



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.03.2017 Patentblatt 2017/11

(51) Int Cl.:
E21B 21/01 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16188165.1**

(22) Anmeldetag: **09.09.2016**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Max Wild GmbH**
88450 Berkheim (DE)

(72) Erfinder: **Hörmann, Markus**
88487 Mietingen (DE)

(74) Vertreter: **Pfister & Pfister**
Patent- und Rechtsanwälte
Hallhof 6-7
87700 Memmingen (DE)

(30) Priorität: **09.09.2015 DE 102015115182**

(54) **VERFAHREN ZUM REGENERIEREN VON BOHRFLÜSSIGKEIT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenerieren von Bohrflüssigkeit, bei welchem das Regenerieren in Abhängigkeit von einer bestimmten Qualität gesteuert wird. Damit können Ressourcen und Energie ein-

gespart werden. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 zur Durchführung des Verfahrens.

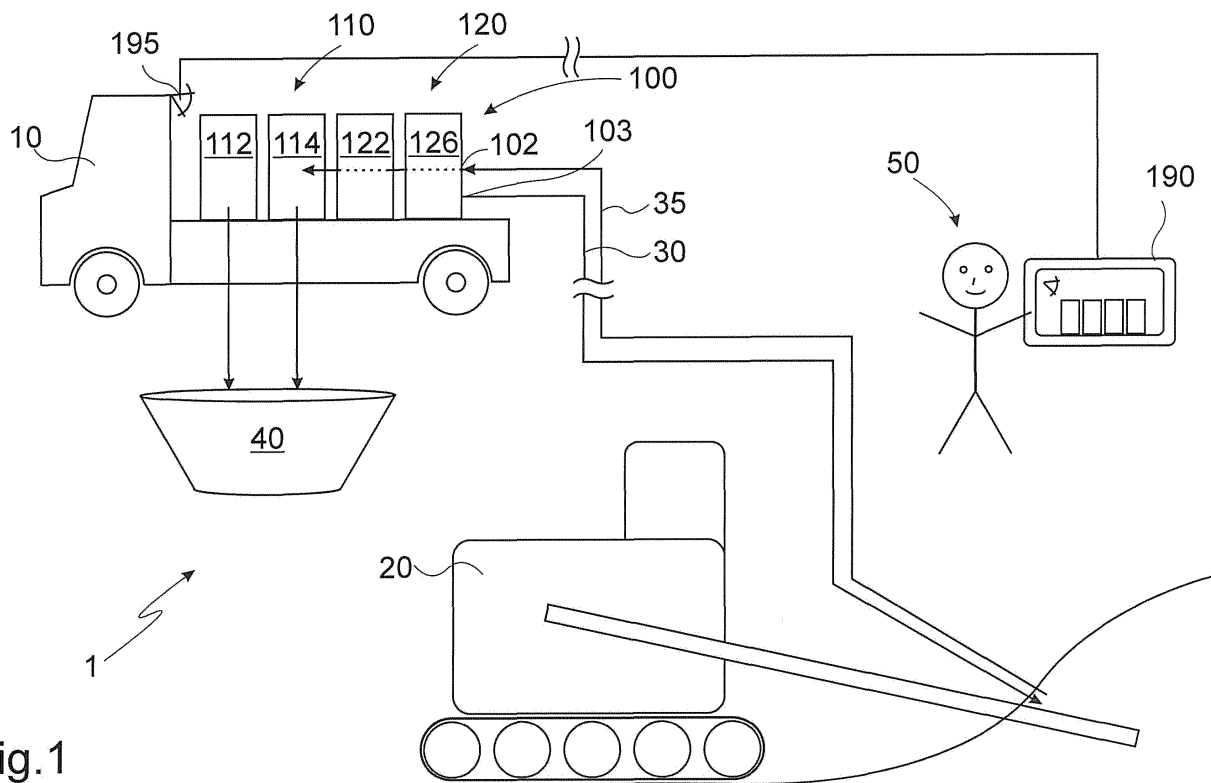


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenerieren von Bohrlässigkeit sowie eine Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

[0002] Bohrlässigkeit dient vorteilhaft zur Unterstützung eines Bohrvorgangs, welcher beispielsweise von einem Bohrgerät ausgeführt werden kann. Die Bohrlässigkeit kann dabei insbesondere zum Schmieren und Kühlen sowie zum Abtransport von herausgebohrtem Abraum wie beispielsweise Gestein verwendet werden.

[0003] Die europäische Patentanmeldung EP2927420A2 zeigt eine Vorrichtung und Verfahren zur Analyse und Aufbereitung von Bohrschlamm. Es wird eine Vorrichtung gezeigt, welche auf einem Lastwagen installiert ist und eine Analyse der Qualität von gebrauchtem Bohrschlamm mittels Magnetresonanzverfahren durchführt. Hierbei ist vorgesehen, die Bohrlässigkeit kurz vor Abgabe der Flüssigkeit in das Bohrloch zu analysieren, und bei Qualitätsschwankungen die Zusammensetzung der Bohrlässigkeit, die unmittelbar zur Abgabe bereitsteht, zu beeinflussen.

[0004] Die deutsche Offenlegungsschrift DE4211254A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Schlamm- oder sonstigem Abwasser.

[0005] Bohrlässigkeit kann bevorzugt mittels einer Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung regeneriert werden, um die Bohrlässigkeit wiederzuverwenden. Dabei kann insbesondere enthaltener Schmutz entfernt werden. Außerdem kann beispielsweise eine die Bohrung unterstützende Substanz wie Bentonit zugeführt werden.

[0006] Wird eine Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung verwendet, wenn Bohrungen durchgeführt werden, so kann über die beschriebene Regenerierung der Bohrlässigkeit eine erhebliche Menge an Wasser eingespart werden.

[0007] Allerdings hat sich die für eine sinnvolle Regenerierung von Bohrlässigkeit notwendige Logistik als sehr aufwändig herausgestellt. Typischerweise wird eine erhebliche Menge an zuzusetzender Substanz wie Bentonit benötigt, welche vorrätig gehalten werden muss. Auch Wasser, welches der Bohrlässigkeit typischerweise laufend zugesetzt wird, muss vorrätig gehalten werden. Allein dies bindet erhebliche Lagerkapazitäten. Erfolgt die Bohrung an einem abgelegenen Ort, ist auch ein aufwändiger Transport solcher Substanzen und von Wasser erforderlich.

[0008] Des Weiteren benötigt die Regenerierung von Bohrlässigkeit typischerweise eine erhebliche Menge an Energie. Diese kann beispielsweise vor Ort mittels eines Verbrennungsmotors erzeugt werden, was jedoch die Problematik der Treibstoffversorgung mit sich bringt und je nach Umgebung zu Problemen aufgrund der Emission von Lärm und Abgasen führen kann. Es ist deshalb eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Regenerieren

von Bohrlässigkeit vorzusehen, welches den eingangs beschriebenen Problemen Rechnung trägt. Es ist des Weiteren eine Aufgabe der Erfindung, eine Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung vorzusehen, welche zum Durch führen eines solchen Verfahrens konfiguriert ist.

[0009] Dies wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren und eine Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung gemäß den jeweiligen Hauptansprüchen erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen können beispielsweise den jeweiligen Unteransprüchen entnommen werden.

[0010] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenerieren von Bohrlässigkeit in einer Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung, welches folgende Schritte aufweist:

- Zuführen der Bohrlässigkeit in die Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung,
- Bestimmen einer Qualität der Bohrlässigkeit,
- Regenerieren der Bohrlässigkeit in Abhängigkeit von der Qualität, wobei das Regenerieren ein Reinigen und ein Aufbewahren der Bohrlässigkeit in einer Anzahl von Tanks umfasst und
- wobei in Abhängigkeit der Qualität die Bohrlässigkeit in einen ersten Tank oder in einen zweiten Tank gefüllt wird.
- Ausgeben der regenerierten Bohrlässigkeit aus der Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung.

[0011] Mittels dieses Verfahrens kann Bohrlässigkeit besonders vorteilhaft regeneriert werden. Insbesondere kann die Qualität der Bohrlässigkeit bei der Durchführung der Regenerierung berücksichtigt werden. Damit kann die Regenerierung von Bohrlässigkeit wesentlich ressourcen- und energiesparender durchgeführt werden, und zwar insbesondere im Vergleich zur aus dem Stand der Technik bekannten Vorgehensweise, bei welcher die gesamte von einem Bohrgerät zurücklaufende Bohrlässigkeit undifferenziert regeneriert wird. Insbesondere kann zur besseren Steuerung der Regenerierung auf die hierin, insbesondere nachfolgend beschriebenen Ausführungen zurückgegriffen werden.

[0012] Der Vorschlag umfasst insbesondere die Ausgestaltung, dass eine Anzahl von Tanks vorgesehen ist, und die Tanks in Abhängigkeit der Qualität der Bohrlässigkeit gefüllt werden. Aus diesen Tanks wird dann die Ausgabe versorgt. Da eine Qualitätsüberwachung vorgesehen ist, ist es möglich, nur jeweils die Bohrlässigkeit zur Verfügung zu stellen, die den jeweiligen Anforderungen entspricht und zum Beispiel auch keine Schadstoffe und Ähnliches beinhaltet. Gereinigte Bohrlässigkeit, die die Qualitätsmerkmale nicht erfüllen, wird vor der Ausgabe daher nochmal in einem anderen Tank gesammelt und bei Bedarf einer Aufarbeitung zugeführt. Hieraus resultiert ein sehr effizienter, aber auch umweltschonender Umgang mit den Ressourcen. Bevorzugterweise erfolgt

die Abgabe der Bohrflüssigkeit aus einem Tank, in dem sich Bohrflüssigkeit mit entsprechend (hoher) Qualität (was zum Beispiel die Eignung als Bohrflüssigkeit betrifft) befindet.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführung umfasst das Regenerieren ein Reinigen, insbesondere mittels eines Rüttelsiebs und/oder einer Zentrifuge. Damit können besonders gröbere Schmutzpartikel aus der Bohrflüssigkeit entfernt werden. Ein Rüttelsieb kann dabei insbesondere fluidisch einer Zentrifuge vorgeschaltet sein und die größten Schmutzpartikel ausfiltern.

[0014] Besonders bevorzugt wird die Qualität eingangsseitig bestimmt und das Reinigen abhängig davon gesteuert. Damit kann insbesondere Energie gespart werden, wenn beispielsweise im Fall guter Qualität, also beispielsweise bei geringer Belastung mit Schmutz, die Energiezufuhr für Rüttelsieb und/oder Zentrifuge verringert wird.

[0015] Geschickter Weise umfasst das Regenerieren ein Aufbewahren der Bohrflüssigkeit in einer Anzahl von Tanks. Damit kann ein gewisser Puffer erreicht werden. Insbesondere kann Bohrflüssigkeit explizit zur Weiterverwendung oder zur Aufbereitung gesammelt und entsprechend verwendet werden.

[0016] Besonders bevorzugt wird unmittelbar vor dem Aufbewahren eine Qualität der Bohrflüssigkeit bestimmt, insbesondere nach dem Reinigen, und abhängig davon die Bohrflüssigkeit in einen ersten Tank oder in einen zweiten Tank gefüllt. Es ist daher zum Beispiel vorgesehen, dass in dem Strom der Bohrflüssigkeit mehrere, insbesondere mindestens zwei Qualitätssensoren vorgesehen sind, nämlich ein erster Qualitätssensor vor der Reinigung und ein zweiter Qualitätssensor vor dem Tank, mit dem dann entschieden wird, ob die gereinigte Bohrflüssigkeit ohne weitere Aufarbeitung wieder dem Bohrprozess zugeführt werden kann, oder ob die Qualität nicht ausreichend ist und daher diese Bohrflüssigkeit in einem zweiten Tank zur Aufarbeitung zwischengelagert werden muss. Durch eine solche Ausgestaltung wird zuverlässig erreicht, dass nur Bohrflüssigkeit mit entsprechenden Qualitätsmerkmalen (zum Beispiel auch frei von unerwünschten Verunreinigungen oder sonstigen Schadstoffen) zum Einsatz kommt.

