignete Lageranordnung an dem Grundrahmen vorgesehen sein. Eine besonders kompakte Anordnung wird nach einer Ausgestaltung der Erfindung dadurch erzielt, dass der mindestens eine Lagerbereich ein Revolvermagazin zum Aufnehmen und Lagern der rohrförmigen Bohrgestängeelemente und der Sondeneinheit aufweist. Insbesondere können auch zwei oder mehr Revolvermagazine angeordnet sein.

[0024] Die Bohrgestängeelemente können so drehbar gelagert werden, wodurch sich die Ausbildung der Handhabungseinrichtung entsprechend vereinfacht, da etwa beim Entnehmen der Bohrgestänge diese durch das Revolvermagazin stets zu einer definierten Abgabeposition bewegt werden können. Im umgekehrten Weise können die Bohrgestängeelemente auch stets an eine definierte

freie Lagerposition abgegeben werden, die durch Verdrehen des Revolvermagazins zu der gleichen Aufnahmeposition erfolgt.

[0025] Die Unterwasser-Bohrvorrichtung kann grundsätzlich autark ausgebildet sein. Vorteilhaft ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung, dass die Unterwasser-Bohrvorrichtung über mindestens eine Leitung mit einem Versorgungsschiff verbunden ist und Daten von der Ausleseseinheit über die Leitung an das Versorgungsschiff übertragbar sind. Es kann so insbesondere ein Datenaustausch mit und eine Energieversorgung von einem Versorgungsschiff erfolgen. Insbesondere ist es möglich, nach jedem Sondierschritt die Daten auszulesen. Auf Grundlage der erhaltenen Daten kann so etwa unmittelbar entschieden werden, ob ein weiterer Sondierschritt notwendig oder sinnvoll ist.

[0026] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zum Sondieren eines Gewässerbodens, wobei nach der Erfindung vorgesehen ist, dass eine erfindungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung in ein Gewässer abgesenkt und auf dem Gewässerboden aufgestellt wird, dass mit einem Bohrantrieb und einem Bohrgestänge, welches aus rohrförmigen Bohrgestängeelementen aufgebaut wird, eine Bohrung erstellt wird, dass vor und/oder nach dem Bohren eine Sondeneinheit mit einem Sondendorn zum Sondieren des Gewässerbodens an dem Bohrgestänge lösbar angeordnet wird, dass die Sondeneinheit in den Boden eingetrieben wird, wobei Bodendaten erfasst und in einem internen Datenspeicher der Sondeneinheit gespeichert werden, und dass die gespeicherten Daten aus dem Datenspeicher der Sondeneinheit über eine Ausleseseinheit am Grundrahmen ausgelesen werden.

[0027] Mit dem Verfahren können die zuvor beschriebenen Vorteile beim Einsatz der erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung erzielt werden.

[0028] Eine vorteilhafte Ausführungsvariante des Verfahrens besteht darin, dass zum Auslesen der erfassten Daten in dem Datenspeicher die Sondeneinheit zu der Ausleseseinheit am Grundrahmen der Unterwasser-Bohrvorrichtung bewegt wird. Die Sondeneinheit kann so autark arbeiten und die erfassten Daten können nach jedem Sondierschritt zuverlässig durch die Ausleseseinheit ausgelesen werden. Von der Ausleseseinheit können die erfassten Daten über eine geeignete Datenverbindung etwa zu einem Versorgungsschiff weitergeleitet werden.

[0029] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass die Daten aus dem Datenspeicher an der Ausleseseinheit drahtlos und/oder drahtgebunden ausgelesen werden. Die Ausleseseinheit kann dabei insbesondere eine Aufnahme, insbesondere eine Dockingstation aufweisen, an welcher die Sondeneinheit zur Datenübertragung angeordnet wird. Die Datenübertragung zum Auslesen der Daten aus dem Datenspeicher der Sondeneinheit kann kontaktgebunden, etwa über eine Steckverbindung, oder vorzugsweise drahtlos erfolgen. Insbesondere kann die Sondeneinheit mit ei-

nem Transponder versehen sein, welcher bei Empfang eines entsprechenden Signales die erfassten Daten an die Ausleseseinheit überträgt. An der Ausleseseinheit kann auch eine Ladestation angeordnet sein, mit welcher kontaktgebunden oder drahtlos ein elektrischer Energiespeicher an der Sondeneinheit aufgeladen wird.

[0030] Eine weitere vorteilhafte Verfahrensvariante besteht gemäß der Erfindung darin, dass über eine Leitung oder drahtlos die Daten von der Ausleseseinheit unmittelbar oder nach einer Zwischenspeicherung zu bestimmten Zeitpunkten zu einem Versorgungsschiff übertragen werden. Insbesondere bei größeren Arbeitstiefen von 100 Metern und tiefer, insbesondere bei Arbeitstiefen von über 1.000 Metern, können die Daten aus der Ausleseseinheit mittels einer Leitung, insbesondere eines sogenannten Umbilicals, zu einem Versorgungsschiff an der Wasseroberfläche übertragen werden. Die Leitung kann dabei nicht allein als eine Datenleitung sondern insgesamt als eine Versorgungsleitung für die Unterwasser-Bohrvorrichtung ausgebildet sein. Für eine schnelle Auswertung der Daten, insbesondere für eine Entscheidung über einen weiteren Bohr- oder Messschritt, können die Daten unmittelbar an das Versorgungsschiff übertragen werden. Alternativ können die Daten in der Ausleseseinheit auch für eine gewisse Zeitspanne in einem Datenspeicher der Ausleseseinheit zwischengespeichert werden, um zu einem geeigneten Zeitpunkt an das Versorgungsschiff übertragen werden zu können.

[0031] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass in einem ersten Bohrschritt ein drehendes Bohren zum Bilden einer Bohrung unter Abtrag von Bodenmaterial erfolgt und dass anschließend in einem zweiten Sondierschritt die Sondiereinheit in das Bohrgestänge eingesetzt wird, wobei ein Sondieren durch axiales Eintreiben des Sondendorns in den Boden am Bohrlochgrund, vorzugsweise ohne Drehbewegung, durchgeführt wird, und dass nötigenfalls der Bohrschritt und der Sondierschritt so oft wiederholt werden, bis der Gewässerboden bis zu einer gewünschten Tiefe sondiert ist.

[0032] Alternativ ist es nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass in einem ersten Sondierschritt die Sondeneinheit in das Bohrgestänge eingesetzt wird, wobei ein Sondieren durch axiales Eintreiben des Sondendorns in den Boden am Bohrlochgrund, vorzugsweise ohne Drehbewegung, durchgeführt wird, dass anschließend in einem zweiten Bohrschritt ein drehendes Bohren zum Bilden einer Bohrung unter Abtrag von Bodenmaterial erfolgt, und dass nötigenfalls der Sondierschritt und der Bohrschritt so oft wiederholt werden, bis der Gewässerboden (5) bis zu einer gewünschten Tiefe sondiert ist. Das Verfahren wird so unmittelbar mit einem Sondierschritt begonnen, so dass Daten ausgehend von der Bodenoberfläche erhalten werden.

[0033] Besonders aussagekräftige Daten ergeben sich nach eine Weiterbildung der Erfindung dadurch, dass beim Bohren und/oder Sondieren eine Tiefenlage

im Boden erfasst wird und dass die erfassten Bodendaten zugeordnet zur jeweiligen Tiefenlage gespeichert werden. Hierdurch kann insbesondere ein Schichtaufbau des Boden ermittelt werden.

[0034] Durch ein wechselweises Bohren und Sondieren kann der jeweils nachfolgende Bohrschritt auf die erfolgte Sondiertiefe und die Länge des Sondendorns abgestimmt werden. Insbesondere wird jeder weitere Bohrschritt mit einer Bohrtiefe durchgeführt, die der vorausgegangenen Sondiertiefe entspricht. Somit kann ein Sondieren durch die Sondiereinheit stets in einem Bodenbereich in einem unbearbeiteten Zustand durchgeführt werden. Dies erhöht die Datenqualität.

