



(11) **EP 3 444 433 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.06.2020 Patentblatt 2020/25

(51) Int Cl.:
E21B 47/00^(2012.01) E21B 47/01^(2012.01)

(21) Anmeldenummer: **18179478.5**

(22) Anmeldetag: **25.06.2018**

(54) **VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINES VERSCHLEISSES EINES GESTÄNGES EINER
ERDBOHRVORRICHTUNG**

METHOD FOR DETERMINING A WEAR FOR A SYSTEM OF RODS OF AN EARTH BORING DEVICE

PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DE L'USURE D'UNE TIGE D'UN DISPOSITIF DE FORAGE DE
PUITS

(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**

(30) Priorität: **18.08.2017 DE 102017118853**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.02.2019 Patentblatt 2019/08

(60) Teilanmeldung:
20165948.9

(73) Patentinhaber: **TRACTO-TECHNIK GmbH & Co.
KG
57368 Lennestadt (DE)**

(72) Erfinder: **Fischer, Sebastian
57368 Lennestadt (DE)**

(74) Vertreter: **König, Gregor Sebastian et al
König-Szynka-Tilmann-von Renesse
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Mönchenwerther Straße 11
40545 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2010/046099 DE-T5-112013 007 353
US-A- 4 715 451 US-A- 6 021 377**

- **WU J: "MODEL PREDICTS DRILL PIPE FATIGUE
IN HORIZONTAL WELLS", OIL AND GAS
JOURNAL, PENNWELL, HOUSTON, TX, US, Bd.
95, Nr. 5, 3. Februar 1997 (1997-02-03), Seiten
47/48,51-53, XP000690298, ISSN: 0030-1388**

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).

EP 3 444 433 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Erdbohrvorrichtung mit einem Gestängeabschnitt. Ferner betrifft die Erfindung eine Verwendung bei einer Erdbohrvorrichtung zum Bestimmen eines Verschleißes eines Gestänges der Erdbohrvorrichtung.

[0002] Erdbohrvorrichtungen umfassen üblicherweise eine Antriebsvorrichtung sowie ein hiermit verbundenes Gestänge, an dem ein Bohrkopf, der als Werkzeug ausgestaltet sein kann, befestigt sein kann. Der Bohrkopf kann ein Aufweitkopf oder Rohreinzugsadapter sein. Über das Gestänge werden die Antriebskräfte der Antriebsvorrichtung auf den Bohrkopf übertragen, wodurch dieser in dem Erdreich vorangetrieben wird. Für einen bohrenden Betrieb der Erdbohrvorrichtung werden in der Regel Druckkräfte auf den Bohrkopf aufgebracht, so dass dieser schiebend durch das Erdreich bewegt wird. Allerdings umfasst der Begriff "Einbringen einer Erdbohrung" mittels der Erdbohrvorrichtung auch eine Übertragung von Zugkräften auf das Gestänge und den Bohrkopf. Bei der Übertragung von Zugkräften mittels des Gestänges auf den Bohrkopf wird üblicherweise eine bestehende Bohrung aufgeweitet, eine bestehende Altleitung geborsten und/oder ein Neurohr in eine bestehende Bohrung bzw. Altleitung eingezogen. Das Gestänge einer Erdbohrvorrichtung besteht regelmäßig aus einer Mehrzahl von miteinander verbundenen Gestängeschüssen, die entsprechend des Vortriebs des Bohrkopfes im Erdreich sukzessive miteinander verbunden (im schiebenden Betrieb) oder voneinander gelöst werden (im ziehenden Betrieb). Eine Verbindung zwischen den Gestängeschüssen kann beispielsweise über Schraubverbindungen oder über Steckkupplungen erfolgen. Mischverbindungen aus Schraubverbindungen und Steckkupplungen sind möglich.

[0003] Bei der Übertragung von Antriebskräften auf den Bohrkopf mittels des Gestänges kommen fast ausschließlich Linearantriebe zum Einsatz, die die Antriebskräfte bzw. Antriebsbewegungen schrittweise auf das Gestänge übertragen, d.h., mit einem Lasthub, bei dem das Gestänge mit dem Linearantrieb verbunden ist, und einem Leerhub, bei dem die Verbindung zwischen dem Linearantrieb und dem Gestänge gelöst ist. Übliche Linearantriebe für Erdbohrvorrichtungen arbeiten mit Hydraulikzylindern als Antriebsquelle, wobei mittels dieser hohe Kräfte bei vergleichsweise kompakten Abmessungen aufgebracht werden können. Zudem sind auch Linearantriebe mit Zahnstangenantrieben bekannt.

[0004] Die voraussichtliche Lebensdauer grundsätzlich aller Komponenten dieser Vorrichtungen, insbesondere des Gestänges, die durch das Erdreich bewegt werden, ist schwierig abzuschätzen. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Lebensdauer der Komponenten neben den geometrischen Abmessungen und des verwendeten Werkstoffs im Wesentlichen davon abhängt, wie diese belastet werden. Dazu schlägt DE 10 2008 052 510 B3 bzw. WO 2010/046099 A1 vor, eine

Messeinrichtung zur Messung der Momentanbelastung des Gestänges vorzusehen, bei der zur Bestimmung der Momentanbelastung des Gestänges die Betriebskräfte der mit dem Gestänge verbundenen Antriebsvorrichtung gemessen werden.

[0005] DE 11 2013 007 353 T5 offenbart einen Bohrlochoptimierungskragen, der integrierte Glasfasersensoren aufweist.

[0006] Es hat sich herausgestellt, dass die bekannte Ermittlung zur Bestimmung der Momentanbelastung des Gestänges, mit der eine Lebensdauerberechnung durchgeführt werden kann, bisweilen ein Ergebnis liefert, das von der realen Lebensdauer abweichen kann.

[0007] Ausgehend von diesem Stand der Technik lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Betriebssicherheit einer Erdbohrvorrichtung zu erhöhen und/oder Lebensdauerberechnungen eines Gestänges einer Erdbohrvorrichtung zu verbessern.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand der jeweiligen abhängigen Patentansprüche und ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

[0009] Der Kern der Erfindung sieht vor, Biegebelastungen des Gestänges zu erfassen, um eine Lebensdauerberechnung zu verbessern und/oder die Betriebssicherheit einer Erdbohrvorrichtung zu erhöhen, wobei die Belastung insbesondere nicht an der Antriebsvorrichtung ermittelbar ist, sondern in der Erdbohrung selbst, indem ein Verlauf der Erdbohrung, insbesondere ein gekrümmter Bereich der Erdbohrung, erfasst werden kann.

[0010] Es wird ein Verfahren zum Bestimmen eines Verschleißes eines Gestänges einer Erdbohrvorrichtung beschrieben, welches vorsieht, dass eine Biegebelastung des Gestänges erfasst wird, um eine Lebensdauerberechnung durchzuführen.

