



(11) **EP 3 117 068 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(51) Int Cl.:
E21B 25/18 ^(2006.01) **E21B 49/02** ^(2006.01)
E21B 19/14 ^(2006.01) **E21B 41/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14729223.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/059760

(22) Anmeldetag: **13.05.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/172818 (19.11.2015 Gazette 2015/46)

(54) **UNTERWASSER-BOHRVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BESCHAFFEN UND ANALYSIEREN VON BODENPROBEN EINES GEWÄSSERBODENS**

UNDERWATER DRILLING DEVICE AND METHOD FOR OBTAINING AND ANALYSING SOIL SAMPLES OF THE BED OF A BODY OF WATER

DISPOSITIF DE FORAGE IMMERGÉ ET PROCÉDÉ D'OBTENTION ET D'ANALYSE D'ÉCHANTILLONS DE SOL DU FOND D'UN PLAN D'EAU

(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

- **WEIXLER, Leonhard**
86672 Thierhaupten (DE)
- **FREUDENTHAL, Tim**
28870 Ottersberg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2017 Patentblatt 2017/03

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Irmgardstrasse 3
81479 München (DE)

(73) Patentinhaber:

- **BAUER Maschinen GmbH**
86529 Schrobenhausen (DE)
- **Universität Bremen**
28359 Bremen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-95/33123 **WO-A1-2012/000077**
WO-A1-2013/188903

(72) Erfinder:

- **FINKENZELLER, Stefan Michael**
85084 Reichertshofen (DE)

EP 3 117 068 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Unterwasser-Bohrvorrichtung gemäß Anspruch 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Beschaffen und Analysieren von Bodenproben eines Gewässerbodens, gemäß Anspruch 9.

[0003] Eine gattungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung und ein gattungsgemäßes Verfahren gehen beispielsweise aus der WO 2012/000077 A1 oder der US 7,380,614 B1 hervor. Bei diesen 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 Gewässerbodenaufbaus 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. 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. Tagessätze für derartige Versorgungsschiffe können sich auf mehrere 10.000,-EUR bis zu über 100.000,- EUR pro Tag belaufen.

[0005] Aus der WO 2013/188903 A1 ist ein Verfahren zur Untersuchung eines Gewässerbodens bekannt, bei welchem entlang eines Bohrloches mittels einer Sensoreinrichtung 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. Zunächst 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 Schichtaufbaus des Gewässerbodens.

[0006] Ein weiteres Verfahren zur Analyse eines Gewässerbodens geht aus der US 4,043,404 A hervor. Bei diesem bekannten Verfahren wird ein Bohrloch mit einem speziellen Bohrwerkzeug erstellt, welches ein zylindri-

sches Gehäuse aufweist. In diesem zylindrischen Gehäuse sind Aufnahmebehälter zum Aufnehmen von Bodenproben vorgesehen. Allerdings ist der Aufnahme- raum zum Aufnehmen von Bodenproben innerhalb des im Bohrloch befindlichen Bohrwerkzeuges begrenzt. Zudem ist die Gewinnung von Bodenproben, welche einen erheblich kleineren Durchmesser als der Bohrdurchmesser aufweisen, aufwändig und bedarf eines speziellen Probennehmers.

[0007] Bei einem Bohrverfahren an Land ist es bekannt, Bohrkern unmittelbar an der Bohrstelle zu untersuchen.

[0008] Aus der DE 695 01 539 D2 geht ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Nachweis von Radioaktivität an einem Bohrkern hervor. An dieser oberirdischen Bohrvorrichtung wird unmittelbar an der Bohrvorrichtung eine Sensoreinrichtung angeordnet, welche radioaktive Strahlung an einem Bohrkern feststellen kann.

[0009] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Unterwasser-Bohrvorrichtung und ein Verfahren zum Beschaffen und Analysieren von Bodenproben eines Gewässerbodens anzugeben, mit welchem Bodenproben sowohl zuverlässig als auch zeit- und damit kosteneffizient gewonnen und analysiert werden können.

[0010] 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.

[0011] Die Unterwasser-Bohrvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass an dem Grundrahmen in einem Umgebungsbereich der Bohrachse mindestens eine Sensoreinrichtung angeordnet ist, welche zum Ermitteln mindestens einer physikalischen und/oder chemischen Eigenschaft des Bohrkerns ausgebildet ist, und dass eine Datenverarbeitungseinrichtung vorgesehen ist, die zum Speichern von ermittelten Daten zu der mindestens einen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaft des Bohrkerns und von Daten zu dem Lagerplatz des Bohrkerns in dem zweiten Lagerbereich ausgebildet ist.

[0012] Eine Grundidee der Offenbarung besteht darin, wie bei dem nach dem gattungsbildenden Stand der Technik bekannten Verfahren mit einer Unterwasser-Bohrvorrichtung Bohrkern während des aufwändigen Kernbohrverfahrens zu gewinnen. Dies so gewonnen Bohrkern können nach einer Hebung vom Gewässergrund eingehend analysiert werden und können insbesondere bei der Durchführung einer Vielzahl von Probebohrungen an unterschiedlichen Stellen für die Erstellung eines exakten geologischen Profils verwendet werden.

[0013] Dabei besteht ein wesentlicher Aspekt der Offenbarung darin, mit dem Beginn der Analyse der Bohrkern nicht bis zum Abschluss der Bohrung zu warten. Vielmehr können bereits während des Bohrvorganges beim Abführen des Bohrkerns auf dem Bohrgestänge erste Daten zur Eigenschaft und insbesondere zum Auf-

bau des Bohrkerns gewonnen werden. Insbesondere bei der Erkundung von Bodenschätzen erlaubt diese erste Analyse von bestimmten Parametern eine Aussage, ob ein weiteres Abbohren an einer Stelle weiterhin sinnvoll ist oder abgebrochen werden sollte. Eine nicht erfolgversprechende Bohrung kann somit frühzeitig festgestellt und beendet werden, was Zeit und Kosten spart.

[0014] Zudem können bereits vielversprechende Bohrkerne oder Bohrkerne von besonderem Interesse noch während des Bohrvorganges ermittelt werden. Nach einem Heben der Unterwasser-Bohrvorrichtung mit den Bohrkernen können dann gezielt diese Bohrkerne von besonderem Interesse zuerst untersucht und analysiert werden. Hieraus können schneller Rückschlüsse über Ort oder Art und Weise einer weiteren Probebohrung getroffen werden.