[0017] Insbesondere kann dabei Bohrflüssigkeit guter Qualität in einen Tank zur aufbereitungsfreien Ausgabe gefüllt werden. Der Aufwand einer Aufbereitung kann somit vorteilhaft vermieden werden, wenn dieser nicht notwendig ist, was Ressourcen und Energie spart.

[0018] Es kann auch Bohrflüssigkeit schlechter Qualität zur Aufbereitung in einen Tank gefüllt werden. Dies erlaubt ein vorteilhaftes Sammeln von Bohrflüssigkeit, welche vor ihrer weiteren Verwendung zunächst aufbereitet werden soll, um eine brauchbare Qualität zu erreichen. Die Aufbereitung kann somit sehr effizient durchgeführt werden.

[0019] Vorteilhaft wird die Qualität jeweiliger Bohrflüssigkeit in einem Tank bestimmt. Dies ermöglicht eine fundierte Grundlage für die typischerweise automatisierte

Entscheidung über das Vorgehen hinsichtlich der in einem Tank enthaltenen Bohrflüssigkeit. Bevorzugt wird in einem Tank befindliche Bohrflüssigkeit schlechter Qualität aufbereitet. Damit kann sie zur Wiederverwendung vorbereitet werden, was die Verwendung von Frischwasser minimiert.

[0020] In einem Tank befindliche Bohrflüssigkeit guter Qualität wird bevorzugt ausgegeben. Sie kann somit ohne weitere Verarbeitungsschritte zum Bohren verwendet werden. Insbesondere kann sie an ein Bohrgerät ausgegeben werden.

[0021] Besonders bevorzugt wird zum Aufbereiten der Bohrflüssigkeit Bentonit zugesetzt. Diese Substanz hat sich als besonders vorteilhaft bei der Unterstützung eines Bohrvorgangs erwiesen. Insbesondere ist sie ein gutes Gleitmittel.

[0022] Zum Aufbereiten wird die aufzubereitende Bohrflüssigkeit bevorzugt im Kreislauf gepumpt. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Durchführung der Aufbereitung, bis die gewünschte Qualität erreicht ist.

[0023] Während der Aufbereitung in einem Tank befindlicher Bohrflüssigkeit wird geschickter Weise gleichzeitig Bohrflüssigkeit aus einem anderen Tank ausgegeben. Damit kann der Bohrprozess weitergeführt werden, ohne auf die Beendigung der Aufbereitung warten zu müssen. Insbesondere kann der Bohrprozess auf diese Weise ununterbrochen fortgeführt werden.

[0024] Gemäß einer Weiterbildung wird die Qualität ausgegebener Bohrflüssigkeit gemessen und gespeichert. Dies erlaubt eine vorteilhafte Dokumentation während der Bohrung, so dass beispielsweise bei auftretenden Problemen die Qualität der Bohrflüssigkeit jederzeit nachvollzogen werden kann.

[0025] Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, welche insbesondere dazu ausgebildet ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen. Dabei kann auf alle jeweils beschriebenen Ausführungen und Varianten zurückgegriffen werden.

[0026] Die Erfindung betrifft dabei insbesondere eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, welche folgendes aufweist:

- eine Reinigungsanordnung zum Reinigen zugeführter Bohrflüssigkeit,
- eine Tankanordnung zum Lagern gereinigter Bohrflüssigkeit, welche mit der Reinigungsanordnung fluidisch verbunden ist, und
- eine Aufbereitungsanordnung zum Aufbereiten gereinigter Bohrflüssigkeit, welche mit der Tankanordnung fluidisch verbunden ist.

[0027] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung ist vorzugsweise auf einem Fahrzeug montiert. Dies kann insbesondere den Transport erleichtern. Sie kann auch dazu ausgebildet sein, dass sie auf dem Fahrzeug verbleibend in einen betriebsbereiten Zustand versetzbar ist. Damit kann insbesondere der Aufwand am Ort des

Einsatzes erheblich verringert werden.

[0028] Es sei jedoch erwähnt, dass das erfindungsgemäße Verfahren ebenso mit einer stationären Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung ausführbar ist.

[0029] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung kann vorteilhaft unmittelbar auf dem Fahrzeug verwendet werden, so dass umständliches Entladen und andere Tätigkeiten wie Verkabelung oder geeignetes Zusammenschließen von Behältern entfallen.

[0030] Das Fahrzeug kann insbesondere ein Lastkraftwagen, ein Anhänger, ein Eisenbahnwagen oder ein Schiff sein. Dies ermöglicht einen geeigneten Transport zu einem Einsatzort. Auch andere Fahrzeuge sind jedoch grundsätzlich denkbar.

[0031] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung kann insbesondere auf dem Fahrzeug in einem betriebsbereiten Zustand montiert sein. Damit kann die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung unmittelbar verwendet werden, ohne dass weitere Arbeiten notwendig sind. Es werden dann typischerweise nur noch Schläuche zum Zuführen und Ableiten von Bohrflüssigkeit sowie gegebenenfalls Kabel zur Versorgung mit elektrischer Energie und zur Kommunikation mit Steuerungsgeräten und ähnlichen Einrichtungen angeschlossen. Eventuell kann beispielsweise noch eine Mulde neben der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung aufgestellt werden, auf welche weiter unten näher eingegangen wird.

[0032] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung weist gemäß einer bevorzugten Ausführung einen Generator zur Stromversorgung auf. Damit kann eine Stromversorgung an Ort und Stelle ohne zusätzlichen Aufwand erreicht werden. Insbesondere kann auf das eigene Verlegen einer Stromleitung oder auf das Aufstellen eines separaten Generators verzichtet werden.

[0033] Die Elemente der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung sind bevorzugt elektrisch betreibbar, insbesondere können alle elektrisch betreibbar sein. Damit kann insbesondere in Innenstädten der Betrieb der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung erleichtert werden, da in solchen Gebieten typischerweise Strom unproblematisch zur Verfügung steht, gleichzeitig aber der Betrieb eines Dieselaggregats aufgrund von Lärm und Abgasen zu Problemen mit Anwohnern führen würde.

[0034] Alternativ können die Elemente oder einige der Elemente der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung jedoch auch andersartig, beispielsweise zum Betrieb mittels Hydraulik und/oder über eine zentrale Welle ausgelegt sein. Dies erlaubt beispielsweise einen Antrieb mittels eines Verbrennungsmotors. Eine Hydraulikpumpe oder eine zentrale Welle können jedoch wiederum auch elektrisch betrieben werden.

[0035] Gemäß einer Weiterbildung ist der Generator zu seinem Antrieb mit einem Motor des Fahrzeugs verbunden. Damit kann auf einen separaten Antrieb verzichtet werden, was Platz und Gewicht spart. Ein Fahrzeug-

motor, beispielsweise der normale Hauptmotor eines LKW, ist typischerweise problemlos dazu in der Lage, einen Generator mit ausreichender Leistung für eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung anzutreiben.

[0036] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung kann jedoch gemäß einer Ausführung auch einen elektrischen Anschluss, insbesondere einen Starkstromanschluss, zur Stromversorgung aufweisen. Damit kann ein lokal vorhandenes Stromnetz, wie es beispielsweise in städtischen Gebieten meist problemlos verfügbar ist, genutzt werden.

[0037] Geschickter Weise weist die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung eine Kamera zur Überwachung, insbesondere der Reinigungsanordnung, auf. Bei Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtungen gemäß dem Stand der Technik ist es üblich, dass allein zur Überwachung der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, und darin insbesondere der Reinigungsanordnung, eine Bedienperson abgestellt werden muss, um Fehlfunktionen oder sonstige Probleme möglichst frühzeitig erkennen zu können. Dies führt zu zusätzlichem personellem Aufwand. Mittels einer Kamera kann die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung fernüberwacht werden. Beispielsweise kann sie vorteilhaft von dem gleichen Bediener überwacht werden, welcher auch andere Steuerungs- und Überwachungsaufgaben wahrnimmt und/oder den Bohrprozess überwacht bzw. durchführt.

[0038] Vorteilhaft ist die Kamera derart ausgerichtet, dass sie zumindest die Reinigungsanordnung im Sichtfeld hat. Dies ermöglicht die Überwachung des meist kritischsten Bereichs.

[0039] Gemäß einer Weiterbildung weist die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung ein Steuerungsgerät zur drahtlosen oder drahtgebundenen Fernsteuerung, insbesondere zur Anzeige und/oder Steuerung von Betriebsparametern der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, auf. Dies ermöglicht eine optimale Konzentration der Überwachungsaufgaben in den Händen von bevorzugt nur einer Person. Vorteilhaft ist dabei eine bidirektionale Kommunikation zwischen Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung und Steuerungsgerät möglich, so dass sowohl Parameter oder andere Daten zur Überwachung auf das Steuerungsgerät übertragen werden können, wie auch ein Einstellen bzw. Ändern von Parametern mittels des Steuerungsgeräts möglich ist.

[0040] Das Steuerungsgerät ist vorteilhaft dazu konfiguriert, ein Bild, eine Bildfolge oder ein Video der Kamera auf einem Display anzuzeigen. Damit kann das Steuerungsgerät gleichzeitig nicht nur für allgemeine Steuerungs- und Überwachungsfunktionen, sondern auch zur kamerabasierten Überwachung der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, insbesondere der Reinigungsanordnung, verwendet werden.

[0041] Gemäß einer bevorzugten Ausführung weist die Reinigungsanordnung zumindest ein Rüttelsieb bzw. einen Shaker auf. Ein solcher kann insbesondere gröbe-

re Verunreinigungen in zu reinigender Bohrflüssigkeit entfernen. Dabei kann beispielsweise ein Sieb vorgesehen sein, auf welches die zugeführte Bohrflüssigkeit geleitet wird und welches elektrisch oder in sonstiger Art und Weise gerüttelt, also beispielsweise horizontal hin und her bewegt wird.

[0042] Gemäß einer Weiterbildung weist die Reinigungsanordnung eine automatisierte, insbesondere durch eine Steuerung überwachte Nivellierung auf. Damit können manuelle Nivellierungsschritte, wie sie ansonsten beispielsweise zur Sicherstellung des problemlosen Laufs einer Zentrifuge oder eines Rüttelsiebes erforderlich sein können, vermieden werden. Dies kann die Zeit bis zum Beginn eines Bohrprozesses erheblich verkürzen und steigert auch erheblich die Effizienz beim Reinigen.

[0043] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung weist die Reinigungsanordnung eine Zentrifuge auf. Diese kann vorzugsweise dem Rüttelsieb nachgeschaltet sein. Mittels einer solchen Zentrifuge können insbesondere noch feinere Schmutzpartikel aus der Bohrflüssigkeit ausgefiltert werden als mittels des Rüttelsiebs.

[0044] Die Zentrifuge kann insbesondere eine Leistungsregelung aufweisen. Diese kann beispielsweise die Drehzahl der Zentrifuge und/oder eine Betriebsdauer regeln. Insbesondere kann sie hierfür auf eine eingangs gemessene Qualität der zugeführten Bohrflüssigkeit zurückgreifen, wobei beispielsweise ein Anteil an Schmutzpartikeln oder an Schlamm als Qualitätsfaktor herangezogen werden kann. Bei bereits guter Qualität der zugeführten Bohrflüssigkeit kann beispielsweise nur kurz und/oder nur schwach zentrifugiert werden.