[0035] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben, welches schematisch in den Zeichnungen dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht einer Unterwasser-Bohrvorrichtung nach der Erfindung;
- Fig. 2 eine schematische Seitenansicht der Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Fig. 1;
- Fig. 3 eine schematische Seitenansicht einer Sondeneinheit für die Erfindung;
- Fig. 4 eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung vor dem Einsetzen einer Sondeneinheit in eine Bohrung;
- Fig. 5a eine schematische Seitenansicht der erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung von Fig. 4 nach dem Einsetzen einer Sondeneinheit in die Bohrung;
- Fig. 5b eine schematische Detailansicht der erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung von Fig. 5a zur Verbindung der Sondeneinheit;
- Fig. 6 schematische Seitenansichten der Unterwasser-Bohrvorrichtung zum Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 7 eine schematische Querschnittsansicht zum Lagerbereich einer Unterwasser-Bohrvorrichtung;
- Fig. 8 eine schematische Seitenansicht einer Ausleseseinheit einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung vor dem Auslesen; und
- Fig. 9 eine schematische Seitenansicht der Ausleseseinheit von Fig. 8 beim Auslesen einer

Sondereinheit.

[0036] Der grundsätzliche Aufbau einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 nach der Erfindung wird im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 erläutert. Die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 umfasst einen kastenförmigen Grundrahmen 12, welcher vorzugsweise aus Stahlträgern aufgebaut ist. In einem inneren, insbesondere mittleren Bereich des Grundrahmens 12 kann eine vertikal gerichtete Bohrführung 24 vorgesehen sein, entlang welcher ein Bohrantrieb 20 mit einer Spanneinrichtung 22 zum Spannen von Bohrgestängenelementen 32 vertikal verfahrbar entlang einer Bohrachse 21 gelagert und angetrieben sein kann. Zusätzlich kann der Bohrantrieb 20 senkrecht zur Bohrachse 21 in einer horizontalen Richtung entlang einer Querschienen 23 von der Bohrachse 21 weg verschiebbar sein. Der Bohrantrieb 20 kann dabei als Teil einer Handhabungseinrichtung 38 dienen, um in den Lagerbereichen 14 und 15 des Grundrahmens 12 nicht dargestellte, gelagerte Bohrgestängenelemente 32 zu greifen und diese in die Bohrachse 21 zu führen. Die nur schematisch angedeutete Handhabungseinrichtung 38 kann weitere Komponenten aufweisen, um in bekannter Weise vertikal gerichtete, gelagerte Bohrgestängenelemente 32 und eine Sondereinheit 60 zu greifen und zur Bohrachse 21 zu fördern.

[0037] Zum Bilden eines Bohrstranges oder Bohrgestänges 30 wird ein neues Bohrgestängenelement 32 an ein bereits vorhandenes Bohrgestängenelement 32 mittels Schraubverbindung angeschlossen. In Fig. 1 ist lediglich ein einzelnes Bohrgestängenelemente 32 gezeigt, welches in einem ersten Bohrschritt in den Gewässerboden 5 eingebracht wurde. Bei diesem anfänglichen Bohrgestängenelement 32 ist am unteren Ende ein Bohrwerkzeug 31 mit bodenabtragenden Schneidwerkzeugen vorgesehen. Beim Abbohren des rohrförmigen Bohrgestängenelementes 32 wird Bodenmaterial abgetragen und kann durch ein bekanntes Spülbohren nach oben abgeführt werden. Dadurch entsteht ein Bohrloch. Im Inneren des Bohrgestänges 30 ist ein Hohlraum angeordnet, in welchem eine Sondereinheit zu- und abgeführt werden kann.

[0038] Zum Zu- und Abführen von Bohrgestängenelementen 32 und einer Sondereinheit 60 kann der Bohrantrieb 20 entlang und/oder quer zur Bohrachse 21 verfahren werden. Ein Hubseil 43 einer Hubeinrichtung 40, welche eine Verstelleinrichtung 41 aufweisen kann, kann entlang der Bohrachse 21 bewegt und insbesondere in den Hohlraum des Bohrgestänges 30 eingebracht werden. Der Bohrantrieb 20 kann dabei ringförmig mit einem Durchgang ausgebildet sein und/oder aus dem Bereich der Bohrachse 21 bewegt werden. Am unteren freien Ende des Hubseiles 43 kann eine hülsenförmige Verbindungseinrichtung 44 angeordnet sein. Das Hubseil 43 verläuft von einer am Grundrahmen 12 befestigten Winde 42 vorzugsweise über eine untere Anlenkrolle 45 zu einer oberen Umlenkrolle 46 der Hubeinrichtung

40. Über die Winde 42 kann das mehrfach am Grundrahmen 12 umgelenkte Hubseil 43 nach unten abgelassen werden, wobei die Verbindungseinrichtung 44 am Hubseil 43 mit einer Verbindungseinrichtung 36 am oberen Ende der Sondereinheit 60 in Eingriff kommt. Dabei wird eine Verbindung hergestellt, so dass die Sondereinheit 60 nach oben aus dem Bohrgestänge 30 herausgezogen oder hierin zum Grund des Bohrlochs abgesenkt werden kann.

[0039] Bei einem Herausziehen kann die Sondereinheit 60 mittels der Handhabungseinrichtung 38 seitlich zu den Lagerbereichen 14, 15 an dem Grundrahmen 12 bewegt werden. Die Sondereinheit 60 kann zu einer nicht näher dargestellten Ausleseeinheit 70 verbracht werden, durch welche ein Datenspeicher der Sondereinheit 60 ausgelesen werden kann. Hierzu kann insbesondere der Bohrantrieb 20 von dem Bohrgestänge 30 gelöst und aus der Bohrachse bewegt werden. Nach Verbindung mit einer Hilfswinde kann die Sondereinheit 60 noch oben gezogen und dort entriegelt werden.

[0040] In einem Bereich 50 oberhalb der Bohrlochöffnung können eine oder mehrere Spanneinheiten 17 zum Halten des Bohrgestänges 30 und/oder Lösen einer Gestängeverbindung angeordnet sein.

[0041] Nach diesem ersten Bohrschritt und Sondierschritt kann ein weiterer Bohrschritt mit einem neuen Bohrgestängenelement 32 aus dem Lagerbereich 14, 15 durchgeführt werden. Das neue Bohrgestängenelement 32 kann an das obere Bohrgestängenelement 32 des Bohrgestänges 30 angeschlossen werden. Anschließend kann dann das Bohrgestänge 30 wieder um einen Bohrschritt um die Länge eines Bohrgestängenelementes 32 in den Gewässerboden 5 abgebohrt werden. Sodann kann die Sondereinheit 60 wieder in das Bohrloch eingeführt und ein neuer Sondierschritt durchgeführt werden.

[0042] Es können dann entsprechend weitere Bohrschritte und Sondierschritte erfolgen, soweit dies gewünscht wird.

[0043] Nach Rückbau des Bohrgestänges 30 kann die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 zu einer zweiten Position versetzt werden, um eine weitere Bohrung und Sondierung durchzuführen.

[0044] Ein Ausführungsbeispiel einer möglichen Sondereinheit 60 zum Einsatz bei der erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 ist näher in Fig. 3 dargestellt. Die Sondereinheit 60 weist einen im Wesentlichen zylindrischen Grundkörper 62 auf, an dessen unteren Ende ein Sondendorn 64 mit einer unteren Messspitze 65 angeordnet sein kann. Der Sondendorn 64 kann insbesondere als eine CPT-Messsonde mit einem CPT-Interface als Messspitze 65 ausgebildet sein.

[0045] An einem oberen Ende des Grundkörpers sind ein Dateninterface 67, welches insbesondere für eine drahtlose Datenübertragung ausgebildet ist, und ein Verbindungselement 66 angeordnet, welches mit einer Verbindungseinrichtung 44 am freien Ende des Hubseils 43 zum lösbaren Verbinden der Sondereinheit 60 an das

Hubseil 43 zusammenwirken kann. Das Dateninterface 67 ist zusammen mit der Ausleseeinheit 70 so ausgebildet, dass die erfassten Daten aus dem Datenspeicher der Sondereinheit 60 ausgelesen werden können. Weiterhin kann an dem Grundkörper 62 oberhalb des Sondendorns 64 eine Verriegelungseinrichtung 68 angeordnet sein, welche zum lösbaren Verriegeln der Sondereinheit 60 an einem unteren Ende des Bohrgestänges 30 ausgebildet sein kann.

[0046] Ein Außendurchmesser der Sondereinheit 60 ist so ausgelegt, dass diese in einen inneren Hohlraum des rohrförmigen Bohrgestänges 30 eingesetzt werden kann. Zusätzlich kann die Sondereinheit 60 einen Zentrierabschnitt 63 an dem Sondendorn 64 oder dem Grundkörper 62 aufweisen, mit welchem die Sondereinheit 60 in dem Bohrgestänge 30 an bestimmten Stellen oder in einer Ausleseeinheit zentriert angeordnet werden kann.

