

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 380 910
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90100112.3

(51) Int. Cl.⁵: **E21B 7/06, E21B 7/20**

(22) Anmeldetag: 04.01.90

(30) Priorität: 01.02.89 DE 3902868

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.08.90 Patentblatt 90/32(64) Benannte Vertragsstaaten:
BE FR GB NL(71) Anmelder: **Eastman Christensen Company**
1937 South 300 West
Salt Lake City Utah 84115(US)(72) Erfinder: **Panzke, Rolf, Dipl.-Ing.**
Am Krüllberg 63
D-3071 Blenhorst(DE)(74) Vertreter: **Busse & Busse Patentanwälte**
Postfach 1226 Grosshandelsring 6
D-4500 Osnabrück(DE)(54) **Verfahren und Bohrgerät zum Horizontalbohren.**

(57) Das Verfahren zum Erstellen eines am Umfang ausgesteiften, überwiegend horizontal ausgerichteten Bohrlochs in Bodenformationen, bei dem das Bohrloch mittels eines Richtbohrwerkzeugs vorgetrieben und diesem ein Mantelrohr nachgeführt wird, sieht vor, daß das Mantelrohr gleichzeitig und gleichförmig mit dem Richtbohrwerkzeug vorgetrieben und dabei das vordere Ende des Mantelrohrs durch den vorderen Teil des Richtbohrwerkzeugs ausgerichtet wird. Das für seine Durchführung vorgesehene Bohrgerät umfaßt ein Richtbohrwerkzeug (1), das an einen obertägig durch Antriebs- und Vorschubmittel vortreibbaren, in Eigendrehung versetzbaren und in ausgerichteter Stellung verdrehfest abstützbaren Bohrrührstrang (11) anschließbar ist und einen in einem rohrförmigen Außengehäuse angeordneten Tieflochmotor (3) für den Antrieb eines Drehbohrmeißels (14) aufweist, und ein durch obertägige Antriebs- und Vorschubmittel dem Richtbohrwerkzeug nachführbares Mantelrohr (9). Dabei erteilen die Antriebs- und Vorschubmittel dem Richtbohrwerkzeug (1) und dem Mantelrohr (9) eine synchrone Vorschubbewegung, und das Richtbohrwerkzeug (1) ist im Mantelrohr (9) angeordnet und abgestützt und richtet mit seinem vorderen Teil das vordere Ende (12) des Mantelrohrs (9) aus.

EP 0 380 910 A2

Verfahren und Bohrgerät zum Horizontalbohren

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren sowie ein Bohrgerät zum Erstellen eines am Umfang ausgesteiften, überwiegend horizontal ausgerichteten Bohrlochs in Bodenformationen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 6.

Bei einem bekannten Verfahren dieser Art (Zeitschrift "Erdöl, Erdgas, Kohle", 103. Jahrgang, Heft 12, S. 531-534) wird das Bohrloch mittels eines an einen Bohrrohrstrang angeschlossenen Richtbohrwerkzeugs über einen Längenabschnitt vorgetrieben. Danach wird entlang dem Bohrrohrstrang ein Mantelrohr nachgeführt und dabei das vom Drehbohrmeißel des Richtbohrwerkzeugs gebohrte Bohrloch überbohrt. Sobald das vordere Ende des Mantelrohrs Anschluß an das Richtbohrwerkzeug gefunden hat, wird nun mittels des Richtbohrwerkzeugs ein anschließender Längenabschnitt des Bohrlochs vorgebohrt und dann wieder das Mantelrohr nachgeführt. Auf diese Weise schieben sich sowohl der Bohrrohrstrang mit Richtbohrwerkzeug als auch das Mantelgestänge abwechselnd entlang einer als Bohrlochachse gedachten, vorbestimmten Linie vor. Ein derartiges Verfahren mit intervallweisem Nachführen des Mantelrohrs erfordert durch das Überbohren einen erheblichen Bohraufwand und erzeugt Bohrlöcher mit einem den Nennendurchmessers des Drehbohrmeißels erheblich übersteigenden Durchmesser. Auch läßt die Genauigkeit des Bohrlochverlaufs zu wünschen übrig, da ein Richtbohrwerkzeug mit einem unstabilisierten, den Tieflochmotor aufnehmenden, abgewinkelten Außengehäuse (bent housing), das sich direkt an der Bohrlochwand abstützt, Anwendung findet. Insbesondere in weichen Formationen, z.B. sandigen Böden, ist die Richtungsvorgabe recht unpräzise, und es bedarf häufiger Richtungskorrekturen, um den Verlauf des Bohrloches annähernd der gewünschten vorgegebenen Linie folgen zu lassen. Ferner stößt die Abfuhr von Bohrklein mit wachsendem Abstand des Drehbohrmeißels zum vorderen Ende des Mantelrohrs auf zunehmende Schwierigkeiten, die sich in weichen Formationen sowie in Formationen mit starkem Grundwasseraufkommen verstärken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie ein Bohrgerät der eingangs genannten Art zu schaffen, durch die bei verringertem Arbeitsaufwand und damit einhergehenden Kosten ausgesteifte Bohrlöcher mit geringerem Durchmesser und präziserem Verlauf erstellt werden können.

