



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 19 829 T2 2006.04.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 028 227 B1**

(51) Int Cl.⁸: **E21B 43/12 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 19 829.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 102 689.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **09.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **04.05.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.04.2006**

(30) Unionspriorität:

248374 10.02.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(73) Patentinhaber:

Intevep S.A., Caracas, VE

(72) Erfinder:

**Garcia, Gonzalo, Edo. Argua, VE; Ranson, Aaron,
San Antonio, VE**

(74) Vertreter:

Hiebsch und Kollegen, 78224 Singen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Optimierung der Produktion von Gasliftbohrungen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbessern der Förderung aus Ölbohrungen und insbesondere zum Verbessern der Förderung aus Gaslift-Ölbohrungen.

[0002] Wie in der Technik hinlänglich bekannt ist, werden Gaslifttechniken bei Ölbohrungen angewendet, die nur mit Schwierigkeiten zufriedenstellende Fluidlevel auf der Basis eines natürlichen Formationsdrucks fördern können. Solche Bohrungen haben typischerweise einen Formationsdruck, der nicht ausreicht, um Fluide mit einem akzeptablen Volumen zur Oberfläche zu treiben.

[0003] Die Gaslifttechnik beinhaltet das Injizieren von Gas in die Verrohrung eines Ölbohrlochs durch ein oder mehrere Ventile, die sich typischerweise in unterschiedlichen Höhen entlang des Bohrlochs befinden. Je nach der angewendeten Technik kann die Begasung im Wesentlichen kontinuierlich in die Fluidsäule im Bohrloch erfolgen, so dass diese Fluidsäule abgeleichtert wird, um das Fördervolumen zu erhöhen, das mit natürlichem Formationsdruck erzielt werden kann. Alternativ kann die Begasung intermittierend in einem wiederholten oder zyklischen Prozess erfolgen, um sukzessive Fluidmengen am Bohrlöchkopf zu erzeugen.

[0004] Mit Gaslifttechniken können zwar ausgezeichnete Ergebnisse für bestimmte Ölbohrungsarten erzielt werden, aber jedes Bohrloch ist im Hinblick auf Bohrloch- oder Formationsdruck, Bohrloch- oder Formationstemperatur, Tiefe zur Produktionsformation, geothermischen Gradienten entlang der vertikalen Höhe des Bohrlochs und zahlreiche andere Faktoren unterschiedlich. Daher ist das Ermitteln der optimalen Betriebsparameter für eine Gaslifttechnik ein zeitaufwändiger Experimentierprozess, der extensive Überwachung erfordern kann und trotzdem keine ideale Produktivität erbringt.

[0005] Das US-Patent Nr. 4,267,885 von Sanderford betrifft ein Verfahren zum Optimieren der Förderung aus einer kontinuierlichen oder intermittierenden Gasliftbohrung, die das Begasungsvolumen experimentell erhöht und/oder verringert, während die Temperatur von an der Oberfläche geförderten Fluiden überwacht wird. Gemäß diesem Verfahren wird die Begasung nach Bedarf erhöht und/oder verringert, so dass eine höchstmögliche Fluidtemperatur an der Oberfläche entsteht. Für eine intermittierende Förderung wird ein ähnliches Verfahren offenbart, bei dem das Fördervolumen pro Begasungszyklus in einem Versuch überwacht wird, das Begasungsvolumen zu ermitteln, das die höchstmögliche Fluidtemperatur an der Oberfläche ergibt. In beiden Fällen wird durch kontinuierliches Experimentieren das Begasungsvolumen geändert und dann gewartet, um

die Auswirkungen der Änderung an der Oberfläche zu beobachten. Somit ist '885 von Sanderford ein Experimentierverfahren (Trial and Error) und hat die bei einem solchen Verfahren zu erwartenden Nachteile.

[0006] Im Hinblick auf das oben Gesagte ist es offensichtlich, dass weiterhin Bedarf an einem/-r vorteilhaften Verfahren und Vorrichtung zum Verbessern der Förderung aus einer Gasliftbohrung besteht.

[0007] Es ist daher die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Optimieren der Förderung aus einer Gasliftbohrung bereitzustellen.

[0008] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Optimieren der Förderung aus einer Gasliftbohrung bereitzustellen.

[0009] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, die leicht an die stark variierenden Bedingungen in unterschiedlichen Gasliftbohrlochern angepasst werden können.