[0015] Dabei besteht eine bevorzugte Ausführungsform darin, dass eine Datenübertragungseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher die ermittelten Daten zu einer beabstandeten Zentrale übertragbar sind. Mittels der Datenübertragungseinrichtung kann die Datenübertragung drahtlos oder drahtgebunden erfolgen. Dies erlaubt eine vorzeitige Analyse von Bohrkernen etwa auf dem Versorgungsschiff oder einer entfernt liegenden Zentrale, noch während die Probebohrung weiter durchgeführt wird.

[0016] Eine besonders effiziente Verfahrensdurchführung wird gemäß einer Weiterbildung der Unterwasser-Bohrvorrichtung dadurch erreicht, dass die Datenverarbeitungseinrichtung eine Auswerteeinheit aufweist, in welcher Entscheidungskriterien gespeichert sind und welche ausgelegt ist, basierend auf den gespeicherten Entscheidungskriterien eine Entscheidung über einen Fortgang oder einen Abbruch der Bohrung zu treffen. Als Entscheidungskriterien können insbesondere Mindest- oder Maximalwerte für bestimmte physikalische oder chemische Größen vorgesehen sein, welche für eine Entscheidung über einen Fortgang oder einen Abbruch der Bohrung von besonderer Bedeutung sind. So kann etwa eine Aussage zur elektrischen Leitfähigkeit oder zum Induktionsverhalten des Bohrkernes darauf hinweisen, dass etwa spezielle metallische Bodenschätze vorliegen oder nicht vorliegen. Diese Entscheidungskriterien können durch im Voraus durchgeführte Testverfahren oder auch durch empirische Ergebnisse vorausgegangener Bohrungen festgesetzt werden. Die Entscheidungskriterien hängen maßgeblich von der jeweiligen Art der Bodenschätze ab, nach welchen gezielt gesucht wird. Werden beispielsweise bestimmte Kennwerte bei einer bestimmten Bohrtiefe nicht erreicht, so kann es wirtschaftlich sinnvoll sein, das weitere Bohren an dieser Untersuchungsstelle abubrechen und an einer anderen Stelle fortzusetzen. Es kann auch ein Vergleich mit den Messwerten des oder der vorausgegangenen Bohrkerne in der Datenverarbeitungseinrichtung erfolgen. Es kann so etwa festgestellt werden, ob man sich einem Vorkommen eines bestimmten Bodenschatzes, etwa von Masivsulfid, Erzen oder Öl, nähert oder sich hiervon entfernt.

[0017] Aufgrund dieser Ausbildung muss etwa in diesem Fall die Bohrvorrichtung nicht mehr für eine Analyse der Bohrkerne aus dem Gewässer geborgen werden. Vielmehr kann die Unterwasser-Bohrvorrichtung im Gewässer verbleiben und mit dem Versorgungsschiff an eine andere Stelle gesetzt werden. Grundsätzlich kann die Sensoreinrichtung in beliebiger Art und Weise ausgebildet und angeordnet sein. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist es vorgesehen, dass die mindestens eine Sensoreinrichtung ringförmig und im Bereich oberhalb der Bohrlochöffnung angeordnet ist. Die Bohrlochöffnung kann dabei ein Bohrlochverschluss oder eine sonstige Anordnung zur Stabilisierung der Öffnung am Bohrloch sein. Über eine ringförmige Anordnung der Sensoreinrichtung kann eine umfassende und vorzugsweise berührungsfreie Erfassung des Bohrkernes unmittelbar bei Austritt aus dem Bohrloch erfolgen. Dabei kann die Sensoreinrichtung so ausgestaltet sein, dass eine Ermittlung berührungslos auch durch die Wandung der rohrförmigen Aufnahme erfolgt, etwa durch eine Wechselwirkung mit einem magnetischen oder elektromagnetischen Feld. So kann etwa ein erhöhter oder verringerter Anteil von Erdöl in einem Gestein dessen elektromagnetisches Resonanzverhalten und dessen Leitfähigkeit merklich verändern.

[0018] Grundsätzlich kann je nach der vorgesehenen Suche nach bestimmten Bodenschätzen eine geeignete Sensoreinrichtung ausgewählt werden. Es können auch optische Sensoren oder Sensoren zur Messung der Radioaktivität vorgesehen sein. Nach einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sensoreinrichtung zur Messung einer Induktivität, elektrischen Leitfähigkeit, einer Kapazität und/oder weiterer physikalischer oder chemischer Größen ausgebildet ist. Insbesondere können in einem ringförmigen Gehäuse auch verschiedene Arten von Sensoren vorgesehen sein, so dass gleichzeitig eine Überprüfung und Analyse nach verschiedenen Kenngrößen erfolgen kann.

[0019] Weiterhin ist es nach einer Ausführungsform vorteilhaft, dass die Aufnahme rohrförmig als ein Kernrohrfänger ausgebildet ist, welcher an seinem oberen Ende eine Verbindungseinrichtung für die Abführeinrichtung aufweist. Der Kernrohrfänger kann dabei insbesondere als ein dünnwandiges Rohr aus einem Metall oder einem Kunststoff gebildet sein, in welchem sich beim Abbohren des rohrförmigen Bohrgestänges ein innerer verbleibender Bodenbereich als Bohrkern in einen Aufnahmebereich des Kernrohrfängers hineinschiebt. Durch eine entsprechende Verschlussvorrichtung oder sonstige Halteeinrichtungen kann der Bohrkern in der rohrförmigen Aufnahme fixiert werden. Nachdem ein weiterer Bohrschritt entsprechend der Länge eines Bohrgestänges erfolgt ist, kann die Aufnahme mit dem darin eingeschlossenen Bohrkern über die Abführeinrichtung aus dem Bohrgestänge gezogen und zu dem zweiten Lagerbereich gefördert werden, wobei die Aufnahme mit dem Bohrkern an einem bestimmten vorgesehenen Lagerplatz des zweiten Lagerbereiches abgesetzt wird.

Nach dem Absetzen kann die Abführeinrichtung von der Aufnahme gelöst werden, so dass nach einem weiteren Bohrschritt eine weitere Aufnahme mit einem Bohrkern abgeführt werden kann.