Das Verfahren nach der Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Hinsichtlich weiterer Ausgestaltungen des Verfahrens wird auf die Ansprüche 2 bis 5 verwiesen. Das

Bohrgerät nach der Erfindung löst die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 6. Hinsichtlich wesentlicher weiterer Ausgestaltungen des Bohrgerätes wird auf die Ansprüche 7 bis 20 verwiesen.

Bei dem Verfahren nach der Erfindung bestimmt allein der Drehbohrmeißel den Bohrl Lochdurchmesser. Das im vom Drehbohrmeißel gebohrte Bohrloch dem Drehbohrmeißel innerhalb dessen Kontur unmittelbar nachfolgende Mantelrohr bildet ferner eine Wandfläche, auf der sich das Außengehäuse des Richtbohrwerkzeugs präzise abstützen kann. Dabei sind das Richtbohrwerkzeug bis auf seinen Drehbohrmeißel und der Bohrrohrstrang Formationsbelastungen vollständig entzogen sind.

Das Richtbohrwerkzeug und sein Bohrrohrstrang sowie das Mantelrohr bilden eine sich zugleich durch die Formation hindurch bewegend e Einheit, bei der das Richtbohrwerkzeug das vordere Ende des Mantelrohrs lenkt, das seinerseits eine präzise Führung für das Richtbohrwerkzeug bildet und dieses bis auf seinen Drehbohrmeißel kapselt. Für die Abförderung von Bohrklein bildet dabei das Mantelrohr an seiner Außenseite eine durchgehende Führungsfläche. Das Bohrgerät ist dabei baulich außerordentlich einfach und ermöglicht das Erstellen von Bohrlöchern eines außerordentlich präzisen Verlaufs, da sich das Richtbohrwerkzeug am nicht länger an einer gegebenenfalls nachgiebigen oder sich durch Auswaschungen verändernden Bohrlochwand abstützt. Mit besonderem Vorteil kann ein Navigationsbohrwerkzeug als Richtbohrwerkzeug eingesetzt werden, das aufgrund der Führung seines Außengehäuses über Stabilisatoren zusätzliche Genauigkeitsvorteile erbringt.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung, die in einer schematischen, abgebrochenen, teilweise geschnittenen Seitenansicht den vorderen Endbereich des Bohrgerätes nach der Erfindung näher veranschaulicht.

Das erfindungsgemäße Bohrgerät umfaßt im einzelnen ein bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Navigationsbohrwerkzeug ausgebildetes Richtbohrwerkzeug 1 mit einem rohrförmigen Außengehäuse 2, in dem ein nicht näher veranschaulichter Tieflochmotor 3 vorzugsweise in Gestalt einer von der Bohrspülung antriebbaren Turbine oder eines von der Bohrspülung antreibbaren Moineau-Motors untergebracht ist. Der Tieflochmotor 3 treibt eine aus dem vorderen Ende des Außengehäuses 2 austretende Meißelwelle 4 an, die im vorderen, in Höhe eines vorderen Stabilisators 5 befindlichen Teil des Außengehäuses 2 gelagert ist und mit ihrer Achse unter einem Winkel 6 zur Mittelachse 7 des rückwärtigen Hauptteils des Au-

ßengehäuses 2 des Richtbohrwerkzeugs 1 ausgerichtet ist.