[0010] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, das/die das Bohrlochverhalten für die spezifischen Bedingungen eines bestimmten Bohrlochs erlernt und Begasung und Förderung aus dem Bohrloch auf der Basis von Mustererkennung und vergangenem Bohrlochverhalten steuert, um die Notwendigkeit für einen ausgedehnten oder kontinuierlichen Experimentierbetrieb signifikant zu reduzieren und/oder ganz zu vermeiden.

[0011] Weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend offensichtlich.

[0012] Die Probleme werden mit den Lehren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Besondere Weiterentwicklungen sind in den Unteransprüchen dargelegt. In den Rahmen der Erfindung fallen alle Kombinationen von wenigstens zwei der beschreibenden Elemente und technischen Merkmale, die in den Ansprüchen und/oder in der Beschreibung offenbart sind.

[0013] Gemäß der vorliegenden Erfindung wurden leicht die obigen Aufgaben und Vorteile gelöst bzw. erzielt.

[0014] Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren zur Optimierung der Förderung aus einer Gasliftbohrung bereitgestellt, das die folgenden Schritte umfasst: Erhalten eines statistischen Modells des Förderverhaltens einer Gasliftbohrung, wobei das Förderverhalten bekannte Muster zumindest eines Fördermerkmals und entsprechende Betriebsparameter aufweist; Betreiben des Gasliftbohrlochs mit anfänglichen Betriebsparametern; Erhalten eines Echtzeitwertes des

Fördermerkmals aus dem Gasliftbohrloch mit den anfänglichen Betriebsparametern; Vergleichen des Echtzeitwertes des Fördermerkmals mit dem Modell, um zu bestimmen, ob ein bekanntes Muster festgestellt wird; und wenn ein bekanntes Muster festgestellt wird, Anpassen der Betriebsparameter an die entsprechenden Betriebsparameter.

[0015] Das wenigstens eine Fördermerkmal kann ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus der Temperatur des geförderten Fluids, dem Volumen des geförderten Fluids, dem Verhältnis zwischen Gas und Öl des geförderten Fluids und Kombinationen davon. Bei einem anderen Merkmal kann das wenigstens eine Fördermerkmal die Temperatur des geförderten Fluids umfassen.

[0016] Die Erfindung kann ferner den Schritt umfassen, dass die anfänglichen und entsprechenden Betriebsparameter ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Begasungsgeschwindigkeit, Begasungsort, Begasungsdauer und Kombinationen davon.

[0017] Der Schritt des Erhaltens des statistischen Modells kann die folgenden Schritte umfassen: Betreiben des Gasliftbohrlochs mit den anfänglichen Betriebsparametern und Aufzeichnen entsprechender Werte des wenigstens einen Fördermerkmals, um das statistische Modell bereitzustellen; vorteilhafterweise kann der genannte Erhaltungsschritt ferner das periodische Auswählen neuer Werte der Betriebsparameter umfassen, um Muster der Werte des genannten wenigstens einen entsprechenden Fördermerkmals zu erzeugen; oder der Schritt kann ferner den Schritt des Durchführens einer Diagnostik umfassen, indem das statistische Modell verwendet wird, um empfohlene Betriebsparameter zu erhalten, und die empfohlenen Betriebsparameter validiert werden, um ein validiertes statistisches Modell zu erhalten.

[0018] Der Erfinder zeigt, dass der genannte Schritt des Erhaltens eines Echtzeitwertes des Fördermerkmals das Erhalten einer Serie von Echtzeitwerten umfasst, und dass der Vergleichsschritt das Vergleichen der Serie von Echtzeitwerten mit dem Modell umfasst, um zu bestimmen, ob die Serie mit einem bekannten Muster des Modells übereinstimmt, und/oder dass die Erfindung ferner den Schritt umfasst, dass, wenn in dem Vergleichsschritt für ein bestimmtes Muster von Echtzeitwerten der Fördermerkmale kein bekanntes Muster festgestellt wird, die Eingabe von zusätzlichen entsprechenden Betriebsparametern und das Hinzufügen des bestimmten Musters von Echtzeitwerten und der zusätzlichen entsprechenden Betriebsparameter zum statistischen Modell anfordert.

[0019] Die genannten Betriebsparameter können

die Begasungsgeschwindigkeit, den Begasungsort und die Begasungsdauer umfassen.