[0020] Dabei ist es nach einer Weiterbildung zweckmäßig, dass die Abführeinrichtung eine Winde mit einem Hubseil aufweist, an dessen freien Ende eine Verriegelungseinrichtung angeordnet ist, welche mit einer Verbindungseinrichtung an der Aufnahme für den Bohrkern zusammenwirkt. Die Verriegelungseinrichtung kann dabei insbesondere eine Hakenanordnung sein, welche in eine etwa als Öse ausgebildete Verbindungseinrichtung an der rohrförmigen Aufnahme eingreift. Auf diese Weise kann eine formschlüssige Verbindung zum Abführen der Aufnahme mit dem Bohrkern gebildet werden. Es sind aber auch andere Verbindungsmethoden denkbar, etwa eine elektromagnetische Verbindung durch eine Anordnung entsprechender Elektromagnete.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausführungsvariante besteht darin, dass der Grundrahmen über eine maritime Nabelschnur mit einem Versorgungsschiff verbunden ist. Die maritime Nabelschnur kann dabei sowohl zur Versorgung mit Energie, insbesondere elektrischer Energie und Hydraulikflüssigkeit, sowie als eine Datenleitung zur Datenkommunikation vorgesehen sein. Weiterhin kann die maritime Nabelschnur auch als ein Hubseil ausgebildet sein, mit welcher neben der Versorgungsfunktion die Unterwasser-Bohrvorrichtung abgesenkt und wieder gehoben werden kann.

[0022] Die eingangs angeführte Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens dadurch gelöst, dass mittels mindestens einer Sensoreinrichtung, welche an dem Grundrahmen in einem Umgebungsbereich der Bohrachse angeordnet ist, mindestens eine physikalische und/oder chemische Eigenschaft des Bohrkernes ermittelt wird, und dass die dabei ermittelten Daten in einer Datenverarbeitungseinrichtung zusammen mit den Daten zu dem Lagerplatz des Bohrkernes in dem zweiten Lagerbereich abgespeichert werden. Das Verfahren kann insbesondere mit der zuvor beschriebenen Unterwasser-Bohrvorrichtung ausgeführt werden.

[0023] Es ergeben sich die zuvor beschriebenen Vorteile bei der Durchführung des Verfahrens.

[0024] Eine bevorzugte Verfahrensvariante besteht darin, dass basierend auf den ermittelten Daten zu der mindestens einen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaft des Bohrkernes eine Entscheidung über einen Fortgang oder einen Abbruch der Bohrung getroffen wird, während die Bohrvorrichtung sich weiterhin in dem Gewässer auf dem Gewässerboden befinden. Diese Entscheidung dann dabei vorzugsweise durch die Unterwasser-Bohrvorrichtung selbst durch eine Auswertereinheit in der Datenverarbeitungseinrichtung getroffen werden oder durch Datenfernübertragung von einer beabstandeten Zentrale, etwa auf dem Versorgungsschiff oder einer Station an Land.

[0025] Auf diese Weise können Fehlbohrungen frühzeitig erkannt und die Unterwasser-Bohrvorrichtung zeit-

und kosteneffizient eingesetzt werden.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter erläutert, welche schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind. 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; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung mit einer Vielzahl von Probebohrungen.

[0027] Der Aufbau und die Funktion einer Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 werden im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 erläutert. Die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 umfasst einen kastenförmigen Grundrahmen 12, welcher aus Stahlträgern aufgebaut ist. In einem mittleren Bereich des Grundrahmens 12 ist eine vertikal gerichtete Bohrführung 24 vorgesehen, entlang welcher ein Bohrantrieb 20 mit einer Spanneinrichtung 22 zum Spannen von Bohrgestängeelementen 32 vertikal verfahrbar entlang einer Bohrachse 21 gelagert und angetrieben ist. Zusätzlich ist der Bohrantrieb 20 senkrecht zur Bohrachse 21 in einer horizontalen Richtung entlang einer Querschienen 23 von der Bohrachse 21 weg verschiebbar. Der Bohrantrieb 21 kann dabei als Teil einer Zuführeinrichtung 38 dienen, um in einem ersten Lagerbereich 14 des Grundrahmens 12 nicht dargestellte, gelagerte Bohrgestängeelemente 32 zu greifen und diese in die Bohrachse 21 zu führen. Die nur schematisch angedeutete Zuführeinrichtung 38 kann weitere Handhabungseinrichtungen aufweisen, um in bekannter Weise vertikal gerichtete, gelagerte Bohrgestängeelemente 32 zu greifen und zur Bohrachse 21 zu fördern.

[0028] Zum Bilden eines Bohrgestänges 30 wird ein neues Bohrgestängeelement 32 an ein bereits vorhandenes Bohrgestängeelement 32 mittels Schraubverbindung angeschlossen. In Fig. 1 ist lediglich ein einzelnes Bohrgestängeelemente 32 gezeigt, welches in einem ersten Bohrschritt in den Gewässerboden 5 eingebracht wurde. Bei diesem anfänglichen Bohrgestängeelement 32 ist am unteren Ende ein Bohrkopf 31 mit bodenabtragenden Schneidwerkzeugen vorgesehen. Beim Abbohren des rohrförmigen Bohrgestängeelementes 32 bildet sich ein zylindrischer Bohrkern aus dem anstehenden Bodenmaterial. Dieser Bohrkern wird in einer rohrförmigen Aufnahme 34 aufgenommen, welche im Inneren des Bohrgestänges 30 angeordnet ist.

[0029] Zum Abführen der rohrförmigen Aufnahme 34 mit dem darin angeordneten und gehaltenen Bohrkern wird der Bohrantrieb 20 zunächst aus der Bohrachse 21 herausgefahren. Anschließend wird über einen Schwenkhebelmechanismus 41 ein Hubseil 43 einer Abführeinrichtung 40 in den Bereich der Bohrachse 21 bewegt. Am unteren freien Ende des Hubseiles 43 ist eine hülsenförmige Verriegelungseinrichtung 44 vorgesehen.

Das Hubseil 43 verläuft von einer am Grundrahmen 12 seitlich befestigten Winde 42 über eine untere Anlenkrolle 45 zu einer oberen Umlenkeinrichtung 46 der Abführeinrichtung 40. Über die Winde 42 wird das mehrfach am Rahmen umgelenkte Hubseil 43 nach unten abgelaassen, wobei die Verriegelungseinrichtung 44 am Hubseil 43 mit einer Verbindungseinrichtung 36 am oberen Ende der hülsenförmigen Aufnahme 34 in Eingriff kommt. Dabei wird eine Verbindung hergestellt, so dass die Aufnahme 34 mit dem Bohrkern nach oben aus dem Bohrgestänge 30 herausgezogen werden kann. Anschließend wird die hülsenförmige Aufnahme 34 mit dem Bohrkern über die Abführeinrichtung 40 seitlich zu einem zweiten Lagerbereich 15 an dem Grundrahmen 12 gefördert und darin abgelegt. Auch hinsichtlich des zweiten Lagerbereiches 15 ist das magazinähnliche Lager aus Übersichtlichkeitsgründen nicht näher dargestellt. In dem zweiten Lagerbereich 15 werden die hülsenförmigen Aufnahmen 34 mit den darin befindlichen Bohrkernen vertikal in Halterungen gelagert, so dass die Bohrkern zur weiteren Untersuchung zusammen mit der Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 nach Abschluss der Bohrarbeiten zu einem nicht dargestellten Versorgungsschiff befördert werden können.