[0011] Es wurde erstmalig erkannt, dass eine Belastung auch im Wesentlichen zusätzlich zur Antriebsvorrichtung ermittelt wird und eine Belastung in der Erdbohrung selbst festgestellt wird. Die Belastung kann innerhalb der Erdbohrung erfasst und für die Lebensdauerberechnung berücksichtigt werden. Die vorherrschende Auffassung, dass die Gestängeschüsse ausschließlich der Belastung durch die Antriebsvorrichtung ausgesetzt sind bzw. alleine die Belastung an der Antriebsvorrichtung ermittelt wird, wurde erfindungsgemäß ergänzt.

[0012] Der Begriff "Gestänge" umfasst im Sinne der Beschreibung nicht ausschließlich starre, einzelne miteinander unmittelbar oder mittelbar verbundene Gestängeschüsse aufweisende Gestänge, sondern insbesondere sämtliche Kraftübertragungselemente, die bei einer Erdbohrvorrichtung eingesetzt werden können. Zudem soll unter dem Begriff "Gestänge" nicht lediglich das Kraftübertragungselement, das zwischen der Antriebsvorrichtung der Erdbohrvorrichtung und dem Bohrkopf angeordnet ist, verstanden werden, sondern grundsätzlich alle Komponenten eines Bohrstrangs, d.h. alle im Erdreich bewegten Komponenten, einer solchen Erd-

bohrvorrichtung, die einer Belastung durch von der Antriebsvorrichtung aufgebrachtten Kräften und/oder Momenten ausgesetzt sind. Unter dem Überbegriff "Gestänge" kann auch der Bohrkopf als Teil des Bohrstrangs verstanden werden.

[0013] Der Begriff "Antriebsvorrichtung" umfasst im Sinne der Beschreibung einen Antrieb, mittels dem die Antriebskräfte bzw. Antriebsbewegungen auf das Gestänge bzw. dem Bohrstrang übertragen werden. In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Antriebsvorrichtung als Linearantrieb ausgestaltet sein. Die Antriebsvorrichtung kann auch als Zahnstangenantrieb ausgestaltet sein. Die Antriebsvorrichtung kann Hydraulikzylinder als Antriebsquelle aufweisen.

[0014] Es kann die Biegebelastung des Gestänges mittels eines Gestängeabschnitts, an dem mindestens ein Dehnungssensor vorhanden ist, gemessen werden. Es wurde erkannt, dass eine Erkennung der Belastung unabhängig von der Antriebsvorrichtung der Erdbohrvorrichtung benötigt wird, aber diese Belastung muss nicht notwendigerweise mittels eines Messvorgangs an jedem Gestängeabschnitt bzw. einem Gestängeschuss durchgeführt werden, sondern stellvertretend an einem oder mehreren Gestängeabschnitten, die im Bohrstrang bzw. Gestänge angeordnet sind, und die den Gestängeschüssen zugeordnet werden können.

[0015] Neben einer Biegebelastung der Gestängeschüsse an dem Gestänge können Maschinendaten der Antriebsvorrichtung verwendet werden, aus denen mindestens eine weitere Information aus den folgenden Maschinendaten ableitbar ist, um die Lebensdauerberechnung durchzuführen: Torsion, Zugbelastung, Schubbelastung und Drehzahl. Aus den Maschinendaten der Antriebsvorrichtung kann dann die Torsionsbelastung, Zug-/Druckbelastung und/oder Drehzahl der einzelnen Gestängeschüsse ermittelt werden.

[0016] Es kann die Biegebelastung mittels eines Dehnungs-Messstreifens, eines Faser-Bragg-Gittersensors oder ähnlichem erfasst werden. Hierdurch ist es möglich, robuste und bewährte Sensoren bzw. Erfassungselemente zu verwenden, die auch unter den harschen Bedingungen im Erdreich genutzt werden können.

[0017] Es kann die Lebensdauerberechnung einzelnen Gestängeschüssen des Gestänges zugeordnet werden. Hierdurch ist es möglich, dass nicht nur eine allgemeine Aussage zu den im Erdreich befindlichen Gestängeschüssen des Gestänges möglich ist, sondern für jeden einzelnen Gestängeschuss die Belastung angegeben werden kann. Es kann berücksichtigt werden, wie lange und an welcher Position der Gestängeschuss in dem Gestänge befindlich ist. Im Hinblick auf die Biegebelastung kann damit berücksichtigt werden, welcher Gestängeschuss einer Biegebelastung ausgesetzt war oder, ob beispielsweise ein Gestängeschuss einen gekrümmten Bereich der Erdbohrung (noch) nicht durchlaufen hat. Je nach der Position des Gestängeschusses im Gestänge kann damit die Biegebelastung berücksichtigt werden.

[0018] Das beschriebene Verfahren eignet sich somit besonders zum Bestimmen des Verschleißes eines Gestänges, das eine Mehrzahl von miteinander verbundenen Gestängeschüssen umfasst. Vorzugsweise werden hierbei die individuellen Belastungen einzelner oder aller der Gestängeschüsse gemessen und hierzu individuelle Lebensdauerberechnungen durchgeführt. Hierdurch kann sich wiederum erheblich die Genauigkeit der durchgeführten Lebensdauerberechnungen erhöhen. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass bei einem Belastungsfall, d.h., bei der Durchführung eines abgeschlossenen Arbeitsvorhabens (zum Beispiel einer Erdbohrung, eines Berstprozesses oder eines Rohreinzugsprozesses) die einzelnen Gestängeschüsse in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt, zu dem diese in das Gestänge eingegliedert werden, unterschiedlich lang belastet werden. Die einzelnen Gestängeschüsse werden zudem bei einer Vielzahl von Arbeitsvorgängen eingesetzt, wobei in der Regel nicht nachgehalten werden kann, welcher Gestängeschuss bei welchem Arbeitsvorhaben eingesetzt und wie lange er dabei belastet wurde. Durch das erfindungsgemäße bevorzugte individuelle Messen bzw. Berücksichtigen der Belastung der einzelnen Gestängeschüsse und einer entsprechenden Auswertung wird dies nun möglich. Hierzu werden die Werte für die einzelnen Gestängeschüsse vorzugsweise separat gespeichert, wobei dies besonders bevorzugt in einem Speicherelement erfolgen kann, das mit dem jeweiligen Gestängeschuss selbst verbunden ist. Durch das Versehen einzelner oder aller Gestängeschüsse mit entsprechenden Speicherelementen kann ausgeschlossen werden, dass die individuellen Messungen und Lebensdauerberechnungen vertauscht werden. Zudem entfällt eine aufwendige Datenverwaltung, wenn die verschiedenen Gestängeschüsse für verschiedene Arbeitsvorhaben vermischt und an unterschiedlichen Baustellen eingesetzt werden.

