

(19)



(11)

EP 4 350 119 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

02.04.2025 Patentblatt 2025/14

(21) Anmeldenummer: **22200104.2**

(22) Anmeldetag: **06.10.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

E21B 41/08 ^(2006.01) **E21B 7/20** ^(2006.01)
E02D 7/28 ^(2006.01) **E02D 13/04** ^(2006.01)
E21B 7/124 ^(2006.01) **E02D 15/08** ^(2006.01)
E02D 27/52 ^(2006.01) **E21B 7/12** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

E21B 41/08; E02D 7/28; E21B 7/12; E21B 7/124;
E21B 7/208; E02D 15/08; E02D 27/525

(54) **UNTERWASSER-BOHRVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERSTELLEN EINER VERROHRUNG UNTER WASSER**

UNDERWATER DRILLING APPARATUS AND METHOD FOR CONSTRUCTING A CASING UNDER WATER

DISPOSITIF DE FORAGE SOUS-MARIN ET PROCÉDÉ DE CONSTRUCTION D'UN TUBAGE SOUS-MARIN

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

10.04.2024 Patentblatt 2024/15

(73) Patentinhaber: **BAUER Offshore Technologies GmbH**

86529 Schrobenhausen (DE)

(72) Erfinder:

- **FINKENZELLER, Stefan**
85084 Reichertshofen (DE)
- **KLIPPENSTEIN, Jürgen**
86169 Augsburg (DE)

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte PartG mbB**

Irmgardstraße 3
81479 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 322 724 EP-A1- 2 527 539
EP-A1- 2 562 348

EP 4 350 119 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 zum Erstellen einer verrohrten Bohrung unter Wasser mit einer absenkbaren Plattform, gemäß dem Anspruch 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Erstellen einer verrohrten Bohrung unter Wasser mit einer solchen Unterwasser-Bohrvorrichtung, gemäß dem Anspruch 12.

[0003] Aus der EP 2 930 275 B1 gehen eine Bohrvorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer Gründung für ein Bauwerk im Wasser hervor. Eine Führungsvorrichtung wird dabei auf einer Gewässergrundoberfläche abgesetzt. In der Führungsvorrichtung ist ein Stützrohr angeordnet. Mittels eines Bohrgerätes, welches in das Stützrohr eingesetzt wird, wird eine Bohrung erstellt, in welche das Stützrohr abgesenkt wird. Nach dem Entfernen des Im-Loch-Bohrgerätes kann ein Gründungselement in das Stützrohr eingesetzt werden. Das Stützrohr wird anschließend gezogen, wobei ein Zwischenraum zwischen der Bohrungswand und dem eingesetzten Gründungselement verfüllt wird.

[0004] Aus der EP 2 615 239 B1 gehen eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erstellung einer Unterwassergründung hervor. Hierbei wird ebenfalls ein Stützrohr in den Boden eingebracht, in welchem ein Im-Loch-Bohrgerät angeordnet wird. Das Im-Loch-Bohrgerät trägt Bodenmaterial ab, wobei das umgebende Stützrohr axial nachgeschoben werden kann.

[0005] Eine weitere bekannte Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer Gründung für ein Bauwerk im Wasser gehen aus der EP 3 333 324 A1 hervor.

[0006] Die EP 2 562 348 A1 beziehungsweise die EP 2 527 539 A1 offenbaren den Oberbegriff aus Anspruch 1.

[0007] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Bohrvorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit welchen eine verrohrte Bohrung unter Wasser besonders effizient erstellt werden kann.

[0008] Die Aufgabe wird nach der Erfindung zum einen durch eine Unterwasser-Bohrvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die erfindungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung zum Erstellen einer verrohrten Bohrung unter Wasser umfasst eine absenkbare Plattform, welche zum Absetzen auf einem Gewässergrund ausgebildet ist, mindestens ein Stützrohr, welches an der Plattform axial verschiebbar und drehbar gelagert ist, mindestens einen Rohrantrieb, welcher auf der Plattform angeordnet und zum drehenden Antreiben des Stützrohres ausgebildet ist, um das Stützrohr in den Gewässergrund drehend einzubringen, mindestens ein Im-Loch-Bohrgerät, welches in dem Stützrohr angeordnet ist, wobei das Im-Loch-Bohrgerät aufweist:

- einen Gerätegrundkörper,
- mindestens eine Spanneinrichtung zum Verspannen und Festlegen des Im-Loch-Bohrgerätes in dem Stützrohr,
- einen Bohrantrieb am Gerätegrundkörper und
- einen Bohrkopf, welcher axial verschiebbar und drehbar an dem Gerätegrundkörper gelagert und mittels des Bohrantriebs drehend antreibbar ist, wobei bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres das Im-Loch-Bohrgerät in dem Stützrohr angeordnet und daran axial festgespannt ist.

[0010] Ein erster Aspekt der Erfindung liegt darin, bei einer Unterwasser-Bohrvorrichtung an der absenkbaren Plattform mindestens einen Rohrantrieb zum drehenden Antreiben des Stützrohres vorzusehen, wobei der Rohrantrieb ausgebildet ist, das Stützrohr in den Gewässergrund drehend einzubringen.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt ist die Unterwasser-Bohrvorrichtung mit dem Rohrantrieb so ausgebildet, dass ein im Stützrohr angeordnetes Im-Loch-Bohrgerät beim drehenden Antreiben des Stützrohres an diesem festgespannt ist, so dass dieses mit dem drehenden Stützrohr mitdreht. Es kann so ein effizientes schrittweises Abbohren von Stützrohr und Bohrgerät erfolgen. Je nach anstehender Bodenart kann dabei entweder das Stützrohr voreilen oder der Bohrkopf des Bohrgerätes. Während des drehenden Antreibens des Bohrkopfes kann das Bohrgerät am feststehenden Stützrohr festgespannt sein. Nach einem Bohrschritt mit dem Bohrkopf des Bohrgerätes kann das Stützrohr um einen weiteren Vortriebsschritt in den Boden drehend eingebracht werden, wobei das Im-Loch-Bohrgerät drehfest mit dem Stützrohr verbunden bleibt. Bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres kann der Bohrkopf gegenüber dem Gerätegrundkörper gleichzeitig drehend angetrieben sein, in die gleiche oder die entgegengesetzte Drehrichtung wie das Stützrohr.

[0012] Grundsätzlich kann der Rohrantrieb an der absenkbaren Plattform zum drehenden Antreiben des Stützrohres in jeder geeigneten Weise ausgebildet sein. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass zum Bilden des Rohrantriebes an der Plattform eine Spannzangeneinrichtung zum Spannen des Stützrohres an seiner Außenseite dreh- oder schwenkbar und axial bewegbar angeordnet ist, wobei ein Drehmoment des Rohrantriebes auf das Stützrohr übertragbar ist.

[0013] Der Rohrantrieb kann dabei ähnlich einer Verrohrungsvorrichtung ausgebildet sein, wobei mittels einer Spannzange ein lösbares Fassen des Stützrohres an der Außenseite erfolgen kann. Vorzugsweise mittels Hydraulikzylindern kann ein Verdrehen der Spannzange um die Rohrlängsachse erfolgen.

