(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2018 006 901 B4** 2023.06.15

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 006 901.0**
(22) Anmeldetag: **30.08.2018**
(43) Offenlegungstag: **13.02.2020**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **15.06.2023**

(51) Int Cl.: ***E21B 25/00*** (2006.01)
E21B 7/02 (2006.01)
E21B 10/06 (2006.01)
E21B 49/00 (2006.01)
E02B 1/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität
10 2018 006 176.1 07.08.2018

(73) Patentinhaber:
Universität Bremen, 28359 Bremen, DE

(74) Vertreter:
Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 28209 Bremen, DE

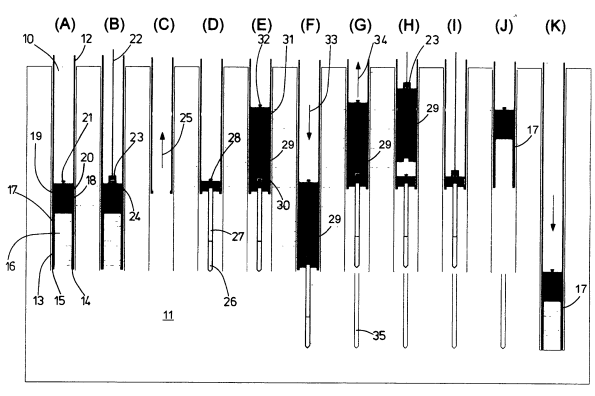
(72) Erfinder:
Freudenthal, Tim, 28870 Ottersberg, DE; Bergenthal, Markus, 28717 Bremen, DE; Linowski, Erik, 28199 Bremen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**42 21 221**	**C1**
US	**5 777 242**	**A**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen eines Untergrundes (11) mit einem mindestens ein Kernbohrrohr (13) aufweisenden Bohrstrang (12) und mit einer an einem Ende des mindestens einen Kernbohrrohres (13) angeordneten Bohrkrone (15), wobei in das mindestens eine Kernbohrrohr (13) des Bohrstranges (12) ein Innenkernrohr (17) führbar ist zur Aufnahme eines erbohrten Kerns (16), wozu das Innenkernrohr (17) in dem mindestens einem Kernbohrrohr (13) lösbar durch mindestens ein Verriegelungsmittel (20) arretierbar ist, gekennzeichnet durch ein Stützrohr (29), durch das eine Sensorik (26), die durch das Kernbohrrohr (13) und die Bohrkrone (15) führbar ist, an dem Kernbohrrohr (13) lösbar arretierbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Stützrohr zur Durchführung geologischer Untersuchungen gemäß dem Anspruch 9 sowie ein Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Ein bekanntes Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen bzw. zur Durchführung von in-situ-geotechnischen Untersuchungen ist das cone penetration testing (CPT), bei dem eine Sonde mit einer Sensorik in einen Untergrund gedrückt wird. Derartige Untersuchungen der geologischen bzw. geotechnischen Beschaffenheiten eines Untergrundes werden Druckversuche genannt. Die bei diesen Druckversuchen auftretenden Widerstände an einer Sonde bzw. der Sensorik und der Reibung an einer Mantelfläche der Sonde lassen Rückschlüsse über eine Festigkeit und andere stabilitätsbeschreibende physikalische Parameter des Untergrunds zu.

[0003] Ein klassisches Einsatzverfahren einer derartigen CPT-Sonde ist die sogenannte top push Technik. Hierbei wird die Sonde mit der Sensorik zusammen mit einem sukzessive verlängerbaren Gestänge durch ein push-System, welches auf einer Arbeitsplattform oder direkt auf dem Untergrund steht, in den Boden befördert bzw. gedrückt. Diese Technik kann auf dem Festland, im Flachwasser aber auch in der Tiefsee eingesetzt werden. So wird dieses push-System im Flachwasser üblicherweise auf einer Hubinsel oder einem Ponton installiert. Dabei wird das Gestänge für die Sonde bzw. das Sondiergestänge im Bereich zwischen dem push-System und dem Untergrund bzw. dem Gewässerboden durch ein Standrohr stabilisiert, um ein Verbiegen des Sondiergestänges beim Druckversuch zu verhindern. Für eine entsprechende Durchführung des Verfahrens in der Tiefsee wird das push-System auf dem Untergrund bzw. dem Meeresboden abgesetzt. Der dann folgende Druckversuch wird ferngesteuert durchgeführt.

[0004] Als Alternative zu dem hier beschriebenen Verfahren für Druckversuche wurde insbesondere für die Tiefsee ein CPT-Verfahren für down hole operation entwickelt. Dieses Verfahren kann beispielsweise von geotechnischen Bohrschiffen aus eingesetzt werden. Derartige Bohrschiffe führen zur Probengewinnung aus dem Meeresgrund Kernbohrungen im Seilkern-Bohrverfahren durch. Bei diesem Bohrverfahren zur Gewinnung einer Bohrprobe wird ein Bohrstrang von einer Bohrplattform rotierend und spülend in den Untergrund bzw. den Meeresgrund getrieben. Der Bohrstrang besteht aus einem (Kern-) Bohrrohr mit einer Bohrkrone und einer Verriegelungshülse sowie Bohrstangen. Es können alternativ aber auch Innenkernrohre und eine Sonde oder aber auch eine Vollbohreinheit (wenn das Ziel die Vertiefung des Bohrloches ist) im Bohrstrang eingesetzt werden. Die in bei dieser Technik verwendete Vorrichtung weist im Wesentlichen eine Vielzahl von sukzessive aneinander koppelbaren Kernbohrrohe bzw. Bohrstangen auf, wobei das erste in den Untergrund getriebene Rohr an einem dem Untergrund zugewandten Ende die Bohrkrone aufweist. Diese Bohrkrone ist aus einem besonders harten und widerstandsfähigen Material hergestellt, und dient in rotierender Weise als Bohrer. Durch diese rotierende Bohrkrone, welche sich mitsamt der Kernbohrrohre dreht, schneidet aus dem Untergrund bzw. einer Formation einen Bohrkern als Probe aus.