[0019] Der Begriff "Speicherelement" im Sinne der Erfindung betrifft einen beliebigen Datenspeicher oder ein Speichermedium, welches insbesondere elektronisch beschrieben und/oder ausgelesen werden kann. Das Speicherelement kann auf Basis auf elektronischen Halbleiterbauelementen oder anderen Bauelementen eine Information speichern. Das Speicherelement kann insbesondere ein nicht-flüchtiger Speicher sein. Ein berührungsloses Auslesen und/oder Schreiben von Daten auf das Speicherelement ist bevorzugt. Bei einem Speicherelement kann es sich bevorzugt um einen RFID-Chip handeln, der üblicherweise eine Antenne, einen analogen Schaltkreis sowie einen digitalen Schaltkreis und einen Permanentenspeicher aufweist. Bei dem RFID-Chip kann es sich um einen passiven, aktiven oder semi-aktiven RFID-Chip handeln.

[0020] Es ist jedoch auch möglich, die Werte für die einzelnen Gestängeschüsse zentral zu speichern und jeden Gestängeschuss mit einem identifizierbaren Code (zum Beispiel Seriennummer des Gestängeschusses, die beispielsweise optisch ermittelt wird) zu versehen,

der dann den zentral gespeicherten Werten zugeordnet wird.

[0021] Die Übertragung der gemessenen Belastung bzw. der individuellen Lebensdauerberechnungen eines Belastungsfalls können bevorzugt von der Antriebsvorrichtung (eine in der Antriebsvorrichtung integrierte Vorrichtung bzw. Einrichtung) oder einer von zur Antriebsvorrichtung benachbarten Vorrichtung (eine zusätzliche Vorrichtung, die beispielsweise zumindest (Teil-)Aufgaben der Lebensdauerberechnung oder in diesem Zusammenhang durchzuführende (Teil-)Aufgaben ermöglichende Schritte durchführen kann, beispielsweise als zuzukaufendes Modul) auf die einzelnen Speicherelemente übertragen werden. Dies kann besonders bevorzugt dann erfolgen, wenn sich der jeweilige Gestängeschuss zur Eingliederung in oder zur Ausgliederung aus dem Gestängestrag in der Antriebsvorrichtung befindet. Hierzu kann vorrichtungsseitig (integriert an bzw. in die Antriebsvorrichtung oder separat hierzu) vorzugsweise eine Übertragungseinrichtung vorgesehen, die der Übertragung der gemessenen Belastungen und/oder der Ergebnisse der Lebensdauerberechnungen an die Speicherelemente der Gestängeschüsse dient. Die Übertragungseinrichtung ist vorzugsweise an der Antriebsvorrichtung angeordnet bzw. in oder an dieser integriert. Die Übertragungseinrichtung kann auch separat zur Antriebsvorrichtung hinzugefügt werden, beispielsweise kann die Antriebsvorrichtung um die Möglichkeit einer Lebensdauerberechnung ergänzt oder aufgewertet werden.

[0022] Besonders bevorzugt kann die Übertragung der gemessenen Belastung bzw. der individuellen Lebensdauerberechnungen eines Belastungsfalls bei einem auf Zug belasteten Gestänge, das eine Mehrzahl von miteinander verbundenen Gestängeschüssen umfasst, erfolgen, wenn das Gestänge schrittweise von der Antriebsvorrichtung durch eine Bohrung im Erdreich gezogen wird, wobei die einzelnen Gestängeschüsse nacheinander aus der Erdbohrung herausgezogen und von dem Rest des Gestänges gelöst werden, indem das Übertragen der Belastungen bzw. der Ergebnisse der Lebensdauerberechnungen auf das Speicherelement des zu lösenden Gestängeschusses kurz vor, während des LöSENS dieses Gestängeschusses oder kurz danach durchgeführt wird, insbesondere, solange sich dieser noch im Bereich der Antriebsvorrichtung befindet.

[0023] Um auch die Belastungen, denen die einzelnen Gestängeschüsse in vorausgegangen Belastungsfällen ausgesetzt waren, bei der Durchführung der Lebensdauerberechnung berücksichtigen zu können, kann weiterhin vorgesehen sein, die auf den Speicherelementen der einzelnen Gestängeschüsse gespeicherten Belastungen bzw. die Ergebnisse der Lebensdauerberechnung zunächst zu der Antriebsvorrichtung oder einer externen Vorrichtung (Modul) zu übertragen, daraufhin in der Antriebsvorrichtung oder der externen Vorrichtung (Modul) mit den Belastungen (zum Beispiel der Anzahl der Antriebshubes mit den jeweiligen Kräftewerten und/oder die

Biegebelastung) bzw. Lebensdauerberechnung des letzten Belastungsfalls zu aktualisieren und die aktualisierten Werte wieder auf den Speicherelementen zu speichern. Auf diese Weise kann eine Alterung der einzelnen Gestängeschüsse auf der derzeitigen Baustelle mit denjenigen auf den vorangegangenen Baustellen verrechnet werden.

[0024] Die Erfindung schafft eine Erdbohrvorrichtung mit einem Gestängeabschnitt. Der Gestängeabschnitt ist zum Messen von Biegungen ausgestaltet und eine Datenverbindung ist zwischen dem Gestängeabschnitt und einer Empfangseinrichtung der Erdbohrvorrichtung herstellbar. Mittels des Gestängeabschnitts kann eine Biegebelastung, die auf das Gestänge bzw. die einzelnen Gestängeschüsse wirkt, ermittelt werden. Der Gestängeabschnitt folgt dem Verlauf des Gestänges zur Erstellung der Erdbohrung und kann damit angeben, welcher Biegung die einzelnen Gestängeschüsse bei fortschreitender Bewegung durch die Erdbohrung unterworfen werden. Die Messung der Biegung erfolgt real mittels des in dem Gestänge angeordneten Gestängeabschnitts. Vorzugsweise kann der Gestängeabschnitt im vorderen Bereich des Gestänges, hinter dem Bohrkopf, d.h., unmittelbar dem Bohrkopf folgend, angeordnet sein. Es können aber auch Zwischenabschnitte zwischen dem Bohrkopf und dem Gestängeabschnitt vorgesehen sein. Eine Anordnung des Gestängeabschnitts im vorderen Bereich ist wünschenswert, damit mittels des Gestängeabschnitts erfasst werden kann, wie die Erdbohrung verläuft, d.h., weiche Biegungen auch im vorderen Bereich der Erdbohrung vorhanden sind.