[0014] Besonders vorteilhaft ist es nach einer Ausführ-

rungsvariante der Erfindung, dass der Rohrantrieb zum Übertragen einer kontinuierlichen Drehbewegung auf das Stützrohr ausgebildet ist. Hierdurch kann ein kontinuierlicher Drehantrieb vorgesehen sein. Weiterhin können zwei oder mehr Spannzangen mit jeweils einem Verdrehzylinder vorgesehen werden, wobei jede Anordnung mit einer Spannzange eine bestimmte Verdrehung um einen vorgegebenen Winkelbereich durchführt. Durch ein abgestimmtes, aufeinanderfolgendes Verdrehen durch mindestens zwei derartige Anordnungen kann eine kontinuierliche oder quasi kontinuierliche Verdrehung des Stützrohres erfolgen.

[0015] Alternativ oder ergänzend ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass der Rohrantrieb zum Übertragen einer oszillierenden Drehbewegung auf das Stützrohr ausgebildet ist. Diese oszillierende oder schrittweise Drehbewegung kann insbesondere durch eine Anordnung mit einer einzelnen Spannzangeeinrichtung bewirkt werden.

[0016] Das Im-Loch-Bohrgerät kann über ein Tragseil in dem Stützrohr aufgehängt sein, so dass ein Aufbringen einer Vorschubkraft allein durch die Gewichtskraft des Im-Loch-Bohrgerätes bewirkt werden kann. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es bevorzugt, dass das Im-Loch-Bohrgerät eine axiale Vorschubeinrichtung aufweist, mit welcher der Bohrkopf relativ zum Gerätegrundkörper axial verschiebbar ist. Der Gerätegrundkörper kann dabei eine Rahmenstruktur aufweisen, welche vorzugsweise über radial ausfahrbare hydraulische Spannzylinder in der Innenwandung des Stützrohres drehfest festgelegt werden kann. Die Vorschubeinrichtung kann einen oder mehrere hydraulische Stellzylinder aufweisen, welche in axialer Richtung ausgerichtet sind. Hierdurch kann ein drehend angetriebener Bohrkopf gegenüber dem Gerätegrundkörper axial verschoben werden. Der Bohrantrieb, welcher vorzugsweise einen oder mehrere hydraulische Drehmotoren aufweisen kann, kann axial fest am Grundkörper vorgesehen sein, wobei eine Bohrantriebswelle mittels entsprechender Keilnutverzahnung oder einer anderen geeigneten Ausformung axial teleskopierbar ist. Hierdurch kann eine Drehmomentübertragung von dem Bohrantrieb auf den axial verschiebbaren Bohrkopf erfolgen.

[0017] Grundsätzlich kann die Vorschubeinrichtung in jeder geeigneten Weise ausgebildet sein. Besonders vorteilhaft ist es nach einer Ausführungsvariante der Erfindung, dass die Vorschubeinrichtung mindestens einen hydraulischen Vorschubzylinder aufweist. Der Vorschubzylinder kann dabei ein einseitig wirkender oder zweiseitig wirkender Stellzylinder sein.

[0018] Für ein effizientes Niederbringen einer verrohrten Bohrung ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, dass zwei oder mehr Stützrohre drehend und axial verschiebbar an der Plattform gelagert sind. Die Plattform kann dabei als eine Schablone für eine vorgegebene Anordnung von Stützrohren in einem Gewässergrund ausgebildet sein. Grundsätzlich kann in jedem Stützrohr ein eigenes Im-Loch-Bohrgerät ange-

ordnet werden. Alternativ kann ein einzelnes Im-Loch-Bohrgerät vorgesehen sein, welches zunächst in einem ersten Stützrohr zum Erstellen einer ersten Bohrung eingesetzt wird. Nach Erstellen der ersten Bohrung kann das Im-Loch-Bohrgerät gelöst und aus dem ersten Stützrohr rückgezogen und in ein zweites Stützrohr zum Erstellen einer zweiten verrohrten Bohrung eingesetzt werden. Dies kann entsprechend der Anzahl der vorhandenen Stützrohres wiederholt werden. An der Plattform sind vorzugsweise entsprechend der Anzahl der vorgesehenen Stützrohre Rohrantriebe angeordnet.

[0019] Das Im-Loch-Bohrgerät ist im Bohrbetrieb über eine oder mehrere Leitungen, insbesondere ein sogenanntes Umbilical, mit einer Versorgungseinheit, insbesondere einem Versorgungsschiff, an der Gewässeroberfläche verbunden. Über die eine oder mehreren Leitungen erfolgt insbesondere eine Übertragung von Energie, insbesondere von elektrischer Energie und/oder hydraulischer Energie. Bei einem Drehen des Stützrohres zusammen mit dem darin befestigten Im-Loch-Bohrgerät ist sicherzustellen, dass kein Verdrillen der einen oder mehreren Leitungen auftritt. Hierzu kann die mindestens eine Leitung mit einer entsprechenden Drehkupplung an einem oberen Bereich des Im-Loch-Bohrgerätes mit diesem verbunden sein. Zur Durchführung von Hydraulikfluid kann insbesondere eine sogenannte Drehdurchführung vorgesehen sein.

[0020] Eine vereinfachte Ausführungsform der Erfindung zum Vermeiden des Verdrillens der mindestens einen Leitung besteht darin, dass an dem Gerätegrundkörper mindestens eine obere Spanneinrichtung und an dem Bohrkopf mindestens eine untere Spanneinrichtung angeordnet sind. Hierdurch kann ein gezieltes wechselseitiges Verspannen des Bohrkopfes und/oder des Gerätegrundkörpers erfolgen.

[0021] Grundsätzlich kann es möglich sein, dass bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres die mindestens eine untere Spanneinrichtung an dem Bohrkopf radial ausgefahren und der Bohrkopf an dem Stützrohr festgespannt ist sowie die mindestens eine obere Spanneinrichtung an dem Gerätegrundkörper radial eingefahren und von dem Stützrohr gelöst ist. In diesem Zustand kann der Drehantrieb vom Bohrkopf entkuppelt sein oder ein Freilauf gewählt werden. Bei dieser Anordnung kann somit bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres der Bohrkopf mitdrehen, während aufgrund des gewählten Freilaufes des Bohrantriebes der Gerätegrundkörper die Drehbewegung nicht mitvollzieht. Auf diese Weise kann also der Gerätegrundkörper mit den darin angeschlossenen Leitungen stillstehen, während der Bohrkopf mit dem drehend angetriebenen Stützrohr gedreht wird. Bei dieser Anordnung kann somit ein Verdrillen der mindestens einen angeschlossenen Leitung vermieden werden, ohne dass eine spezielle Leitungskupplung oder eine Drehdurchführung an der Leitung vorgesehen sein muss.

[0022] Erfindungsgemäß ist der Gerätegrundkörper an dem Stützrohr festgespannt und fixiert, so dass das

Im-loch-Bohrgerät mit dem Stützrohr eingedreht wird.

[0023] Wird das Stützrohr nicht umlaufend, sondern oszillierend eingedreht, kann ebenfalls auf eine spezielle Leitungskupplung oder Drehdurchführung verzichtet werden.

