



(11)

EP 3 828 378 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.06.2021 Patentblatt 2021/22

(51) Int Cl.:
E21B 33/00 (2006.01) **E21B 33/10** (2006.01)
E21B 36/00 (2006.01) **E21B 41/00** (2006.01)
E21B 43/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20190430.7**

(22) Anmeldetag: **11.08.2020**

(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 KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Lentsch, David**
81541 München (DE)
• **Sturm, Matthias**
8020 Graz (AT)
• **Savvatis, Alexandros**
81667 München (DE)

(30) Priorität: **03.09.2019 DE 102019006214**

(74) Vertreter: **Thum, Bernhard**
Wuesthoff & Wuesthoff
Patentanwälte PartG mbB
Schweigerstraße 2
81541 München (DE)

(71) Anmelder: **Erdwerk GmbH**
80803 München (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM DRUCKABSICHERN VON TIEFENBOHRUNGEN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (12) und ein Verfahren zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen (10), insbesondere Geothermie-, Öl-, Gas- und/oder Kavernenbohrungen, wobei die Vorrichtung (12) wenigstens einen Aufnahmekörper (46, 146, 246) umfasst, der dazu ausgebildet ist, ein kompressibles Medium (72) in einem Innenraum aufzunehmen, wobei der Aufnahmekörper (46, 146, 246): wenigstens eine Öffnung (54, 56) aufweist, die einen Übergang zwischen dem Innenraum und einer Umgebung des Aufnahmekörpers (46, 146, 246) bildet, wobei die wenigstens eine Öffnung (54, 56) mit wenigstens einem Verschlusselement (58, 60) verschließbar ist, das in der diesem zugeordneten Öffnung (54, 56) angeordnet ist und dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer vorbestimmten Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung einen offenen und einen geschlossenen Zustand einzunehmen, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmekörper (46, 146, 246) zumindest abschnittsweise von einem gewundenen Rohrelement (48, 148, 248) gebildet ist.

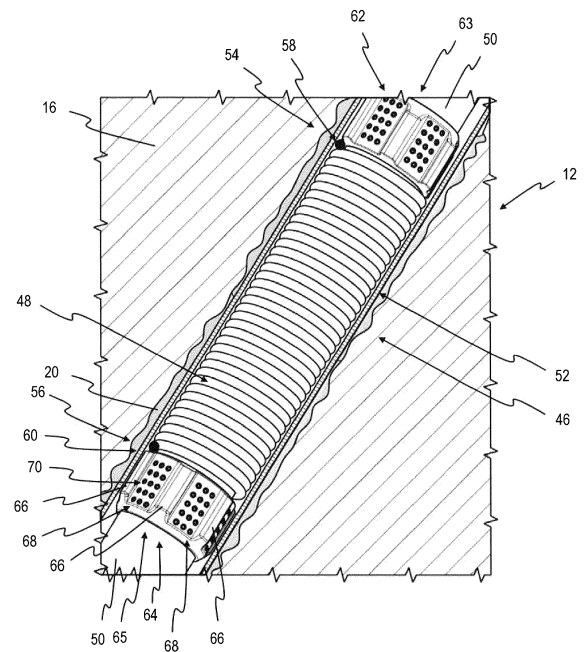


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen, insbesondere Geothermie-, Öl-, Gas- und/oder Kavernenbohrungen.