[0025] Der Gestängeabschnitt weist einen stabförmigen Abschnitt auf, an dem mindestens ein Dehnungssensor angeordnet ist. Der Gestängeabschnitt weist ferner eine Schutzhülle auf, in der der stabförmige Abschnitt angeordnet ist. Durch die Schutzhülle kann den im Erdreich vorliegenden harschen Bedingungen Rechnung getragen werden. Der die Biegebelastungen aufnehmende stabförmige Abschnitt, der insbesondere einen geringeren Querschnitt als der übrige Teil des Gestänges aufweisen kann, kann geschützt werden. Insbesondere kann die Schutzhülle einen außen auf dem stabförmigen Abschnitt befestigten Dehnungssensor vor dem Erdreich schützen. Der Dehnungssensor ist durch die Verwendung einer Schutzhülle nicht im Erdreich exponiert. Die Schutzhülle kann im Wesentlichen einen ähnlichen Durchmesser wie im Bohrstrang benachbarter Gestängeschüsse aufweisen. Die Schutzhülle kann aus Metall oder einem Kunststoff sein. Die Schutzhülle kann mittels einer lösbaren Fixierung am stabförmigen Abschnitt lösbar fixiert sein, wobei durch ein Lösen der Fixierung insbesondere ein Verschieben der Schutzhülle gegenüber dem stabförmigen Abschnitt möglich ist, um beispielsweise den Dehnungssensor, die Schutzhülle und/oder den stabförmigen Abschnitt auszutauschen.

[0026] Ein Dehnungssensor an dem Gestängeabschnitt kann ausreichend sein. Mehrere Dehnungssensoren, d.h., zwei, drei oder eine noch größere Anzahl

von Dehnungssensoren, können eine Redundanz und/oder eine erhöhte Genauigkeit liefern. Mehrere Dehnungssensoren können an dem Gestängeabschnitt in Längsrichtung verteilt und/oder in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sein. Insbesondere können Dehnungssensoren an einem Bereich des Gestängeabschnitts vorgesehen sein, der im Wesentlichen dem mittleren Bereich des Gestängeabschnitts bezogen auf die Längserstreckung des Gestängeabschnitts entspricht. In diesem mittleren Bereich können die größten Biegebelastungen auf den Gestängeabschnitt einwirken und die Anordnung des Dehnungssensors in diesem Bereich ist damit besonders sensibel.

[0027] Die "Empfangseinrichtung" im Sinne der Beschreibung ist eine Einrichtung, die ein Signal für eine Biegung oder Dehnung von dem Gestängeabschnitt erhalten kann, welches ein Maß für die Biegebelastung sein kann. Die Empfangseinrichtung kann an dem Gestängeabschnitt und/oder im Bereich der Antriebsvorrichtung angeordnet sein. Der Empfangseinrichtung kann das Signal als Rohsignal übermittelt werden oder als zumindest teilweise schon ausgewertetes Signal.

[0028] Der Gestängeabschnitt kann als Teil des Gestänges oder Bohrstrangs in diesem vorhanden sein. Der Gestängeabschnitt kann Verbindungselemente aufweisen, mittels derer der Gestängeabschnitt mit weiteren Abschnitten des Gestänges bzw. Bohrstrangs verbunden werden kann. Der Gestängeabschnitt kann insbesondere mit dem Bohrkopf, einem Sensorabschnitt, der der Ortung dienen kann und/oder einem Gestängeschuss verbunden werden. Steck- und Schraubverbindungen sind möglich und an die weiteren Abschnitte angepasst. Eine lösbare Verbindung bietet den Vorteil eines einfachen und schnellen Austauschs.

[0029] Zusätzlich zum Gestängeabschnitt zum Messen von Biegungen und der Empfangseinrichtung der Erdbohrvorrichtung kann eine Schreib-/Leseeinrichtung (Übertragungseinrichtung) vorgesehen sein, mit der die auf den Speicherelementen gespeicherten Daten betreffend früherer Belastungen bzw. früherer Ergebnisse der Lebensdauerberechnung ausgelesen werden können. Die Schreib-/Leseeinrichtung kann hierzu aktiv ausgebildet sein, d.h., diese liest die in einem passiven Speicherelement gespeicherten Daten aus. Alternativ kann die Schreib-/Leseeinrichtung auch mit aktiven Speicherelementen zusammenwirken, die die gewünschten Werte an die Schreib-/Leseeinrichtung senden.

[0030] Die Schreib-/Leseeinrichtung kann Teil der Empfangseinrichtung oder umgekehrt sein. Schreib-/Leseeinrichtung und/oder Empfangseinrichtung können von der Steuerung der Erdbohrvorrichtung gesteuert werden und können mit der Steuerung funktionell gekoppelt sein. Eine separat zur Erdbohrvorrichtung vorliegende Schreib-/Leseeinrichtung, die beispielsweise die Erdbohrvorrichtung um die Durchführung der Lebensdauerberechnung aufwertet, ist möglich.

[0031] Die Datenverbindung zwischen dem Gestängeabschnitt und der Empfangseinrichtung kann kabellos,

beispielsweise mittels beliebiger Datenübertragungstechnologien (beispielsweise Funk- und/oder Infrarotdatenübertragung, etc.) erfolgen. Eine kabellose Übertragung umfasst jede zumindest abschnittsweise kontaktlose Übertragung von Daten, Signalen und/oder Energie. Die Datenverbindung kann auch kabelgebunden ausgestaltet sein, was eine einfache Ausgestaltung ermöglicht und den Einfluss von Störungen reduzieren kann.

[0032] In einer bevorzugten Ausführungsform kann das Signal des Dehnungssensors als Maß der Biegebelastung mittels der Datenverbindung an die Empfangseinrichtung übermittelt werden kann.

[0033] Ein "Dehnungssensor" im Sinne der Beschreibung ist ein Element, welches insbesondere Signale bereitstellen kann, die mit einer Dehnung bzw. Biegung korreliert sind. Ein Dehnungssensor kann ein passives Bauteil sein, das zwar Signale erzeugen kann, aber ggf. nur unter Verwendung einer Anregung bzw. in Antwort auf ein dem Dehnungssensor zugeführtes Signal, Energie, Impuls, oder ähnlichem. Dehnungssensoren können Messeinrichtungen sein, mit denen dehnende und stauchende Verformungen erfasst werden können. Beispielsweise können diese Dehnungssensoren, sofern als Dehnungsmessstreifen ausgeführt, bei geringen Verformungen ihren elektrischen Widerstand ändern. Ein Dehnungssensor kann insbesondere mit einem Kleber, Zement oder ähnlicher Substanz, stoffschlüssig mit dem Gestängeabschnitt, insbesondere dem stabförmigen Abschnitt des Gestängeabschnitts, welches sich unter Belastung minimal verformen kann, verbunden sein. Die Verformung (Dehnung oder Stauchung) führt zur Veränderung eines Signals, insbesondere des Widerstands des Dehnungssensors. Der Begriff "Dehnungssensor" kann verschiedene Aufnehmertypen umfassen, wie beispielsweise Kraftaufnehmer, Druckaufnehmer, oder auch Drehmomentaufnehmer. Ein Dehnungssensor kann als Dehnungsmessstreifen ausgestaltet sein. Die Dehnungsmessstreifen können ihrerseits als Folien-, Draht- und Halbleiter-Dehnungsmessstreifen sowie als Mehrfach-Dehnungsmessstreifen in verschiedenen Anordnungsformen vorkommen, wie Dehnungsmessstreifen mit Querdehnungen, Vollbrücken-Dehnungsmessstreifen und Rosettendeinungsmessstreifen angeordnet sein. Eine Ausgestaltung als Faser-Bragg-Gitter ist ebenfalls alternativ oder zusätzlich möglich. Dabei kann ein Lichtwellenleiter verwendet werden, in den ein optischer Interferenzfilter eingeschrieben ist und bei dem eine Dehnung aufgrund einer sich ändernden, eingekoppelten und reflektierten Wellenlänge erfasst wird.