[0024] Eine weitere bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung besteht darin, dass die Plattform am Gewässergrund eine Versorgungseinrichtung aufweist, welche über mindestens eine Hauptversorgungsleitung mit einer Überwasser-Versorgungseinheit verbunden ist, und dass der mindestens eine Rohrantrieb und das mindestens eine ImLoch-Bohrgerät zur Energieversorgung, insbesondere über Versorgungsleitungen, an der Versorgungseinrichtung der Plattform angeschlossen sind. Die Versorgungseinrichtung an der Plattform kann vorzugsweise in gewissem Umfang Energie speichern, beispielsweise elektrische Energie durch vorgesehene Akkumulatoren oder hydraulische Energie durch entsprechende Druckspeicher. Die Plattform kann so für eine gewisse Zeit autark betrieben werden, was etwa bei rauen Wetterbedingungen und einem damit verbundenen Lösen der Hauptversorgungsleitung notwendig sein kann. Die Versorgungseinrichtung an der Plattform steht über die vorzugsweise lösbare Hauptversorgungsleitung mit einer Überwasser-Versorgungseinheit in Verbindung. Die Überwasser-Versorgungseinheit kann insbesondere ein Schiff sein.

[0025] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zum Erstellen einer verrohrten Bohrung unter Wasser mit einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrrichtung, wobei mindestens ein Stützrohr auf einer Plattform der Unterwasser-Bohrrichtung angeordnet wird, mindestens ein Im-Loch-Bohrgerät, in dem mindestens ein Stützrohr angeordnet wird, die Plattform auf einen Gewässergrund abgesenkt wird, das mindestens eine Stützrohr über einen Rohrantrieb an der Plattform drehend angetrieben und in den Gewässergrund abgebohrt wird, vorausgehend und/oder nachfolgend zum Abbohren des Stützrohrs wird der Bohrkopf des im Stützrohr angeordneten Im-Loch-Bohrgerätes drehend angetrieben und zum Erstellen der Bohrung in den Gewässergrund abgebohrt, während das Stützrohr drehfest an der Plattform gehalten wird, und bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres das Im-Loch-Bohrgerät in dem Stützrohr verbleibt und daran axial festgespannt ist.

[0026] Das Verfahren kann insbesondere mit der zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrrichtung durchgeführt werden. Es können dabei die in diesem Zusammenhang beschriebenen Vorteile erzielt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die im Anspruch 1 angegebenen Verfahrensschritte, ist aber nicht auf eine bestimmte Abfolge der Verfahrensschritte beschränkt. Es können einzelne Verfahrensschritte auch vor oder nach anderen Verfahrensschritten durchgeführt werden.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter beschrieben, welche schematisch in den beigefügten Zeichnungen

dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Imloch-Bohrgerätes mit eingefahrenem Bohrkopf;
- Fig. 2 eine Seitenansicht des Imloch-Bohrgerätes im Zustand von Fig. 1;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Imloch-Bohrgerätes der Figuren 1 und 2 mit ausgefahrenem Bohrkopf;
- Fig. 4 eine Seitenansicht des Imloch-Bohrgerätes im Zustand von Fig. 3; und
- Fig. 5 eine Seitenansicht einer Plattform zum Bilden der erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrrichtung.

[0028] In den Figuren 1 bis 4 ist ein Ausführungsbeispiel für ein Im-Loch-Bohrgerät 10 zum Bilden einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Bohrrichtung 100 dargestellt. Das Im-Loch-Bohrgerät 10 weist einen gerüstartigen Gerätegrundkörper 12 auf, welcher einen ersten ringförmigen Rahmenabschnitt 14 umfasst. An der Oberseite dieses plattenartigen ersten Rahmenabschnitts 14 ist ein Bohrantrieb 40 angeordnet, welcher im dargestellten Ausführungsbeispiel durch drei hydraulische Drehantriebe 42 gebildet ist, welche gleichmäßig verteilt um eine Längs- oder Bohrachse des Im-Loch-Bohrgerätes 10 angeordnet sind.

[0029] An der Unterseite des ersten Rahmenabschnitts 14 ist die Spanneinrichtung 50 angebracht, welche zum radialen Verspannen und Fixieren des Im-Loch-Bohrgerätes 10 gegenüber einer Wandung eines Stützrohres und/oder eines Bohrloches ausgebildet ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die ringförmige Spanneinrichtung 50 sechs nicht ersichtliche, radial gerichtete Spannzyylinder auf, an deren Außenseite stempelartige Spannplatten 52 angebracht sind. Die Spannzyylinder mit den Spannplatten 52 sind gleichmäßig verteilt um die Längs- oder Bohrachse des Im-Loch-Bohrgerätes 10 angeordnet.

[0030] Am oberen Ende des Rahmens 12 ist ein oberer Rahmenabschnitt 15 angeordnet. Zwischen dem oberen Rahmenabschnitt 15 und dem darunterliegenden ersten Rahmenabschnitt 14 ist ein plattenförmiger ringartiger Zwischenabschnitt 16 angeordnet, welcher über vertikal gerichtete Verbindungsstreben 18 einerseits mit dem ersten Rahmenabschnitt 14 und andererseits nach oben mit dem oberen Rahmenabschnitt 15 verbunden ist.

[0031] An einer Oberseite des oberen Rahmenabschnitts 15 sind mittig eine Verbindungseinrichtung 28 für eine Seilaufhängung des Im-Loch-Bohrgerätes 10 sowie seitlich daran zwei Leitungszuführungen 29 angeordnet. Die Leitungszuführungen 29 dienen einerseits zum Zuführen einer Hydraulikschlauchleitung und ande-

rerseits zur Zuführung und Halterung einer Bohrsuspensionsabfuhrleitung.

[0032] Weitere Zuführungen für Druckluft für ein Lufthebeverfahren sowie von elektrischer Energie und Datenleitungen sowie weitere Versorgungsleitungen können vorgesehen sein.

[0033] Auf dem plattenartigen Zwischenabschnitt 16 können Steuerungskomponenten 19 angeordnet sein. Insgesamt kann der obere Bereich des Gerätegrundkörpers 12 mit dem ersten Rahmenabschnitt 14, dem oberen Rahmenabschnitt 15 und dem Zwischenabschnitt 16 modularartig aufgebaut sein, so dass das Im-Loch-Bohrgerät 10 in einfacher Weise an verschiedene Bohrlochgrößen und Einsatzbereiche anpassbar ist.

[0034] Unterhalb der Spanneinrichtung 50 an dem ersten Rahmenabschnitt 14 ist die Vorschubeinrichtung 70 mit hydraulischen Vorschubzylindern 72 angeordnet. Die Vorschubzylinder 72 sind mit ihren Zylindergehäusen an dem ersten Rahmenabschnitt 14 befestigt. Mit dem ausfahrbaren Zylinderkolben sind die Vorschubzylinder 72 andererseits an einem zweiten ringförmigen, plattenartigen zweiten Rahmenabschnitt 20 angelenkt. Der ringförmige zweite Rahmenabschnitt 20 ist an einer Außenseite einer rohrförmigen Lagerhülse 24 befestigt, in welcher ein rohrförmiger Bohrstrang 38, welcher nur teilweise in den Figuren 3 und 4 sichtbar ist, drehbar aber axial fest gelagert ist. Am unteren Ende des Bohrstrangs 38 ist ein Bohrkopf 30 befestigt. Der Bohrkopf 30 weist eine mittige Pilotspitze 32 und radial gerichtete Abtragselemente 34 auf, welche zum Abtragen von Bodenmaterial ausgebildet sind. Der zweite Rahmenabschnitt 20 ist gegenüber dem ersten Rahmenabschnitt 14 axial verstellbar gelagert.