[0020] Weiter wird gemäß der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zur Optimierung der Förderung aus einer Gasliftbohrung bereitgestellt, die Folgendes umfasst: Mittel zum Speichern eines statistischen Modells des Förderverhaltens, wobei das Förderverhalten wenigstens ein Fördermerkmal und entsprechende Betriebsparameter beinhaltet; Mittel zum Erhalten eines Echtzeitwertes des Fördermerkmals aus der Gasliftbohrung bei anfänglichen Betriebsparametern; Mittel in Zusammenhang mit den Mitteln zum Speichern und den Mitteln zum Erhalten, zum Vergleichen des Echtzeitwertes des Fördermerkmals mit dem Modell zur Bestimmung, ob ein bekanntes Muster festgestellt wird; und Mittel zum Anpassen der Betriebsparameter an die entsprechenden Betriebsparameter, wenn ein bekanntes Muster festgestellt wird.

[0021] Die Erfindung beinhaltet, dass das statistische Modell das wenigstens eine Fördermerkmal und die entsprechenden Betriebsparameter enthalten kann, die aus einem Bohrbetrieb von wenigstens 30 Minuten Dauer erhalten werden; diese entsprechenden Betriebsparameter des statistischen Modells können validiert werden.

[0022] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung gehen aus der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung bevorzugter Ausgestaltungen der Erfindung mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen hervor, die einen mehrstufigen Prozess gemäß der vorliegenden Erfindung schematisch darstellen. Dabei zeigt:

[0023] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Verfahrens und einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung; und

[0024] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung der Installations-, Diagnostik- und Betriebsphasen der vorliegenden Erfindung.

[0025] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Optimieren der Förderung aus einer Gasliftbohrung und insbesondere zum Optimieren der Ölförderung aus einem Ölbohrloch, die mit kontinuierlichen oder intermittierenden Gaslifttechniken erfolgt. Das/die erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtung arbeiten vorteilhafterweise dadurch, dass sie ein statistisches Modell des Bohrlochverhaltens für ein Bohrloch auf der Basis von gesammelten Echtzeitdaten aus dieser Bohrung konstruieren, das dann gemäß der vorliegenden Erfindung benutzt wird, um optimierte Betriebsparameter zu bestimmen, die speziell auf dieses Bohrloch zugeschnitten sind, um die Notwendigkeit für kontinuierliches Experimentieren für dieses Bohrloch zu optimieren

und/oder ganz zu eliminieren.

[0026] **Fig. 1** illustriert schematisch eine typische Gasliftumgebung mit einem Bohrloch **10**, das von der Oberfläche **12** zu einer Produktionsformation **14** gebohrt wurde, und mit einem Casing **16**, einem Förderrohr **18** und einem ringförmigen Raum **20**, der zwischen dem Casing **16** und dem Förderrohr **18** definiert wird. Wie gezeigt, weist das Casing **16** typischerweise Perforationen **22** auf, damit erwünschte Fluide in den ringförmigen Raum **20** und das Förderrohr **18** eintreten können. Wie gezeigt, wird bei einer typischen Gasliftbohrung Gas durch eine oder mehrere bei **24** schematisch dargestellte Ventile gespeist und tritt in den Innenraum des Förderrohrs **18** beispielsweise durch ein oder mehrere Futterrohre **26** ein. Bei einer kontinuierlichen Begasungstechnik dient diese Begasung zum Verringern der Fluidichte im Förderrohr **18**, so dass dieses Fluid leichter mit natürlichem Formationsdruck und/oder durch Pumpen gefördert werden kann. Bei einer intermittierenden Gaslifttechnik erfolgt die Begasung intermittierend in den ringförmigen Raum **20**, so dass Zeit zwischen Injektionen verstreichen kann, damit sich ausreichend Fluid im Förderrohr **18** ansammeln kann, und jede Gasinjektion dient zum Treiben einer Menge eines solchen akkumulierten Fluids zur Oberfläche.

[0027] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Temperaturwandler **28** mit an der Oberfläche geförderten Fluid verbunden, um Echtzeittemperaturmessungen des geförderten Fluids zu erhalten. Diese Informationen werden einem Prozessor **30** zugeführt, der die Informationen zum Erzeugen eines statistischen Modells des Förderverhaltens des Bohrlochs benutzt. Dieses Modell basiert auf den erhaltenen Echtzeittemperaturmessungen und könnte bei Bedarf auf weiteren Förderdaten wie Strömungsmuster und/oder Gas/Wasser/Rohöl-Verhältnissen basieren oder diese enthalten. Das Modell oder die Datenbank beinhaltet auch gespeicherte Betriebsparameter, die bestimmten Mustern des statistischen Modells wie z.B. Oberflächentemperaturmuster des geförderten Fluids entsprechen, die nach einem ausreichenden Installations- und Diagnostikbetrieb zum Steuern der Förderung aus dem Bohrloch gemäß der Erfindung abgerufen werden.