[0005] An einem oberen Ende des ersten Kernbohrrohres befinden sich ein Landering und ein Verriegelungsmittel. Dieses Verriegelungsmittel ist als Verriegelungshülse ausgebildet und einer Innenwandung des Kernbohrrohres als eine Art Einschnürung oder Verjüngung der Wandung ausgebildet. In diesem ersten Kernbohrrohr befindet sich ein Innenkernrohr, welches zur Probenentnahme in das Kernbohrrohr eingeführt wird und mit einer Landeschulter auf dem Landering des Kernbohrrohres aufsitzt und im Bereich der Verriegelungshülse mit dem Kernbohrrohr verriegelt ist. Dazu weist das Innenkernrohr ein ankerartiges Arretierungsmittel auf, welches beim Einführen in das Kernbohrrohr vorgespannt ist und beim Aufsetzen auf den Landering in die Verriegelungshülse hinein entspannt.

[0006] An einem entgegengesetzten Ende schließt das Innenkernrohr direkt an die Bohrkrone an, sodass die erbohrte Probe als Bohrkern in das Innenkernrohr gedrückt wird. Zum Bergen des Bohrkerns wird das Innenkernrohr mit einem Seil, einer Kette oder dergleichen durch den Bohrstrang bzw. die Vielzahl von aneinandergereihten Kernbohrrohren herausgezogen. Dazu weist das Innenkernrohr an einem Ende einen Dorn auf, an dem ein an dem Seil befestigbarer Fangapparat koppelbar ist. Sobald der Fangapparat, der in dem Bohrstrang zu dem Innenkernrohr herabgelassen wird, an den Dorn koppelt und eine Zugkraft auf das Innenkernrohr ausübt, wird die Arretierung der ankerartigen Arretierungsmittel in der Verriegelungshülse aufgehoben und somit das Innenkernrohr freigegeben.

[0007] Für das Erbohren eines weiteren Kerns wird nach dem Bergen des gefüllten Innenkernrohrs ein neues leeres Innenkernrohr in dem Bohrstrang eingeführt und erneut in der Vorrichtung verriegelt.

[0008] Für die Durchführung einer CPT down hole operation wird anstelle eines leeren Innenkernrohres eine entsprechende CPT-Sonde in den Bohrstrang

eingeführt und auf die gleiche Art und Weise mit dem ersten Kernbohrrohr verriegelt. Anschließend wird die Sonde, insbesondere durch eine Hydraulik, und/oder mit Spülwasser durch die Bohrkrone hindurch in den Untergrund bzw. den Meeresboden gedrückt.

[0009] Die Geräte zur Durchführung der Kernbohrungen im Seilkern-Bohrverfahren, die auf dem Meeresboden abgesetzt werden, weisen Magazine auf, zur Aufnahme der Kernbohrrohre und der Innenkernrohre. Durch die Dimensionierung dieser Magazine ist eine Kernmarschlänge, eine Nutzlänge der Innenkernrohre, limitiert. D. h., dass die Innenkernrohre gerade nur so lang sein können, wie die Magazine. Somit ergibt sich die maximal mögliche Bohrtiefe aus der Kernmarschlänge sowie der Anzahl der Rohre, die in den Magazinen aufgenommen werden können. In einigen Fällen kann Längenlimitierung auch durch eine Mastlänge einer Bohranlage gegeben sein.

[0010] Da die CPT durch das gleiche Verriegelungsmittel bzw. an der gleichen Verriegelungsposition in dem Kernbohrrohr verriegelt wird, wie die Innenkernrohre, die Sonde jedoch durch die Bohrkrone in der Untergrund hinein reicht, hat die Sonde eine deutlich größere Länge als die zum Einsatz kommenden Innenkernrohre. Als Resultat müsste die Länge der Sonde derart reduziert werden, dass sie in den Magazinen aufnehmbar ist. Allerdings birgt das wiederum den Nachteil, dass um den Limitierungen des Bohrgerätes bzgl. Fahrweg des Bohrantriebs und Staulängenkapazität für die CPT-Sonde im ausgefahrenen Zustand zu entsprechen, die Kernmarschlänge der Innenkernrohre entsprechend reduziert werden müsste, mit einer deutlichen und unerwünschten Reduzierung der erreichbaren Bohrtiefe als Folge. Weitere Vorrichtungen und Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen sind aus DE 42 21 221 C1 und US 5 777 242 A bekannt.

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen zu schaffen, mit dem alternativ zu einem Innenkernrohr eine CPT-Sonde für die Durchführung von Druckversuchen einsetzbar ist und zwar ohne, dass dabei die erreichbare Bohrtiefe zu reduzieren ist.