[0045] Damit kann elektrische Energie eingespart werden, welche typischerweise am Einsatzort nur begrenzt zur Verfügung steht. Eine identische oder ähnliche Leistungsregelung kann im Übrigen auch für das Rüttelsieb vorgesehen sein.

[0046] Die Reinigungsanordnung kann insbesondere dazu ausgebildet sein, abgetrennte Feststoffe, insbesondere aus dem Rüttelsieb und/oder aus der Zentrifuge, in eine Mulde abzugeben. Eine solche Mulde kann Bestandteil der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung sein. Sie kann beispielsweise in Form eines Containers auf dem Fahrzeug ausgebildet sein, wobei der Container zum Entleeren bevorzugt kippbar und/oder entnehmbar ausgebildet ist. Die Mulde kann jedoch auch separat zur Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung sein. Beispielsweise kann sie als Container ausgebildet sein, welcher neben der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung steht. Ein solcher Container kann beispielsweise unmittelbar am Einsatzort vor Inbetriebnahme der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung angeliefert und neben die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung gestellt werden. Dies steht nicht der Möglichkeit entgegen, dass die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung einsatzbereit auf dem Fahrzeug angeordnet ist. Nachdem die Mulde bzw. der Container voll ist kann er einfach durch einen neuen Container ersetzt werden. Al-

ternativ ist es jedoch beispielsweise auch denkbar, dass anstelle eines Containers auch eine im Erdboden ausgebildete Mulde verwendet wird. Beispielsweise kann dies in abgelegenen Gebieten erfolgen, wo die Mulde nach der Füllung zugeschüttet und auf eine aufwändige Entsorgung verzichtet werden kann. Die im Erdboden ausgebildete Mulde kann auch separat geleert werden, beispielsweise durch Absaugung oder mittels eines Baggers.

[0047] Bevorzugt weist die Tankanordnung zumindest einen ersten Tank und einen zweiten Tank auf, welche insbesondere redundant und/oder hierarchisch verbunden sind. Damit können zahlreiche Varianten beim Betrieb realisiert werden, welche mit nur einem Tank nicht möglich sind und welche zu einem verbesserten Betriebsverhalten führen. Hierauf wird insbesondere weiter unten näher eingegangen werden.

[0048] Unter einer redundanten Verbindung kann insbesondere verstanden werden, dass die Tanks in ähnlicher oder gleicher Weise verwendet werden können. Unter einer hierarchischen Verbindung kann insbesondere verstanden werden, dass die Tanks für unterschiedliche Verwendungen schaltbar sind, beispielsweise wie weiter unten beschrieben zur Aufbereitung und Entleerung. Es sei jedoch verstanden, dass diese Hierarchie nicht dauerhaft festgelegt sein muss sondern sich beispielsweise auch umdrehen kann.

[0049] Der erste Tank und der zweite Tank können insbesondere über eine Anzahl von Leitungen mit daran angeordneten Ventilen mit der Reinigungsanordnung zum selektiven Zuführen von Bohrflüssigkeit in die Tanks verbunden sein. Beispielsweise kann damit Bohrflüssigkeit selektiv in einen der Tanks geleitet werden. So kann beispielsweise (regenerierte) Bohrflüssigkeit guter Qualität in einem Tank zur weiteren Verwendung ohne Aufbereitung gesammelt werden. Bohrflüssigkeit guter Qualität kann auch in einem Tank mit Bohrflüssigkeit schlechter Qualität vermischt werden, um insgesamt eine akzeptable Qualität zu erreichen. Auch kann Bohrflüssigkeit schlechter Qualität in einem Tank zur Aufbereitung gesammelt werden. Damit kann eine Aufbereitung von Bohrflüssigkeit schlechter Qualität effizient erfolgen, während beispielsweise gleichzeitig Bohrflüssigkeit guter Qualität aus einem anderen Tank zum Bohren verwendet wird. Durch die selektive Steuerung der Zuführung von Bohrflüssigkeit in die Tanks kann insbesondere die Menge an aufzubereitender Bohrflüssigkeit verringert werden, es kann insbesondere davon abgesehen werden, Bohrflüssigkeit guter Qualität aufzubereiten. Damit können sowohl elektrische Energie wie auch Substanzen, welcher zur Aufbereitung verwendet werden wie beispielsweise Bentonit, eingespart werden, was die Versorgung der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung deutlich vereinfacht.

[0050] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung sind der erste Tank und der zweite Tank über eine Anzahl von Leitungen mit daran angeordneten Ventilen mit der Aufbereitungsanordnung zum selektiven Zuführen von

Bohrflüssigkeit zu der Aufbereitungsanordnung verbunden. Durch geeignete Steuerung bzw. Schaltung der Ventile kann somit eine selektive Befüllung der Tanks erfolgen.

Die Aufbereitungsanordnung kann ebenso vorteilhaft über eine Anzahl von Leitungen mit daran angeordneten Ventilen mit dem ersten Tank und dem zweiten Tank zum selektiven Zuführen von Bohrflüssigkeit in die Tanks verbunden sein. Dies ermöglicht insbesondere ein selektives Zuführen von aufbereiteter Bohrflüssigkeit in die Tanks.

[0051] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist die Reinigungsanordnung mit der Aufbereitungsanordnung über eine erste Verbindungsleitung und eine zweite Verbindungsleitung verbunden, wobei in der ersten Verbindungsleitung von der Reinigungsanordnung her gesehen ein erstes Ventil, ein zweites Ventil und ein drittes Ventil angeordnet sind, wobei die zweite Verbindungsleitung über das erste Ventil und das zweite Ventil fluidisch parallel zur ersten Verbindungsleitung angeordnet ist, wobei eine erste Abzweigungsleitung zwischen dem ersten Ventil und dem zweiten Ventil von der ersten Verbindungsleitung abzweigt und mit dem ersten Tank verbunden ist, wobei in der zweiten Verbindungsleitung ein viertes Ventil und ein fünftes Ventil angeordnet sind, und wobei eine zweite Abzweigungsleitung von der zweiten Verbindungsleitung zwischen dem vierten Ventil und dem fünften Ventil abzweigt und mit dem zweiten Tank verbunden ist. Dies ermöglicht eine besonders hohe Flexibilität, wie weiter unten mit Bezug auf die Ausführungsbeispiele beschrieben wird.

[0052] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist die Aufbereitungsanordnung mit einer Bohrflüssigkeitsableitung über eine dritte Verbindungsleitung und eine vierte Verbindungsleitung verbunden, wobei in der dritten Verbindungsleitung ein sechstes Ventil und ein siebtes Ventil angeordnet sind, wobei die vierte Verbindungsleitung über das sechste Ventil und das siebte Ventil fluidisch parallel zur dritten Verbindungsleitung angeordnet ist, wobei eine dritte Abzweigungsleitung zwischen dem sechsten Ventil und dem siebten Ventil von der dritten Verbindungsleitung abzweigt und mit dem ersten Tank verbunden ist, wobei in der vierten Verbindungsleitung ein achtes Ventil und ein neuntes Ventil angeordnet sind, und wobei eine vierte Abzweigungsleitung von der vierten Verbindungsleitung zwischen dem achten Ventil und dem neunten Ventil abzweigt und mit dem zweiten Tank verbunden ist. Auch dies ermöglicht eine besonders hohe Flexibilität, wie weiter unten mit Bezug auf die Ausführungsbeispiele beschrieben wird.

[0053] Geschickter Weise weist die Aufbereitungsanordnung eine Mischeinheit zum Zumischen von Substanzen, insbesondere von Bentonit, in die Bohrflüssigkeit auf. Dies ermöglicht eine Aufbereitung der Bohrflüssigkeit durch Zumischen einer solchen Substanz, insbesondere einer Substanz die sich für die Unterstützung des Bohrprozesses als vorteilhaft erwiesen hat.

[0054] Die Mischeinheit weist bevorzugt einen Vorrats-

behälter, insbesondere für Bentonit, auf. Dies ermöglicht eine Bevorratung eines der Bohrflüssigkeit zum Aufbereiten zuzuführenden Stoffes unmittelbar innerhalb der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung. Auf separate Lagerhaltung kann damit vorteilhaft verzichtet werden.

[0055] Gemäß einer Weiterbildung kann fluidisch ausgangsseitig zur Reinigungsanordnung eine Pumpe angeordnet sein. Dies kann gereinigte Bohrflüssigkeit von der Reinigungsanordnung weg und beispielsweise in die bereits erwähnten Tanks pumpen.

[0056] Die Aufbereitungsanordnung kann vorteilhaft eine Aufbereitungspumpe aufweisen. Damit kann aufbereitete oder aufzubereitende Bohrflüssigkeit mittels der Aufbereitungspumpe in die Tanks bzw. einen der Tanks gepumpt werden. Dies kann insbesondere vorteilhaft sein, wenn Bohrflüssigkeit zum Aufbereiten im Kreislauf gepumpt wird.

[0057] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist fluidisch vor der Bohrflüssigkeitsableitung eine Transferpumpe angeordnet. Diese kann insbesondere dazu verwendet werden, um von der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung regenerierte Bohrflüssigkeit unter Druck zu setzen, bevor sie ausgegeben wird, um beispielsweise dafür zu sorgen, dass sie mit einem bestimmten Druck an einem Bohrgerät ankommt bzw. mit einer Hochdruckpumpe zum Bohrkopf gepumpt wird.

[0058] Die Reinigungsanordnung kann insbesondere eine Schneckenpumpe aufweisen, welche insbesondere fluidisch zwischen Rüttelsieb und Zentrifuge angeordnet ist. Diese kann Bohrflüssigkeit, welche mittels des Rüttelsiebs beispielsweise von gröberen Verunreinigungen befreit wurde, zur Zentrifuge fördern, wo eine noch bessere Reinigung vorgenommen werden kann. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass beispielsweise bei ausreichender Qualität bereits nach dem Rüttelsieb die Zentrifuge auch umgangen werden kann, um auf diese Weise Energie einzusparen. Ebenso könnte bei entsprechender Qualität das Rüttelsieb umgangen werden, so dass zugeführte Bohrflüssigkeit unmittelbar in die Zentrifuge geleitet wird.

[0059] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung weist bevorzugt einen Zulauf auf, welcher mit der Reinigungsanordnung, insbesondere mit dem Rüttelsieb, fluidisch verbunden ist. Somit kann die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung Bohrflüssigkeit aufnehmen und insbesondere unmittelbar dem Rüttelsieb zuführen, was typischerweise die größte Reinigungsstufe darstellt, in welcher somit der größte Schmutz ausgefiltert werden kann.

[0060] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung kann insbesondere eine Steuerungseinheit aufweisen, welche dazu ausgebildet ist, Ventile und/oder Pumpen zu überwachen. Diese Steuerungseinheit kann insbesondere die weiter oben oder sonstwo in dieser Anmeldung beschriebenen Verfahrensmerkmale ausführen. Insbesondere kann sie dazu ausgebildet sein, die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung derart zu steuern, dass der Verbrauch an Energie, beispielsweise

von elektrischer Energie oder von Kraftstoff, und/oder der Verbrauch an Betriebsstoffen oder Zusätzen für die Bohrflüssigkeit minimiert wird. Dies kann zu einer erheblichen Verbesserung der Einsatztauglichkeit führen, da die Versorgung einer Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung mit Energie, Betriebsstoffen oder Zusätzen typischerweise einen sehr großen Aufwand erfordert.