[0035] In einem oberen Endbereich des rohrförmigen Bohrstrangs 38 ragt eine Antriebswelle 44 des Bohrantriebes 40 in den rohrförmigen Bohrstrang 38 hinein. Die Antriebswelle 44 weist äußere, axial verlaufende Antriebsleisten 46 auf, welche zur Drehmomentübertragung mit korrespondierenden inneren Antriebsleisten an der Innenseite des rohrförmigen Bohrstrangs 38 zusammenwirken. Über die Antriebswelle 44 wird der Bohrstrang 38 mit dem Bohrkopf 30 rotierend angetrieben, so dass dieser Bodenmaterial abtragen kann.

[0036] In den Figuren 1 und 2 ist das Im-Loch-Bohrgerät 10 in einem Zustand dargestellt, in welchem der Bohrkopf 30 axial eingefahren ist. In diesem Zustand kann das Im-Loch-Bohrgerät 10 über die Spanneinrichtung 50 durch radiales Ausfahren der Spannplatten 52 gegen ein Stützrohr in dem Bohrloch fixiert werden. Anschließend kann bei rotierendem Bohrkopf 30 die Vorschubeinrichtung 70 betätigt werden, wobei die Vorschubzylinder 72 nach unten ausfahren. Hierdurch kann der zweite Rahmenabschnitt 20 mit der Lagerhülse 24 und dem daran gelagerten Bohrkopf 30 nach unten verfahren werden, um einen entsprechenden Vortrieb beim Abbohren zu bewirken. Alternativ kann der Bohrkopf 30 und/oder das Imloch-Bohrgerät verspannt oder fixiert sein, wenn das Stützrohr 8 eingedreht wird.

[0037] Bei Erreichen einer maximalen Ausfahrlänge der Vorschubzylinder 72 der Vorschubeinrichtung 70, was in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, kann durch Rückfahren der Spannplatten 52 die Verspannung durch die Spanneinrichtung 50 gelöst werden. Der obere Bereich des Gerätegrundkörpers 12 kann durch Einfahren der Vorschubzylinder 72 sowie Nachlassen eines an der Verbindungseinrichtung 28 befestigten Trageisls nach unten nachgeführt werden, bis der axial eingefahrene Zustand gemäß den Figuren 1 und 2 wieder erreicht ist. Nunmehr kann nach einem erneuten Verspannen des Gerätegrundkörpers 12 mittels der Spanneinrichtung 50 ein weiterer Bohrschritt durchgeführt werden. Alternativ können die Spannplatten 52 radial ausgefahren und am Stützrohr 8 fixiert bleiben. Das Stützrohr 8 kann so in den Boden eingedreht und nachgeführt werden. Die Vorschubzylinder 72 können dabei eingefahren werden.

[0038] Beim Bohren anfallendes Bodenmaterial kann über den hohlen Bohrstrang 38, die hohle Antriebswelle 44 mittels einer Absaugpumpe 36 als Fördereinrichtung 35 durch den Rahmen 12 hindurch abgeführt und über eine teilweise dargestellte Förderleitung 37 nach außerhalb des Bohrloches abtransportiert werden. Der zweite Rahmenabschnitt 20 mit der Lagerhülse 24 kann einen dritten Rahmenabschnitt 27 aufweisen, welcher über am ersten Rahmenabschnitt 14 fest angebrachte lineare Führungen 26, welche nach unten gerichtet sind, linear verschiebbar gelagert sein kann. Die Führungen 26 können Torsionskräfte in Umfangsrichtung aufnehmen, so dass die Vorschubzylinder 72 von Querkräften entlastet werden.

[0039] Wie Fig. 5 zeigt, weist eine erfindungsgemäße Unterwasser-Bohrvorrichtung 100 eine absenkbare Plattform 80 mit einer Arbeitsbühne 82 auf, welche an einer nur teilweise dargestellten Seilanordnung 97 aufgehängt ist, und welche über diese Seilanordnung 97 mit Stellfüßen 88 auf einen Gewässergrund 5 absenkbar und absetzbar ist.

[0040] Wie in Fig. 5 gezeigt ist, können an der Arbeitsbühne 82 mehrere Stützrohre 8 mit darin eingesetzten Im-Loch-Bohrgeräten 10 angeordnet sein, von denen in der Seitenansicht in Fig. 5 zwei Im-Loch-Bohrgeräte 10 erkennbar sind. Es können vier Im-Loch-Bohrgeräten 10 an den Ecken der als ein geometrisches Rechteck ausgebildeten Arbeitsbühne 82 oder auch drei Im-Loch-Bohrgeräte 10 an den Ecken der als gleichseitiges Dreieck ausgebildeten Arbeitsbühne angeordnet sein.

[0041] Die Im-Loch-Bohrgeräte 10 sind im Wesentlichen gleich ausgebildet, so wie dies zuvor beschrieben wurde.

[0042] Das Im-Loch-Bohrgerät 10 dient zum Einbringen eines Stützrohres 8 in den Gewässergrund 5. An der Arbeitsbühne 82 ist eine hülsenartige Linearführung 84 und ein Rohrantrieb 85 für jedes Im-Loch-Bohrgerät 10 oder jedes Bohrloch angeordnet. Die Linearführung 84 führt das Stützrohr 8 vertikal verschiebbar an der Arbeitsbühne 2. Die Bohreinheit 100 weist ferner zum Bilden des Rohrantriebes 85 eine Spannzangeneinrichtung 86 zum

drehfesten Festlegen, Verdrehen und/oder axialen Verschieben des Stützrohres 8 an der Arbeitsbühne 82 auf. Diese Spannzangeneinrichtung 86 ist unterhalb der Linienführung 84 an der Arbeitsbühne 82 angeordnet. Die Spannzangeneinrichtung 86 kann beispielsweise als hydraulische Klemmeinrichtung ausgebildet sein und weist auch Mittel zum axialen Festlegen des Stützrohres 8 auf, das heißt Mittel zum Sichern gegen eine Verschiebung in vertikaler Richtung. Die Spannzangeneinrichtung 86 kann somit gewährleisten, dass etwa das Stützrohr 8 beim Absenken der Arbeitsbühne 82, aber auch beim Bohrvorgang, seine Drehposition, aber auch seine Axialposition relativ zur Arbeitsbühne 82 beibehält.

[0043] Zum Herstellen einer Bohrung, in welche das Stützrohr 8 eingebracht wird, ist in dieses das Im-Loch-Bohrgerät 10 eingesetzt. Am unteren Ende des Im-Loch-Bohrgerätes 10 kann ein als Vollschnittbohrkopf ausgebildeter Bohrkopf 30 oder ein anderer geeigneter Bohrkopf vorgesehen sein, der mit Rollmeißeln ausgestattet ist. Der Bohrkopf 30 kann dabei am unteren Ende des Stützrohres 8 vorstehen, so dass der Bohrkopf 30 unterhalb des Stützrohres 8 Bodenmaterial abräumen kann. Das Stützrohr 8 kann über die Spannzangeneinrichtung 86 drehend dem Im-Loch-Bohrgerät 10 axial nachgeschoben werden. Beim Verschieben des Stützrohres 8 kann das Im-Loch-Bohrgerät 10 im Stützrohr 8 verspannt sein und so mit nachgeführt werden. Eine Energieversorgung kann über eine Hauptversorgungsleitung 92 zu einer zentralen Versorgungseinrichtung 90 an der Arbeitsbühne 82 erfolgen.