[0012] Eine Vorrichtung zur Lösung dieser Aufgabe weist die Merkmale des Anspruchs 1 auf. Demnach ist es vorgesehen, dass die Sonde bzw. eine Sensorik durch ein Stützrohr in ihrer Position arretiert wird. Die Sensorik, die Messaufnehmer für die Durchführung der geologischen Untersuchungen aufweist, wird dabei durch das Kernbohrrohr und die Bohrkrone geführt. Das Stützrohr ist dabei genau wie das Innenkernrohr in dem Kernbohrrohr lösbar arretierbar. Dadurch können im selben Bohreinsatz Kernbohrungen und Druckversuche durchgeführt werden, und zwar ohne, dass das Bohrgerät dafür umkonfiguriert bzw. umgebaut werden müsste. Wenn der Druckversuch vor Erreichen einer Zieltiefe wegen einer harten Schicht gestoppt werden muss, kann die Sensorik bzw. die Sonde mit einem Fangapparat aus dem Bohrstrang gezogen werden, die harte Schicht sodann mit einem Innenkernrohr oder einer speziellen Bohreinheit durchbohrt werden, um anschließend eine eventuell neu präparierte Sonde einzuführen und den Druckversuch fortzusetzen. Durch die Kernbohrungen gewonnene Proben können genutzt werden, um die bei den Druckversuchen gewonnen Erkenntnisse durch Laborversuche zu validieren und zu ergänzen.

[0013] Bevorzugterweise ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das mindestens eine Verriegelungsmittel an einer Innenwandung des Kernbohrrohres angeordnet ist, und als Verriegelungshülse ausgebildet ist, wobei das Verriegelungsmittel zur Arretierung des Innenkernrohres dient, wenn das Innenkernrohr in das Kernbohrrohr geführt ist und zur Arretierung des Stützrohres, wenn das Stützrohr in das Kernbohrrohr geführt ist. Durch den Einsatz des Stützrohres sowie insbesondere durch dessen Dimensionierung kann die Vorrichtung sowohl für die Kernbohrung als auch für die Druckversuche benutzt werden, und zwar ohne, dass dazu ein Umbau notwendig ist. Für die Verwendung der Sensorik in Kombination mit dem Stützrohr kann das bereits vorhandene Kernbohrrohr mit den Verriegelungsmitteln genutzt werden. Die Sensorik zur Aufnahme verschiedener geotechnischer Parameter kann verschiedene Sensorträger aufweisen. Darüber hinaus weist die Sensorik bzw. die Sonde eine eigene Energieversorgung auf, damit die Sonde energieautark über einen längeren Zeitraum arbeiten kann. Durch eine entsprechende Ansteuerung und einen Datenlogger können die Messdaten aufgenommen werden. Des Weiteren kann die Sensorik beispielsweise ein Modem aufweisen zum kabellosen Auslesen der Messdaten oder für eine Umprogrammierung der Sensorik während bzw. im Anschluss an einen Druckversuch.

[0014] Insbesondere kann des Weiteren vorgesehen sein, dass das Stützrohr mindestens ein federvorgespanntes Ankermittel aufweist, das beim Einführen des Stützrohrs in das Kernbohrrohr gespannt ist und in das Verriegelungsmittel des Kernbohrrohres entspannt. Dieses Ankermittel ist ähnlich oder identisch ausgebildet, wie das entsprechende Ankermittel, das den Innenkernrohren zugeordnet ist. Diese beweglichen federvorgespannten Vorsprünge sind während des Einführens durch den Bohrstrang gespannt und schnellen beim Erreichen des Verriegelungsmittels in der Wandung des Kernbohrrohres vor und arretieren das Stützrohr im selbigen widerhakenartig. Dadurch wird die Sensorik bzw. die

Sonde während des Druckversuchs in Position gehalten.

[0015] Darüber hinaus kann es vorgesehen sein, dass die Sensorik einen Sensorträger aufweist, der mit einer Landeschulter auf der Bohrkrone ablegbar ist. Für eine sichere und reproduzierbare Positionierung kann die Sensorik über die Landeschulter auf der Bohrkrone ablegbar sein. Dazu weist die Bohrkrone einen gegenüber einem Innendurchmesser des Kernbohrrohres leicht reduzierten Innendurchmesser auf. Durch diese Reduzierung des Innendurchmessers der Bohrkrone wird eine entsprechende Auflagefläche für die Landeschulter des Sensorträgers gebildet. Der Sensorträger dient als eine Art Träger für die Sensorik bzw. die Sonde und als Zwischenstück zwischen der Sensorik und dem Stützrohr.

[0016] Weiter kann es erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass das Stützrohr an einem der Sensorik abgewandten Seite ein Mittel, vorzugsweise einen Dorn oder ein Fangmittel, aufweist, an dem ein Fangapparat, vorzugsweise mit einem Dorn, lösbar koppelbar ist zum Herausziehen des Stützrohres aus dem Bohrstrang, wobei der Fangapparat an einem Seil, einer Kette oder dergleichen befestigbar ist. Das andere Ende des Seils oder dergleichen wird durch eine Seilwinde oder dergleichen auf dem Bohrgerät befestigt. Zum Bergen des Stützrohres wird der Fangapparat mitsamt des Stützrohres durch die Seilwinde aus dem Bohrstrang herausgeführt. Zunächst wird jedoch der Fangapparat durch die Winde in den Bohrstrang hinabgelassen. Der Fangapparat weist eine mit dem Dorn korrespondierende Aufnahme auf, die lösbar mit selbigen koppelbar ist. Durch eine von dem Seil oder dergleichen auf den Fangapparat ausgeübte Zugkraft schließt sich diese Aufnahme um den Dorn und dient so dem Herausziehen des Stützrohres aus dem Bohrstrang. Außerdem kann durch diese Zugkraft das Ankermittel des Stützrohres erneut vorgespannt werden, sodass das Stützrohr aus den Verriegelungsmitteln freigegeben wird.