[0061] Die Steuerungsvorrichtung kann beispielsweise als Mikrocontroller, Mikroprozessor, Computer, speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis (ASIC = Application Specific Integrated Circuit) oder als sonstige programmierbare oder festverdrahtete Schaltung ausgeführt sein. Insbesondere kann die Steuerungsvorrichtung Prozessormittel und Speichermittel aufweisen, wobei in den Speichermitteln Programmcode gespeichert ist, bei dessen Ausführung durch die Prozessormittel ein bestimmtes, beispielsweise erfindungsgemäßes Verfahren ausgeführt wird.

[0062] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung kann insbesondere eine Anzahl von Füllstandssensoren aufweisen, welche mit der Steuerungseinheit kommunikativ verbunden sind. Vorteilhaft ist dabei jedem Tank ein jeweiliger Füllstandssensor zugeordnet. Damit können die Füllstände der jeweiligen Tanks überwacht werden. Dies ermöglicht der Steuerungseinheit, die Füllstände bei Steuerungsaufgaben zu berücksichtigen. Beispielsweise kann bei der Entnahme von Bohrflüssigkeit auf einen anderen Tank umgeschaltet werden, wenn ein gerade verwendeter Tank leer ist. Es kann beispielsweise auch für eine in einem Tank befindliche Bohrflüssigkeit schlechter Qualität ein Aufbereitungsvorgang gestartet werden, beispielsweise um bei einer zu geringen Konzentration von Bentonit im Rahmen des Aufbereitungsvorgangs zusätzliches Bentonit zuzusetzen.

[0063] Gemäß einer Weiterbildung kann die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung eine Anzahl von Qualitätssensoren aufweisen, welche mit der Steuerungseinheit kommunikativ verbunden sind. Diese Qualitätssensoren können sowohl für die interne Steuerung wie auch für Dokumentationszwecke verwendet werden.

[0064] Ein Qualitätssensor kann insbesondere Parameter wie einen Gehalt an Bentonit oder eines anderen Zusatzstoffs, einen pH-Wert, einen Gehalt an Schlamm, Schutt, Bohrabraum oder anderen Verunreinigungen, eine Temperatur, eine Dichte, einen (elektrischen) Leitwert, eine Transmission oder einen anderen chemischen oder physikalischen Parameter bestimmen. Es können auch alle oder eine beliebige Unterkombination dieser Parameter gemessen werden. Es kann beispielsweise ein solcher Parameter als Qualitätsindikator verwendet werden. Es können auch mehrere solcher Parameter als Qualitätsindikator verwendet werden. Außerdem kann ein Qualitätsmaß basierend auf mehreren Parametern mittels einer vorgegebenen Rechenvorschrift berechnet werden. Die Parameter können dabei beispielsweise gewichtet werden.

[0065] Es kann beispielsweise von Bohrflüssigkeit gu-

ter Qualität ausgegangen werden, wenn ein bestimmter Parameter einen Schwellenwert unter- oder überschreitet, wenn eine Anzahl von Parametern jeweilige Schwellenwerte unter- oder überschreiten, oder wenn ein Qualitätsmaß einen Schwellenwert unter- oder überschreitet. Ebenso kann mittels solcher Schwellenwerte von Bohrflüssigkeit schlechter Qualität ausgegangen werden. Im Fall von Bohrflüssigkeit guter Qualität kann beispielsweise eine Verwendung der Bohrflüssigkeit zum Bohren vorgesehen werden. Bei Bohrflüssigkeit schlechter Qualität kann beispielsweise ein Aufbereitungsvorgang eingeleitet werden.

[0066] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 kann beispielsweise zumindest einen Druck- und/oder Flusssensor aufweisen, welcher mit der Steuerungseinheit kommunikativ verbunden ist und welcher fluidisch benachbart zur Bohrflüssigkeitsableitung angeordnet ist. Es kann insbesondere auch ein Qualitätssensor fluidisch benachbart zur Bohrflüssigkeitsableitung angeordnet sein. Damit können insbesondere Daten bezüglich Qualität der abgegebenen Bohrflüssigkeit und/oder bezüglich eines abgegebenen Volumenstroms sowie eines Drucks davon erhalten werden. Diese Daten können nicht nur für Steuerungszwecke in der Steuerungsvorrichtung verwendet werden, sondern können insbesondere auch in einer Datenbank gespeichert werden. Mittels einer solchen Speicherung kann eine geeignete Dokumentation erstellt werden, so dass beispielsweise bei am Bohrloch auftretenden Problemen nachvollzogen werden kann, ob vielleicht ein Problem mit der Bohrflüssigkeit vorliegt. Auch im Fall der Geltendmachung von Schadensersatzansprüchen können die dokumentierten Daten beispielsweise dazu verwendet werden, um einen einwandfreien Betrieb der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung nachweisen zu können.

[0067] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist jedem Tank ein Qualitätssensor zugeordnet. Damit kann die Qualität in den Tanks unabhängig überwacht werden, so dass beispielsweise bestimmt werden kann, welcher Tank als Quelle für auszugebende Bohrflüssigkeit in Frage kommt und für welchen Tank ein Aufbereitungsvorgang eingeleitet werden soll. Geschickterweise erfolgt die Dokumentation bezogen auf die Bohrtiefe, sodass der Bohrfortschritt dokumentiert ist.

[0068] Bevorzugt ist der Aufbereitungsanordnung ein Qualitätssensor zugeordnet. Ein solcher Qualitätssensor kann vor einer Stelle, an welcher eine Aufbereitung stattfindet, oder auch danach vorgesehen sein. Es können auch jeweilige Qualitätssensoren vor und nach einer solchen Stelle vorgesehen sein.

[0069] Mit einem Qualitätssensor vor einer solchen Stelle kann insbesondere ermittelt werden, wie intensiv eine Aufbereitung erfolgen soll. Mit einem Qualitätssensor nach einer solchen Stelle kann insbesondere ermittelt werden, wie effektiv die Aufbereitung war. Außerdem kann die Aufbereitung damit gesteuert und/oder geregelt werden.

[0070] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung

100 weist gemäß einer bevorzugten Ausführung zumindest einen Eingangsflusssensor auf, welcher mit der Steuerungseinheit kommunikativ verbunden ist, wobei der Eingangsflusssensor fluidisch vor der Reinigungsanordnung angeordnet ist. Damit kann insbesondere eine Qualität der Bohrflüssigkeit bereits am Anfang der Behandlung ermittelt werden. Beispielsweise kann abhängig von der an dieser Stelle gemessenen Qualität entschieden werden, ob und mit welcher Intensität und/oder mit welcher Dauer die Bohrflüssigkeit mittels des Rüttelsiebs oder mittels der Zentrifuge, oder allgemeiner mittels der Reinigungsanordnung zu behandeln ist.

[0071] Die Steuerungseinheit kann insbesondere dazu konfiguriert sein, mittels der Qualitätssensoren eine Qualität, insbesondere einen Gehalt an Bentonit, von Bohrflüssigkeit in dem ersten Tank und dem zweiten Tank zu überwachen. Damit kann insbesondere entschieden werden, wie mit den Bohrflüssigkeiten in den jeweiligen Tanks weiter verfahren werden soll.

[0072] Die Steuerungseinheit kann bevorzugt dazu konfiguriert sein, ansprechend auf eine als zu gering erkannte Qualität einen Aufbereitungsprozess für die Bohrflüssigkeit in dem jeweiligen Tank einzuleiten. Damit kann Bohrflüssigkeit, welche im momentanen Zustand nicht verwendbar ist, wieder in einen verwendbaren Zustand überführt werden. Damit kann Wasser eingespart werden. Gleichzeitig wird dafür gesorgt, dass lediglich Bohrflüssigkeit aufbereitet wird, bei welcher dies auch tatsächlich nötig ist. Damit können Betriebsstoffe, Zusätze und Energie eingespart werden.

[0073] Die Steuerungseinheit kann dazu konfiguriert sein, zum Einleiten eines Aufbereitungsprozesses für eine Bohrflüssigkeit in einen Tank Ventile derart zu schalten, dass die in dem jeweiligen Tank gelagerte Bohrflüssigkeit durch die Aufbereitungsanordnung und zurück in den Tank geleitet wird. Dies kann einem Pumpen im Kreislauf entsprechen.

[0074] Die Steuerungseinheit ist bevorzugt dazu konfiguriert, während eines Aufbereitungsprozesses für eine Bohrflüssigkeit in einem Tank Ventile so zu schalten, dass Bohrflüssigkeit aus der Reinigungsanordnung in den anderen Tank geleitet wird. Damit kann die Reinigung und Lagerung von Bohrflüssigkeit weiterlaufen, auch wenn ein Tank gerade nicht weiter befüllt werden kann, weil die darin gelagerte Bohrflüssigkeit gerade aufbereitet wird.

[0075] Die Steuerungseinheit kann insbesondere dazu konfiguriert sein, während eines Aufbereitungsprozesses für eine Bohrflüssigkeit in einem Tank Ventile so zu schalten, dass Bohrflüssigkeit aus dem anderen Tank zur Bohrflüssigkeitsableitung geleitet wird. Damit kann auch der Bohrbetrieb weiterlaufen, auch wenn die in einem Tank befindliche Bohrflüssigkeit gerade gereinigt wird.

[0076] Die Aufbereitungsanordnung kann geschickter Weise während eines Aufbereitungsprozesses Bentonit in die Bohrflüssigkeit zuführen. Bentonit hat sich als besonders vorteilhaft zur Unterstützung eines Bohrprozesses

erwiesen. Jedoch können auch andere Zusätze zugeführt werden.

[0077] Die Steuerungseinheit kann insbesondere dazu konfiguriert sein, in Abhängigkeit von der jeweiligen Qualität von Bohrflüssigkeit in den Tanks die Zufuhr von Bohrflüssigkeit aus der Reinigungsanordnung in die Tanks zu steuern. So kann beispielsweise Bohrflüssigkeit guter Qualität in einem Tank zur Weiterverwendung gesammelt werden oder Bohrflüssigkeit schlechter Qualität in einem Tank zur Aufbereitung gesammelt werden.

[0078] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist die Steuerungseinheit dazu konfiguriert, in Abhängigkeit von der jeweiligen Qualität von Bohrflüssigkeit in den Tanks die Zufuhr von Bohrflüssigkeit aus den Tanks zur Bohrflüssigkeitsableitung derart zu steuern, dass ausschließlich Bohrflüssigkeit aus einem Tank, dessen Bohrflüssigkeit eine vorgegebene Mindestqualität aufweist, zur Bohrflüssigkeitsableitung geleitet wird. Damit kann die Qualität der auszugebenden Bohrflüssigkeit sichergestellt werden, so dass sie den Bohrprozess in geeigneter Weise unterstützten kann und Fehlfunktionen vermieden werden.

[0079] Vorteilhaft ist die Steuerungseinheit dazu konfiguriert, in Abhängigkeit von einem eingangsseitigen Fluss, insbesondere einem eingangsseitigen Fluss an Bohrschlamm, eine Geschwindigkeit der Zentrifuge und/oder eine Pumpleistung der Schneckenpumpe zu steuern. Damit kann Energie eingespart werden, beispielsweise wenn bei niedrigem Fluss an Bohrschlamm die Geschwindigkeit der Zentrifuge verringert wird.

[0080] Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Bohranordnung, aufweisend zumindest ein Bohrgerät und eine erfindungsgemäße Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung. Damit können die erwähnten Vorteile einer erfindungsgemäßen Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung für eine Bohranordnung nutzbar gemacht werden. Hinsichtlich der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung kann auf alle in dieser Anmeldung beschriebenen Ausführungen und Varianten zurückgegriffen werden.