[0047] Der Sondendorn 64 weist eine Länge L auf, mit welcher der Sondendorn 64 in den Boden 5 eingetrieben oder eingedrückt werden kann. Die Länge L bestimmt somit auch die minimale Länge für einen Bohrschritt, damit der Sondendorn 64 stets in einen möglichst unveränderten Boden 5 eingetrieben werden kann.

[0048] Der grundsätzliche Aufbau und die Betriebsweise einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 werden weiter in Zusammenhang mit den Figuren 4, 5a und 5b erläutert. Der Grundrahmen 12 der Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 wird auf einem Gewässerboden 5 aufgesetzt. Die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 kann über eine Leitung 19 mit einem Versorgungsschiff verbunden sein. An dem Grundrahmen 12 sind in einem Lagerbereich Bohrgestängeelemente 32 angeordnet, welche über eine hier nicht dargestellte Handhabungseinrichtung 38 unterhalb des Bohrantriebes 20 verbracht werden können. In dem Gewässerboden 5 kann dabei ein erstes Bohrgestängeelement 32 mit einem unteren Bohrwerkzeug 31 in den Boden eingebracht sein. Bei Bedarf kann das eingebrachte Bohrgestängeelement 32 nach einem Lösen des Bohrantriebes 20 mittels einer Spanneinheit 17 am Grundrahmen 12 in einer gewünschten Lage gehalten werden.

[0049] Mittels der nicht dargestellten Handhabungseinrichtung 38 kann eine stangenförmige Sondereinheit 60, welche gemäß Fig. 4 an einer Ausleseeinheit 70 in einer Auslese- oder Warteposition am Grundrahmen 12 gehalten sein kann, unter den nach oben gefahrenen Bohrantrieb 20 verbracht werden. Die Sondereinheit 60 kann hierzu über eine Verbindungseinrichtung 44 am freien Ende des Hubseils 43 einer Hubeinrichtung 40 verbunden werden, wie in Fig. 5b dargestellt ist. Mittels der Hubeinrichtung 40 mit einer Winde 42 und einer Umlenkeinrichtung 46 für das Hubseil 43 kann die Sondereinheit 60 durch den ringförmigen Bohrantrieb 20 hindurch vertikal in das erstellte Bohrloch eingebracht und innerhalb des rohrförmigen Bohrgestängeelementes 32 mittels der Verriegelungseinrichtung 68 lösbar befestigt werden, wie in Fig. 5a verdeutlicht ist. Durch ein nach-unten-Fahren des Bohrantriebes 20 über einen

nicht dargestellten Verfahrantrieb kann die Sondereinheit 60 dann zur Erfassung von Daten des Bodens 5 in diesen eingedrückt werden. Alternativ kann die Sondereinheit 60 auch ohne Hubeinrichtung durch Einführen und Fallenlassen in das Bohrgestänge 30 eingebracht werden.

[0050] Ein möglicher bevorzugter Verfahrensablauf ist schematisch in den Ablaufdarstellungen nach Fig. 6 näher verdeutlicht.

[0051] Gemäß Fig. 6a befindet sich die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 in einem Ausgangszustand auf dem Gewässerboden 5. Die Sondereinheit 60 kann sich in einer Warte- oder Ausleseposition befinden. Die einzelnen Bohrgestängeelemente 32 können in einem Lagebereich 14 angeordnet sein.

[0052] Aus dieser Ausgangsposition kann nunmehr die Sondereinheit 60 mittels einer Handhabungseinrichtung 38 in eine Position unterhalb des Bohrantriebes 20 bewegt und mit diesem gekoppelt werden. Gleichzeitig kann das Hubseil 43 der Hubeinrichtung 40 über die Verbindungseinrichtung 44 mit der Sondereinheit 60 verbunden werden, wie gemäß den Figuren 6b und 6c veranschaulicht ist. Der Bohrantrieb 20 kann mit einer Hohlwelle ausgebildet und/oder aus der Bohrachse bewegbar gelagert sein.

[0053] Sodann kann durch ein nach-unten-Fahren des Bohrantriebes 20, vorzugsweise ohne dass dieser eine Drehbewegung ausführt, die Sondereinheit 60 in den Gewässerboden 5 eingedrückt werden, wie anschaulich in Fig. 6d gezeigt ist. Bei diesem Eindringen können über die Sondereinheit 60, welche vorzugsweise als eine CPT-Sonde ausgebildet ist, Daten zum Gewässerboden 5 erfasst werden.

[0054] Nach dem ersten Sondierschritt kann der Bohrantrieb 20 mit der Sondereinheit 60 wieder aus dem Gewässerboden 5 rückgezogen werden, wie in Fig. 6e dargestellt ist.

[0055] Nach dem Lösen der Sondereinheit 60 von dem Bohrantrieb 20 und der Hubeinrichtung 40 kann die Sondereinheit 60 über die nicht gezeigte Handhabungseinrichtung 38 aus der Bohrachse heraus in die seitliche Ausleseposition bewegt werden, wie in Fig. 6f verdeutlicht ist. Gleichzeitig oder danach kann ein Bohrgestängeelement 32 aus dem seitlichen Lagereich mit der Handhabungseinrichtung 38 in die Bohrachse unterhalb des Bohrantriebes 20 bewegt werden.

[0056] Nach Verbinden des Bohrgestängeelementes 32 mit dem Bohrantrieb 20 kann ein Bohrloch mit dem Bohrgestängeelement 32 durch drehenden Antrieb durch den Bohrantrieb 20 und durch ein axiales nach-unten-Fahren in den Gewässerboden 5 gemäß Fig. 6g materialabtragend abgebohrt werden. Abgetragenes Bodenmaterial kann insbesondere mittels Einleiten einer Spülflüssigkeit, wie es etwa grundsätzlich bei Spülbohrverfahren bekannt ist, aus dem Bohrloch ausgespült werden.

[0057] Nach Erreichen der gewünschten Abbohrposition gemäß Fig. 6g kann die Sondereinheit 60 über die

Handhabungseinrichtung 38 und die Hubeinrichtung 40 in den Hohlraum des rohrförmigen Bohrgestängeelementes 32 im Gewässerboden 5 eingesetzt werden, wie in Fig. 6h gezeigt ist. Das Einsetzen der Sondereinheit 60 kann über die Hubeinrichtung 40 erfolgen, wobei der Bohrantrieb 20 in seine obere Position nach dem Lösen von dem Bohrgestängeelement 32 rückgesetzt sein kann.

[0058] Nach dem Einsetzen der Sondereinheit 60 in das in den Gewässerboden 5 eingebrachte Bohrgestängeelement 32 kann der Bohrantrieb 20 wieder nach unten verfahren und mit dem eingebrachten Bohrgestängeelement 32 verbunden werden, wie in Fig. 6i abgebildet ist.

[0059] Anschließend kann der Bohrantrieb 20 mit dem Bohrgestängeelement 32 nach oben verfahren werden, während die Sondereinheit 60 in dem erstellten Bohrloch in dem Gewässerboden 5 verbleibt, wie in Fig. 6j veranschaulicht ist. In dieser Position kann die Sondereinheit 60 über die Verriegelungseinrichtung 68 lösbar an dem unteren Ende des Bohrgestängeelementes 32 verriegelt werden.

[0060] Wie in Fig. 6k dargestellt, kann nunmehr der Bohrantrieb 20 mit dem Bohrgestängeelement 32 und der darin verriegelten und festgelegten Sondereinheit 60 vorzugsweise ohne Drehbewegung nach unten verfahren werden, wobei die Sondereinheit 60 mit ihrem Sondendorn 64 um einen weiteren Schritt in den Gewässerboden 5 eingedrückt wird. Hierbei kann bei dem Eindringen ein weiterer Sondierschritt mit Erfassung von Daten zum Gewässerboden 5 durch die Sondereinheit 60 erfolgen.

[0061] Nach Abschluss dieses weiteren Sondierschrittes wird der Bohrantrieb 20 von dem Bohrgestängeelement 32 gelöst und nach oben in die Ausgangsposition verfahren, wie aus Fig. 6l hervorgeht. Das im Gewässerboden 5 befindliche Bohrgestängeelement 32 kann nötigenfalls über die Spanneinheit 17 am unteren Ende der Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 gehalten werden.