[0030] Für eine vorausgehende Untersuchung und Analyse der Bohrkern ist unmittelbar oberhalb der Bohrlochöffnung 18, an welcher eine Spanneinheit 17 zum Halten des Bohrgestänges 30 angeordnet ist, konzentrisch zur Bohrachse 21 eine ringförmige Sensoreinrichtung 50 vorgesehen. Die Sensorvorrichtung 50 ist mit berührungslos arbeitenden Sensoren zur Bestimmung physikalischer und/oder chemischer Eigenschaften des Bohrkernes ausgebildet. Weiterhin ist eine Datenverarbeitungseinrichtung 52 vorgesehen, in welcher die jeweils ermittelten Daten zu einem Bohrkern abgespeichert werden können. Gleichzeitig können mit der Datenverarbeitungseinrichtung 52 auch die Positionsdaten und insbesondere der Lagerplatz gespeichert werden, an welchem der jeweilige Bohrkern im zweiten Lagerbereich 15 abgelegt wird. Dies erlaubt bei einer späteren weiteren Analyse der Bohrkern gezielt auf die Bohrkern zurückzugreifen, welche nach der ersten Vorortanalyse und den vorab von der Datenverarbeitungseinrichtung 52 übermittelten Daten von besonderem Interesse für eine weitere Untersuchung sind.

[0031] Nach diesem ersten Bohrschritt mit Sicherung eines Bohrkernes wird die Abführvorrichtung 40 wieder aus der Bohrachse 21 fortbewegt, so dass anschließend der Bohrantrieb 20 mit einem neuen Bohrgestängeelement 32 aus dem ersten Lagerbereich 14 wieder in die Bohrachse 21 bewegt werden kann. Das neue Bohrgestängeelement 32 kann sodann an das obere Bohrgestängeelement 32 des Bohrgestänges 30 angeschlossen werden. Abschließend kann dann das Bohrgestänge 30 wieder um einen Bohrschritt um die Länge eines Bohrgestängeelementes 32 in den Gewässerboden 5 abgebohrt werden. Dabei wird ein neuer Bohrkern gebildet, welcher entsprechend dem voraus beschriebenen Ver-

fahren aus dem Bohrgestänge 30 entfernt und wieder in dem zweiten Lagerbereich 15 abgelegt werden kann. Es können dann entsprechend weitere Bohrschritte erfolgen, soweit dies gewünscht wird.

[0032] In Fig. 3 ist schematisch die Ermittlung eines Bodenschatzvorkommens 7 in einem Gewässerboden 5 mittels einer Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 nach der Erfindung sowie einem erfindungsgemäßen Verfahren dargestellt.

[0033] Die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 wird zunächst zum Erstellen einer ersten Bohrung 8.1 auf den Gewässerboden 5 aufgesetzt. Es erfolgt dann ein schrittweises Abbohren mit Beschaffung und Untersuchung der Bohrkern, wie es zuvor im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschrieben wurde. Bei der ersten Bohrung 8.1 wurden durch die erfindungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 bei der unmittelbaren Analyse der gewonnenen Bohrkern vor Ort keine Daten zu einem Bodenschatzvorkommen 7 festgestellt. Entsprechend ist die erste Bohrung 8.1 bis zur maximal erreichbaren Bohrtiefe durchgeführt, welche dargestellt ist durch das Bohrgestänge 30 mit im vorliegenden Fall vier Bohrgestängeelementen 32.

[0034] Nach Rückbau des Bohrgestänges 30 kann die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 zu einer zweiten Position versetzt werden, um eine zweite Bohrung 8.2 durchzuführen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ergibt sich bereits nach dem ersten Bohrschritt durch die Sensoreinrichtung 50 das Vorhandensein eines Bodenschatzvorkommens 7. Nach dem zweiten Bohrschritt bei der Erstellung der zweiten Bohrung 8.2 kann bei der In-situ-Untersuchung des Bohrkernes festgestellt werden, dass bei diesem Bohrbereich das Bodenschatzvorkommen 7 in dieser Tiefenlage wieder beendet ist. Da dies umgehend von einer Auswerteeinheit festgestellt werden kann, kann ein Fortgang der zweiten Bohrung 8.2 beendet werden. Die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 kann dann zur Durchführung weiterer Bohrungen 8.3, 8.4, 8.5 und 8.6 wieder versetzt werden.

[0035] Dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist anschaulich zu entnehmen, dass es durch eine unmittelbare Analyse der Bohrkern durch die Unterwasser-Bohrvorrichtung 10 ermöglicht wird, Bohrungen etwa bei Verlassen eines festgestellten Bodenschatzvorkommens 7 frühzeitig zu beenden, wie dies bei den Bohrungen 8.2, 8.3, 8.4 und 8.5 erfolgt ist. So kann insgesamt ein zeit- und damit kosteneffizientes Verfahren zum Feststellen unterseeischer Bodenschatzvorkommen 7 erfolgen.