[0081] Das Bohrgerät kann insbesondere zur Durchführung von Horizontalbohrungen oder von Vertikalbohrungen ausgeführt sein. Für derartige Bohrungen kann die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung vorteilhaft verwendet werden, um mit geringstmöglichem Aufwand die Versorgung mit der Bohrung unterstützender Bohrflüssigkeit bereitzustellen.

Bevorzugt ist eine Vorlaufleitung mit der Bohrflüssigkeitsableitung zum Liefern von Bohrflüssigkeit an das Bohrgerät verbunden. Damit kann Bohrflüssigkeit direkt von der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung an das Bohrgerät geliefert und im Bohrprozess verwendet werden.

[0082] Bevorzugt ist eine Rücklaufleitung mit dem Zulauf zum Zuführen von Bohrflüssigkeit von dem Bohrgerät, insbesondere von mit Bohrschlamm versetzter Bohrflüssigkeit, an die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung verbunden. Dies ermöglicht auch eine unmittel-

bare Rückführung der Bohrflüssigkeit zum Regenerieren an die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung.

[0083] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist das Bohrgerät über das Steuerungsgerät der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung steuerbar und/oder überwachbar. Damit kann ein einziges Gerät zur Steuerung und Überwachung sowohl der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung wie auch des Bohrgeräts verwendet werden. Vorteilhaft ist hierfür insbesondere lediglich eine Bedienperson erforderlich. Im Vergleich zu Ausführungen gemäß dem Stand der Technik, in welchem typischerweise mehrere Bedienpersonen erforderlich waren, beispielsweise eine Bedienperson zum Steuern des Bohrvorgangs und eine Bedienperson zur Überwachung der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, ist somit eine deutliche Einsparung an Personalkosten möglich.

[0084] Das Steuerungsgerät kann insbesondere ein Display mit zwei Fenstern aufweisen, wobei auf einem ersten Fenster beispielsweise Betriebsparameter der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung und gegebenenfalls auch des Bohrgeräts angezeigt werden können, während auf einem zweiten Fenster ein Videostream der bereits erwähnten Videokamera angezeigt werden kann. Dies ermöglicht eine besonders intuitive und einfache Überwachung der gesamten Bohranordnung.

In diesem Zusammenhang wird insbesondere darauf hingewiesen, dass alle in Bezug auf die Vorrichtung beschriebenen Merkmale und Eigenschaften aber auch Verfahrensweisen sinngemäß auch bezüglich der Formulierung des erfindungsgemäßen Verfahrens übertragbar und im Sinne der Erfindung einsetzbar und als mitoffenbart gelten. Gleiches gilt auch in umgekehrter Richtung, das bedeutet, nur im Bezug auf das Verfahren genannte, bauliche also vorrichtungsgemäße Merkmale können auch im Rahmen der Vorrichtungsansprüche berücksichtigt und beansprucht werden und zählen ebenfalls zur Offenbarung.

[0085] In der Zeichnung ist die Erfindung insbesondere in Ausführungsbeispielen schematisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1: eine Bohranordnung

Fig. 2: eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 3: eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0086] In den Figuren sind gleiche oder einander entsprechende Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden daher, sofern nicht zweckmäßig, nicht erneut beschrieben. Die in der ge-

samten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sind sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragbar. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiterhin können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

[0087] Figur 1 zeigt eine Bohranordnung 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Bohranordnung 1 weist ein Fahrzeug 10 in Form eines Lastkraftwagens auf. Auf dem Fahrzeug 10 ist eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 aufgebaut, auf welche später genauer eingegangen wird. Insbesondere kann mittels der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt werden.

[0088] Es sei verstanden, dass in dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eine mobile Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 gezeigt ist, da sie auf dem Fahrzeug 10 montiert ist. Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl auf einer mobilen wie auch mittels einer stationären Bohrflüssigkeitsaufbereitungsvorrichtung verwendet werden.

[0089] Die Bohranordnung 1 weist ferner ein Bohrgerät 20 auf, welches hier nur schematisch als Gerät zur Durchführung von Horizontalbohrungen gezeigt ist.

[0090] Von der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 zu dem Bohrgerät 20 verläuft eine Vorlaufleitung 30. In der Gegenrichtung verläuft eine Rücklaufleitung 35. Dies ermöglicht eine Versorgung des Bohrgeräts 20 mit Bohrflüssigkeit und außerdem eine Rückführung von verbrauchter Bohrflüssigkeit von dem Bohrgerät 20 zur Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100.

[0091] Neben dem Fahrzeug 10 steht eine Mulde 40 in Form eines Containers. Wie weiter unten noch näher beschrieben werden wird dient die Mulde 40 zur Aufnahme von aus regenerierter Bohrflüssigkeit entferntem Schmutz oder Bohrschlamm.

[0092] Zur Steuerung der Bohranordnung 1 ist schematisch ein Bediener 50 gezeigt. Hierbei handelt es sich um einen einzelnen Menschen, welcher dazu in der Lage ist, sowohl den Bohrprozess, welcher durch das Bohrgerät 20 durchgeführt wird, wie auch eine Regenerierung vom Bohrflüssigkeit durch die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 zu überwachen.

[0093] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist eine Reinigungsanordnung 110 und eine Tankanordnung 120 auf. Die Reinigungsanordnung 110 weist ein Rüttelsieb 112 und eine Zentrifuge 114 auf. Die Tankanordnung 120 weist einen ersten Tank 122 und einem zweiten Tank 126 auf. Die Zentrifuge 114 wird von einem Antrieb 115, zum Beispiel einem Elektromotor, an-

getrieben. Der Antrieb 115 ist steuerungstechnisch über eine Leitung mit der Steuerungseinheit 105 verbunden.

[0094] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist einen Zulauf 102 zum Zuführung von Bohrflüssigkeit auf, an welchem die Rücklaufleitung 35 angeschlossen ist. Damit gelangt Bohrflüssigkeit, nachdem sie einen Bohrprozess unterstützt hat und typischerweise mit Bohrschlamm, Schutt oder anderen Verunreinigungen versetzt ist, in die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100, um zur weiteren Verwendung regeneriert zu werden.

[0095] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist ferner eine Bohrflüssigkeitsableitung 103 auf, an welche regenerierte Bohrflüssigkeit ausgegeben wird. An der Bohrflüssigkeitsableitung 103 ist die Vorlaufleitung 30 angeschlossen, um regenerierte Bohrflüssigkeit zum Bohrgerät 20 zu leiten.

Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist eine Kamera 195 auf, mittels welcher die sonstigen Elemente der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100, insbesondere der Reinigungsanordnung 110, überwacht werden können. Hierzu befindet sich die Reinigungsanordnung 110 in Sichtfeld der Kamera 195.

[0096] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist ferner ein Steuerungsgerät 190 auf, welches vorliegend drahtgebunden mit den auf dem Fahrzeug 10 montierten Elementen der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 verbunden ist. Das Steuerungsgerät 190 ist dazu ausgebildet, Betriebsparameter der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 anzuzeigen, so dass der Bediener 50 diese zur Kenntnis nehmen kann. Das Steuerungsgerät 190 ist auch dazu ausgebildet, einen Videostream der Kamera 195 auf einem Display anzuzeigen, so dass eine unmittelbare visuelle Überwachung der Reinigungsanordnung 110 durch den Bediener 50 möglich ist.

[0097] Das Steuerungsgerät 190 ist vorliegend nicht nur zur Steuerung und Überwachung der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100, sondern auch zur Steuerung und Überwachung des Bohrgeräts 20 ausgebildet. Hierzu werden Betriebsparameter des Bohrgeräts 20 auf dem Steuerungsgerät 190 angezeigt und das Steuerungsgerät 190 ist auch dazu ausgebildet, Betriebsparameter des Bohrgeräts 20 einzustellen. Damit kann der komplette Bohrprozess, welcher von dem Bohrgerät 20 ausgeführt wird, mit dem gleichen Steuerungsgerät 190 überwacht und gesteuert werden, mit welchem auch die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 überwacht und gesteuert wird. Dies führt zu einer besonders vorteilhaften Einsparung an notwendigen personellen Ressourcen.

[0098] Die detaillierte Ausgestaltung der auf dem Fahrzeug 10 befindlichen Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 kann gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel sein, welches in Figur 2 dargestellt ist, oder auch gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, welches in Figur 3 dargestellt ist. Beide Ausführungsbeispiele werden nachfolgend detailliert beschrieben.

[0099] Figur 2 zeigt eine Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0100] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist eine Reinigungsanordnung 110 auf. Die Reinigungsanordnung 110 weist ein Rüttelsieb 112 und eine Zentrifuge 114 auf. In das Rüttelsieb 112 mündet ein Zulauf 102 zum Zuführen von Bohrflüssigkeit. Daran ist die Rücklaufleitung 35 angeschlossen, welche bereits weiter oben mit Bezug auf Figur 1 erwähnt wurde.

[0101] Das Rüttelsieb 112 ist dazu ausgebildet, besonders groben Schmutz und Bohrschlamm aus der zugeführten Bohrflüssigkeit zu entfernen. Anschließend wird die Bohrflüssigkeit von einer Schneckenpumpe 116 der Reinigungsanordnung 110 zu der Zentrifuge 114 weiter befördert. In der Zentrifuge 114 werden feinere Partikel aus der Bohrflüssigkeit entfernt.

[0102] Abgetrennte Feststoffe aus der Bohrflüssigkeit werden sowohl von dem Rüttelsieb 112 wie auch von der Zentrifuge 114 in die Mulde 40 ausgegeben, welche wie bereits in Figur 1 gezeigt neben dem Fahrzeug 10 steht. Dies ermöglicht eine unproblematische Handhabung und Entsorgung.

[0103] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist ferner eine Tankanordnung 120 auf. Tankanordnung 120 weist einen ersten Tank 122 und einem zweiten Tank 126 auf.

[0104] Die beiden Tanks 122, 126 können selektiv mit Bohrflüssigkeit gefüllt werden, welche von der Reinigungsanordnung 110 gereinigt wurde. Hierzu dient zunächst eine Förderpumpe 140, welche die Bohrflüssigkeit aus der Reinigungsanordnung 110 ansaugt und in Richtung der Tankanordnung 120 weiterpumpt.

[0105] An die Förderpumpe 140 ist eine Verbindungsleitung 142 angeschlossen, an welcher unter anderem eine erste Abzweigleitung 180 und eine zweite Abzweigleitung 182 angeschlossen sind. Die erste Abzweigleitung 180 führt dabei zu den ersten Tank 122, wohingegen die zweite Abzweigleitung 182 zu dem zweiten Tank 126 führt. In der ersten Abzweigleitung ist ein erstes Ventil 150 angeordnet. In der zweiten Abzweigleitung 182 ist ein zweites Ventil 152 angeordnet. Die beiden Ventile 150, 152 sind dabei unabhängig voneinander steuerbar. Dies ermöglicht es, den Zulauf von Bohrflüssigkeit zu den beiden Tanks 122, 126 separat zu steuern.

[0106] Des Weiteren sind an der ersten Verbindungsleitung 142 ein erster Wasserzulauf 146 und ein zweiter Wasserzulauf 148 angeordnet. Die beiden Wasserzulaufe 146, 148 sind dazu ausgebildet, selektiv Frischwasser zuzuführen. Damit kann Frischwasser in die Bohrflüssigkeit, welche sich in der Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 befindet, zugeführt werden, um dessen Qualität zu verbessern oder Verluste auszugleichen, sofern dies erforderlich ist.