[0034] Das Signal eines Dehnungssensors ist mit einer stauchenden oder dehnenden Verformung korreliert. Die Signalgröße kann einen Rückschluss auf die Größe der Verformung liefern. Das Signal kann durch eine Auswerteeinheit ausgewertet werden und eine entsprechende Belastung berechnet werden. Die Auswerteeinheit kann vor oder nach der Empfangseinrichtung im Signalfluss angeordnet sein. Die Auswerteeinheit kann auch Teil der Empfangseinrichtung und/oder eines Dehnungssensors

sein. Die Auswerteeinheit kann das vom Dehnungssensor erfasste Signal in eine Biege-, Dehnungs- und/oder Krümmungsbelastung umrechnen bzw. einen damit korrelierten Wert berechnen und/oder angeben.

[0035] Der Begriff "an" im Sinne der Beschreibung betrifft eine räumliche Anordnung eines Dehnungssensors am Gestängeabschnitt derart, dass der Dehnungssensor bzw. zumindest ein Teil des Dehnungssensors mit dem Gestängeabschnitt verbunden bzw. an dem Gestängeabschnitt befestigt ist. Der Dehnungssensor bzw. die Dehnungssensoren können an dem Gestängeabschnitt außen befestigt sein. Eine Befestigung in Ausnehmungen des Gestängeabschnitts außen ist möglich. Eine Anordnung an einer Innenseite ist ebenfalls möglich. Mehrere Dehnungssensoren können auf unterschiedliche Art an dem Gestängeabschnitt angeordnet sein, beispielsweise mindestens einer an der Innenseite, mindestens einer an der Außenseite und/oder mindestens einer an einer Ausnehmung an der Außenseite. Die Anordnung eines Dehnungssensors in einer Ausnehmung bietet die Möglichkeit eines verbesserten Schutzes des Dehnungssensors, da dieser nicht direkt an der Oberfläche vorliegt, sondern hierzu versetzt ist. Der Dehnungssensor kann auch an einem sensiblen Abschnitt des Gestängeabschnitts, der beispielsweise strukturell anders als der übrige Gestängeabschnitt oder aus einem anderen Material ausgestaltet ist, angeordnet sein; der Dehnungssensor kann beispielsweise an einem dünnwandig ausgestalteten Abschnitt des Gestängeabschnitts angeordnet sein. Der Gestängeabschnitt, an dem der Dehnungssensor angeordnet ist, kann insbesondere aus Stahl hergestellt sein. Besonders bevorzugt ist das Material bzw. der Gestängeabschnitt, an dem der mindestens eine Dehnungssensor vorhanden ist, aus einem sich isotrop verhaltenden Material hergestellt, um keine Vorzugsrichtung bei der Biegebelastung zuzulassen.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der stabförmige Abschnitt hohl ausgestaltet, wodurch eine besonders sensible und auf Biegebelastungen besonders empfindliche Geometrie geschaffen werden kann.

[0037] Die Erfindung schafft auch eine Verwendung beim Bestimmen eines Verschleißes eines Gestänges einer Erdbohrvorrichtung nach Anspruch 4.

[0038] Ausführungen bezüglich der unterschiedlichen Aspekte betreffend das Verfahren, die Erdbohrvorrichtung sowie die Verwendung sind als einander ergänzend zu verstehen, wobei Ausführungen betreffend einen Aspekt auch für Ausgestaltungen eines anderen der drei Aspekte gelten und somit auch für einen anderen der Aspekte offenbart sind. Insbesondere in Bezug auf das Verfahren beschriebene Verfahrensschritte können zur Ausführung eine körperliche Ausbildung in Form von körperlichen Vorrichtungen und/oder Einrichtungen und Komponenten bedingen.

[0039] Die vorstehenden Ausführungen stellen ebenso wie die nachfolgende Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen keinen Verzicht auf bestimmte Ausführungsformen oder Merkmale dar.

[0040] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0041] In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine Erdbohrvorrichtung in einer schematischen Darstellung;

Fig. 2 einen endseitigen Bereich des Gestänges der Erdbohrvorrichtung von Fig. 1; und

Fig. 3 eine Detailansicht eines Gestängeabschnitts aus Fig. 2.

[0042] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Erdbohrvorrichtung. Die Erdbohrvorrichtung umfasst eine Antriebsvorrichtung 1 mit zwei parallel betriebenen Hydraulikzylindern 2, deren Kolbenstangen 3 über eine Druckbrücke 4 sowie ein damit verbundenes Kuppelungselement 5 eine Linearbewegung auf ein Gestänge 6 der Erdbohrvorrichtung übertragen. Die Übertragung erfolgt schrittweise, indem die Hydraulikzylinder 2 der Antriebsvorrichtung 1 zyklisch jeweils einen Arbeits- und einen Leerhub ausführen.

[0043] Die Erdbohrvorrichtung ist mit der Antriebsvorrichtung 1 sowohl für einen schiebenden als auch einen ziehenden Betrieb geeignet. Das Gestänge 6 weist eine Mehrzahl von miteinander über Kupplungen 7 verbundenen Gestängeschüsse 8 auf.

[0044] Die Erdbohrvorrichtung weist eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Momentanbelastung des Gestänges auf, die einen Drucksensor 9 und den in den Fig. 2 und 3 dargestellten Gestängeabschnitt 15, der im Zusammenhang mit den Fig. 2 und 3 näher beschrieben wird, umfasst.

[0045] Ferner weist die in der Fig. 1 dargestellte Erdbohrvorrichtung eine Auswerteeinrichtung 13 zur Durchführung einer Lebensdauerberechnung für das Gestänge auf.

[0046] Mittels des Drucksensors 9 kann der Hydraulikdruck in einem oder auch in beiden der Hydraulikzylinder 2 gemessen werden. Der Hydraulikdruck ist proportional zu den auf das Gestänge 6 ausgeübten Druck- bzw. Zugkräften. Der Hydraulikdruck wird an eine Recheneinheit der Auswerteeinrichtung 13 übertragen.