[0062] Die Sondereinheit 60 kann nunmehr von dem Bohrgestängeelement 32 entriegelt und über die Hubeinrichtung 40 aus dem Gewässerboden 5 herausgezogen werden, wie in Fig. 6m verdeutlicht ist.

[0063] Über die nicht dargestellte Handhabungseinrichtung 38 kann nun die Sondereinheit 60 erneut entsprechend dem Verfahrensschritt nach Fig. 6f in die seitliche Ausleseposition zum Auslesen der erfassten Daten bewegt werden. Das Auslesen der Daten kann kontaktlos per Funk oder mittels einer Steckverbindung erfolgen. Gleichzeitig oder anschließend kann aus dem Lagerbereich 14, 15 ein weiteres Bohrgestängeelement 32 mit der Handhabungseinrichtung 38 in den Bereich der Bohrachse 21 unterhalb des Bohrantriebes 20 verbracht werden, wie aus Fig. 6n ersichtlich ist.

[0064] Durch Anschließen des Bohrantriebes 20 an das zweite Bohrgestängeelement 32 kann dieses mit dem bereits im Gewässerboden 5 befindlichen ersten Bohrgestängeelement 32, etwa mittels einer Schraub-

verbindung, verbunden und dann durch nach-unten-Fahren des Bohrantriebes 20 unter Erzeugung einer Drehbewegung weiter in den Gewässerboden 5 eingebracht werden. Durch die beiden Bohrgestängeelemente 32 wird ein Bohrgestänge 30 mit einem inneren Hohlraum gebildet, wie in Fig. 6o verdeutlicht ist.

[0065] Nunmehr kann erneut der Bohrantrieb von dem oberen Bohrgestängeelemente 32 gelöst und nach oben in eine Ausgangsposition verfahren werden. Dann kann erneut über die nicht dargestellte Handhabungseinrichtung 38 die Sondereinheit 60 in den Bereich der Bohrachse 21 unterhalb des Bohrantriebes 20 bewegt und mit der Verbindungseinrichtung 44 am freien Ende des Hubseils 43 der Hubeinrichtung 40 verbunden werden, um die Sondereinheit 60 erneut entsprechend dem Verfahrensschritt nach Fig. 6h in den Hohlraum des Bohrgestänges 30 abzusenken. Nach Verbinden mit dem unteren Ende des Bohrgestänges 30 kann mit der Sondereinheit 60 ein weiterer Sondierschritt durchgeführt werden, wie er vorausgehend im Zusammenhang mit den Figuren 6h bis 6m beschrieben wurde. Diese Schritte des wechselseitigen Abbohrens und Sondierens können bis zum Erreichen einer gewünschten Endtiefe wiederholt werden.

[0066] Eine mögliche Ausgestaltung und Anordnung einer erfindungsgemäßen Handhabungseinrichtung 38 mit einem Greifer oder einer Manipulatoreinrichtung 35 ist in Fig. 7 gezeigt. An einer Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 sind ein erster Lagerbereich 14 und ein zweiter Lagerbereich 15 für Bohrgestängeelemente angeordnet. Die beiden Lagerbereiche 14, 15 sind jeweils mit einem Revolvermagazin 16 ausgestattet, in welchen die nicht dargestellten Bohrgestängeelemente in umfangsseitigen Aufnahmeschlitzten gehalten und durch eine Drehbewegung des Revolvermagazins 16 zu einer Ausgabe-position im Bereich der Handhabungseinrichtung 38 bewegbar sind.

[0067] Die Handhabungseinrichtung 38 weist einen Schwenkarm mit einer Manipulatoreinrichtung 35 auf, welche entlang eines bogenförmigen Fahrweges 18 um eine Schwenkachse verschwenkbar ist. Die Manipulatoreinrichtung 35 kann vorzugsweise teleskopierbar sein, etwa um die Bohrgestängeelemente 32 in die Lagerbereiche der Revolvermagazine 16 einzusetzen oder diese herauszunehmen. Entlang des Fahrweges 18 sind die Ausgabe-positionen der Revolvermagazine 16 der beiden Lagerbereiche 14, 15 sowie der Bohrantrieb 20 mit der Bohrachse 21 und auch eine Ausleseeinheit 70 zum Auslesen einer Sondereinheit 60 positioniert. Die Sondereinheit 60 mit dem Datenspeicher zusammen mit der Ausleseeinheit 70 können in jeder geeigneten Weise ausgebildet sein, um ein effizientes Speichern und Auslesen der erfassten Daten zu ermöglichen. So kann die Sondereinheit 60 insbesondere einen Transponder aufweisen, durch welchen bei Eingang eines entsprechenden Eingangssignals die Daten an die Ausleseeinheit 70 übertragen werden.

[0068] Die Ausleseeinheit 70 ist entlang des Fahr-

weges 18 der Handhabungseinrichtung 38 zwischen den beiden Lagerbereichen 14, 15 angeordnet. Auf diese Weise kann die Handhabungseinrichtung 38 mit der Manipulatoreinrichtung 35 sowohl einzelne Bohrgestängeelemente 32 zwischen der jeweiligen Abgabeposition des Lagerbereiches 14, 15 und dem Bohrantrieb 20 mit der Bohrachse 21 als auch die Sondeneinheit 60 zwischen der Bohrachse 21 und der Ausleseseinheit 70 bewegen.

[0069] Eine mögliche Ausgestaltung einer Ausleseseinheit 70 für die erfindungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 ist in den Figuren 8 und 9 verdeutlicht. Entlang einer Linearführung 74, welche an dem Grundrahmen der Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 angebracht ist, kann eine hülsenförmige Dockingstation 72 mittels eines Stellzylinders 76 zwischen einer obenliegenden Rückzugsposition gemäß Fig. 8 in eine untere Ausleseposition gemäß Fig. 9 verfahren werden. Zum Auslesen wird die Sondeneinheit 60 unterhalb der hülsenförmigen Dockingstation 72 in die Rückzugsposition gemäß Fig. 8 bewegt. Durch ein nach-unten-Fahren der hülsenförmigen Dockingstation 72 kann diese über ein zylindrisches Messinterface am oberen Ende der Sondeneinheit 60 verfahren werden, wobei in diesem Zustand vorzugsweise drahtlos Daten ausgelesen werden können.

[0070] Grundsätzlich können auch eine oder mehrere Steckverbindungen hierdurch zwischen der Dockingstation 72 und der Sondeneinheit 60 hergestellt werden. Die ausgelesenen Daten können über eine Leitung 19 von der Dockingstation 72 zu einer Speichereinrichtung an der Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 und/oder bevorzugt unmittelbar über die Leitung 19 zu einem Versorgungsschiff auf der Gewässeroberfläche weitergeleitet werden.

Patentansprüche

1. Unterwasser-Bohrvorrichtung zum Sondieren eines Gewässerbodens (5), mit

- einem Grundrahmen (12), welcher zum Absenken in einem Gewässer und zum Aufstellen auf dem Gewässerboden (5) ausgebildet ist,
- einem Bohrantrieb (20) zum drehenden Antreiben und axialem Vorfahren eines Bohrgestänges (30), welches aus rohrförmigen Bohrgestängeelementen (32) aufbaubar ist, wobei der Bohrantrieb (20) vertikal entlang einer Bohrachse (21) verfahrbar zwischen einer unteren Bohrlochöffnung (18) und einer oberen Rückstellposition gelagert ist,
- mindestens einem Lagerbereich (14) an dem Grundrahmen (10) zum Lagern der einzelnen Bohrgestängeelemente (32) zum Aufbau des Bohrgestänges (30) und
- einer Handhabungseinrichtung (38), welche zum Zuführen einzelner Bohrgestängeelemente

te (32) aus dem mindestens einem Lagerbereich (14,15) zu der Bohrachse (21) zum Bilden des Bohrgestänges (30) ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** eine Sondeneinheit (60) mit einem Sondendorn (64) zum Sondieren des Gewässerbodens (5) vorgesehen ist, welche zum Sondieren an dem Bohrgestänge (30) lösbar angeordnet ist,
- **dass** die Sondeneinheit (60) ausgebildet ist, beim Eintreiben in den Boden Bodendaten zu erfassen und in einem internen Datenspeicher zu speichern, und
- **dass** am Grundrahmen (12) eine Ausleseseinheit (70) zum Auslesen und Speichern der in dem Datenspeicher der Sondeneinheit (60) gespeicherten Daten angeordnet ist.

2. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass am Grundrahmen (12) eine Hubeinrichtung (40) zum vertikalen Bewegen der Sondeneinheit (60) in dem rohrförmigen Bohrgestänge (30), insbesondere zum Bewegen in eine untere Sondierposition und zum Rückholen in eine obere Entnahmeposition, angeordnet ist.

3. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Hubeinrichtung (40) ein Hubseil (43) mit einer Verbindungseinrichtung (44) zum lösbaren Verbinden mit einem Verbindungselement (66) am oberen Ende der Sondeneinheit (60) aufweist.

4. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ausleseseinheit (70) zum drahtlosen und/oder kontaktgebundenen Auslesen und Speichern der in dem Datenspeicher der Sondeneinheit (60) gespeicherten Daten ausgebildet ist.

5. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass am Grundrahmen (12) eine Manipulatoreinrichtung (35) angeordnet ist, welche zum Greifen der Sondeneinheit (60) und Bewegen zwischen dem Bohrgestänge (30) und der Ausleseseinheit (70) ausgebildet ist.

6. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Manipulatoreinrichtung (35) ganz oder teilweise durch die Handhabungseinrichtung (38) gebildet ist.

7. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der An-

sprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Lagerbereich (14, 15) ein Revolvermagazin (16) zum Aufnehmen und Lagern der rohrförmigen Bohrgestängeelemente (32) und/oder der Sondeneinheit (60) aufweist.

8. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Unterwasser-Bohrvorrichtung (10) über mindestens eine Leitung (19) mit einem Versorgungsschiff verbunden ist und Daten von der Ausleseseinheit (70) über die Leitung (19) an das Versorgungsschiff übertragbar sind.

9. Verfahren zum Sondieren eines Gewässerbodens (5),

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** eine Unterwasser-Bohrvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in ein Gewässer abgesenkt und auf dem Gewässerboden (5) aufgestellt wird,

- **dass** mit einem Bohrantrieb (20) und einem Bohrgestänge (30), welches aus rohrförmigen Bohrgestängeelementen (32) aufgebaut wird, eine Bohrung erstellt wird,

- **dass** vor und/oder nach dem Bohren eine Sondeneinheit (60) mit einem Sondendorn (64) zum Sondieren des Gewässerbodens (5) an einem Bohrgestänge (30) lösbar angeordnet wird,

- **dass** die Sondeneinheit (60) in den Boden eingetrieben wird, wobei Bodendaten erfasst und in einem internen Datenspeicher der Sondeneinheit (60) gespeichert werden, und

- **dass** die gespeicherten Daten aus dem Datenspeicher der Sondeneinheit (60) über eine Ausleseseinheit (70) am Grundrahmen (12) ausgelesen werden.

10. Verfahren nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass zum Auslesen der erfassten Daten in dem Datenspeicher die Sondeneinheit (60) zu der Ausleseseinheit (70) am Grundrahmen (12) der Unterwasser-Bohrvorrichtung (10) bewegt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Daten aus dem Datenspeicher an der Ausleseseinheit (70) drahtlos und/oder kontaktgebunden ausgelesen werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass über eine Leitung (19) oder drahtlos die Daten

von der Ausleseseinheit (70) unmittelbar oder nach einer Zwischenspeicherung zu bestimmten Zeitpunkten zu einem Versorgungsschiff übertragen werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass in einem ersten Bohrschritt ein drehendes Bohren zum Bilden einer Bohrung unter Abtrag von Bodenmaterial erfolgt,

dass anschließend in einem zweiten Sondierschritt die Sondeneinheit (60) in das Bohrgestänge (30) eingesetzt wird, wobei ein Sondieren durch axiales Eintreiben des Sondendorns (64) in den Boden am Bohrlochgrund, vorzugsweise ohne Drehbewegung, durchgeführt wird, und

dass nötigenfalls der Bohrschritt und der Sondierschritt so oft wiederholt werden, bis der Gewässerboden (5) bis zu einer gewünschten Tiefe sondiert ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass in einem ersten Sondierschritt die Sondeneinheit (60) in das Bohrgestänge (30) eingesetzt wird, wobei ein Sondieren durch axiales Eintreiben des Sondendorns (64) in den Boden am Bohrlochgrund, vorzugsweise ohne Drehbewegung, durchgeführt wird,

dass anschließend in einem zweiten Bohrschritt ein drehendes Bohren zum Bilden einer Bohrung unter Abtrag von Bodenmaterial erfolgt, und

dass nötigenfalls der Sondierschritt und der Bohrschritt so oft wiederholt werden, bis der Gewässerboden (5) bis zu einer gewünschten Tiefe sondiert ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass beim Bohren und/oder Sondieren eine Tiefenlage im Boden erfasst wird und

dass die erfassten Bodendaten zugeordnet zur jeweiligen Tiefenlage gespeichert werden.