[0017] Ein weiteres vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann es vorsehen, dass die Sensorik, vorzugsweise der Sensorträger, ein Kopplungsmittel, insbesondere einen Dorn oder ein Fangmittel, aufweist, an dem ein Fangapparat lösbar koppelbar ist zum Herausziehen der Sensorik aus dem Kernbohrrohr, wobei der Fangapparat an einem Seil, einer Kette oder dergleichen, befestigbar ist. Somit lässt sich durch denselben Fangapparat sowohl das Stützrohr als auch die Sensorik aus dem Bohrstrang bergen bzw. die Sensorik und das Stützrohr in den Bohrstrang hinabführen. Damit das Stützrohr nicht auf dem Dorn der Sensorik bzw. des Sensorträgers aufliegt, weist das entsprechende Ende des Stützrohres eine entsprechende Ausnehmung auf, die sich über den Dorn fügt, sodass zwischen dem Stützrohr und dem Dorn des Sensorträgers kein Kontakt besteht.

[0018] Ein weiteres Ausführungsbeispiel kann es vorsehen, dass das Stützrohr wenigstens annähernd die gleiche Länge aufweist, insbesondere gleich lang ist, wie ein Innenkernrohr. Aufgrund dieser gleichartigen Dimensionierungen des Stützrohres und der Innenkernrohre können für beide die Magazine des Bohrgeräts verwendet werden. Auch hier ist somit eine Modifizierung der bestehenden Geräte für die Verwendung des Stützrohres nicht notwendig.

[0019] Ein Stützrohr zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 9 beschrieben. Demnach ist ein Stützrohr zur Durchführung geologischer Untersuchungen eines Untergrundes vorgesehen, wobei durch das Stützrohr eine Sensorik in einem mindestens ein Kernbohrrohr aufweisenden Bohrstrang lösbar arretierbar ist. Dieses Stützrohr ist gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet.

[0020] Ein Verfahren zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe weist die Maßnahmen des Anspruchs 10 auf. Demnach ist es vorgesehen, dass zur Aufnahme von Druckdaten eine Sensorik in ein leeres Kernbohrrohr eingeführt wird und von einem Stützrohr in dem Kernbohrrohr lösbar arretiert und der Bohrstrang mit der Sensorik in den Untergrund gedrückt wird. Durch die Verwendung des Stützrohres kann das verwendete Bohrgerät in einer Doppelfunktion verwendet werden. Durch die entsprechende Dimensionierung des Stützrohres lässt sich das Bohrgerät neben der Durchführung von Kernbohrungen auch für Druckversuche verwenden, und zwar ohne, dass das Bohrgerät dafür modifiziert werden muss. Vielmehr kann für beide Verfahren das gleiche Equipment verwendet werden. Dabei dient das Stützrohr als eine Art Adapter zwischen dem bekannten Kernbohrrohr und dessen Verriegelungsmittel und der Sensorik. Durch dieses Verfahren sind nicht nur beide der genannten Verfahren durchführbar. Vielmehr ergänzen sich die beiden Verfahren vorteilhaft in dem Maße, dass eine für das Druckverfahren zu harte Gesteinsschicht durch die Kernbohrung überwindbar ist. Außerdem ist der Erkenntnisgewinn, der aus einem Druckversuch in Kombination mit der Entnahme der entsprechenden Kernbohrung hervorgeht, besonders groß.

[0021] Weiter kann ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung darin bestehen, dass das Stützrohr mindestens ein federvorgespanntes Ankermittel aufweist, dass zum Einführen des Stützrohrs in das Kernbohrrohr gespannt wird und in das Verriegelungsmittel, vorzugsweise eine Verriegelungshülse, des Kernbohrrohres entspannt, wodurch das Stützrohr in dem Kernbohrrohr lösbar arretiert

wird. Durch die Kompatibilität des Verriegelungsmittels des Kernbohrrohres und des Stützrohres kann eine größtmögliche Flexibilität in der Verwendung des Bohrgeräts erreicht werden. Je nach Situation und Aufgabenstellung können beide Verfahren auf eine schnelle und flexible Art und Weise durchgeführt werden.

[0022] Bevorzugt sieht es die Erfindung außerdem vor, dass das Stützrohr von einem Fangapparat an einem Fangmittel, insbesondere einem Dorn, aus dem Bohrstrang herausgezogen wird, wobei durch die Zugkraft des an einem Seil, einer Kette oder dergleichen hängenden Fangapparats die Arretierung des Stützrohres in dem Kernbohrrohr aufgehoben wird. Durch den gleichen Fangapparat kann auch die Sensorik an einem Dorn aus dem Bohrstrang herausgezogen werden. Durch diese Verwendung des Fangapparates für die Bergung des Stützrohres, des Sensors aber auch des Innenkernrohres können wesentliche Bestandteile des Bohrgeräts für die beiden beschriebenen Verfahren verwendet werden.