Patentansprüche

1. Unterwasser-Bohrvorrichtung (10) zum Beschaffen und Analysieren von Bodenproben eines Gewässerbodens, 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 eines Bohrgestänges (30), welches aus rohrförmigen Bohrgestängeelementen (32) aufgebaut ist, wobei der Bohrantrieb (20) vertikal entlang einer Bohrachse (21) verfahrbar zwischen einer unteren Bohrlochöffnung (18) und einer oberen Rückstellposition gelagert ist,
 - einem ersten Lagerbereich (14) an dem Grundrahmen (12) zum Lagern der einzelnen rohrförmigen Bohrgestängeelemente (32) zum Aufbau des Bohrgestänges (30), wobei in den Bohrgestängeelementen (32) jeweils eine Aufnahme (34) für einen Bohrkern lösbar gehalten ist, und
 - einem zweiten Lagerbereich (15) an dem Grundrahmen (12) zum Lagern der Aufnahmen (34) mit den gewonnenen Bohrkernen als Bodenprobe,
 - einer Zuführeinrichtung (38), mit welcher einzelne Bohrgestängeelemente (32) von dem ersten Lagerbereich (14) zu der Bohrachse (21) zum Bilden des Bohrgestänges (30) zuführbar sind, und
 - einer Abführeinrichtung (40) zum Abführen einer Aufnahme (34) mit Bohrkern aus dem Bohrgestänge (30) und Ablegen an einem bestimmten Lagerplatz in dem zweiten Lagerbereich, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** mindestens eine Sensoreinrichtung (50) vorgesehen ist, welche zum Ermitteln zumindest einer physikalischen und/oder chemischen Eigenschaft des Bohrkerns ausgebildet ist, und
 - **dass** eine Datenverarbeitungseinrichtung (52) vorgesehen ist, welche zum Abspeichern von ermittelten Daten zu der mindestens einen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaft des Bohrkernes und von Daten zu dem Lagerplatz des Bohrkernes in dem zweiten Lagerbereich (15) ausgebildet ist.
2. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass eine Datenübertragungseinheit vorgesehen ist, mit welcher die ermittelten Daten zu einer beabstandeten Zentrale übertragbar sind.
3. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenverarbeitungseinrichtung (52) eine Auswerteeinheit aufweist, in welcher Entscheidungskriterien gespeichert sind und welche ausgelegt ist, basierend auf den abgespeicherten Entscheidungskriterien eine Entscheidung über einen Fortgang oder einen Abbruch der Bohrung zu treffen.
4. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Sensoreinrichtung (50) ringförmig und im Bereich oberhalb der Bohrlochöffnung (18) angeordnet ist.
5. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensoreinrichtung (50) zur Messung einer Induktivität, elektrischen Leitfähigkeit, einer Kapazität und/oder weiterer physikalischer oder chemischer Größen ausgebildet ist.
6. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aufnahme (34) rohrförmig als ein Kernrohrfänger ausgebildet ist, welcher an seinem oberen Ende eine Verbindungseinrichtung (36) für die Abführeinrichtung (40) aufweist.
7. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abführeinrichtung (40) eine Winde (42) mit einem Hubseil (43) aufweist, an dessen freiem Ende eine Verriegelungseinrichtung (44) angeordnet ist, welche mit einer Verbindungseinrichtung (36) an der Aufnahme (34) für den Bohrkern zusammenwirkt.
8. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Grundrahmen (12) über eine maritime Nabelschnur mit einem Versorgungsschiff verbunden ist.
9. Verfahren zum Beschaffen und Analysieren von Bodenproben eines Gewässerbodens, insbesondere mit einer Unterwasser-Bohrvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welchem
 - eine Unterwasser-Bohrvorrichtung (10) mit einem Grundrahmen (12) in einem Gewässer abgesenkt und auf einem Gewässerboden (5) abgesetzt wird,
 - mit einem Bohrantrieb (20), welcher vertikal verfahrbar an dem Grundrahmen (12) gelagert ist, ein Bohrgestänge (30) bestehend aus mindestens einem rohrförmigen Bohrgestängeelement (32) in den Gewässerboden (5) in einem ersten Bohrschritt abgebohrt wird, wobei in einer Aufnahme (34) in dem rohrförmigen Bohrgestängeelement (32) ein Bohrkern gebildet und aufgenommen wird,
 - die Aufnahme (34) mit dem Bohrkern mittels einer Abführeinrichtung (40) aus dem Bohrgestänge (30) abgeführt und an einem Lagerplatz

eines zweiten Lagerbereiches (15) an dem Grundrahmen (12) abgelegt wird, und

- anschließend mindestens ein weiterer Bohrschritt durchgeführt wird, wobei mittels einer Zuführeinrichtung (38) ein weiteres Bohrgestängenelement (32) mit einer Aufnahme (34) für einen Bohrkern aus einem ersten Lagerbereich (14) dem Bohrgestänge (30) zugeführt und mit dem Bohrantrieb (20) ein weiteres Abbohren des Bohrgestänges (30) erfolgt,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** mittels mindestens einer Sensoreinrichtung (50) mindestens eine physikalische und/oder chemische Eigenschaft des Bohrkernes ermittelt wird, und

- **dass** die dabei ermittelten Daten in einer Datenverarbeitungseinrichtung (52) zusammen mit den Daten zu dem Lagerplatz des Bohrkernes in dem zweiten Lagerbereich (15) abgespeichert werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass basierend auf den ermittelten Daten zu der mindestens einen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaft des Bohrkernes eine Entscheidung über einen Fortgang oder einen Abbruch der Bohrung getroffen wird, während die Unterwasser-Bohrvorrichtung (10) sich weiterhin in dem Gewässer auf dem Gewässerboden (5) befindet.

Claims

1. Underwater drilling device (10) for procuring and analyzing ground samples of a bed of a body of water, having

- a base frame (12) which is designed for lowering into a body of water and for placing onto the bed of the body of water (5),

- a drill drive (20) for rotationally driving a drill rod (30) which is composed of tubular drill rod elements (32), wherein the drill drive (20) is supported in a vertically movable manner along a drilling axis (21) between a lower borehole opening (18) and an upper retracted position,

- a first storage area (14) on the base frame (12) for storing the individual tubular drill rod elements (32) for assembly of the drill rod (30), wherein a receiving part (34) for a drill core is in each case held in a releasable manner in the drill rod elements (32),

- a second storage area (15) on the base frame (12) for storing the receiving parts (34) with the obtained drill cores as a ground sample,

- a supply means (38), with which individual drill rod elements (32) can be supplied from the first

storage area (14) to the drilling axis (21) in order to form the drill rod (30), and

- a removal means (40) for removing a receiving part (34) with drill core from the drill rod (30) and for depositing in a specific storage place in the second storage area (15),

characterized in that

- on the base frame (12) in a surrounding area of the drilling axis (21) at least one sensor means (50) is arranged, which is designed for determining at least one physical and/or chemical property of the drill core, and

- **in that** a data processing means (52) is provided, which is designed for storing data determined on the at least one physical and/or chemical property of the drill core and data on the storage place of the drill core in the second storage area (15).

2. Underwater drilling device according to claim 1, **characterized in that**

a data transmission unit is provided, with which the determined data can be transmitted to a central facility located at a distance.

3. Underwater drilling device according to claim 1 or 2, **characterized in that**

the data processing means (52) has an evaluation unit, in which decision criteria are stored and which is configured to make a decision on a continuation or discontinuation of drilling on the basis of the stored decision criteria.