Patentansprüche

1. Unterwasser-Bohrvorrichtung zum Erstellen einer verrohrten Bohrung unter Wasser mit

- einer absenkbaren Plattform (80), welche zum Absetzen auf einem Gewässergrund (5) ausgebildet ist,
- mindestens einem Stützrohr (8), welches an der Plattform (80) axial verschiebbar und drehbar gelagert ist,
- mindestens einem Rohrantrieb (85), welcher auf der Plattform (80) angeordnet und zum drehenden Antreiben des Stützrohres (8) ausgebildet ist, um das Stützrohr (8) in den Gewässergrund (5) drehend einzubringen,
- mindestens ein Im-Loch-Bohrgerät (10), welches in dem Stützrohr (8) angeordnet ist, wobei das Im-Loch-Bohrgerät (10) aufweist:

- einen Gerätegrundkörper (12),
- mindestens eine Spanneinrichtung (50) zum Verspannen und Festlegen des Im-Loch-Bohrgerätes (10) in dem Stützrohr (8),
- einen Bohrantrieb (40) am Gerätegrundkörper (12) und

-- einen Bohrkopf (30), welcher axial verschiebbar und drehbar an dem Gerätegrundkörper (12) gelagert und mittels des Bohrantriebs (40) drehend antreibbar ist,

- wobei bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres (8) das Im-Loch-Bohrgerät (10) in dem Stützrohr (8) angeordnet und daran axial festgespannt ist, so dass das Im-Loch-Bohrgerät (10) mit dem drehenden Stützrohr (8) mitdreht,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Unterwasser-Bohrvorrichtung derart ausgebildet ist,

dass bei drehendem Antreiben des Stützrohres (8) der Bohrkopf (30) gegenüber dem Gerätegrundkörper (12) gleichzeitig drehend in die gleiche oder die entgegengesetzte Drehrichtung zum Stützrohr (8) antreibbar ist.

2. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass zum Bilden des Rohrantriebes (85) an der Plattform (80) eine Spannzangeneinrichtung (86) zum Spannen des Stützrohres (8) an seiner Außenseite dreh- oder schwenkbar und axial bewegbar angeordnet ist, wobei ein Drehmoment des Rohrantriebs (85) auf das Stützrohr (8) übertragbar ist.

3. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Rohrantrieb (85) zum Übertragen einer kontinuierlichen Drehbewegung auf das Stützrohr (8) ausgebildet ist.

4. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Rohrantrieb (85) zum Übertragen einer oszillierenden Drehbewegung auf das Stützrohr (8) ausgebildet ist.

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

dadurch gekennzeichnet,

dass das Im-Loch-Bohrgerät (10) eine axiale Vorschubeinrichtung (70) aufweist, mit welcher der Bohrkopf (30) relativ zum Gerätegrundkörper (12) axial verschiebbar ist.

6. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Vorschubeinrichtung (70) mindestens einen hydraulischen Vorschubzylinder (72) aufweist.

7. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass an einem oberen Abschnitt des Gerätegrundkörpers (12) mindestens eine Versorgungsleitung an dem Im-Loch-Bohrgerät (10) angeschlossen ist. 5
8. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei oder mehr Stützrohre (8) dreh- und axial verschiebbar an der Plattform (80) gelagert sind. 10
9. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem Gerätegrundkörper (12) mindestens eine obere Spanneinrichtung (50) und an dem Bohrkopf (30) mindestens eine untere Spanneinrichtung angeordnet sind. 15
10. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres (8) die mindestens eine untere Spanneinrichtung an dem Bohrkopf (30) radial ausgefahren und der Bohrkopf (30) an dem Stützrohr (8) festgespannt ist sowie die mindestens eine obere Spanneinrichtung (50) an dem Gerätegrundkörper (12) radial eingefahren und von dem Stützrohr (8) gelöst ist. 25 30
11. Unterwasser-Bohrvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Plattform (80) am Gewässergrund (5) eine Versorgungseinrichtung (90) aufweist, welche über mindestens eine Hauptversorgungsleitung (92) mit einer Überwasser-Versorgungseinheit verbunden ist, und
dass der mindestens eine Rohrantrieb (85) und das mindestens eine Im-Loch-Bohrgerät (10) zur Energieversorgung, insbesondere über Versorgungsleitungen, an der Versorgungseinrichtung (90) der Plattform (80) angeschlossen sind. 35 40 45
12. Verfahren zum Erstellen einer verrohrten Bohrung unter Wasser mit einer Unterwasser-Bohrvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei 50
- mindestens ein Stützrohr (8) auf einer Plattform (80) der Unterwasser-Bohrvorrichtung (100) angeordnet wird,
 - mindestens ein Im-Loch-Bohrgerät (10) in dem mindestens einen Stützrohr (8) angeordnet wird, 55
 - die Plattform (80) auf einen Gewässergrund (5) abgesenkt wird,

- das mindestens eine Stützrohr (8) über einen Rohrantrieb (84) an der Plattform (80) drehend angetrieben und in den Gewässergrund (5) abgebohrt wird,
- vorausgehend und/oder nachfolgend zum Abbohren des Stützrohres (8) der Bohrkopf (30) des im Stützrohr (8) angeordneten Im-Loch-Bohrgeräts (10) drehend angetrieben und zum Erstellen der Bohrung in den Gewässergrund (5) abgebohrt wird, während das Stützrohr (8) drehfest an der Plattform (80) gehalten wird, und
- bei einem drehenden Antreiben des Stützrohres (80) das Im-Loch-Bohrgerät (10) in dem Stützrohr (8) verbleibt und daran axial fest gespannt ist.

Claims

- 20 1. Underwater drilling apparatus for creating a cased borehole under water, comprising
- a lowerable platform (80) configured for setting down on a waterbody bottom (5),
 - at least one support tube (8) axially displaceable and rotatably mounted on the platform (80),
 - at least one tubular drive (85) arranged on the platform (80) and configured for rotationally driving the support tube (8), in order to rotationally introduce the support tube (8) into the waterbody bottom (5),
 - at least one in-hole drilling rig (10) arranged in the support tube (8), wherein the in-hole drilling rig (10) comprises: 35
 - a rig base body (12),
 - at least one clamping device (50) for bracing and securing the in-hole drilling rig (10) in the support tube (8),
 - a drill drive (40) on the rig base body (12), and
 - a drill head (30) which is axially displaceable and rotatably mounted on the rig base body (12) and can be rotationally driven by means of the drill drive (40), 40 45
 - wherein when rotationally driving the support tube (8), the in-hole drilling rig (10) is arranged in the support tube (8) and is axially clamped thereto, so that the in-hole drilling device (10) rotates with the rotating support tube (8), 50
- characterized in that**
the underwater drilling device is configured in such a way that when the support tube (8) is driven in rotation, the drill head (30) can be driven simultaneously in the same or the opposite direction of rotation to the support tube (8) relative to the rig base body (12). 55