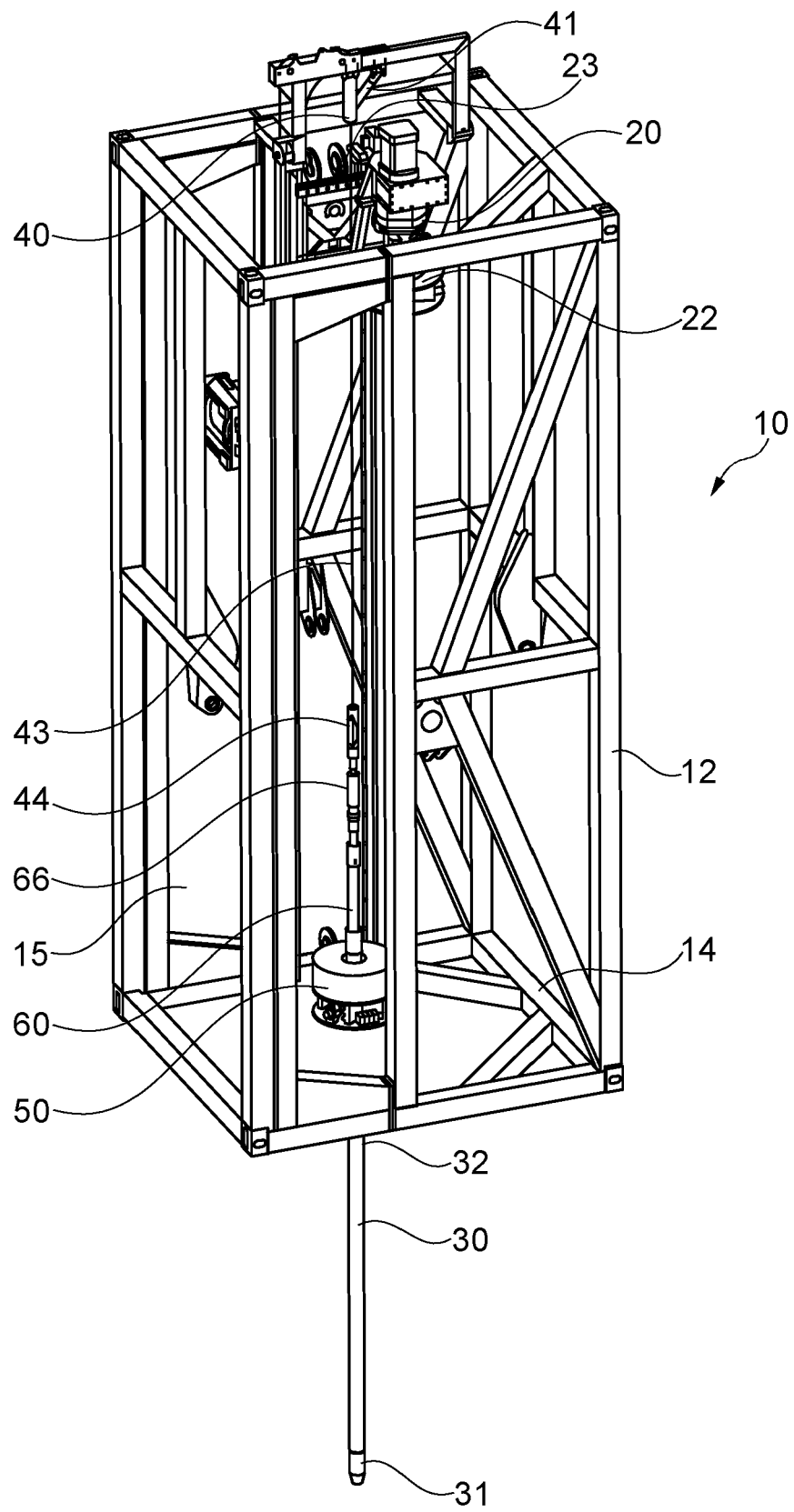


Fig. 1

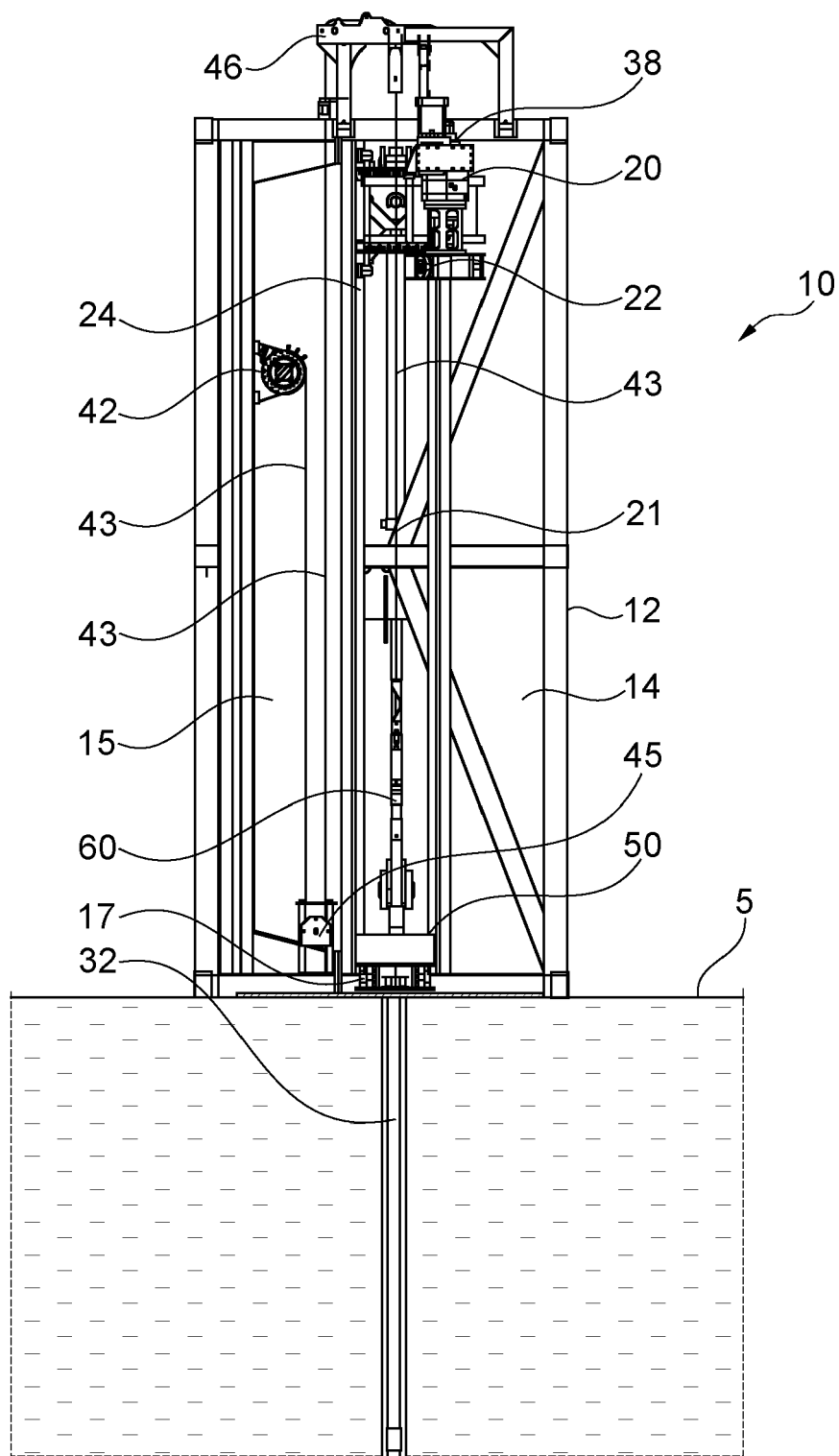


Fig. 2

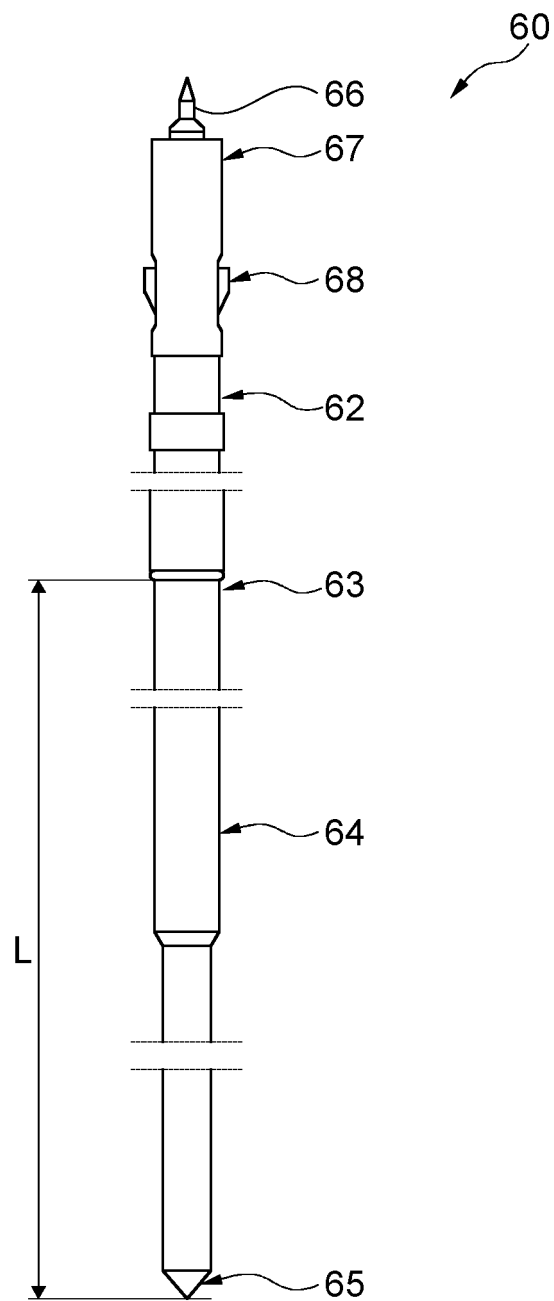


Fig. 3

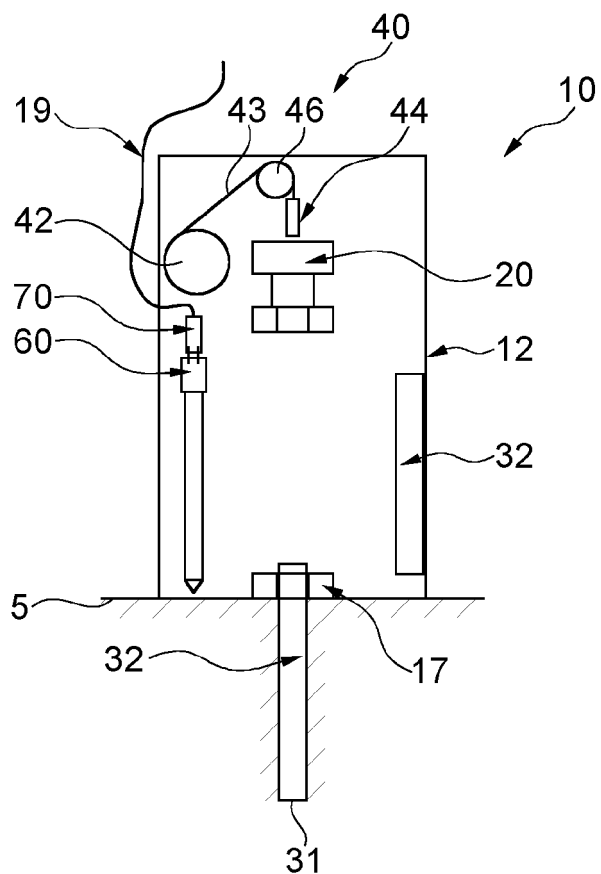


Fig. 4

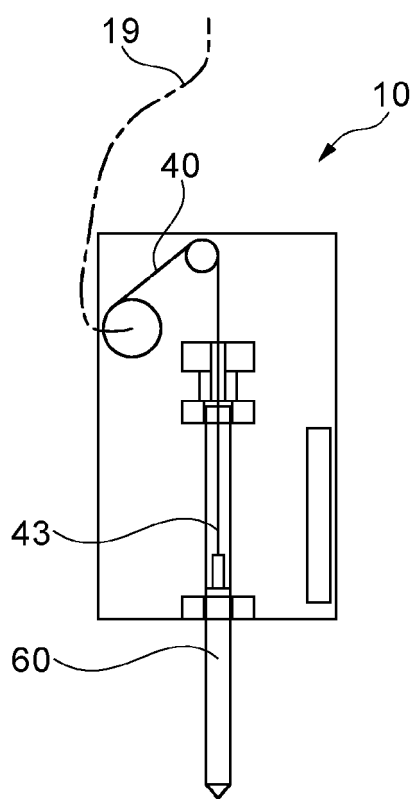


Fig. 5a

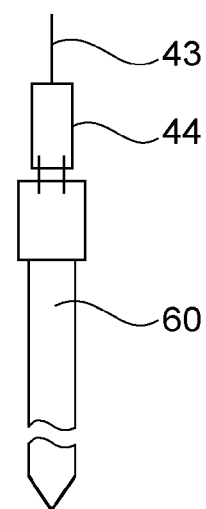


Fig. 5b

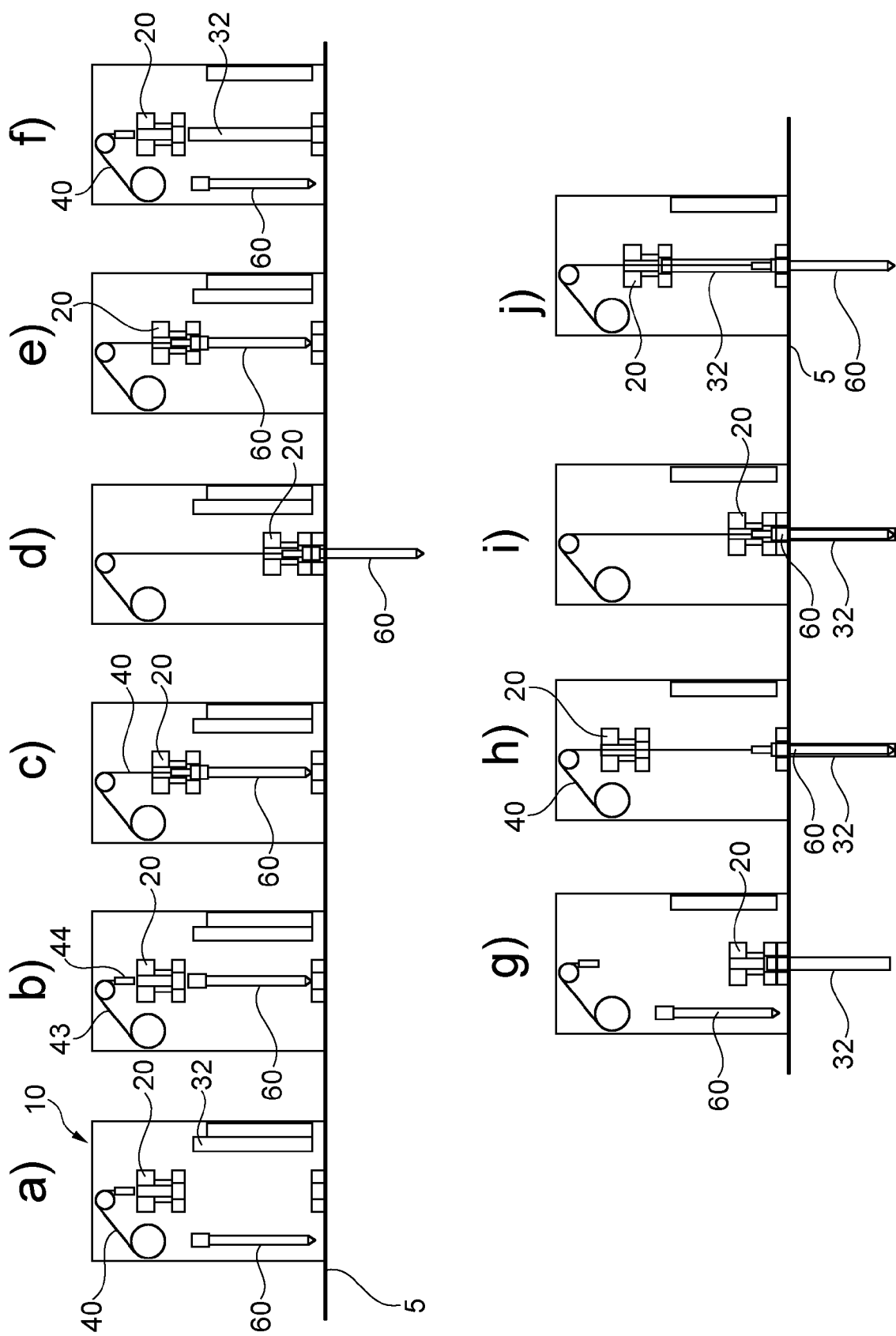


Fig. 6

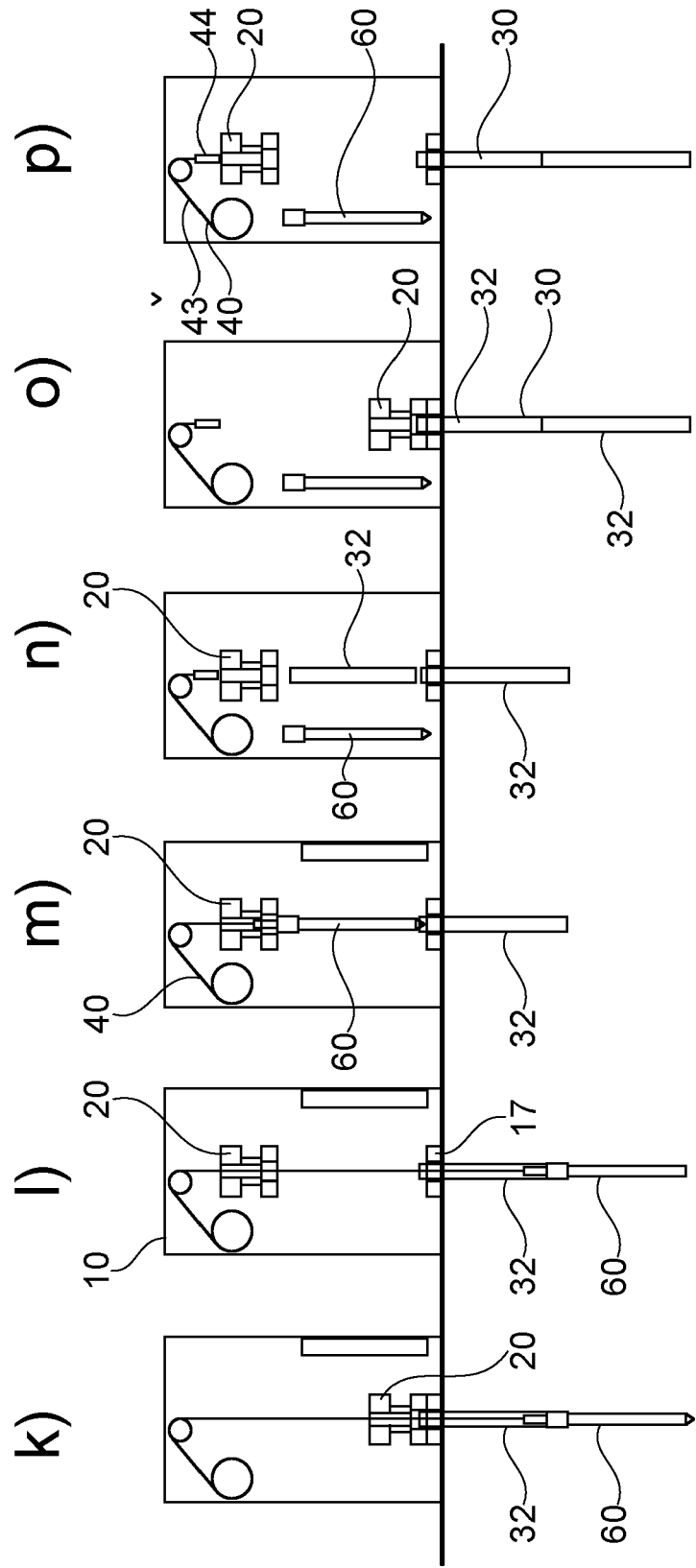


Fig. 6

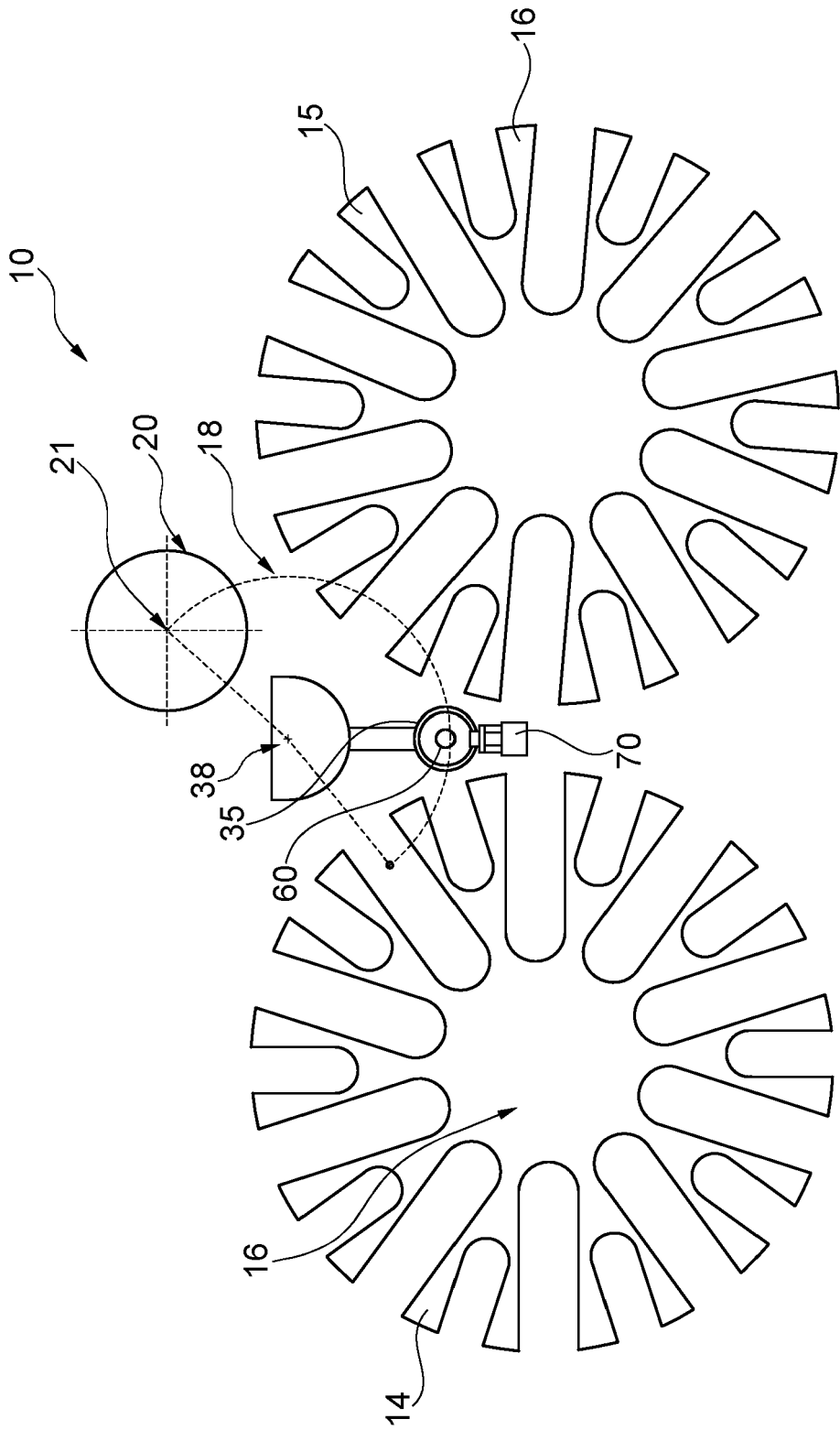


Fig. 7

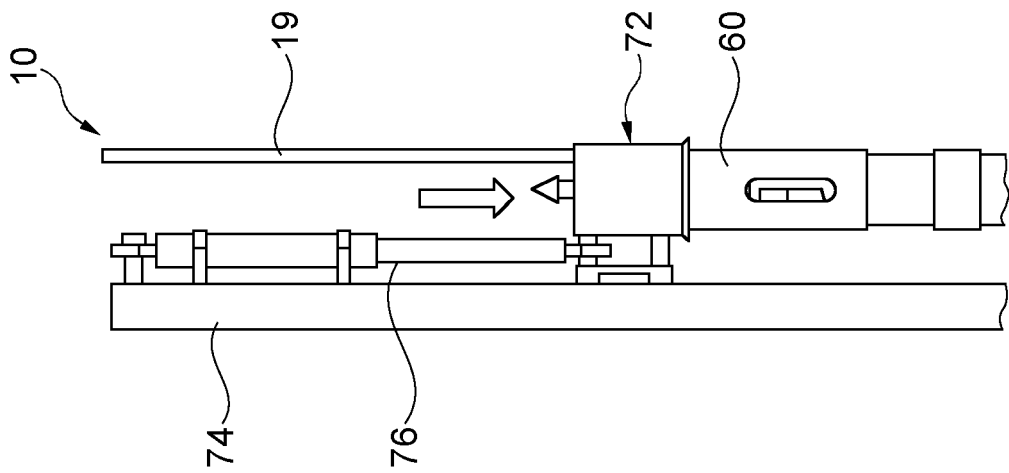


Fig. 9

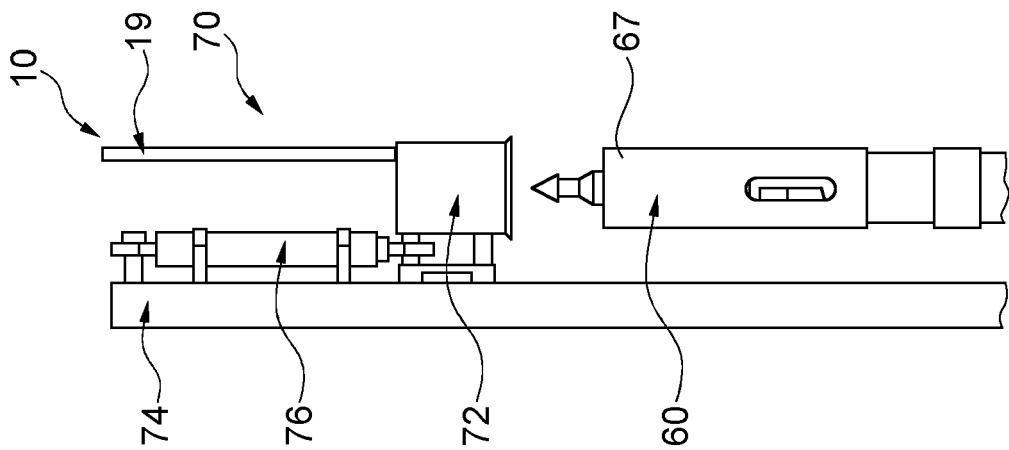


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 9748