[0028] Nach der anfänglichen Installation des Prozessors **30** an einem oder mehreren Bohrlöchern **10** wird der Prozessor **30** in einem Installationsmodus betrieben, vorzugsweise für einen Zeitraum von wenigstens etwa dreißig Minuten, um ausreichend Daten zu sammeln, um das statistische Modell nach Bedarf gemäß der vorliegenden Erfindung zu erzeugen. Der Prozessor **30** kann z.B. als Teil oder Element eines Steuer- und Datenerfassungsüberwachungssystems installiert werden, das mit einem oder mehreren produktiven Bohrlöchern assoziiert ist. Durch den Temperaturwandler **28** erhält der Prozessor **30** Echt-

zeittemperaturinformationen, sobald diese zur Verfügung stehen, und jeder empfangene Temperaturabstwert wird sofort zum Aktualisieren des statistischen Modells verwendet. Auf diese Weise wird das statistische Modell auf der Basis von Verhaltens- und Betriebsparametern des tatsächlichen zu steuernden Bohrlochs erzeugt und das Modell hat daher einen sehr hohen Genauigkeitsgrad.

[0029] Während der Installationsphase passen sich die meisten modellbezogenen Parameter selbst an, vorzugsweise durch den Prozessor **30**, so dass ein ausreichendes Modell mit relevanten Fördermerkmalen erstellt werden kann. Einige Parameter, wie z.B. Ansprechzeit oder Aktion-Reaktion-Intervall, können entweder manuell angepasst oder eingegeben oder vom Prozessor **30** vor der Installationsphase bestimmt werden. Dieser Parameter repräsentiert die Zeit, die notwendig ist, damit eine spezifische getroffene Maßnahme in der Temperatur von Fluiden am Bohrlochkopf reflektiert wird.

[0030] Nach einer ausreichenden Erstellung des statistischen Modells durch den Betrieb im Installationsmodus wird der Prozessor **30** dann in einem Diagnostik-Modus gefahren. In diesem Modus werden Echtzeittemperaturmessungen überwacht, um ein tatsächliches Förderverhalten, z.B. eine Reihe von Temperaturmessungen, mit dem statistischen Modell zu vergleichen. Dieser Vergleich wird in dem Bemühen durchgeführt, eine Musterübereinstimmung einer Reihe von empfangenen Temperaturmessungen mit einer Reihe von Werten im statistischen Modell durchzuführen. Wenn ein bekanntes Muster erfasst wird, dann werden Steuermaßnahmen zum Modifizieren von einem oder mehreren Betriebsparametern vom Prozessor **30** ausgegeben, z.B. Befehle zu den Ventilen **24** zum Modifizieren der Begasung. Zweck solcher Befehle wäre es, die Förderung aus dem Bohrloch auf der Basis vergangener Leistungen zu optimieren, gemäß Darstellung in dem statistischen Modell. Wie nachfolgend erörtert, werden diese Befehle im Diagnostik-Modus validiert. Nach einem ausreichenden Diagnostik-Betrieb ist der Prozessor **30** dann für den Einsatz im Bohrbetrieb bereit.

[0031] Bestimmte Muster können auch Probleme anzeigen. So könnten beispielsweise tatsächliche Messungen Anomalien beinhalten, die unerwünschtes Gasrecycling anzeigen, und das statistische Modell kann solche Anomalien erkennen, wenn sie mit vergangenem Verhalten übereinstimmen, und kann Befehle für eine Korrekturmaßnahme ausgeben.

[0032] Wenn kein Muster erkannt wird, dann fordert der Prozessor **30** einen Bediener auf, geeignete Steuermaßnahmen einzugeben, und das nicht erkannte Muster wird dann zusammen mit eingegebenen Steuermaßnahmen zum statistischen Modell hinzugefügt, so dass das Modell erweitert wird, um

zusätzliche Verhaltensmuster des Bohrlochs zu erkennen und bei Bedarf darauf zu reagieren. Auf diese Weise wird das System der vorliegenden Erfindung in die Lage versetzt, eine Begasung bei fortlaufendem Prozess besser zu steuern.