4. Underwater drilling device according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that**

the at least one sensor means (50) is annular and arranged in the area above the borehole opening (18).

5. Underwater drilling device according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that**

the sensor means (50) is designed for measuring an inductance, electrical conductivity, a capacity and/or further physical or chemical quantities.

6. Underwater drilling device according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that**

the receiving part (34) is designed in a tubular manner as a core tube catcher, which has at its upper end a connecting means (36) for the removal means (40).

7. Underwater drilling device according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that**

the removal means (40) has a winch (42) with a hoist rope (43), at the free end of which a locking means (44) is arranged which interacts with a connecting means (36) on the receiving part (34) for the drill core.

8. Underwater drilling device according to any one of claims 1 to 7,

characterized in that

the base frame (12) is connected via a maritime umbilical to a supply vessel.

9. Method for procuring and analyzing ground samples of a bed of a body of water, in particular with an underwater drilling device (10) according to any one of claims 1 to 8, in which

- an underwater drilling device (10) with a base frame (12) is lowered into a body of water and placed onto a bed of the body of water (5),

- having a drill drive (20) which is supported in a vertically movable manner on the base frame (12), a drill rod (30) composed of at least one tubular drill rod element (32) is drilled into the bed of the body of water (5) in a first drilling step, wherein a drill core is formed and received in a receiving part (34) in the tubular drill rod element (32),

- the receiving part (34) with the drill core is removed by means of a removal means (40) from the drill rod (30) and deposited in a storage place of a second storage area (15) on the base frame (12) and

- subsequently at least one further drilling step is carried out, wherein by means of a supply means (38) a further drill rod element (32) with a receiving part (34) for a drill core is supplied from a first storage area (14) to the drill rod (30) and a further drilling of the drill rod (30) is effected with the drill drive (20),

characterized in that

- by means of at least one sensor means (50) at least one physical and/or chemical property of the drill core is determined and

- **in that** the data thereby determined are stored in a data processing means (52) together with the data on the storage place of the drill core in the second storage area (15).

10. Method according to claim 9,

characterized in that

on the basis of the data determined on the at least one physical and/or chemical property of the drill core a decision is made on a continuation or discontinuation of drilling while the underwater drilling device (10) is still located in the body of water on the bed of the body of water (5).

Revendications

1. Dispositif de forage immergé (10) pour l'obtention et l'analyse d'échantillons de sol du fond d'un plan d'eau, comportant

- un cadre de base (12) qui est conçu pour être abaissé dans un plan d'eau et pour être posé sur le fond du plan d'eau (5),

- un mécanisme de forage (20) pour l'entraînement en rotation d'une tige de forage (30) qui est composée d'éléments de tige de forage tubulaires (32), le mécanisme de forage (20) étant monté de façon à pouvoir être déplacé verticalement le long d'un axe de forage (21) entre une ouverture de trou de forage (18) inférieure et une position de retrait supérieure,

- une première zone de stockage (14) sur le cadre de base (12) pour le stockage des éléments de tige de forage tubulaires (32) individuels pour le montage de la tige de forage (30), un réceptacle (34) pour une carotte étant retenu de façon détachable à chaque fois dans les éléments de tige de forage (32), et

- une deuxième zone de stockage (15) sur le cadre de base (12) pour le stockage des réceptacles (34) avec les carottes extraites en tant qu'échantillon de sol,

- un système d'amenée (38) avec lequel des éléments de tige de forage individuels (32) peuvent être amenés de la première zone de stockage (14) à l'axe de forage (21) pour la formation de la tige de forage (30), et

- un système d'évacuation (40) pour l'évacuation d'un réceptacle (34) avec la carotte venant de la tige de forage (30) et le placement sur un emplacement de stockage déterminé dans la deuxième zone de stockage,

caractérisé en ce que

- au moins un système de détection (50) est prévu, qui est conçu pour la détermination d'au moins une propriété physique et/ou chimique de la carotte, et

- **en ce qu'**un système de traitement de données (52) est prévu, qui est conçu pour la sauvegarde de données déterminées sur l'au moins une caractéristique physique et/ou chimique de la carotte et de données sur l'emplacement de la carotte dans la deuxième zone de stockage (15).

2. Dispositif de forage immergé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

une unité de transmission de données est prévue, avec laquelle les données déterminées peuvent être transmises à une centrale distante.

3. Dispositif de forage immergé selon la revendication

- 1 ou 2,
caractérisé en ce que
 le système de traitement de données (52) présente une unité d'analyse dans laquelle des critères de décision sont enregistrés et qui est adaptée pour prendre une décision quant à une poursuite ou un arrêt du forage sur la base des critères de décision sauvegardés. 5
4. Dispositif de forage immergé selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que
 l'au moins un système de détection (50) est agencé de façon annulaire et dans la zone au-dessus de l'ouverture du trou de forage (18). 10 15
5. Dispositif de forage immergé selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que
 le système de détection (50) est conçu pour la mesure d'une inductance, d'une conductivité électrique, d'une capacité et/ou d'autres grandeurs physiques ou chimiques. 20
6. Dispositif de forage immergé selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que
 le réceptacle (34) est conçu de façon tubulaire comme un élément de réception tubulaire de la carotte qui présente à son extrémité supérieure un système de liaison (36) pour le système d'évacuation (40). 25 30
7. Dispositif de forage immergé selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que
 le système d'évacuation (40) présente un treuil (42) comportant un câble de levage (43) à l'extrémité libre duquel un système de verrouillage (44) est agencé, qui coopère avec un système de liaison (36) sur le réceptacle (34) pour la carotte. 35 40
8. Dispositif de forage immergé selon l'une des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que
 le cadre de base (12) est relié par un cordon marin à un navire de ravitaillement. 45
9. Procédé pour l'obtention et l'analyse d'échantillons de sol du fond d'un plan d'eau, en particulier avec un dispositif de forage immergé (10) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel 50
- un dispositif de forage immergé (10) comportant un cadre de base (12) est abaissé dans un plan d'eau et est posé sur un fond du plan d'eau (5), 55
 - à l'aide d'un mécanisme de forage (20) qui est monté au cadre de base (12) de façon à pouvoir
- être déplacé verticalement, une tige de forage (30) constituée d'au moins un élément de tige de forage (32) tubulaire est forée dans le fond du plan d'eau (5) dans une première étape de forage, dans lequel une carotte est formée et reçue dans un réceptacle (34) dans l'élément de tige de forage tubulaire (32),
 - le réceptacle (34) avec la carotte est évacué de la tige de forage (30) au moyen d'un système d'évacuation (40) et est placé sur un emplacement de stockage d'une deuxième zone de stockage (15) sur le cadre de base (12), et
 - ensuite au moins une autre étape de forage est réalisée, dans laquelle au moyen d'un système d'amenée (38), un autre élément de tige de forage (32) avec un réceptacle (34) pour une carotte est amené d'une première zone de stockage (14) à la tige de forage (30) et avec le mécanisme de forage (20), un autre forage de la tige de forage (30) s'effectue,
caractérisé en ce que
 - au moyen d'au moins un système de détection (50), au moins une propriété physique et/ou chimique de la carotte est déterminée, et
 - les données ainsi déterminées sont sauvegardées dans un système de traitement de données (52) conjointement aux données sur l'emplacement de la carotte dans la deuxième zone de stockage (15).
10. Procédé selon la revendication 9,
caractérisé en ce que
 sur la base des données déterminées sur l'au moins une propriété physique et/ou chimique de la carotte, une décision est prise quant à une poursuite ou un arrêt du forage, tandis que le dispositif de forage immergé (10) se trouve encore dans le plan d'eau sur le fond du plan d'eau (5).