Das Außengehäuse 2 ist in seinem rückwärtigen Hauptteil mit einem rückwärtigen Stabilisator 8 versehen, und die von Stabilisatorflügeln oder -rippen gebildeten Stabilisatoren 5,8 stützen das Außengehäuse 2 des Richtbohrwerkzeugs 1 an der Innenseite eines Mantelrohrs 9 ab. An seinem rückwärtigen Ende ist mittels eines Übergangsstücks 10 das Außengehäuse 2 des Richtbohrwerkzeugs 1 mit einem Bohrrohrstrang 11 verbunden, der an seinem nicht dargestellten obertägigen Ende durch ebenfalls nicht dargestellte Antriebs- und Vorschubmittel vortreibbar und in Eigendrehung versetzbar sowie in ausgerichteten Stellungen verdrehfest abstützbar ist. Antriebs- und Vorschubmittel geeigneter Art sind dem Fachmann bekannt und bedürfen hier keiner näheren Erläuterung.

Das vordere Ende des Mantelrohrs ist als ein gegenüber dem Hauptteil des Mantelrohrs 9 verlagerbares Teil 12 ausgebildet, das im Bereich seines vorderen Randes mit einem Führungsteil 13 eines Drehbohrmeißels 14 in Führungseingriff steht. Dieser Führungsteil 13 des Drehbohrmeißels 14 ist von einer zylindrischen Dichtungs- und Führungsfläche gebildet, auf der der vordere Randbereich des vorderen Endes 12 des Mantelrohrs 9 vorzugsweise unter Abdichtung gelagert ist. Der Drehbohrmeißel 14 ist mittels einer Kupplung 15, die nicht näher dargestellte ausklinkbare Riegelglieder umfaßt, auf dem vorderen Ende der Meißelwelle 4 festgelegt und von der Meißelwelle vorübergehend abkuppelbar. Dabei hat der Drehbohrmeißel 14 bzw. dessen Schneidteil 16 einen Nenndurchmesser 17, der gleich oder geringfügig größer ist als der Außendurchmesser des Mantelrohrs 9.

Das als gesondert verlagerbares Teil ausgebildete vordere Ende 12 des Mantelrohrs 9 ist über ein Rohrgelenk mit dem sich anschließenden Hauptteil des Mantelrohrs 9 verbunden, das bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel und bevorzugt als Trennschnitt-Gelenk 18 ausgebildet ist. Dabei ist das Trennschnitt-Gelenk durch eine außen umlaufende Dichtung 19 abgedichtet. Anstelle eines solchen Trennschnitt-Gelenkes 18 kann das Rohrgelenk auch von einem flexiblen Übergangsbereich des Mantelrohrs 9 gebildet sein, und der flexible Übergangsbereich kann seinerseits von einem Wellrohrabschnitt, einem Abschnitt aus einem Material erhöhter Biegeelastizität oder auch von einem Abschnitt des Mantelrohrs 9 mit einem gegenüber benachbarten Bereiche des Mantelrohrs 9 herabgesetzten Widerstandsmoment gebildet sein.

Der Winkel 6 zwischen der Achse der Meißelwelle 4 und der Mittelachse 7 des Außenrohrs 2 des Richtbohrwerkzeugs 1 ist durch eine Abknickung des vorderen, im Bereich des vorderen Stabilisators 5 gelegenen Teils des Außengehäuses 2

gebildet, wobei die Knickstelle 20 des Außengehäuses 2 entgegen der Bohrrichtung hinter dem Stabilisator 5 und dabei zugleich in oder nahe der Gelenkebene des Rohrgelenks 18 des Mantelrohrs 8 angeordnet ist. Der Knickwinkel entsprechend dem Winkel 6 liegt bei dem dargestellten Beispiel in einer senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden gedachten Ebene durch die Mittelachse 7 des Mantelrohrs 9. Dementsprechend kann das vordere Ende 12 des Mantelrohrs 9 bei relativen Drehbewegungen zwischen vorderen Teilen 5,13 des Richtbohrwerkzeugs 1 und dem Mantelrohr 9 den Bewegungen des vorderen Teils des Richtbohrwerkzeugs 1 folgen und wie dieses mit seiner Achse die Mantellinie eines Kreiskegels beschreiben, dessen Spitze mit der Knickstelle 20 des Außengehäuses 2 des Richtbohrwerkzeugs 1 zusammenfällt. Dies veranschaulicht die gestrichelte Umrißlinie 21 des vorderen Endes 12 des Mantelrohrs 9, und das Versatzmaß oder die Exzentrizität der Bewegung des Drehbohrmeißels 14 in dessen Schneidebene ist bei 23 angedeutet.