[0033] [Fig. 1](#) illustriert ferner den Betrieb der Erfindung. Der Prozessor **30** führt eine Reihe von Schritten aus, einschließlich Schritt **32**, in dem eine statistische Echtzeitsignalverarbeitung durchgeführt und ein statistisches Modell erstellt oder aktualisiert wird, Schritt **34**, in dem Echtzeitwerte in dem Modell mit tatsächlichen Förderereignissen und/oder Betriebsparametern verbunden werden, um das anfängliche Modell zu vervollständigen, Schritt **36**, in dem Echtzeitwerte oder Wertemuster mit dem statistischen Modell verglichen werden, um zu ermitteln, ob eine Musterübereinstimmung vorliegt, und, wenn eine Übereinstimmung erfasst wird, Schritt **38**, in dem Steuermaßnahmen zum Optimieren der Förderung an Begasungsventile **24** ausgegeben werden, und wenn keine Musterübereinstimmung erfasst wird, Schritt **40**, in dem ein Bediener aufgefordert wird, manuell Steuermaßnahmen einzugeben. In Schritt **40** können die zusätzlichen von einem Bediener eingegebenen Steuermaßnahmen Maßnahmen sein, um potentielle Probleme zu korrigieren, anstatt Maßnahmen zum Optimieren der Förderung. In jedem Fall wird die vom Bediener getroffene Maßnahme in der Datenbank gespeichert und mit dem Modell zur nachfolgenden Verwendung bei Bedarf unter denselben Bedingungen assoziiert.

[0034] [Fig. 2](#) illustriert schematisch eine Ablaufabelle des Betriebs des/der erfindungsgemäßen Verfahrens und Vorrichtung während der Installations-, Diagnostik- und Betriebsphasen oder -stufen.

[0035] Während der Installationsstufe wählt der Prozessor **30** automatisch Begasungsparameter, mit denen das Bohrloch gefahren wird, und Fördermerkmale werden im statistischen Modell aufgezeichnet. Dies erfolgt vorzugsweise für wenigstens etwa 30 Minuten, um die Basis für ein statistisches Modell zu bilden, das die Bohrlochleistung bei verschiedenen automatisch gewählten Begasungsparametern reflektiert. Diese Installationsphase ist in [Fig. 3](#) durch die Schritte **50**, **60** und **70** dargestellt.

[0036] Nach der Installation werden das Verfahren und die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung in einer Diagnostik-Phase gefahren, in der spezifische Begasungsparameter, die bestimmten Förderungsmustern entsprechen, manuell eingegeben und/oder validiert werden, um die Vorbereitung des statistischen Modells für die Verwendung beim Optimieren der Förderung aus dem Bohrloch abzuschließen. In dieser Stufe können spezifische Muster der Bohrlochleistung erkannt werden, die Anomalien wie unerwünschtes Gasrecycling anzeigen, und entspre-

chende Korrekturmaßnahmen können manuell eingegeben und validiert werden, um sie in das statistische Modell einzubauen. Die Diagnostik-Stufe des Verfahrens der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 2](#) durch die Schritte **80**, **90**, **100** und **110** dargestellt.

[0037] Nach den Installations- und Diagnostik-Stufen sind das Verfahren und die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung für die Verwendung beim Steuern der Förderung aus einem oder mehreren Bohrlochern bereit. Dieser Vorgang ist in [Fig. 2](#) durch Schritt **120** angedeutet.

[0038] Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhalten die Steuermaßnahmen oder Betriebsparameter, die vom Prozessor **30** ausgegeben werden können, Begasungsparameter wie Gasströmungsgeschwindigkeit und Zeit oder Dauer der Begasung, mögliche Änderungen des Begasungspunktes entlang der Bohrlochhöhe, Ein-Ausschaltzustand der Begasung zu einem bestimmten Bohrloch und dergleichen. Der „Ein-Aus“-Parameter bezieht sich auf den Begasungsstatus zu einem bestimmten Bohrloch und könnte zum Umschalten auf ein anderes Bohrloch zum Steuern oder Optimieren verwendet werden. Es gibt auch Situationen, in denen ein Bohrloch von selbst auf einen Ein-Ausschaltzustand trifft. So könnte beispielsweise ein Ein-Ausschaltzustand durch eine Begasungsgeschwindigkeit zu einem Bohrloch ausgelöst werden, die zu hoch ist und ein Sicherheitssystem in einen Ausschaltzustand schaltet.