2. Underwater drilling apparatus according to claim 1, **characterized in that**,
in order to form the tubular drive (85) at the platform (80), a collet device (86) for clamping the support tube (8) on its outer side is arranged to be rotatably or pivotably and axially movable, wherein a torque of the tubular drive (85) can be transmitted to the support tube (8).
3. Underwater drilling apparatus according to claim 1 or 2, **characterized in that**
the tubular drive (85) is configured for transmitting a continuous rotary motion to the support tube (8).
4. Underwater drilling apparatus according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that**
the tubular drive (85) is configured for transmitting an oscillating rotary motion to the support tube (8).
5. Underwater drilling apparatus according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that**
the in-hole drilling rig (10) comprises an axial feed device (70) with which the drill head (30) is axially displaceable relative to the rig base body (12).
6. Underwater drilling apparatus according to claim 5, **characterized in that**
the feed device (70) comprises at least one hydraulic feed cylinder (72).
7. Underwater drilling apparatus according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that**
at least one supply line is connected to the in-hole drilling rig (10) at an upper portion of the rig base body (12).
8. Underwater drilling apparatus according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that**
two or more support tubes (8) are rotatably and axially displaceably mounted on the platform (80).
9. Underwater drilling apparatus according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that**
at least one upper clamping device (50) is arranged on the rig base body (12) and at least one lower clamping device is arranged on the drill head (30).
10. Underwater drilling apparatus according to claim 9, **characterized in that**
when the support tube (8) is rotationally driven, the at least one lower clamping device on the drill head (30) is radially extended and the drill head (30) is clamped to the support tube (8) and the at least one upper clamping device (50) on the rig base body (12) is radially retracted and is released from the support tube (8).
11. Underwater drilling apparatus according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that**
the platform (80) at the waterbody bottom (5) comprises a supply device (90) connected to an over-water supply unit via at least one main supply line (92), and **in that** the at least one tubular drive (85) and the at least one in-hole drilling rig (10) are connected to the supply device (90) of the platform (80) for energy supply, in particular via supply lines.
12. Method for creating a cased borehole under water with an underwater drilling apparatus (100) according to any one of claims 1 to 11, wherein
- at least one support tube (8) is arranged on a platform (80) of the underwater drilling apparatus (100),
 - at least one in-hole drilling rig (10) is arranged in the at least one support tube (8),
 - the platform (80) is lowered onto a waterbody bottom (5),
 - the at least one support tube (8) is rotationally driven via a tubular drive (84) at the platform (80) and is drilled into the waterbody bottom (5),
 - prior and/or subsequent to the drilling of the support tube (8), the drill head (30) of the in-hole drilling rig (10) arranged in the support tube (8) is rotationally driven and is drilled into the waterbody bottom (5) to create the borehole, while the support tube (8) is held on the platform (80) in a rotationally fixed manner, and
 - when the support tube (8) is rotationally driven, the in-hole drilling rig (10) remains in the support tube (8) and is axially clamped thereto.

Revendications

1. Dispositif de forage sous-marin pour réaliser un forage sous-marin tubé, avec
- une plate-forme (80) pouvant être abaissée, qui est configurée pour être déposée sur un fond de l'eau (5),
 - au moins un tube de support (8) qui est monté sur la plate-forme (80) de manière à pouvoir être déplacé axialement et à pouvoir tourner,
 - au moins un entraînement de tube (85), qui est agencé sur la plate-forme (80) et qui est configuré pour entraîner en rotation le tube de support (8) afin d'introduire en rotation le tube de support (8) dans le fond de l'eau (5),

- au moins un appareil de forage dans le trou (10) qui est agencé dans le tube de support (8), l'appareil de forage dans le trou (10) présentant :

- un corps de base d'appareil (12),
- au moins un outil de serrage (50) pour serrer et fixer l'appareil de forage dans le trou (10) dans le tube de support (8),
- un entraînement de forage (40) sur le corps de base d'appareil (12) et
- une tête de forage (30) qui est montée de manière à pouvoir être déplacée axialement et à pouvoir tourner sur le corps de base d'appareil (12) et qui peut être entraînée en rotation au moyen de l'entraînement de forage (40),

- dans lequel, lors d'un entraînement en rotation du tube de support (8), l'appareil de forage dans le trou (10) est agencé dans le tube de support (8) et y est fixé axialement, de telle sorte que l'appareil de forage dans le trou (10) tourne avec le tube de support (8) en rotation,

caractérisé en ce que

le dispositif de forage sous-marin est configuré de telle sorte que, lors de l'entraînement en rotation du tube de support (8), la tête de forage (30) peut être entraînée en rotation par rapport au corps de base d'appareil (12) simultanément dans la même direction de rotation ou dans la direction de rotation opposée au tube de support (8).

2. Dispositif de forage sous-marin selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour former l'entraînement de tube (85) sur la plate-forme (80), un outil de pince de serrage (86) destiné à serrer le tube de support (8) est agencé sur son côté extérieur de manière à pouvoir tourner ou pivoter et se déplacer axialement, un moment de rotation de l'entraînement de tube (85) pouvant être transmis au tube de support (8).
3. Dispositif de forage sous-marin selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'entraînement de tube (85) est configuré pour transmettre un mouvement de rotation continu au tube de support (8).
4. Dispositif de forage sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'entraînement de tube (85) est configuré pour transmettre un mouvement de rotation oscillant au tube de support (8).

5. Dispositif de forage sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'appareil de forage dans le trou (10) présente un outil d'avance axiale (70) avec lequel la tête de forage (30) peut être déplacée axialement par rapport au corps de base d'appareil (12).
6. Dispositif de forage sous-marin selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'outil d'avance (70) présente au moins un vérin d'avance hydraulique (72).
7. Dispositif de forage sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'** au moins une conduite d'alimentation est raccordée à l'appareil de forage dans le trou (10) au niveau d'une section supérieure du corps de base d'appareil (12).
8. Dispositif de forage sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** deux ou plus de deux tubes de support (8) sont montés sur la plate-forme (80) de manière à pouvoir tourner et être déplacés axialement.
9. Dispositif de forage sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'** au moins un outil de serrage supérieur (50) est agencé sur le corps de base d'appareil (12) et au moins un outil de serrage inférieur est agencé sur la tête de forage (30).
10. Dispositif de forage sous-marin selon la revendication 9, **caractérisé en ce que**, lors d'un entraînement en rotation du tube de support (8), l'au moins un outil de serrage inférieur sur la tête de forage (30) est sorti radialement et la tête de forage (30) est serrée sur le tube de support (8), et l'au moins un outil de serrage supérieur (50) sur le corps de base d'appareil (12) est rentré radialement et libéré du tube de support (8).
11. Dispositif de forage sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la plate-forme (80) au fond de l'eau (5) présente un outil d'alimentation (90) qui est relié par au moins une conduite d'alimentation principale (92) à une unité d'alimentation de surface, et **en ce que** l'au moins un entraînement de tube (85) et l'au moins un appareil de forage dans le

trou (10) sont raccordés à l'outil d'alimentation (90) de la plate-forme (80) pour l'alimentation en énergie, notamment par des conduites d'alimentation.