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A, D	WO 2015/172818 A1 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]; UNIVERSITÄT BREMEN [DE]) 19. November 2015 (2015-11-19) * das ganze Dokument *	1-15	INV. E21B7/124 E21B15/02 E21B19/14 E21B41/00 E21B47/013
A	WO 90/10778 A1 (BERG HEERENVEEN HOLDIN V D [NL]) 20. September 1990 (1990-09-20) * Seite 2, Zeile 20 - Zeile 31 *	1-15	
A	CN 114 382 414 A (SHANGHAI SURVEY AND DESIGN RES INSTITUTE LIMITED COMPANY) 22. April 2022 (2022-04-22) * Abbildung 4 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E21B E02D
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	21. März 2024	Ott, Stéphane	
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			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 23 20 9748

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.

21-03-2024

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015172818 A1	19-11-2015	CA 2944062 A1	19-11-2015
		CN 106661932 A	10-05-2017
		EP 3117068 A1	18-01-2017
		ES 2729345 T3	31-10-2019
		JP 6307177 B2	04-04-2018
		JP 2017519130 A	13-07-2017
		US 2017152719 A1	01-06-2017
		WO 2015172818 A1	19-11-2015
WO 9010778 A1	20-09-1990	NL 8900542 A	01-10-1990
		WO 9010778 A1	20-09-1990
CN 114382414 A	22-04-2022	KEINE	

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

- WO 2015172818 A1 [0003]
- WO 2013188903 A1 [0006]