[0023] Letztendlich besteht ein weiteres vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung darin, dass zum Einführen der Sensorik und des Stützrohres in den Bohrstrang und/oder zum Herausziehen der Sensorik und des Stützrohres aus dem Bohrstrang der Bohrstrang, insbesondere das mindestens eine Kernbohrrohr, entgegen einer Bohrrichtung, vorzugsweise um mindestens die Länge der Sensorik, vom Untergrund wegbewegt wird. Durch dieses Wegbewegen wird insbesondere die Bergung der Sensorik und des Stützrohres erleichtert.

[0024] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt in den Darstellungen (A) bis (K) die einzelnen erfindungsgemäßen Verfahrensschritte.

[0025] In der Figur wird schematisiert anhand einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen das entsprechende erfindungsgemäße Verfahren beschrieben. Bei diesem Verfahren geht es darum, während ein und desselben Bohrvorgangs in einen Untergrund sowohl einen Bohrkern zu entnehmen und zusätzlich einen Druckversuch durchzuführen. Dabei werden die bereits bekannten Gerätschaften durch die Erfindung ergänzt. Dadurch lässt sich eine größtmögliche Flexibilität in der Untersuchung eines Untergrunds erzielen, ohne dass dafür die bestehenden Gerätschaften umgebaut werden müssten.

[0026] Um ein Bohrloch 10 in einen Untergrund 11 zu treiben, wird ein Bohrstrang 12 verwendet. Bei dem Untergrund kann es sich sowohl um einen Boden an Land, im Flachwasser sowie in der Tiefsee handeln. In der Regel wird der Vorgang von einer nicht dargestellten Bohrplattform oder einem sonstigen Bohrgerät ausgeführt. Es ist jedoch auch üblich den Bohrvorgang an anderen Standorten wie auf einem Meeresboden, auf einem Bohrschiff oder dergleichen auszuführen. Der Bohrstrang 12 wird zur Erstellung eines Bohrloches 10 vorzugsweise rotierend und spülend in den Untergrund 11 getrieben. Der Bohrstrang 12 besteht aus einem (Kern-)Bohrrohr 13 mit einer Bohrkrone 15 und einer Verriegelungshülse 20 sowie Bohrstangen. Es können alternativ Innenkernrohre 17 und eine Sonde oder aber auch eine Vollbohreinheit werden. Das als erstes in den Untergrund 11 getriebene Kernbohrrohr 13 weist an einem unteren Ende 14 die Bohrkrone 15 auf. Durch diese Bohrkrone 15 wird durch Rotation des Bohrstranges 12 bzw. der Kernbohrrohre 13 ein Bohrkern 16 aus dem Untergrund 11 bzw. aus einer Formation ausgeschnitten.

[0027] Zur Aufnahme des Bohrkernes 16 ist in dem Bohrstrang 12 bzw. in dem Kernbohrrohr 13 ein Innenkernrohr 17 angeordnet. Der Außendurchmesser des Innenkernrohrs 17 ist dabei geringer als ein Innendurchmesser des Kernbohrrohres 13, sodass das Innenkernrohr 17 durch den Bohrstrang 12 auf und ab bewegt werden kann (A). An einem oberen Ende 18 des Kernbohrrohres 13 befindet sich ein Landering 19, der als eine Verjüngung des Innendurchmessers des Kernbohrrohres ausgebildet ist. Des Weiteren befindet sich an dem oberen Ende 18 des ersten Kernbohrrohres 13 eine Verriegelungshülse 20.

[0028] Das Innenkernrohr 17 weist wiederum eine nicht dargestellte Landeschulter auf, mit der es auf dem Landering 11 des Kernbohrrohres 13 absetzbar ist. Der erbohrte Bohrkern 16 wird durch das Innenkernrohr 17 aufgenommen. Zum Bergen des Bohrkerns 16 aus dem Bohrstrang 12 wird das Innenkernrohr 17 herausgezogen. Dazu ist dem Innenkernrohr 17 an einem oberen Ende 18 ein Dorn 21 zugeordnet. Dieser Dorn 21 kann durch einen an einem Seil 22 durch den Bohrstrang 12 herabgelassenen Fangapparat 23 ergriffen werden und aus dem Bohrstrang 12 herausgezogen werden. Durch eine auf den Dorn 21 ausgeübte Zugkraft werden Ankermittel 24 des Innenkernrohres 17 entriegelt und aus der Verriegelungshülse 20 des Kernbohrrohres 13 zurückbewegt. Die so vorgespannten Ankermittel 24 verringern den Außendurchmesser des Innenkernrohres 17 derart, dass es sich durch den gesamten Bohrstrang 12 nach oben ziehen lässt (B).

[0029] Für das Erbohren eines weiteren Bohrkerns 16 wird anschließend ein leeres Innenkernrohr 17 durch den Bohrstrang 12 in das Kernbohrrohr 13 eingeführt. Sobald das Innenkernrohr 17 auf dem Landering 19 aufliegt, lässt die Zugkraft eines Fangapparates 23, der an das Innenkernrohr 17 gekoppelt ist, auf das Innenkernrohr 17 nach und die vorgespann-

ten Ankermittel 24 arretieren in der Verriegelungshülse 20 des Kernbohrrohres 13, sodass beim Erbohren des neuen Bohrkerns 16 durch die Bohrkrone 15 das Innenkernrohr 17 in Position bleibt.