[0107] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 weist des Weiteren eine Aufbereitungsanordnung 130 auf. Die Aufbereitungsanordnung 130 weist eine Aufbereitungspumpe 134 (mit Antriebsmotor) und eine

Mischeinheit 132 auf. Die Mischeinheit 132 ist dabei ausgangsseitig zur Aufbereitungspumpe 134 angeordnet. Ausgangsseitig zur Mischeinheit 132 ist die Aufbereitungsanordnung 130 mit der ersten Verbindungsleitung 142 verbunden. Dabei ist ausgangsseitig zur Aufbereitungsanordnung 130 ein drittes Ventil 154 angeordnet, welches ebenfalls separat steuerbar ist und beispielsweise beim Einfüllen von Bohrflüssigkeit aus der Reinigungsanordnung 110 in die Tankanordnung 120 ein Eindringen von Bohrflüssigkeit in die Aufbereitungsanordnung 130 verhindern kann.

Die Bohrflüssigkeitsreinigungsanordnung 100 weist eine Bohrflüssigkeitsableitung 103 auf, an welcher die Vorlaufleitung 30 angeschlossen ist, welche wie in Figur 1 dargestellt regenerierte Bohrflüssigkeit zum Bohrgerät 20 liefert.

[0108] Vor der Bohrflüssigkeitsableitung 103 ist eine Transferpumpe 160 angeordnet, welche den Druck austretender Bohrflüssigkeit erhöht. Damit kann eine größere Strecke zwischen der Bohrflüssigkeitsregenerierungsanordnung 100 am Einsatzort der Bohrflüssigkeit überwunden werden.

[0109] Nachfolgend wird die Anordnung von Leitungen und Ventilen unterhalb der Tankanordnung 120 wie in Figur 2 dargestellt beschrieben. Es sei erwähnt, dass die verwendeten Nummerierungen dabei nicht unmittelbar anschließend an die weiter oben verwendeten Nummerierungen sind. Dies gilt insbesondere bezüglich der Ventile und der Verbindungsleitungen. Dies liegt daran, dass im zweiten Ausführungsbeispiel einer Bohrflüssigkeitsregenerierungsanordnung 100, welches in Figur 3 dargestellt ist und weiter unten näher beschrieben werden wird, bereits oberhalb der Tankanordnung 120 mehr derartige Elemente vorhanden sind und die Konsistenz in der Bezeichnung zwischen beiden Ausführungsbeispielen gewahrt werden soll.

[0110] Die Aufbereitungsanordnung 130 ist über eine dritte Verbindungsleitung 162 mit der Transferpumpe 160 verbunden. In der dritten Verbindungsleitung 162 sind ein sechstes Ventil 170 und ein siebtes Ventil 172 angeordnet. Von der dritten Verbindungsleitung 162 zweigt zwischen dem sechsten Ventil 170 und dem siebten Ventil 172 eine dritte Verbindungsleitung 184 zum ersten Tank 122 ab.

[0111] Parallel zur dritten Verbindungsleitung 162 ist des Weiteren eine vierte Verbindungsleitung 164 angeordnet. Die vierte Verbindungsleitung 164 überbrückt dabei fluidisch das sechste Ventil 170 und das siebte Ventil 172. In der vierten Verbindungsleitung 164 sind ein achtes Ventil 174 und ein neuntes Ventil 176 angeordnet. Zwischen dem achten Ventil 174 und dem neunten Ventil 176 zweigt eine vierte Verbindungsleitung 186 von der vierten Verbindungsleitung 164 zum zweiten Tank 126 ab.

[0112] Die sechsten, siebten, achten und neunten Ventile 170, 172, 174, 176 sind jeweils separat steuerbar. Damit können praktisch beliebige Verbindungen zwischen den Tanks 122, 126, der Aufbereitungsanordnung

130 und der Transferpumpe 160 geschaltet werden.

[0113] Die Bohrflüssigkeitsregenerierungsanordnung 100 weist eine elektronische Steuerungseinheit 105 auf. Die Steuerungseinheit 105 ist mit allen Ventilen der Bohrflüssigkeitsregenerierungsanordnung 100 verbunden, um diese jeweils öffnen und schließen zu können. Des Weiteren ist die Steuerungseinheit 105 mit den Pumpen 116, 134, 140, 160 (genau genommen mit deren [Elektro-]Motoren) verbunden, um diese an- und auszuschalten und um ihre jeweilige Leistung zu regeln. Auch mit dem Rüttelsieb 112 und der Zentrifuge 114 (bzw. deren Antriebe) ist die Steuerungseinheit 105 verbunden, um sie entsprechend zu schalten oder zu regeln. Speziell bezüglich des Rüttelsiebs 112 übt die Steuerungseinheit 105 auch eine Nivellierfunktion aus, um das Rüttelsieb 112 unabhängig von einer exakten Lage des Fahrzeugs 10 in einer horizontalen Ausrichtung zu halten.

[0114] Um die Regenerierung von Bohrflüssigkeit in Abhängigkeit von einer Qualität der Bohrflüssigkeit zu steuern weist die Bohrflüssigkeitsregenerierungsanordnung 100 eine Anzahl von Qualitätssensoren auf, welche jeweils mit der Steuerungseinheit 105 verbunden sind und welche nachfolgend näher beschrieben werden.

[0115] Ein erster Qualitätssensor 118 ist bereits am Zulauf 102 angeordnet. Damit kann die Qualität von hereinkommender Bohrflüssigkeit ermittelt werden.

[0116] Ein zweiter Qualitätssensor 119 ist unmittelbar ausgangsseitig zur Reinigungsanordnung 110 angeordnet. Damit kann die Qualität gereinigter Bohrflüssigkeit ermittelt werden.

[0117] Ein dritter Qualitätssensor 124 ist dem ersten Tank 122 zugeordnet. Ein vierter Qualitätssensor 128 ist dem zweiten Tank 126 zugeordnet. Damit kann die jeweilige Qualität von in den Tanks 122, 126 gelagerter Bohrflüssigkeit ermittelt werden.

[0118] Ein fünfter Qualitätssensor 136 ist ausgangsseitig an der Aufbereitungsanordnung 130 angeordnet. Damit kann die Qualität von aufbereiteter Bohrflüssigkeit ermittelt werden.

[0119] Ein sechster Qualitätssensor 161 ist ausgangsseitig zur Transferpumpe 160 angeordnet. Damit kann die Qualität von zum Bohrgerät 20 gelieferter Bohrflüssigkeit ermittelt werden.

[0120] Die Qualitätssensoren können jeweils Parameter wie beispielsweise einen Gehalt an Bentonit oder eine Verunreinigung mit Schmutz, Bohrschlamm oder anderen Substanzen messen. Daraus kann die Steuerungseinrichtung 105 auf die Qualität der an der jeweiligen Stelle befindlichen bzw. fließenden Bohrflüssigkeit schließen.

[0121] Der erste Qualitätssensor 118 dient insbesondere dazu, die Qualität von zugeführter Bohrflüssigkeit zu ermitteln, so dass die Steuerungseinrichtung 105 in Abhängigkeit davon beurteilen kann, inwieweit eine Reinigung in der Reinigungsanordnung 110 nötig ist. Insbesondere können in Abhängigkeit von der ermittelten Qualität die jeweilige Leistung des Rüttelsiebs 112 und der Zentrifuge 114 festgelegt werden. Hat die Bohrflüssigkeit

bereits eine gute Qualität, beispielsweise weil gerade nur wenig oder nicht gebohrt wird, so können das Rüttelsieb 112 und/oder die Zentrifuge 114 auf eine niedrige Leistung eingestellt werden, was elektrische Energie einspart.

[0122] Der zweite Qualitätssensor 119 dient insbesondere dazu, die Qualität von gereinigter Bohrlässigkeit zu bestimmen. Damit kann insbesondere ein Abgleich mit den Qualitäten der in den Tanks 122, 126 gelagerten Bohrlässigkeit erfolgen. Befindet sich beispielsweise in einem der Tanks 122, 126 Bohrlässigkeit schlechter Qualität, welche jedoch noch nicht so schlecht ist dass sie unmittelbar aufbereitet werden soll, so kann beispielsweise durch das Zuführen von als gut erkannter Bohrlässigkeit die Qualität der Bohrlässigkeit in dem jeweiligen Tank 122, 126 erhöht werden, so dass ohne eine Aufbereitung die Bohrlässigkeit weiterverwendet werden kann. Damit kann die zur Aufbereitung notwendige Energie eingespart werden. Außerdem werden die dafür notwendigen Ressourcen geschont.

[0123] Wenn der zweite Qualitätssensor 119 bei aus der Reinigungsanordnung 110 kommender Bohrlässigkeit schlechte Qualität erkennt, so kann diese Bohrlässigkeit auch gezielt in einem der Tanks 122, 126 gesammelt werden, um bei einem bestimmten Füllstand des Tanks aufbereitet zu werden.

[0124] Um die jeweiligen Füllstände der Tanks 122, 126 zu messen sind ein erster Füllstandssensor 123 und ein zweiter Füllstandssensor 127 vorhanden, wobei der erste Füllstandssensor 123 dem ersten Tank 122 zugeordnet ist und der zweite Füllstandssensor 127 dem zweiten Tank 126 zugeordnet ist.

[0125] Soll eine Bohrlässigkeit, welche in einem der Tanks 122, 126 gelagert ist, aufbereitet werden, so werden die bereits erwähnten Ventile so geschaltet, dass die Bohrlässigkeit durch den entsprechenden Tank 122, 126 und die Aufbereitungsanordnung 130 im Kreislauf gepumpt werden kann. Mittels der Mischeinheit 132 wird dann Bentonit zugeführt, um damit die Qualität der Bohrlässigkeit zu erhöhen. Die Qualität mit zugesetztem Bentonit kann insbesondere mittels des fünften Qualitätssensors 136 kontinuierlich überwacht werden. Wenn die Qualität einen akzeptablen Wert erreicht hat kann der Aufbereitungsvorgang beendet werden. Dann kann beispielsweise die in dem entsprechenden Tank 122, 126 gelagerte Bohrlässigkeit wieder zur Bohrlässigkeitsableitung 103 geleitet werden. Auch hierzu können die Ventile entsprechend geschaltet werden.

[0126] Bevorzugt kann während eines mit der Bohrlässigkeit in einem der Tanks 122, 126 durchgeführten Aufbereitungsvorgangs die in dem anderen Tank 122, 126 gelagerte Bohrlässigkeit zur Bohrlässigkeitsableitung 103 geleitet werden. Damit kann eine ununterbrochene Zufuhr von Bohrlässigkeit zur Bohrlässigkeitsableitung 103 gewährleistet werden.

[0127] In der Steuerungseinrichtung 105 befindet sich ein Speichermodul 107, in welchem die von dem sechsten Qualitätssensor 161 gemessene Qualität der ausge-

gebenen Bohrlässigkeit gespeichert wird. Dies dient einer Dokumentation, so dass auch nach Abschluss eines Bohrprozesses jederzeit nachvollzogen werden kann, wann welche Qualität an Bohrlässigkeit geliefert wurde.

5 Dies kann beispielsweise dabei helfen, erkannte Probleme im Bohrprozess aufzuklären oder bei der Geltendmachung von Schadensersatzansprüchen durch Dritte zu beweisen, dass grundsätzlich Bohrlässigkeit ausreichende Qualität verwendet wurde.

10 **[0128]** Insbesondere ist im Zulauf 102 oder in der Bohrlässigkeitsableitung 103 ein Mengensensor vorgesehen, der oder die ebenfalls mit der Steuerungseinrichtung 105 in Verbindung stehen und so eine Abrechnungsgrundlage darstellen, da hierüber dann der Nachweis der eingesetzten bzw. aufbereiteten Bohrlässigkeit geführt werden kann, die dann auch mit einer entsprechenden Qualität und Auswertung belegt werden kann.