[0047] Die Erdbohrvorrichtung umfasst zudem eine Übertragungseinrichtung 16, die im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Schreibeinheit 10 und eine Leseeinheit 11 umfasst. Mittels der Übertragungseinrichtung 16 können Daten kabellos zu Speicherelementen 12, von denen jeweils eines an jedem der Gestängeschüsse 8 befestigt ist, geschrieben bzw. von diesen ausgelesen werden. Sowohl die Schreib- 10 als auch die Leseeinheit 11 sind mit der Auswerteeinrichtung 13 verbunden.

[0048] Die Erdbohrvorrichtung ermöglicht, die individuellen Belastungen, denen die einzelnen Gestängeschüsse 8 ausgesetzt werden, zu ermitteln und hieraus individuelle Lebensdauerberechnungen durchzuführen.

Hierzu wird bei jedem der Gestängeschüsse 8 kurz vor dem Abkuppeln die auf dem entsprechenden Speicherelement 12 gespeicherten Daten (zu gegebenenfalls bereits erfolgten Vorbenutzungen dieses Gestängeschusses 8) mittels der Leseinheit 11 ausgelesen. Aufgrund des Arbeitsvorgangs, bei dem der Gestängeschuss 8 verwendet wurde, wird von der Auswerteeinrichtung 13 die auf den Gestängeschuss 8 ausgeübte Belastung bestimmt, wobei zur Bestimmung die Daten des Drucksensors 9 und des am Gestängeabschnitts 15 erfassten Daten ausgewertet werden. Ausgehend von diesen konkreten Werten können für jeden einzelnen der Gestängeschüsse 8 des Gestänges 6 in der Auswerteeinheit 13 eine individuelle Lebensdauerberechnung durchgeführt werden. Das Ergebnis dieser Lebensdauerberechnung, bei neben dem derzeitigen Arbeitsvorgang auch alle vorhergehenden Belastungen des jeweiligen Gestängeschusses 8 berücksichtigt werden, wird mittels der Schreibeinheit 10 wieder auf das als RFID-Chip ausgestaltete Speicherelement 12 des jeweiligen Gestängeschusses 8 gespeichert, so dass diese Daten bei einem nachfolgenden Einsatz des entsprechenden Gestängeschusses 8 wiederum zur Verfügung stehen und bei einer weiteren Aktualisierung der Lebensdauerberechnung berücksichtigt werden können. Eine entsprechende Lebensdauerberechnung wird für jeden der Gestängeschüsse 8 des Gestänges 6 durchgeführt. Für alle der Gestängeschüsse 8 können sich in Abhängigkeit von der Position, an der diese in das Gestänge 6 eingegliedert werden bzw. wurden, unterschiedliche Ergebnisse ergeben. Beispielsweise wird der erste Gestängeschuss 8 des Gestänges 6, der direkt mit dem Bohrkopf verbunden ist, am längsten belastet, da dieser als erster Gestängeschuss angekoppelt und als letztes wieder abgekoppelt wird (beispielsweise bei Erstellung einer Pilotbohrung und eines Zurückziehens des Gestänges mit einem Aufweitkopf).

[0049] Auf dem RFID-Chip können in einer Ausführungsform folgende Daten hinterlegt werden:

- Produktionsauftragsnummer,
- Durchschnittsdruck,
- Rissprüfung ja/nein,
- Lebensdauerverzehr,
- Hubzahl gesamt,
- Hubzahl je Lasthorizont (8 Mal),
- Gesamtschädigung bisher,
- meistschädigender Lasthorizont,
- zu erwartende Lebensdauer bei Volllast,
- zu erwartende Lebensdauer bei Durchschnittslast.

[0050] In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform einer Erdbohrvorrichtung weist diese einen Bildschirm 14 auf, auf dem das Ergebnis der Lebensdauerberechnung, so wie es beim Abkuppeln jedes Gestängeschusses 8 auf dem entsprechenden RFID-Chip gespeichert wird, angezeigt wird. Dies ermöglicht dem Bediener der Erdbohrvorrichtung, die dort dargestellten Informationen

hinsichtlich der zu erwartenden Lebensdauer für den jeweiligen Gestängeschuss 8 abzulesen. Hierdurch können beispielsweise Gestängeschüsse 8, deren zu erwartende Lebensdauer nicht mehr hoch genug für einen nachfolgenden Einsatz ist, direkt aussortiert werden. Zudem können die einzelnen Gestängeschüsse 8 entsprechend ihrer zu erwartenden Lebensdauer nach dem Abkuppeln sortiert und entsprechend eingelagert werden. Auf diese Weise wird beispielsweise ermöglicht, in nachfolgenden Arbeitsvorhaben diejenigen Gestängeschüsse 8, die nur noch eine geringe Lebensdauererwartung haben, erst spät an das Gestänge 6 anzukuppeln, um die zusätzlichen Belastungen auf diese Gestängeschüsse 8 gering zu halten bzw. um einen solchen Gestängeschuss 8 für den Fall, dass er zerstört wird, schnell und einfach bergen zu können. Es besteht auch die Möglichkeit, ein tragbares Handhabungsgerät vorzusehen, das zumindest eine entsprechende Leseinheit sowie ein Display aufweist. Mit diesem tragbaren Handhabungsgerät können die Speicherelemente 12 gelagerter Gestängeschüsse 8 auch unabhängig von der Antriebsvorrichtung 1 ausgelesen werden, um den zukünftigen Einsatz der einzelnen Gestängeschüsse 8 entsprechend planen zu können. Die ausgelesenen Werte können beispielsweise für eine Inventarisierung oder auch zur Erstellung von Mietlisten etc. verwendet werden.

[0051] In Fig. 2 ist schematisch in einer Ansicht schräg von hinten ein vorderer Bereich des Bohrstrangs mit Gestängeschüssen 8 und einem Bohrkopf 17 gezeigt. Zwischen dem Bohrkopf 17 und den Gestängeschüssen 8 ist ein Senderabschnitt 18 mit einem Sender angeordnet, an den sich der Gestängeabschnitt 15 anschließt. Der Sender im Senderabschnitt 18 dient der Ortung des Bohrkopfs 17 bzw. dem Orten des Bohrstrangs. Der Bohrkopf 17 mit nachfolgendem Senderabschnitt 18 und Gestängeabschnitt 15 sowie der Gestängeschüsse 8 folgt der Erdbohrung, die im Boden erstellt wird. Mit dem Gestängeabschnitt 15 kann die Krümmung des Erdbohrlochsverlaufs erfasst werden. Der Gestängeabschnitt 15 erfasst eine Biegebelastung. Der Gestängeabschnitt 15 ist in der Fig. 3 vergrößert dargestellt. Der Gestängeabschnitt 15 weist einen stabförmigen Abschnitt 19 auf, dessen Durchmesser geringer als der Durchmesser der Gestängeschüsse 8 ist. Der stabförmige Abschnitt 19 wird von einer Schutzhülle 20 umgeben, die im Wesentlichen eine äußere Abmessung aufweist, die der Abmessung von Bohrkopf 17 und Senderabschnitt 18 entspricht. Die Schutzhülle 20 schützt den stabförmigen Abschnitt, der hohl ausgestaltet ist. Insbesondere schützt die Schutzhülle 20 auf dem stabförmigen Abschnitt 19 angeordnete Dehnungssensoren 21, die im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Längserstreckung des stabförmigen Abschnitts 19 an diesem befestigt sind.