Um in weichen Formationen ein Auswaschen des Bohrlochs durch einen zu starken Bohrspülungsstrom, wie er für das Antreiben eines hydraulischen Tieflochmotors 3 notwendig ist, zu vermeiden, kann ein Teil der Bohrspülung über ein im Außengehäuse 2 stromab des Tieflochmotors 3 vorgesehenes, volumenstromabhängiges Bypass-Ventil 24 in den Ringraum 25 zwischen Außengehäuse 2 und Mantelrohr 9 abgeleitet werden, so daß nur ein entsprechend verringerter Teil der pro Zeiteinheit geförderten Bohrspülungsmenge den Drehbohrmeißel 14 passiert und in das Bohrloch übertritt.

Zum Erstellen der durch das Mantelrohr 9 am Umfang ausgesteiften, überwiegend horizontal ausgerichteten Bohrlochs, das ohne weiteres auch zumindest streckenweise unter einem namhaften Winkel abwärts und/oder aufwärts verlaufen kann, werden für ein Geradeausbohren das Richtbohrwerkzeug 1 und das Mantelrohr 9 in Umdrehung versetzt, wobei die Drehrichtung von Mantelrohr 9 und Richtbohrwerkzeug 1 gleich sein kann, bevorzugt aber entgegengesetzt ist. Die langsame Eigenumdrehung des Richtbohrwerkzeugs 1 stellt trotz der Abknickung des Außengehäuses 2 den Geradeausbohrvorgang sicher, wobei durch die Exzentrizität 23 ein zusätzlicher Räumeeffekt entsteht. Die Drehbewegung des Mantelrohrs 9 dient hingegen dazu, den Widerstand der Vortriebsbewegung des Mantelrohrs 9 in der Formation herabzusetzen. Dementsprechend kann die Drehzahl der Drehbewegung des Mantelrohrs 9 ohne weiteres von der des Richtbohrwerkzeugs 1 abweichen und unter dem Gesichtspunkt der Widerstandsminimierung festgelegt werden.

Bedarf der gewünschte weitere Verlauf eines

Bohrlochs eines abgewinkelten Bohrvorganges, wird über die Antriebs- und Vorschubmittel und den Bohrrührstrang das Richtbohrwerkzeug 1 in eine Orientierung des Außengehäuses 2 stillgesetzt, die dem weiterführenden Richtungsverlauf des Bohrlochs entspricht. Die jeweilige Position des Drehbohrmeißels 14 bzw. des Richtbohrwerkzeugs 1 im Bohrloch kann durch geeignete Sensoren fortlaufend oder intervallweise ermittelt werden, so daß durch abwechselndes Stillsetzen oder in Umdrehungversetzen des Richtbohrwerkzeugs 1 ein jeweils gewünschter Bohrlochverlauf präzise vorgegeben werden kann.

Die Kupplung 15 zwischen Meißelwelle 4 und Drehbohrmeißel 14 ermöglicht es, das Richtbohrwerkzeug 1 aus dem Bohrloch bei in diesem verbleibenden Mantelrohr 9 herauszubewegen, z.B. zu Inspektions- und Instandhaltungszwecken. Dabei besteht auch die Möglichkeit, das Richtbohrwerkzeug 1 durch ein solches ohne Knick im Außengehäuse und entsprechend abgewinkeltem Verlauf der Achse der Meißelwelle 4 zur Mittelachse 7 des Außengehäuses 2 zu ersetzen, durch das eine längere Strecke geradeaus gebohrt und dabei ein Bohrlochabschnitt erstellt werden kann, dessen Durchmesser sich lediglich nach dem Nenndurchmesser des Drehbohrmeißels 14 richtet.

Ansprüche

1. Verfahren zum Erstellen eines am Umfang ausgesteiften, überwiegend horizontal ausgerichteten Bohrlochs in Bodenformationen, bei dem das Bohrloch mittels eines Richtbohrwerkzeugs vorgetrieben und diesem ein Mantelrohr nachgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mantelrohr gleichzeitig und gleichförmig mit dem Richtbohrwerkzeug vorgetrieben und dabei das vordere Ende des Mantelrohrs durch den vorderen Teil des Richtbohrwerkzeugs ausgerichtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mantelrohr unter Führung durch und Überlappung mit einem rückwärtigen Führungsteil des Drehbohrmeißels dessen Schneidteil im Bohrloch nachgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mantelrohr bei seiner Vortriebsbewegung in Eigendrehung versetzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Richtbohrwerkzeug ein Navigationsbohrwerkzeug verwendet und für Geradeausbohrarbeiten in Eigendrehung versetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Geradeausbohrarbeiten das Richtbohrwerkzeug im Mantelrohr in einer zur

Drehrichtung des Mantelrohrs entgegengesetzten Drehrichtung in Umlauf versetzt wird.