15 **[0129]** Insbesondere ist im Bereich der Aufbereitungsanordnung 130 mindestens ein Mengensensor vorgesehen, der insbesondere den erhöhten Kostenaufwand für eine Aufbereitung der Bohrlässigkeit mitprotokolliert und so eine noch genauere Kostenerfassung bzw. Abrechnung erlaubt. Diese Mengensensoren sind als Durchflusssensoren ausgebildet.

20 **[0130]** Figur 3 zeigt eine Bohrlässigkeitsregenerierungsvorrichtung 100 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Dieses ist sehr ähnlich zum ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet, welches in Figur 2 dargestellt ist. Die beiden Ausführungsbeispiele unterscheiden sich lediglich hinsichtlich der Anordnung von Leitungen und Ventilen über den beiden Tanks 122, 126. Außerdem ist hier die Zentrifuge 114 alternativ ausgestaltet, wobei diese Ausgestaltung getrennt von den übrigen, in Figur 3 gezeigten Maßnahmen, realisierbar ist und zur Erfindung gehört. Dementsprechend wird nachfolgend auch nur auf diesen Unterschied eingegangen. Bezüglich der sonstigen Merkmale sei auf die obige Beschreibung von Figur 2 verwiesen.

25 **[0131]** Zu der bereits erwähnten ersten Verbindungsleitung 142 ist beim zweiten Ausführungsbeispiel eine zweite Verbindungsleitung 144 fluidisch parallel geschaltet. Dabei überbrückt die zweite Verbindungsleitung 144 das erste Ventil 150 und das zweite Ventil 152.

30 **[0132]** In der zweiten Verbindungsleitung 144 sind ein viertes Ventil 156 und ein fünftes Ventil 158 angeordnet. Diese sind ebenso wie die anderen Ventile durch die Steuerungseinheit 105 steuerbar ausgebildet.

35 **[0133]** Die bereits im ersten Ausführungsbeispiel vorhandene zweite Abzweigungsleitung 182 zweigt im zweiten Ausführungsbeispiel nicht von der ersten Verbindungsleitung 142, sondern von der zweiten Verbindungsleitung 144 zwischen den vierten Ventil 156 und dem fünften Ventil 158 ab. Dies erlaubt insgesamt eine erheblich höhere Flexibilität beim Festlegen von fluidischen Pfaden.

40 **[0134]** Beispielsweise kann durch Öffnung des dritten Ventils 154 und des fünften Ventils 158 bei gleichzeitiger Schließung des zweiten Ventil 152 und des vierten Ven-

tils 156 sowie Öffnung des ersten Ventils 150 erreicht werden, dass der erste Tank 122 und der zweite Tank 126 komplett voneinander fluidisch entkoppelt sind. Somit kann beispielsweise der zweite Tank 126 aufbereitet werden, während der erste Tank 122 mit gereinigter Bohrflüssigkeit befüllt wird. In einem solchen Fall kann beispielsweise zur weiteren Unterstützung derartiger Prozesse das achte Ventil 174 geöffnet und das neunte Ventil 176 geschlossen sein, um die in dem zweiten Tank 126 enthaltene Bohrflüssigkeit in einem geschlossenen Kreislauf durch die Aufbereitungsanordnung 130 pumpen zu können. Gleichzeitig kann beispielsweise das sechste Ventil 170 geschlossen sein, um die in dem ersten Tank 122 enthaltene Bohrflüssigkeit nicht in den Kreislauf der aufzubereitenden Bohrflüssigkeit eindringen zu lassen. Soll die in dem ersten Tank 122 befindliche Bohrflüssigkeit zur Unterstützung eines Bohrvorgangs ausgegeben werden, so kann gleichzeitig das siebte Ventil 172 geöffnet werden.

[0135] Aus Gründen der Übersichtlichkeit sei bemerkt, dass in den blockschaltbildartigen Ausführungsbeispielen nach Fig. 2 und Fig. 3 nicht alle Sensor- und Steuerleitungen eingezeichnet sind. Dem Fachmann ist aber klar, und es ist auch ausdrücklich offenbart, dass jeder Sensor mit einer entsprechenden Sensorleitung mit der Steuerungseinrichtung 105 verbunden ist. Ebenso ist es dem Fachmann klar, und es ist ebenfalls ausdrücklich offenbart, dass die verschiedenen Pumpen oder sonst angetriebene Elemente der gezeigten Vorrichtung mit entsprechenden Motoren, bevorzugt Elektromotoren ausgestattet und angetrieben sind und diese Elektromotoren über entsprechende Steuerungsleitungen mit der Steuerungseinrichtung 105 verbunden sind und hierüber gesteuert und geregelt werden.

[0136] Gleiches gilt auch für die verschiedenen Ventile, die ebenfalls mit entsprechenden Steuerungsleitungen mit der Steuerungseinrichtung 105 verbunden sind und über diese gesteuert bzw. geregelt werden. Dem Fachmann ist klar, und auch dies ist ausdrücklich mit offenbart, dass all diese Ventile mit entsprechenden Steuerleitungen mit der Steuerungseinrichtung 105 verbunden sind.

[0137] In Figur 2 ist eine Zentrifuge 114 gezeigt, deren Rotationsachse bevorzugt vertikal orientiert ist. Allgemein beschreibt das Bezugszeichen 114 eine Trennvorrichtung, die zum Beispiel als Zentrifuge oder als Trommel 114a ausgestaltet ist, aber auch eine horizontal ausgerichtete Rotationsachse aufweist und im Inneren eine (zum Beispiel auch horizontal ausgerichtete) Entmischwelle 113 aufweist, die über einen eigenen Antrieb 117 in Rotation versetzbar ist und so den Trennvorgang, insbesondere im Zusammenspiel mit der Trommel 114a (über den Antrieb 115 angetrieben) zu beeinflussen und zu steuern vermag. Sowohl der Antrieb 115 der Trommel 114a wie auch der Antrieb 117 der Entmischwelle 113 sind mit der Steuerungseinheit 105 steuerungstechnisch je über eine Leitung (oder auch in Bustechnologie vernetzt) verbunden. In der Steuerungseinheit 105 sind un-

terschiedliche Szenarien abgelegt, wie diese Antriebe 115, 117 zueinander zu steuern sind, um eine gewünschte Entmischqualität zu erreichen. Diese Entmischqualität wird über die verschiedenen Sensoren, die erfindungsgemäß vorgesehen sind, überwacht.

[0138] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass alle Ventile, Antriebe, Motoren, Pumpen und Sensoren mit der Steuerungseinheit 105 steuerungstechnisch je über Einzelleitungen oder in Bustechnologie verbunden sind und so eine intelligente Regelung möglich ist. Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

[0139] Sollte sich hier bei näherer Prüfung, insbesondere auch des einschlägigen Standes der Technik, ergeben, dass das eine oder andere Merkmal für das Ziel der Erfindung zwar günstig, nicht aber entscheidend wichtig ist, so wird selbstverständlich schon jetzt eine Formulierung angestrebt, die ein solches Merkmal, insbesondere im Hauptanspruch, nicht mehr aufweist. Auch eine solche Unterkombination ist von der Offenbarung dieser Anmeldung abgedeckt.

[0140] Es ist weiter zu beachten, dass die in den verschiedenen Ausführungsformen beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausgestaltungen und Varianten der Erfindung beliebig untereinander kombinierbar sind. Dabei sind einzelne oder mehrere Merkmale beliebig gegeneinander austauschbar. Diese Merkmalskombinationen sind ebenso mit offenbart.

[0141] Die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Jedoch sind diese nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

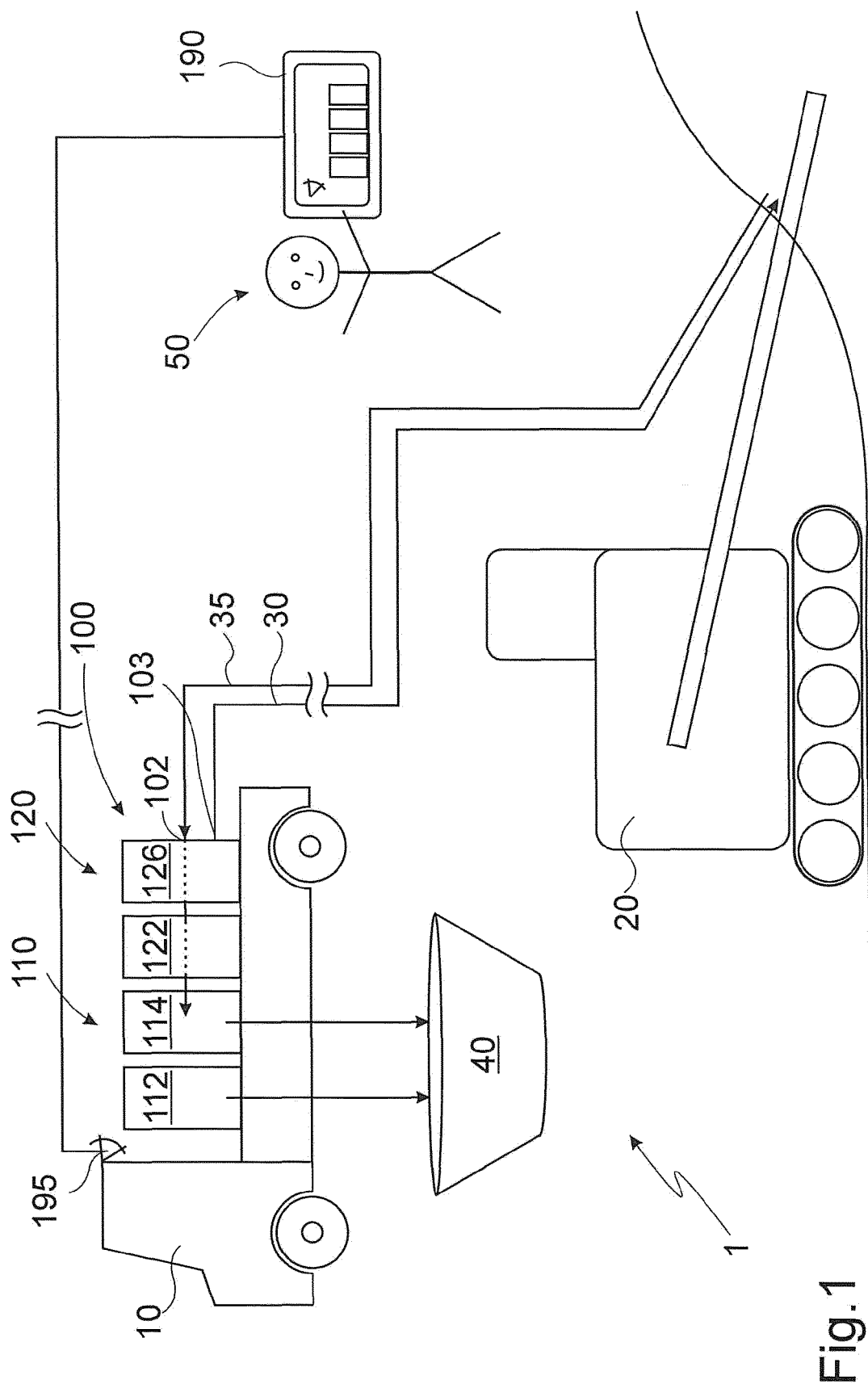
[0142] Merkmale, die nur in der Beschreibung offenbart wurden oder auch Einzelmerkmale aus Ansprüchen, die eine Mehrzahl von Merkmalen umfassen, können jederzeit als von erfindungswesentlicher Bedeutung zur Abgrenzung vom Stande der Technik in den oder die unabhängigen Anspruch/Ansprüche übernommen werden, und zwar auch dann, wenn solche Merkmale im Zusammenhang mit anderen Merkmalen erwähnt wurden beziehungsweise im Zusammenhang mit anderen Merkmalen besonders günstige Ergebnisse erreichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regenerieren von Bohrflüssigkeit in einer Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, welches folgende Schritte, insbesondere folgender Abfolge von Schritten aufweist:

- Zuführen der Bohrflüssigkeit in die Bohrflüssigkeitsregenerierungsvorrichtung,
- Bestimmen einer Qualität der Bohrflüssigkeit,

- Regenerieren der Bohrlüssigkeit in Abhängigkeit von der Qualität, wobei das Regenerieren ein Reinigen und ein Aufbewahren der Bohrlüssigkeit in einer Anzahl von Tanks umfasst und
- wobei in Abhängigkeit der Qualität die Bohrlüssigkeit in einen ersten Tank oder in einen zweiten Tank gefüllt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regenerieren ein Reinigen umfasst, insbesondere mittels eines Rüttelsiebs und/oder einer Zentrifuge.
 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Qualität eingangsseitig bestimmt wird und das Reinigen abhängig davon gesteuert wird.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** unmittelbar vor dem Aufbewahren eine Qualität der Bohrlüssigkeit bestimmt wird, insbesondere nach dem Reinigen, und abhängig davon die Bohrlüssigkeit in einen ersten Tank oder in einen zweiten Tank gefüllt wird.
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bohrlüssigkeit guter Qualität in einen Tank zur aufbereitungs-freien Ausgabe gefüllt wird.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bohrlüssigkeit schlechter Qualität zur Aufbereitung in einen Tank gefüllt wird.
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Qualität und/oder Füllstand jeweiliger Bohrlüssigkeit in einem Tank bestimmt wird.
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Tank befindliche Bohrlüssigkeit schlechter Qualität aufbereitet wird.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Tank befindliche Bohrlüssigkeit guter Qualität ausgegeben wird.
 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Aufbereiten der Bohrlüssigkeit ein Stütz-, Gleit- oder Schmiermittel, wie zum Beispiel Bentonit und/oder eine Flüssigkeit wie zum Beispiel Wasser oder Öl zugesetzt wird.
 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Aufbereiten die aufzubereitende Bohrlüssigkeit im Kreislauf gepumpt wird.
 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Aufbereitung in einem Tank befindlicher Bohrlüssigkeit gleichzeitig Bohrlüssigkeit aus einem anderen Tank ausgegeben wird.
 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Qualität und/oder Menge der ausgegebenen Bohrlüssigkeit gemessen und gespeichert wird.
 14. Bohrlüssigkeitsregenerierungsvorrichtung, welche dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.



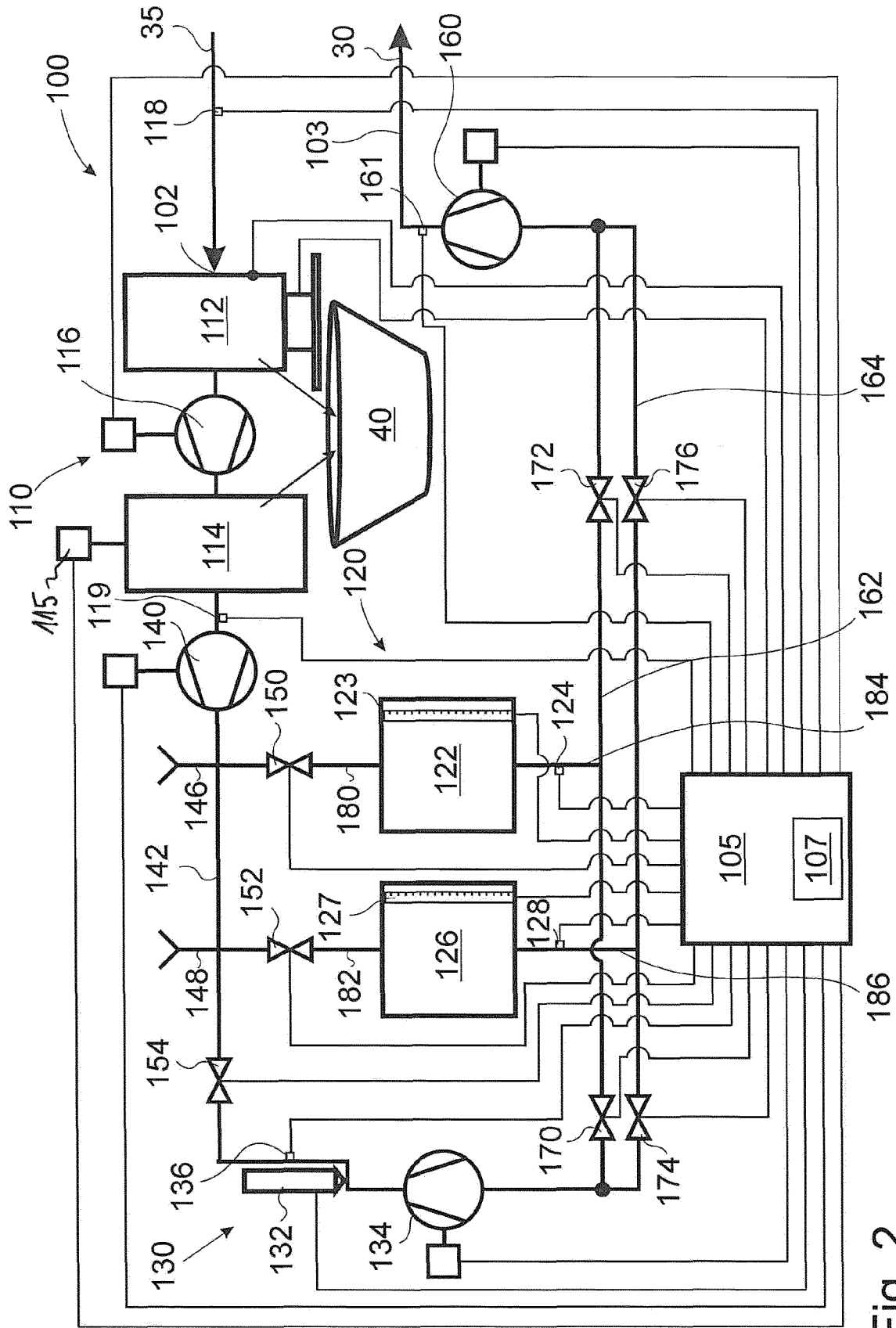
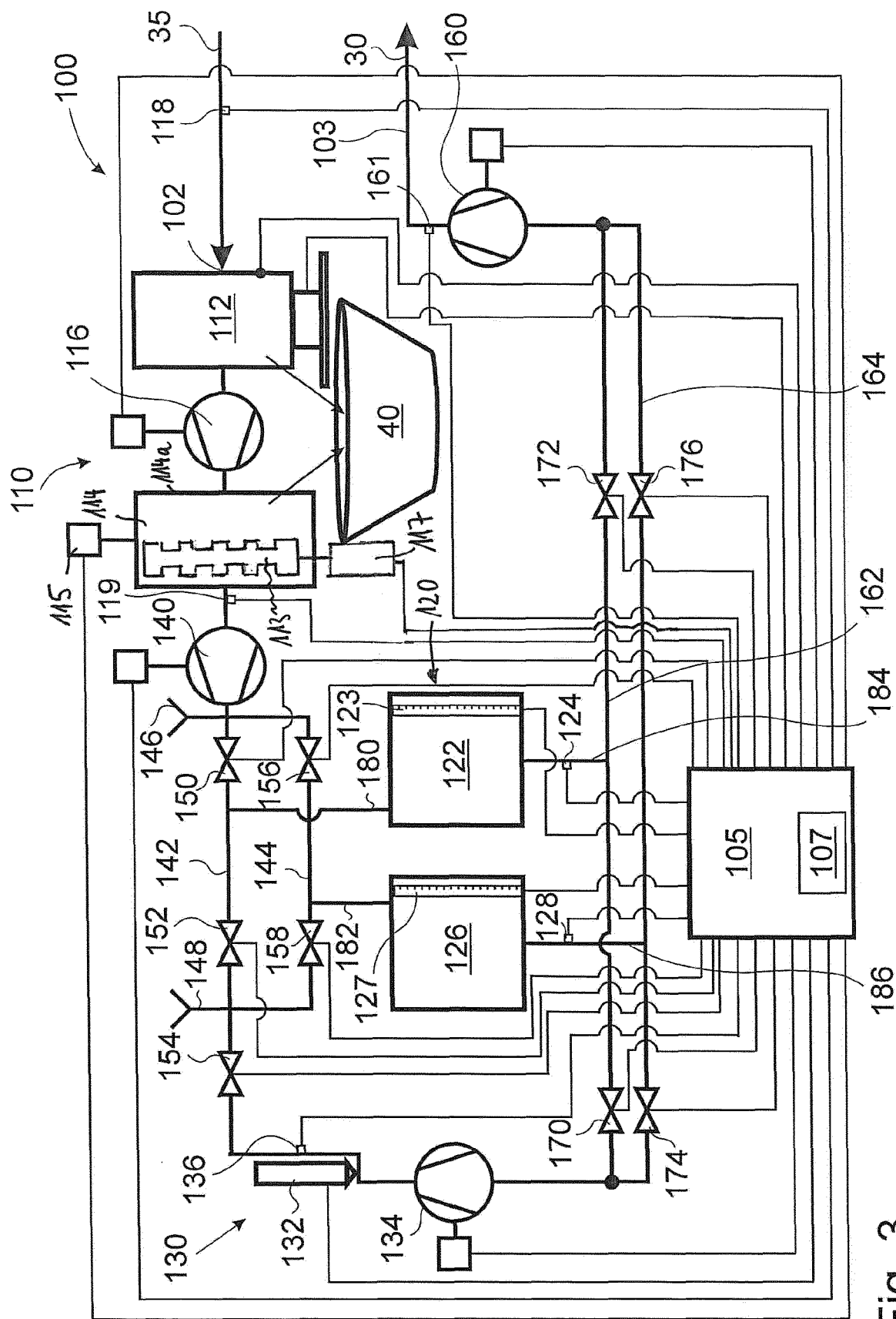


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 18 8165

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2011/017677 A1 (EVANS THOMAS S [US]) 27. Januar 2011 (2011-01-27) * Absätze [0025], [0030], [0031], [0047], [0057], [0067], [0078], [0105] - [0113]; Abbildung 1 *	1-14	INV. E21B21/01
X	US 2013/255941 A1 (OLSON STEPHEN W [US] ET AL) 3. Oktober 2013 (2013-10-03) * Absätze [0014], [0015], [0017] - [0019], [0027] *	1,14	
A	WO 2015/084948 A1 (FSI HOLDINGS LLC [US]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) * Absatz [0033] *	1-14	
A,D	DE 42 11 254 A1 (DAIYO KIKO INDUSTRY INC [JP]) 27. Mai 1993 (1993-05-27) * Seite 4, Zeile 29 - Zeile 60 *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Januar 2017	Prüfer Schneiderbauer, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 18 8165

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-01-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011017677 A1	27-01-2011	KEINE	
US 2013255941 A1	03-10-2013	KEINE	
WO 2015084948 A1	11-06-2015	CA 2932722 A1 WO 2015084948 A1	11-06-2015 11-06-2015
DE 4211254 A1	27-05-1993	DE 4211254 A1 FR 2683812 A1 IT 1254625 B TW 235954 B US 5252202 A US 5338459 A	27-05-1993 21-05-1993 28-09-1995 11-12-1994 12-10-1993 16-08-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2927420 A2 [0003]
- DE 4211254 A1 [0004]