[0052] In der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsform wird ein Kabel 22 zur Anbindung an eine Empfangseinrichtung 23 übermittelt, die die Daten an eine Steuerung der Erdbohrvorrichtung oder die Auswerteeinrichtung 13 übermittelt. Anstelle eines in den Fig. 2

und 3 dargestellten Kabels 22 kann eine kabellose Übermittlung der Werte der Dehnungssensoren 21 an die Empfangseinrichtung 23 erfolgen. Die Empfangseinrichtung 23 ist mit der Auswerteeinrichtung 13 kabelgebunden oder kabellos verbunden. Die Empfangseinrichtung 23 übermittelt der Auswerteeinrichtung 13 die Signale des Dehnungssensors 21 in ausgewerteter Form und/oder in Rohversion, damit die Auswerteeinrichtung 13 unter Einbeziehung der Daten des Drucksensors 9 eine Lebensdauerberechnung für das Gestänge bzw. den einzelnen Gestängeschuss 8 vornehmen kann.

Patentansprüche

1. Erdbohrvorrichtung mit einem Gestängeabschnitt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gestängeabschnitt (15) zum Messen von Biegungen ausgestaltet ist und eine Datenverbindung zwischen dem Gestängeabschnitt (15) und einer Empfangseinrichtung (23) herstellbar ist, wobei der Gestängeabschnitt (15) einen stabförmigen Abschnitt (19) aufweist, auf dem mindestens ein Dehnungssensor (21) angeordnet ist und der Gestängeabschnitt (15) eine Schutzhülle (20) aufweist, in der der stabförmige Abschnitt (19) angeordnet ist.
2. Erdbohrvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Signal des Dehnungssensors (21) mittels der Datenverbindung an die Steuerung übermittelt werden kann.
3. Erdbohrvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stabförmige Abschnitt (19) hohl ausgestaltet ist.
4. Verwendung beim Bestimmen eines Verschleißes eines Gestänges (6) einer Erdbohrvorrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gestängeabschnitt (15) zum Messen einer Biegung ausgestaltet ist, die zur Erfassung einer Biegebelastung des Gestänges (6) verwendet wird, wobei der Gestängeabschnitt (15) einen stabförmigen Abschnitt (19) aufweist, auf dem mindestens ein Dehnungssensor (21) angeordnet ist und der Gestängeabschnitt (15) eine Schutzhülle (20) aufweist, in der der stabförmige Abschnitt (19) angeordnet ist.

Claims

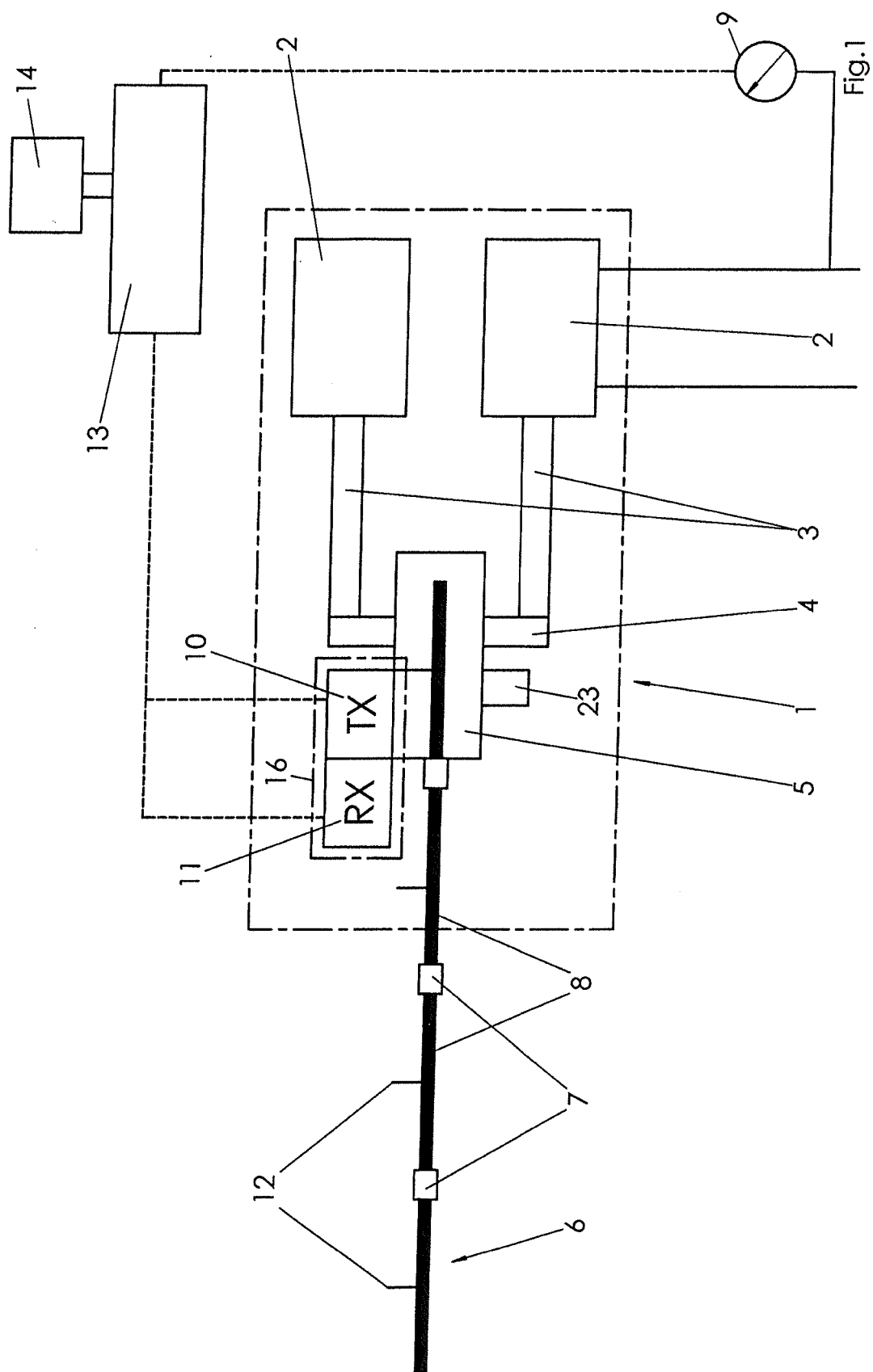
1. Earth drilling device with a drill rod section, **characterised in that** the drill rod section (15) is designed for measuring bends and a data connection can be established between the drill rod section (15) and a receiver means (23), wherein the drill rod section (15) has a rod-shaped section (19) on which at least one expansion sensor (21) is arranged and the drill

rod section (15) has a protective sleeve (20), in which the rod-shaped section (19) is arranged.