[0039] Das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung arbeiten wie oben angegeben und das Verfahren wird, nach Abschluss eines Zyklus, in einem neuen Bohrloch durchgeführt oder wird im nächsten Betriebszyklus des aktuellen Bohrlochs durchgeführt. Auf diese Weise wird leicht verständlich, dass das Verfahren und die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zum Optimieren der Förderung von einer Reihe von Bohrlochern zum Einsatz kommen können.

[0040] Das Verfahren und die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung sind adaptiv und iterativ und erlauben vorteilhafterweise die Optimierung von Betriebsparametern eines Gasliftbohrlochs auf der Basis von Mustererkennung vergangener Leistungen des Bohrlochs, um dadurch die Notwendigkeit für Experimente für den Bohrlochbetrieb erheblich zu reduzieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Optimierung der Produktion von Gasliftbohrungen, aufweisend die Schritte:
Erhalten eines statistischen Modells des Produktionsverhaltens einer Gasliftbohrung, wobei das Produktionsverhalten bekannte Muster zumindest eines Produktionsmerkmals und entsprechende Betrieb-

sparameter aufweist;
 Betreiben der Gasliftbohrung mit anfänglichen Betriebsparametern;
 Erhalten eines Echtzeittemperaturwertes aus der Gasliftbohrung mit den anfänglichen Betriebsparametern;
 Vergleichen des Echtzeittemperaturwertes mit dem Modell zur Bestimmung, ob ein bekanntes Muster festgestellt wird; und
 wenn ein bekanntes Muster festgestellt wird, Anpassen der Betriebsparameter an die entsprechenden Betriebsparameter.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das zumindest eine Produktionsmerkmal aus der Gruppe gewählt ist, bestehend aus der Temperatur des produzierten Fluids, des Volumens des produzierten Fluids, dem Verhältnis zwischen Gas und Öl des produzierten Fluids und Kombinationen daraus.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest ein Produktionsmerkmal die Temperatur des produzierten Fluids umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die anfänglichen und entsprechenden Betriebsparameter aus der Gruppe gewählt sind, bestehend aus Begasungsgeschwindigkeit, Begasungsort, Begasungsdauer und Kombinationen daraus.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Schritt des Erhaltens des statistischen Modells die Schritte umfasst: Betreiben der Gasliftbohrung mit den anfänglichen Betriebsparametern und Aufzeichnen entsprechender Werte des zumindest einen Produktionsmerkmals, um das statistische Modell bereitzustellen.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5, wobei der Schritt des Erhaltens des statistischen Modells darüber hinaus das periodische Auswählen neuer Werte der Betriebsparameter umfasst, um Wertemuster des zumindest einen entsprechenden Produktionsmerkmals zu erzeugen.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei der Schritt des Erhaltens des statistischen Modells darüber hinaus den Schritt des Durchführens einer Diagnostik umfasst, indem das statistische Modell verwendet wird, um empfohlene Betriebsparameter zu erhalten, und die empfohlenen Betriebsparameter validiert werden, um ein validiertes statistisches Modell zu erhalten.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Schritt des Erhaltens eines Echtzeitwertes des Produktionsmerkmals das Erhalten einer Serie von Echtzeitwerten umfasst, und der Schritt des Vergleichens das Vergleichen dieser Serie von Echtzeitwerten mit dem Modell umfasst, um zu bestimmen,

ob die Serie von Echtzeitwerten mit einem bekannten Muster des Modells übereinstimmt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, ferner aufweisend den Schritt des Anforderns der Eingabe zusätzlicher entsprechender Betriebsparameter, falls in dem Schritt des Vergleichens für ein bestimmtes Muster von Echtzeitwerten des Produktionsmerkmals kein bekanntes Muster festgestellt wurde, und das Hinzufügen des bestimmten Musters von Echtzeitwerten und der zusätzlichen entsprechenden Betriebsparameter zum statistischen Modell.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Produktionsmerkmal die Temperatur des produzierten Fluids und entsprechende Betriebsparameter darstellt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Betriebsparameter die Begasungsgeschwindigkeit, den Begasungsort und die Begasungsdauer umfassen.