Fig. 1

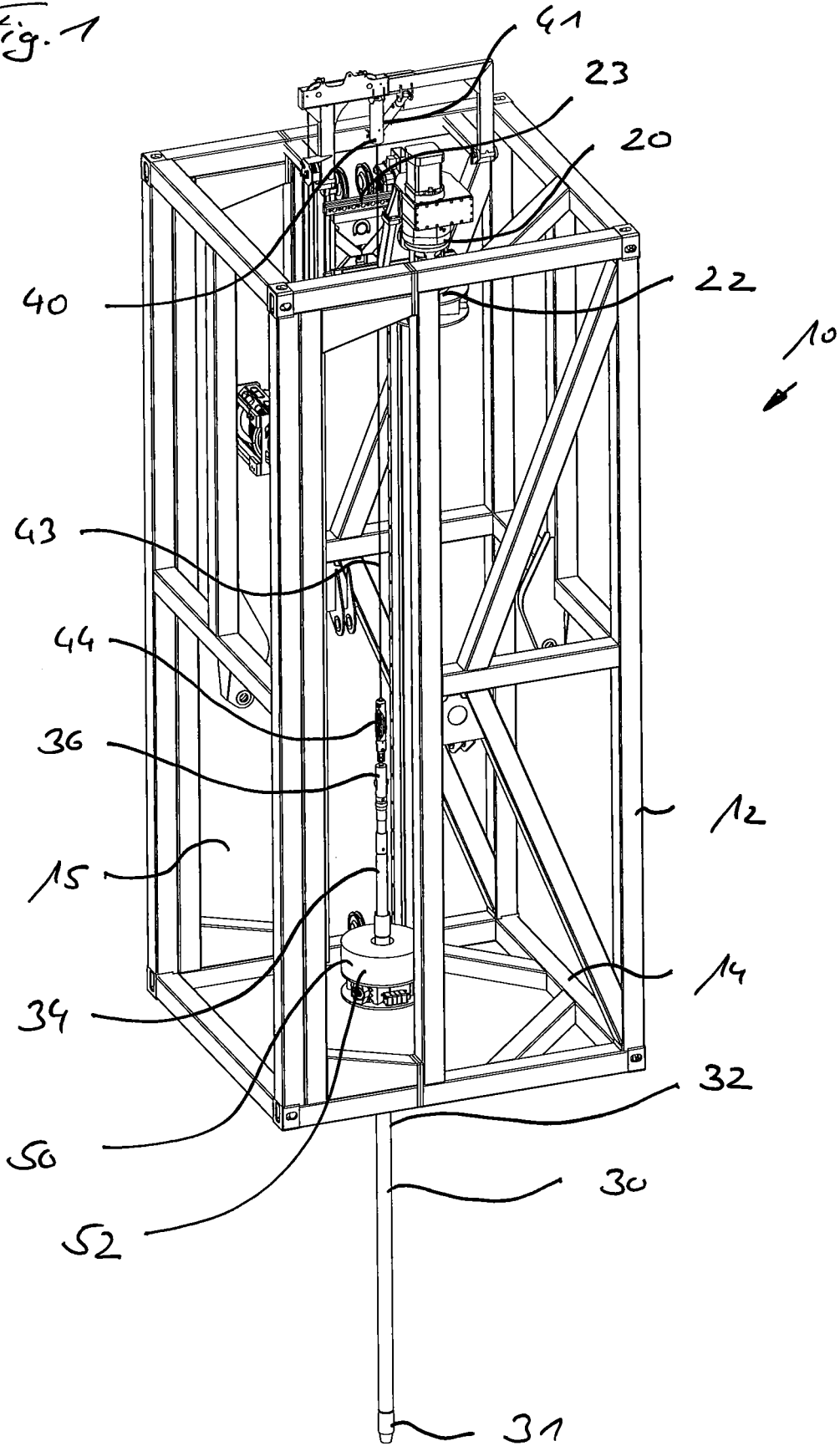


Fig. 2

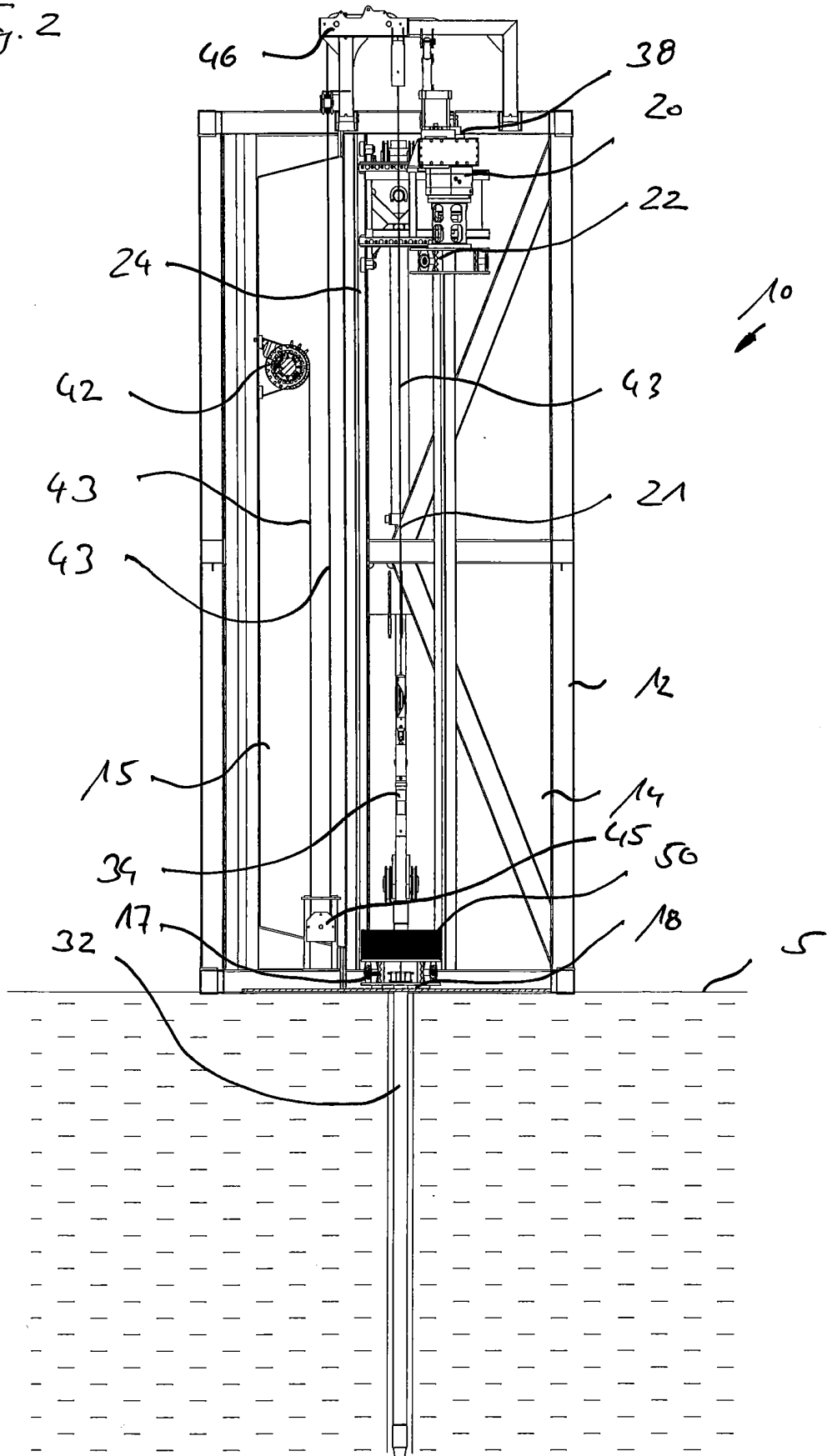
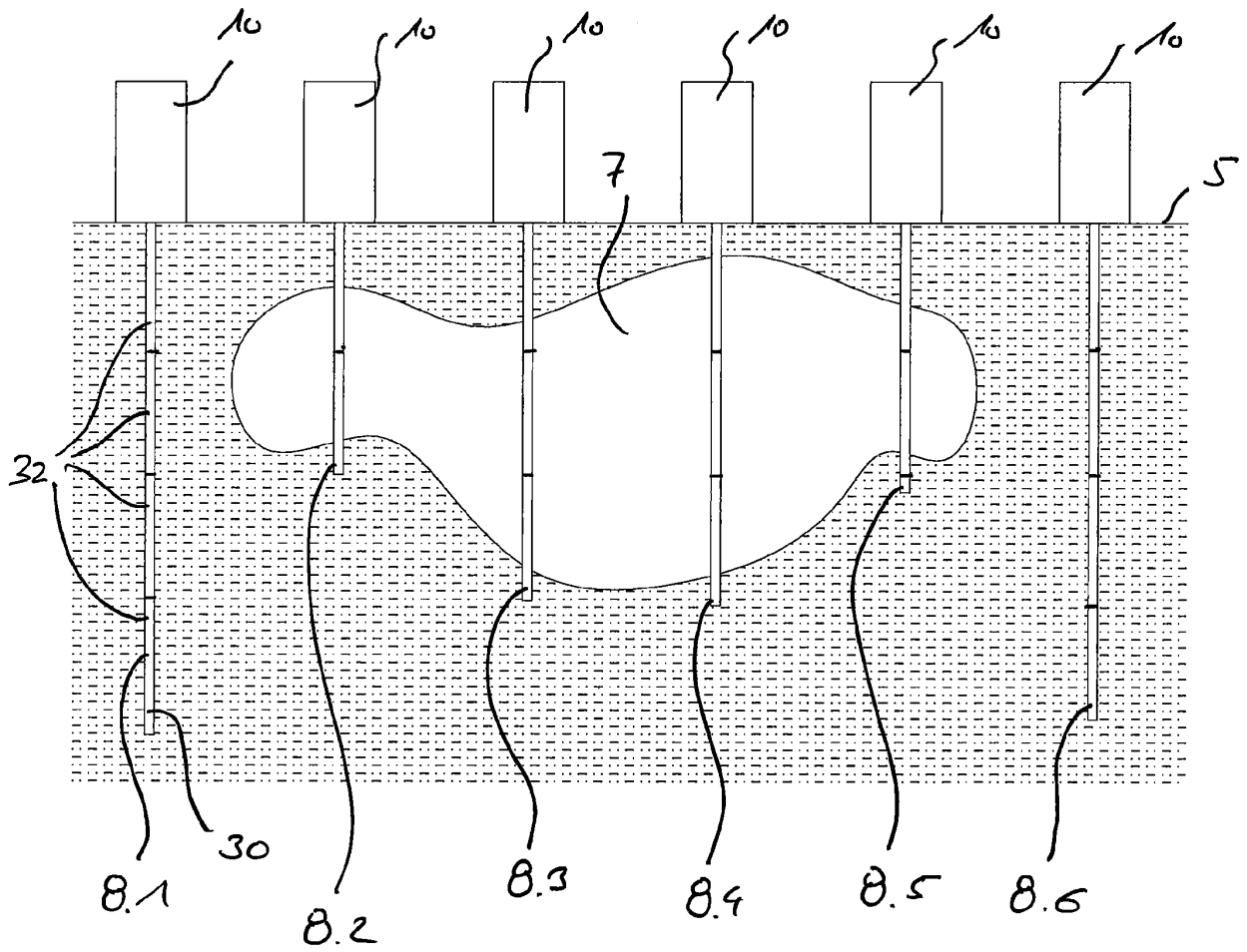


Fig 3



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 2012000077 A1 [0003]
- US 7380614 B1 [0003]
- WO 2013188903 A1 [0005]
- US 4043404 A [0006]
- DE 69501539 D2 [0008]