2. Earth drilling device according to claim 1, **characterised in that** the signal of the expansion sensor (21) can be transmitted to the controller by means of the data connection.
3. Earth drilling device according to claim 1 or 2, **characterised in that** the rod-shaped section (19) is designed hollow.
4. Use when determining the wear of a drill rod (6) of an earth drilling device, **characterised in that** a drill rod section (15) is designed for measuring a bend, which is used for recording a bending load of the drill rod (6), wherein the drill rod section (15) has a rod-shaped section (19), on which at least one expansion sensor (21) is arranged and the drill rod section (15) has a protective sleeve (20), in which the rod-shaped section (19) is arranged.

Revendications

1. Dispositif de forage du sol avec un tronçon de tringles, **caractérisé en ce que** le tronçon de tringles (15) est conçu pour mesurer les courbures et qu'une liaison de données entre le tronçon de tringles (15) et un dispositif de réception (23) est réalisable, le tronçon de tringles (15) présentant une partie en forme de tige (19), sur laquelle est disposé au moins un capteur de contrainte (21), et le tronçon de tringles (15) présentant une gaine de protection (20) dans laquelle est disposée la partie en forme de tige (19).
2. Dispositif de forage du sol selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le signal du capteur de contrainte (21) peut être transmis à la commande au moyen de la liaison de données.
3. Dispositif de forage du sol selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la partie en forme de tige (19) est creuse.
4. Utilisation pour la détermination de l'usure d'une tringle (6) d'un dispositif de forage du sol, **caractérisé en ce qu'un** tronçon de tringles (15) est conçu pour mesurer une courbure utilisée pour détecter une contrainte de flexion de la tringle (6), le tronçon de tringles (15) présentant une partie en forme de tige (19), sur laquelle est disposé au moins un capteur de contrainte (21), et le tronçon de tringles (15) présentant une gaine de protection (20) dans laquelle est disposée la partie en forme de tige (19).



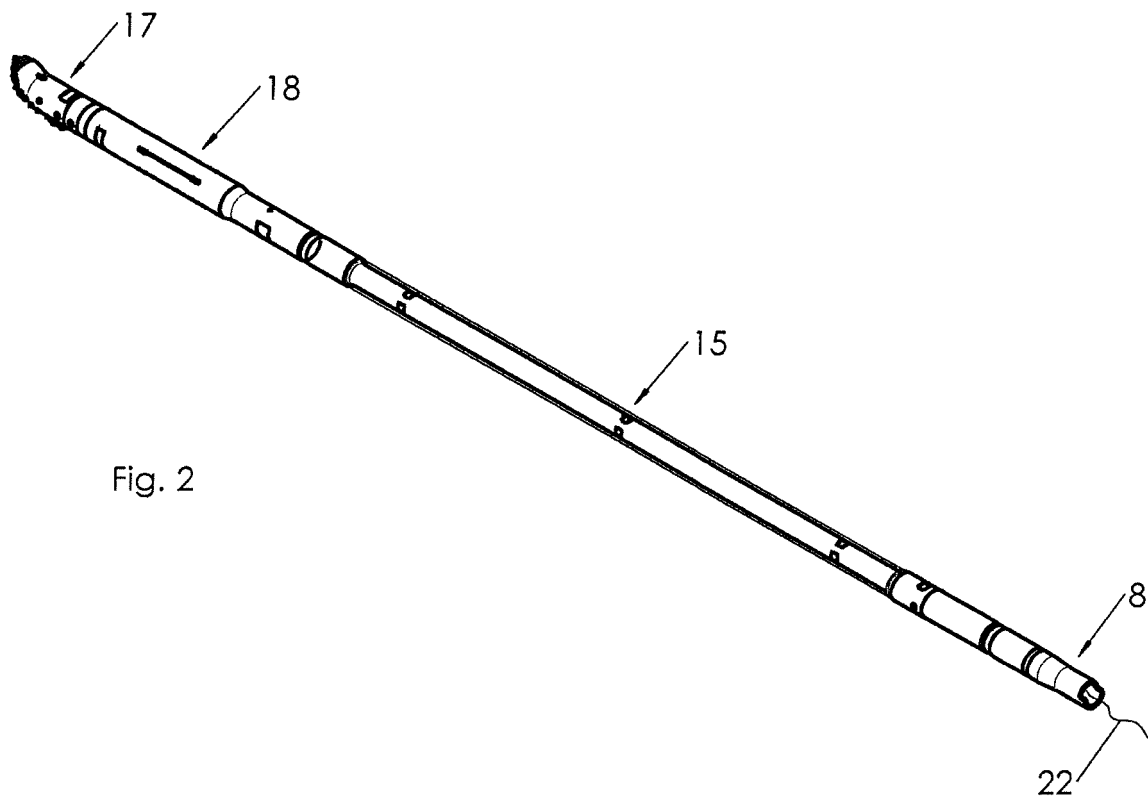


Fig. 2

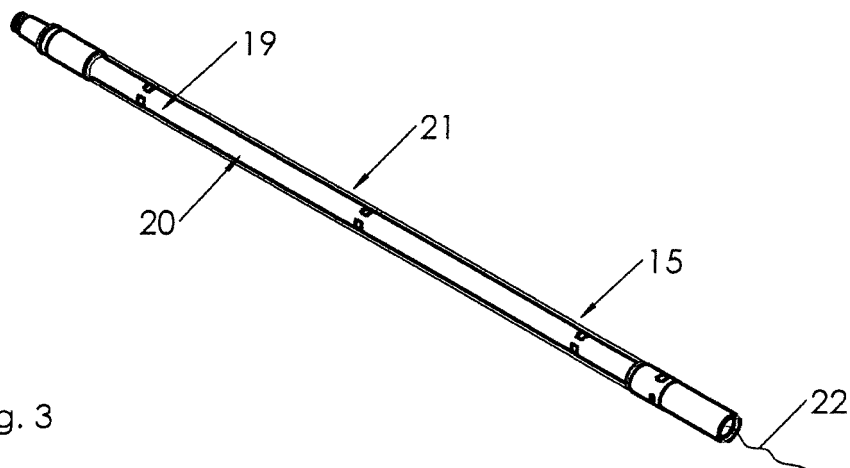


Fig. 3

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

- DE 102008052510 B3 **[0004]**
- WO 2010046099 A1 **[0004]**
- DE 112013007353 T5 **[0005]**