5

- 12.** Procédé de réalisation d'un forage sous-marin tubé avec un dispositif de forage sous-marin (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel

10

- au moins un tube de support (8) est agencé sur une plate-forme (80) du dispositif de forage sous-marin (100),

- au moins un appareil de forage dans le trou (10) est agencé dans l'au moins un tube de support (8),

15

- la plate-forme (80) est abaissée sur un fond de l'eau (5),

- l'au moins un tube de support (8) est entraîné en rotation sur la plate-forme (80) par l'intermédiaire d'un entraînement de tube (84) et est foré dans le fond de l'eau (5),

20

- avant et/ou après le forage du tube de support (8), la tête de forage (30) de l'appareil de forage dans le trou (10) agencé dans le tube de support (8) est entraînée en rotation et est forée dans le fond de l'eau (5) pour réaliser le forage, pendant que le tube de support (8) est maintenu de manière fixe en rotation sur la plate-forme (80), et

25

30

- lors d'un entraînement en rotation du tube de support (80), l'appareil de forage dans le trou (10) reste dans le tube de support (8) et est serré axialement sur celui-ci.

35

40

45

50

55

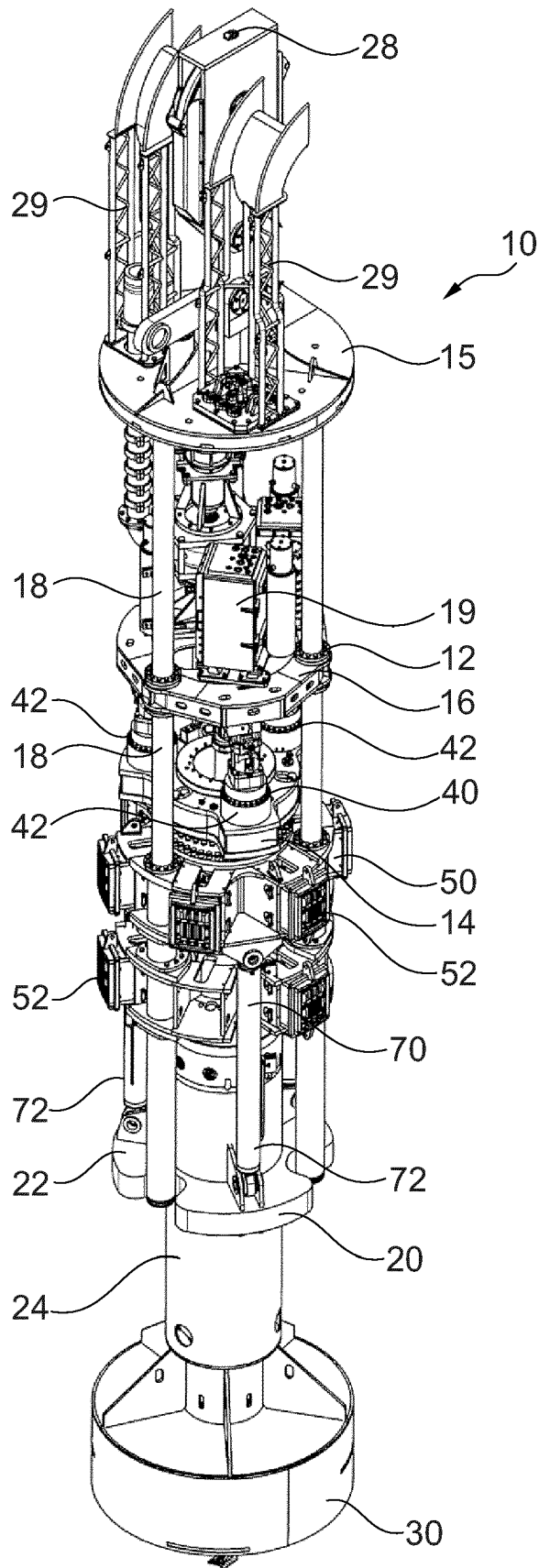


Fig. 1

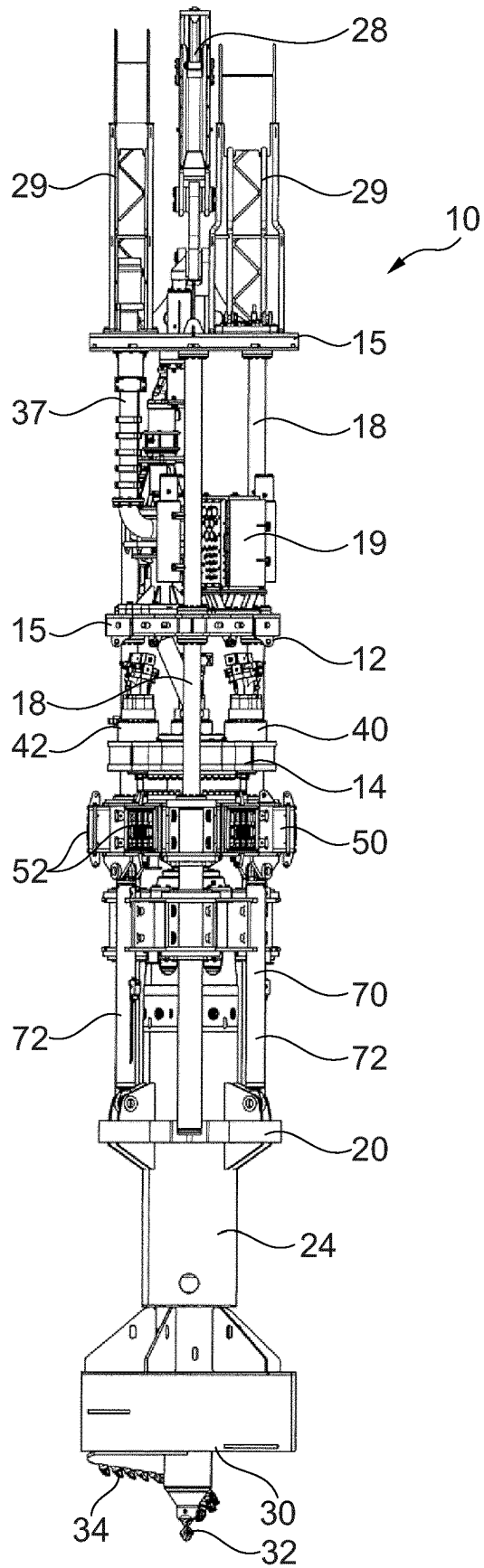


Fig. 2

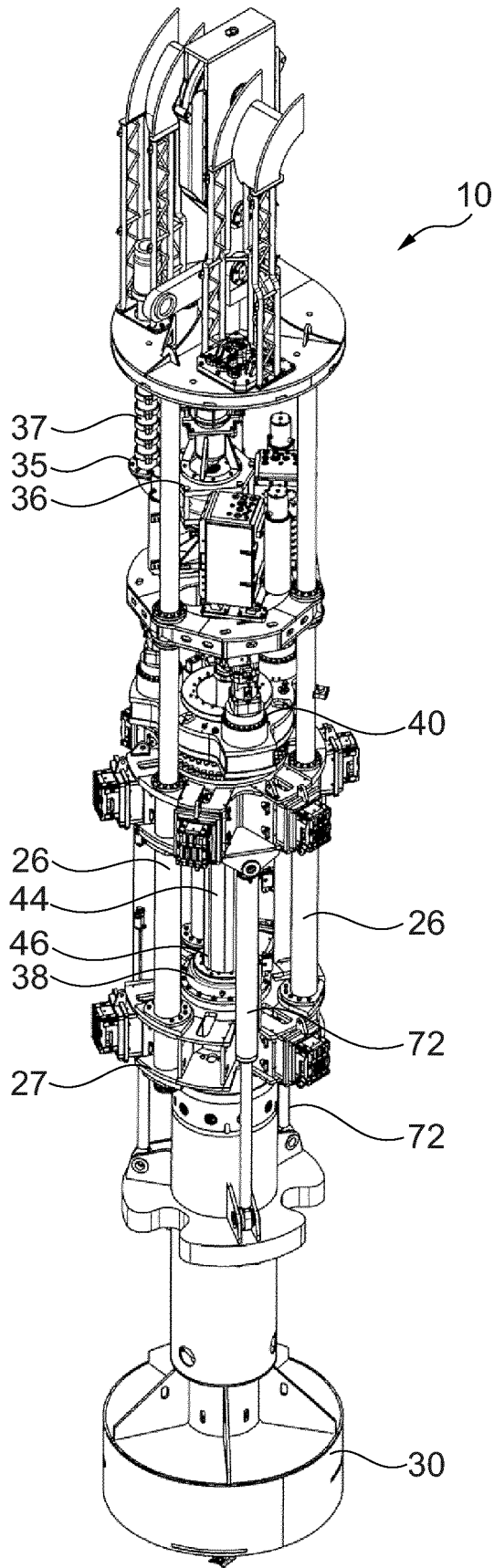


Fig. 3

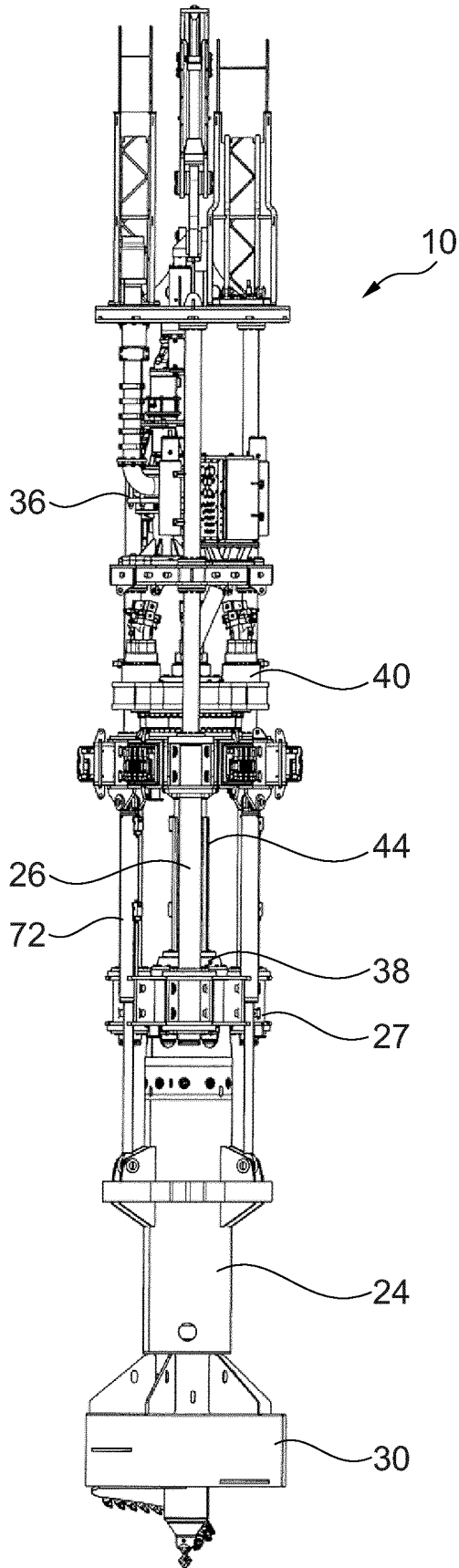


Fig. 4

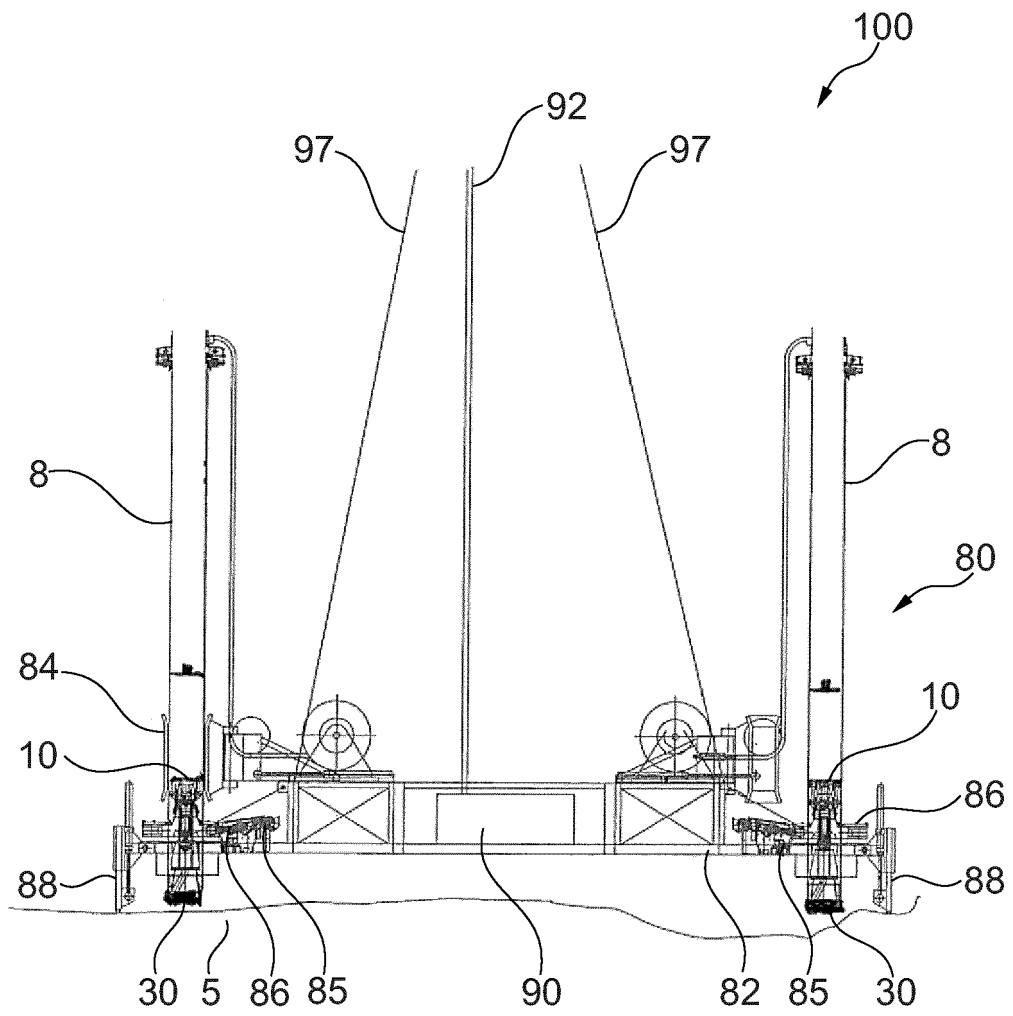


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2930275 B1 [0003]
- EP 2615239 B1 [0004]
- EP 3333324 A1 [0005]
- EP 2562348 A1 [0006]
- EP 2527539 A1 [0006]