[0030] Die anhand der Fig. (A) und (B) beschriebenen Bestandteile werden so auch in den verbleibenden Figuren dargestellt. Der Übersicht halber soll jedoch nicht allen Gegenständen für jedes Bild eine Bezugsziffer zugeordnet werden.

[0031] Um nun in demselben Bohrloch 10 einen Druckversuch durchzuführen, wird zunächst der leere Bohrstrang 12 bzw. die leeren Kernbohrrohre 13 in Pfeilrichtung 25 angehoben (C). In das leere Kernbohrrohr 13 wird sodann ein Sensor 26 mit einem Sensorträger 27 eingeführt. Dabei sind sowohl der Sensor 26 als auch Teile des Sensorträgers 27 derart dimensioniert, dass sie durch die Bohrkrone 15 hindurch in den leeren Raum des Bohrlochs 10 führbar sind. Ein oberes Teil des Sensorträgers 27 liegt dabei auf der Bohrkrone 15 auf, sodass der Sensor 26 unterhalb des Bohrstranges 12 in das Bohrloch 10 hinabhängt (D). Der Sensorträger 27 weist in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel einen dem Dorn 21 des Innenkernrohres 17 wenigstens ähnlichen Dorn 28 auf. An diesem Dorn 28 lassen sich der Sensor 26 und der Sensorträger 27 durch den Fangapparat 23 aus dem Bohrstrang 12 wieder herausführen. Alternativ zu den Dornen sind auch andere Fangmittel denkbar.

[0032] In einem nächsten Schritt (E) wird in den Bohrstrang 12 ein Stützrohr 29 geführt. Dieses Stützrohr 29 wird auf der Oberseite des Sensorträgers 27 abgesetzt. Dazu kann das Stützrohr 29 eine Ausnehmung 30 aufweisen, die sich über dem Dorn 28 fügt. Das Stützrohr 29 ist in seiner Dimensionierung derart beschaffen, dass es höchstens annäherungsweise den gleichen Außendurchmesser aufweist, wie das Innenkernrohr 17. Der Außendurchmesser des Stützrohres 29 könnte kleiner sein als der Außendurchmesser des Innenkernrohrs 17, wenn die Dimensionen im Bereich einer Landeschulter eines Verriegelungsapparates vergleichbar sind. Außerdem ist eine Länge des Stützrohres 29 derart bemessen, dass sowohl der Landering 19 wie auch die Verriegelungshülse 20 des Kernbohrrohres 13 gleichermaßen nutzbar sind wie, für das Innenkernrohr 17. Dazu weist auch das Stützrohr 29 ein entsprechendes Ankermittel 31 auf, durch welches sich das Stützrohr 29 beim Herablassen in dem Kernbohrrohr 13 arretieren lässt. Zum Herausführen ist auch dem Stützrohr 29 an einem oberen Ende ein entsprechender Dorn 32 oder ein anderen Fangmittel zugeordnet (E).

[0033] Zur Durchführung eines Druckversuchs wird in einem folgenden Schritt (F) der Bohrstrang 12 bzw. das Kernbohrrohr 13 hinabgedrückt, sodass der Sensor 26 in den Untergrund 11 gedrückt wird. Dabei sorgt das Stützrohr 29 dafür, dass der Sensor 26 in Position bleibt. Die Druckkraft in Pfeilrichtung 33 wird von einer bekannten Einrichtung auf der Bohrvorrichtung erzeugt. Nach Vollendung des Druckversuchs wird der Bohrstrang 12 mitsamt dem Sensor 26 in Pfeilrichtung 34 aus dem Bohrloch 10 nach oben gezogen. Dabei wird der Sensor 26 vorzugsweise genau derart aus einem Loch 35 gezogen, dass der Sensor 26 freiliegt (G). Vorzugsweise wird der Bohrstrang 12 um mindestens die Länge des unterhalb der Bohrkrone 15 herausragenden Sensorträgers 27 angehoben.

[0034] Im Folgenden wird dann, genau wie zuvor für das Bergen des Innenkernrohres 17 beschrieben, das Stützrohr 29 bzw. der Dorn 32 oder eine anderes Fangmittel des Stützrohres 29 durch den Fangapparat 23 ergriffen. Durch das Ergreifen des Dorns 32 bzw. des anderen Fangmittels durch den Fangapparat 23 und durch die auf den Dorn 32 durch den Fangapparat 23 ausgeübte Zugkraft werden die Ankermittel 31 des Stützrohres 29 erneut vorgespannt und somit aus der Verriegelungshülse 20 gezogen. Das Stützrohr 29 ist somit freigegeben für das Herausziehen aus dem Bohrstrang 12 (H).

[0035] Im Folgenden wird auf die gleiche Art und Weise der Sensorträger 27 mit dem Sensor 26 aus dem Bohrstrang 12 geborgen (I). Sobald der Sensorträger 27 mit dem Sensor 26 geborgen ist und auf dem entsprechenden Bohrgerät positioniert ist, kann erneut ein leeres Innenkernrohr 17 in den Bohrstrang 12 hinabgeführt werden (J). Durch Rotation und Spülen kann nun ein weiterer Bohrkern 16 aus dem Untergrund 11 entnommen werden.