12. Vorrichtung zur Optimierung der Produktion einer Gasliftbohrung, aufweisend:

Mittel zum Speichern eines statistischen Modells des Produktionsverhaltens, wobei das Produktionsverhalten bekannte Muster und zumindest ein Produktionsmerkmal und entsprechende Betriebsparameter umfasst;

Mittel zum Erhalten eines Echtzeitwertes des Produktionsmerkmals aus der Gasliftbohrung bei anfänglichen Betriebsparametern;

Mittel in Zusammenhang mit den Mitteln zum Speichern und den Mitteln zum Erhalten, zum Vergleich des Echtzeitwertes des Produktionsmerkmals mit dem Modell zur Bestimmung, ob ein bekanntes Muster festgestellt wird; und

Mittel zum Anpassen der Betriebsparameter an die entsprechenden Betriebsparameter, wenn ein bekanntes Muster festgestellt wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei das statistische Modell zumindest ein Produktionsmerkmal und die entsprechenden Betriebsparameter aufweist, welche aus einem Bohrbetrieb von zumindest dreißig Minuten Dauer erhalten werden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die entsprechenden Betriebsparameter des statistischen Modells validiert werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

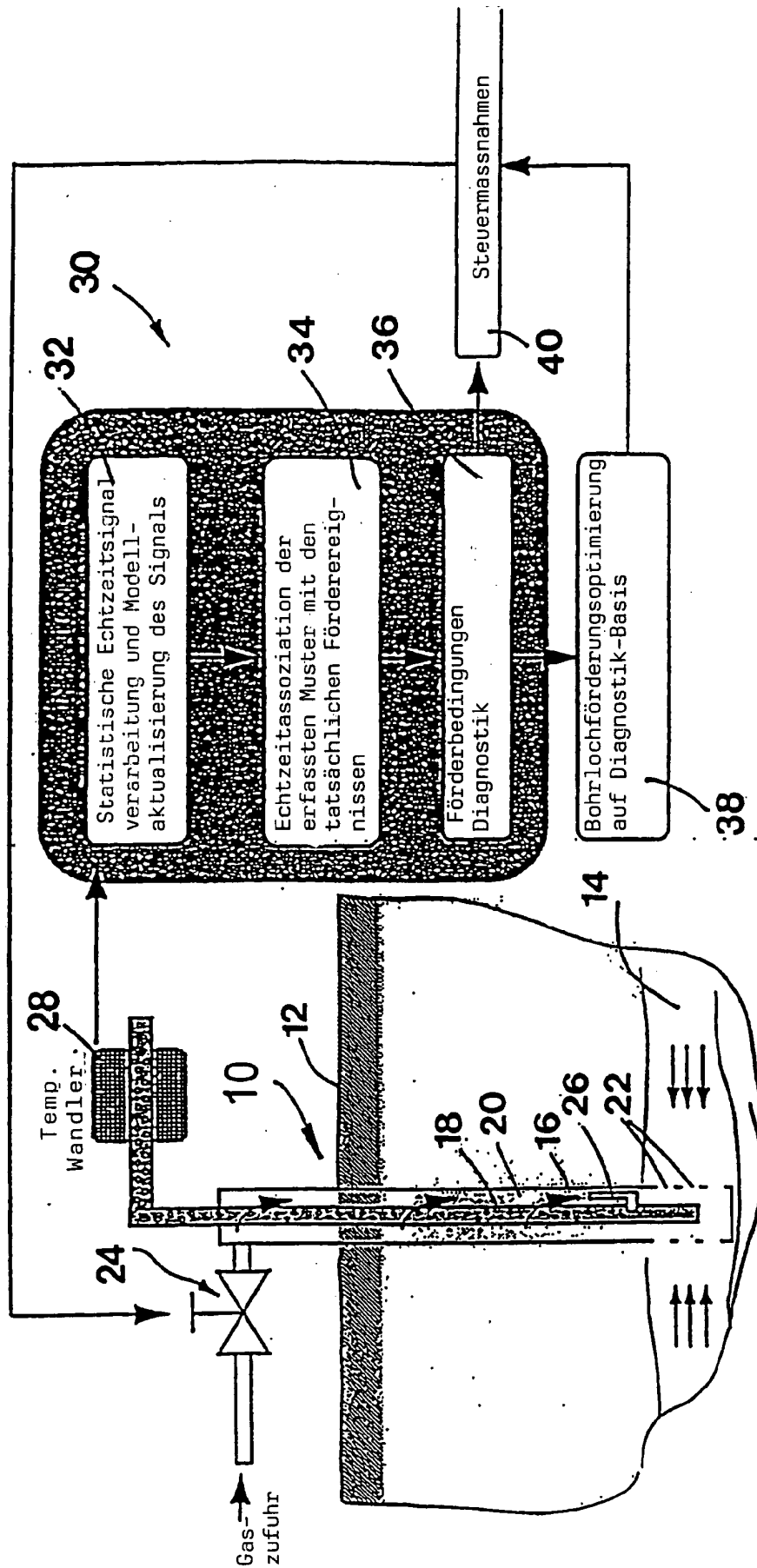


Fig. 1

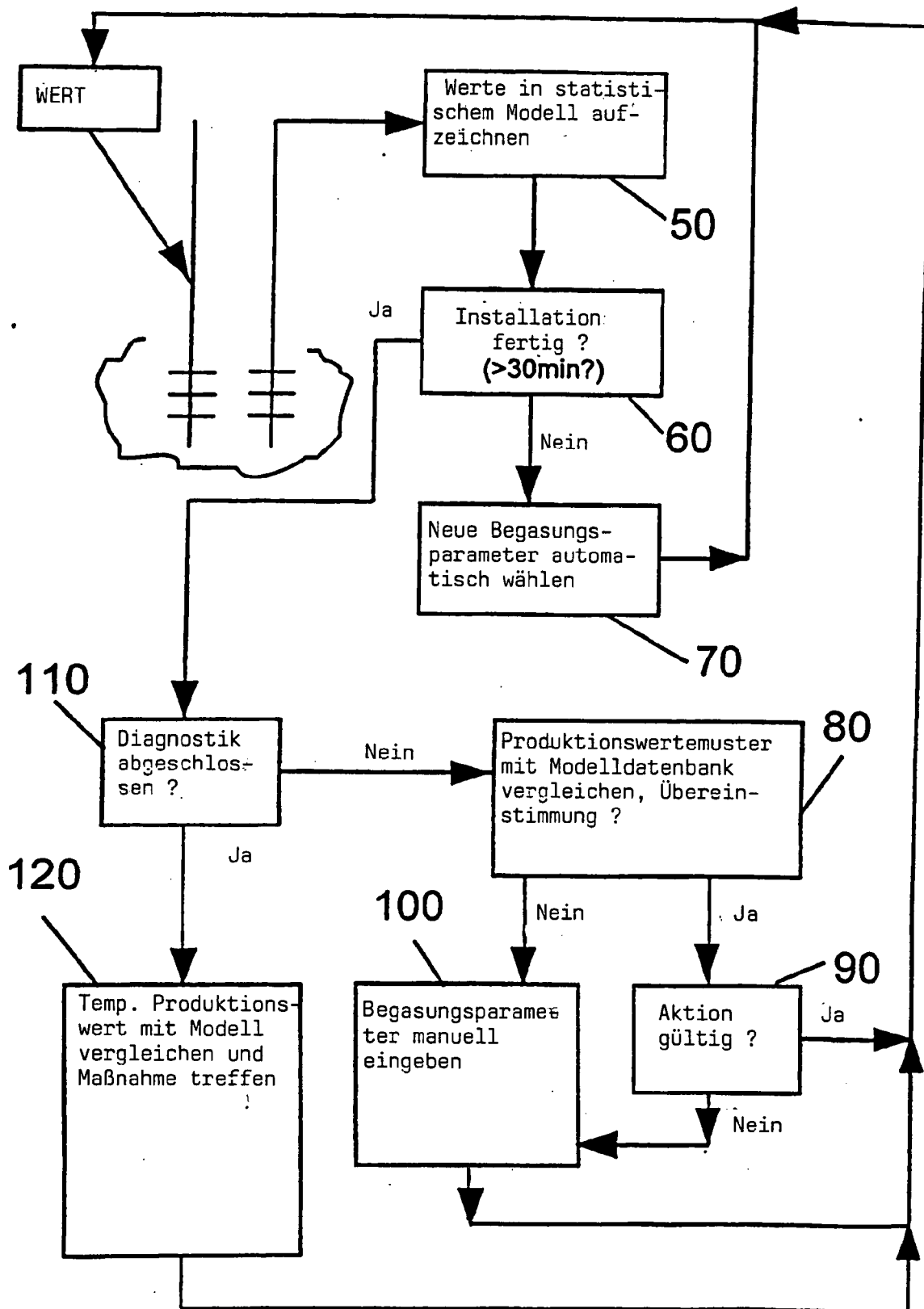


Fig. 2