6. Bohrgerät zum Erstellen eines am Umfang ausgesteiften, überwiegend horizontal ausgerichteten Bohrlochs in Bodenformationen, mit einem Richtbohrwerkzeug (1), das an einen obertägig durch Antriebs- und Vorschubmittel vortreibbaren, in Eigendrehung versetzbaren und in ausgerichteter Stellung verdrehfest abstützbaren Bohrrührstrang (11) anschließbar ist und einen in einem rohrförmigen Außengehäuse angeordneten Tieflochmotor (3) für den Antrieb eines Drehbohrmeißels (14) umfaßt, und mit einem durch obertägige Antriebs- und Vorschubmittel dem Richtbohrwerkzeug nachführbaren Mantelrohr (9), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antriebs- und Vorschubmittel dem Richtbohrwerkzeug (1) und dem Mantelrohr (9) eine synchrone Vorschubbewegung erteilen, und daß das Richtbohrwerkzeug (1) im Mantelrohr (9) angeordnet und abgestützt ist und mit seinem vorderen Teil das vordere Ende (12) des Mantelrohrs (9) ausrichtet.

7. Bohrgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das vordere Ende des Mantelrohrs (9) als ein gegenüber dem Hauptteil des Mantelrohrs (9) verlagerbares Teil (12) ausgebildet ist.

8. Bohrgerät nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das vordere Ende (12) des Mantelrohrs (9) mit dem vorderen Bereich des Außengehäuses (2) und einem Führungsteil (13) des Drehbohrmeißels (14) in Führungseingriff steht.

9. Bohrgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das vordere Ende (12) des Mantelrohrs (9) über ein Rohrgelenk mit dem sich anschließenden Hauptteil des Mantelrohrs (9) verbunden ist.

10. Bohrgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rohrgelenk als Trennschnitt-Gelenk (18) ausgebildet ist.

11. Bohrgerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Trennschnitt-Gelenk (18) durch eine außen umlaufende Dichtung (19) abgedichtet ist.

12. Bohrgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Rohrgelenk von einem flexiblen Übergangsbereich der Wandung des Mantelrohrs (9) gebildet ist.

13. Bohrgerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Übergangsbereich von einem Wellrohrabschnitt gebildet ist.

14. Bohrgerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Übergangsbereich aus einem Material erhöhter Biegeelastizität gebildet ist.

15. Bohrgerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Übergangsbereich ein gegenüber benachbarten Bereichen des Mantelrohrs (9) herabgesetztes Widerstandsmoment aufweist.

16. Bohrgerät nach einem der Ansprüche 6 bis

15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Außendurchmesser des Mantelrohrs (9) gleich oder kleiner ist als der Nenndurchmesser (17) des Schneidteils (16) des Drehbohrmeißels (14).

17. Bohrgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Richtbohrwerkzeug (1) aus Navigationsbohrwerkzeug mit einer Knickstelle (20) im Außengehäuse (2) ausgebildet ist, die hinter dem eine vordere Führung für das Außengehäuse (2) bildenden vorderen Stabilisator (5) angeordnet ist und in oder nahe der Gelenkebene des Rohrgelenks (18) des Mantelrohrs (9) angeordnet ist.

18. Bohrgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Führungsteil (13) des Drehbohrmeißels (14) von einer zylindrischen Dichtungs- und Führungsfläche gebildet ist und auf dieser der vordere Randbereich des vorderen Endes (12) des Mantelrohrs (9) gelagert ist.

19. Bohrgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drehbohrmeißel (14) mittels einer ausklinkbare Riegelglieder umfassenden Kupplung auf dem vorderen Ende der aus dem Außengehäuse (2) des Richtbohrwerkzeugs (1) vorstehenden Meißelwelle (4) festgelegt ist.

20. Bohrgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tieflochmotor (3) als bohrspülungsbetätigter Motor ausgebildet und das Außengehäuse (2) des Richtbohrwerkzeugs (1) mit einem volumenstromabhängigen Bypass-Ventil (24) für die Bohrspülung versehen ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