[0036] Wenn während des Druckversuchs anhand der durch den Sensor 26 aufgenommenen Messwerte festgestellt wird, dass der Untergrund 11 zu hart für einen derartigen Druckversuch ist, kann der Sensor 26 samt Stützrohr 29 aus dem Bohrstrang 12 entnommen werden und mittels der Bohrkrone der harte Untergrund 11 zunächst entfernt werden, damit anschließend der Druckversuch durch den Sensor 26 fortgesetzt werden kann.

Bezugszeichenliste

10	Bohrloch
11	Untergrund
12	Bohrstrang
13	Kernbohrrohr
14	unteres Ende
15	Bohrkrone
16	Bohrkern
17	Innenkernrohr

18	oberes Ende
19	Landering
20	Verriegelungshülse
21	Dorn
22	Seil
23	Fangapparat
24	Ankermittel
25	Pfeilrichtung
26	Sensor
27	Sensorträger
28	Dorn
29	Stützrohr
30	Ausnehmung
31	Ankermittel
32	Dorn
33	Pfeilrichtung
34	Pfeilrichtung
35	Loch

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen eines Untergrundes (11) mit einem mindestens ein Kernbohrrohr (13) aufweisenden Bohrstrang (12) und mit einer an einem Ende des mindestens einen Kernbohrrohres (13) angeordneten Bohrkrone (15), wobei in das mindestens eine Kernbohrrohr (13) des Bohrstranges (12) ein Innenkernrohr (17) führbar ist zur Aufnahme eines erbohrten Kerns (16), wozu das Innenkernrohr (17) in dem mindestens einem Kernbohrrohr (13) lösbar durch mindestens ein Verriegelungsmittel (20) arretierbar ist, **gekennzeichnet durch** ein Stützrohr (29), durch das eine Sensorik (26), die durch das Kernbohrrohr (13) und die Bohrkrone (15) führbar ist, an dem Kernbohrrohr (13) lösbar arretierbar ist.

2. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Verriegelungsmittel (20) an einer Innenwandung des Kernbohrrohres (13) angeordnet ist und als Verriegelungshülse (20) ausgebildet ist, wobei das Verriegelungsmittel (20) zur Arretierung des Innenkernrohres (17) dient, wenn das Innenkernrohr (17) in das Kernbohrrohr (13) geführt ist und zur Arretierung des Stützrohres (29), wenn das Stützrohr (29) in das Kernbohrrohr (13) geführt ist.

3. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stützrohr (29) mindestens ein federvorgespanntes Ankermittel (31) aufweist, das beim Einführen des Stützrohres (29) in das Kernbohrrohr (13) gespannt ist und in das Verriegelungsmittel (20) des Kernbohrrohrs (13) entspannt.

4. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorik (26) einen Sensorträger (27) aufweist, der mit einer Landeschulter auf der Bohrkrone (15) ablegbar ist.

5. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stützrohr (29) an einem der Sensorik (26) abgewandten Seite einen Dorn (32) oder ein anderes Fangmittel aufweist an dem ein Fangapparat (23) lösbar koppelbar ist zum Herausziehen des Stützrohres (29) aus dem Bohrstrang (12), wobei der Fangapparat (23) an einem Seil (22), einer Kette oder dergleichen befestigbar ist.

6. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine auf den Dorn (32) oder dem anderen Fangmittel durch den Fangapparat (23) ausgeübte Zugkraft das mindestens eine Ankermittel (31) aus dem Verriegelungsmittel (20) bewegbar ist.

7. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorik (26), vorzugsweise der Sensorträger (27), einen Dorn (28) oder ein anderes Fangmittel aufweist, an dem ein Fangapparat (23) lösbar koppelbar ist zum Herausziehen der Sensorik (26) aus dem Kernbohrrohr (13), wobei der Fangapparat (23) an einem Seil (22), einer Kette oder dergleichen befestigbar ist.

8. Vorrichtung zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stützrohr (29) wenigstens annähernd die gleiche Länge aufweist, insbesondere gleichlang ist, wie ein Innenkernrohr (17).

9. Stützrohr (29) zur Durchführung geologischer Untersuchungen, wobei durch das Stützrohr (29) eine Sensorik (26) in einem mindestens ein Kernbohrrohr (13) aufweisenden Bohrstrang (12) einer Vorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 lösbar arretierbar ist.

10. Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen eines Untergrunds (11) mit mindestens einem eine Bohrkrone (15) aufweisenden Kern-

bohrrohr (13) eines Bohrstranges (12), wobei ein erbohrter Kern (16) des Untergrunds (11) von einem Innenkernrohr (17) aufgenommen und aus dem Bohrstrang (12) abgeführt wird und das Innenkernrohr (17) zur Aufnahme des Kerns (16) in dem Kernbohrrohr (13) durch mindestens ein Verriegelungsmittel (20) arretiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Aufnahme von Druckdaten eine Sensorik (26) in das leere Kernbohrrohr (13) eingeführt wird und von einem Stützrohr (29) in dem Kernbohrrohr (13) lösbar arretiert wird und der Bohrstrang (12) mit der Sensorik (26) in den Untergrund (11) gedrückt wird.

11. Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stützrohr (29) mindestens ein federvorgespanntes Ankermittel (31) aufweist, das zum Einführen des Stützrohres (29) in das Kernbohrrohr (13) gespannt wird und in das Verriegelungsmittel (20), vorzugsweise eine Verriegelungshülse (20), des Kernbohrrohres (13) entspannt, wodurch das Stützrohr (29) in dem Kernbohrrohr (13) lösbar arretiert wird.

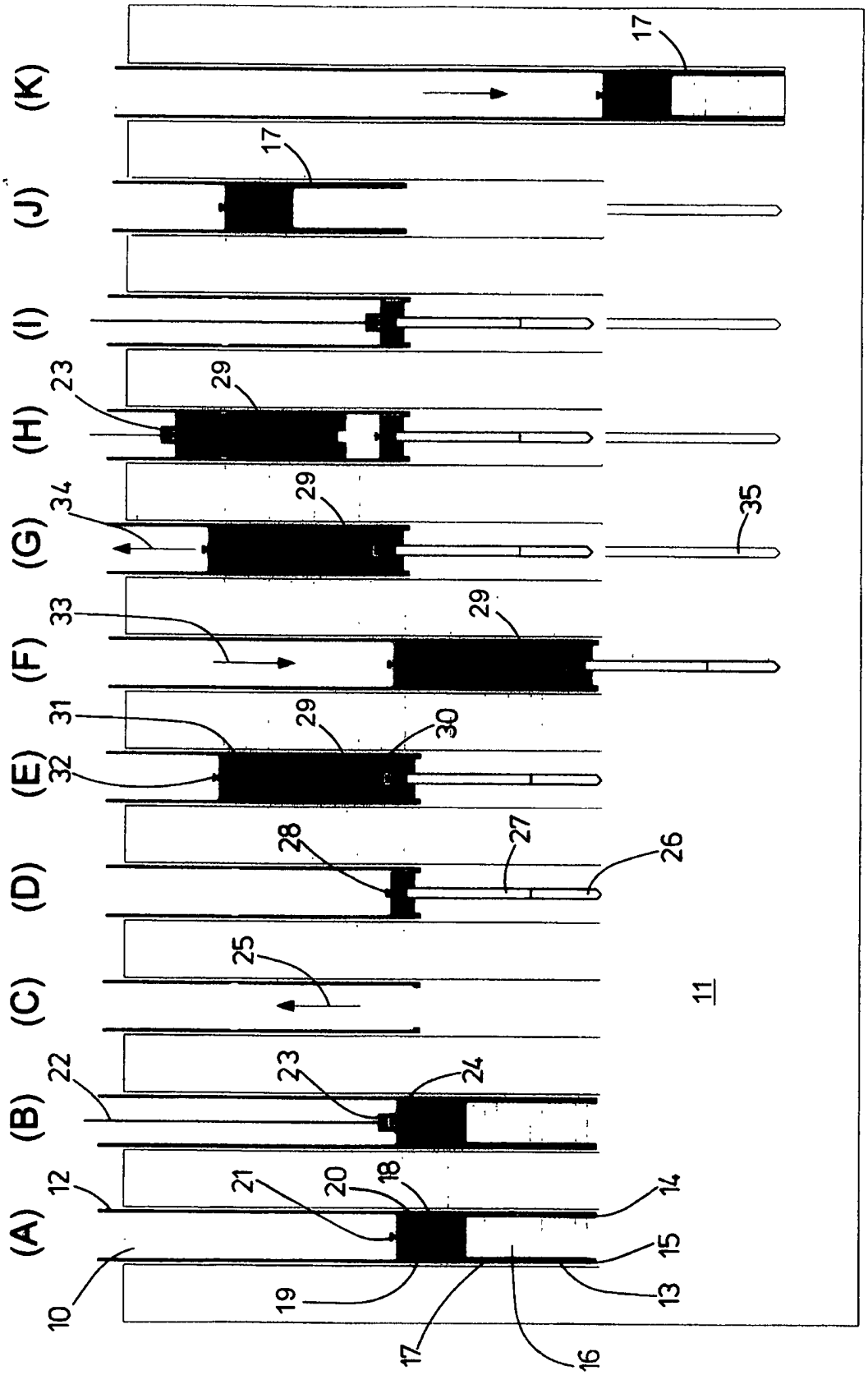
12. Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stützrohr (29) von einem Fangapparat (23) an einem Dorn (28) aus dem Bohrstrang (12) herausgezogen wird, wobei durch die Zugkraft des an einem Seil (22), einer Kette oder dergleichen hängenden Fangapparat (23) die Arretierung des Stützrohres (29) in dem Kernbohrrohr (13) aufgehoben wird.

13. Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorik (26) von einem Fangapparat (23) an einem Dorn (28) oder einem anderen Fangmittel aus dem Bohrstrang (12) herausgezogen wird.

14. Verfahren zur Durchführung geologischer Untersuchungen nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Einführen der Sensorik (26) und des Stützrohres (29) in den Bohrstrang (12) und/oder zum Herausziehen der Sensorik (26) und des Stützrohres (29) aus dem Bohrstrang (12) der Bohrstrang (12), insbesondere das mindestens eine Kernbohrrohr (13), entgegen einer Bohrrichtung, vorzugsweise um mindestens die Länge der Sensorik (27), vom Untergrund (11) wegbewegt wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.