[0002] Bei Tiefenbohrungen kann es vorkommen, dass geschlossene Räume entlang der Tiefenbohrung entstehen. Ein derartiger Raum kann beispielsweise in Form eines Ringraums zwischen einer inneren und einer äußeren Verrohrung der Tiefenbohrung entstehen. Dabei sind in diesen geschlossenen Räumen Medien mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten ungleich Null vorhanden. Dazu gehören Fluide wie beispielsweise Wasser. Verändert sich nun die Temperatur in dem geschlossenen Raum, kann eine erhöhte Druckdifferenz zwischen dem geschlossenen Raum und seiner Umgebung entstehen, da der geschlossene Raum kein oder nur ein sehr geringes Ausströmen und auch kein oder nur ein sehr geringes Ausdehnen des eingeschlossenen Mediums zulässt. Dieses Phänomen ist in der Fachwelt als "Annular Pressure Build up" (APB) bzw. als "Trapped Annular Pressure" (TAP) bekannt. Die Änderung der Temperatur des eingeschlossenen Mediums tritt beispielsweise bei einer hohen Temperatur des geförderten Mediums in der Tiefenbohrung auf. Die hohe Temperatur des in der Tiefenbohrung geförderten Mediums wird dabei zumindest teilweise auf den geschlossenen Raum übertragen. Die dadurch hervorgerufene Änderung der Druckdifferenz kann dabei derart groß ausfallen, dass in der Folge eine Beschädigung der Tiefenbohrung auftritt.

[0003] Bedingt durch den Aufbau der Tiefenbohrung, den dafür notwendigen Verrohrungen und die notwendigen Zementationsprozesse können derartige geschlossene Räume bei Tiefenbohrungen nicht bzw. nur sehr eingeschränkt vermieden werden.

[0004] Um derart kritische Druckdifferenzen und damit verbundene Beschädigungen zu verhindern, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, die Verrohrung der Tiefenbohrung stabiler auszuführen. Dies kann durch eine Erhöhung der Stahlgüte oder auch durch die Erhöhung der Wandstärke der Verrohrung geschehen, sodass die Verrohrung der Tiefenbohrung einer höheren Druckdifferenz standhält. Durch diese Maßnahmen kann allerdings der zur Verfügung stehenden Innendurchmesser der Tiefenbohrung verringert ausfallen, was beispielsweise negative Auswirkungen auf eine Förderrate des geförderten Mediums der Tiefenbohrung nach sich ziehen kann. Außerdem ist eine stabilere Auslegung mit höheren Kosten in der Fertigung, dem Transport und der Installation der Verrohrung verbunden. Ferner können die theoretisch notwendigen Wandstärken auch nicht verfügbar oder praktisch nur schwer umsetzbar sein.

[0005] Weiterhin ist zum Verhindern unzulässiger Druckdifferenzen bekannt, dass die ein Medium mit erhöhter Temperatur fördernde Verrohrung thermisch isoliert wird, um eine Temperaturerhöhung in den benachbarten geschlossenen Räumen zu verringern und damit

den Druckanstieg zu minimieren. Allerdings führen auch diese Lösungen zu erhöhten Kosten, längeren Installationszeiten und sind bei manchen Arten von Tiefenbohrungen nicht praktikabel. Ferner ist der zur Verfügung stehende Raum bei Tiefenbohrungen in aller Regel begrenzt, sodass eine Isolierung nicht oder nur sehr eingeschränkt vorgesehen werden kann.

[0006] Ein weiterer Versuch, eine unzulässige Druckdifferenz zu verhindern, wird dadurch unternommen, dass eine Verbindung zwischen den geschlossenen Räumen und der Umgebung geschaffen wird. Dadurch wird allerdings die Verrohrung geschwächt und die durch die Verrohrung vorgesehene Barriere absichtlich zerstört. Weiterhin ist bekannt, eine Verbindung zwischen den geschlossenen Räumen und der Erdoberfläche bzw. einem Meeresgrund herzustellen. Dies ist allerdings nur bei Verrohrungen bzw. Verrohrungsabschnitten möglich, die bis an die Erdoberfläche bzw. an den Meeresgrund geführt werden.

[0007] Es ist ferner bekannt, zum Druckausgleich in den geschlossenen Räumen in den Bereichen, in denen geschlossene Räume entstehen können, gezielt druckkompensierende Materialien wie Schaumstoffe einzubringen. Diese ermöglichen dann eine gezielte Ausdehnung der sich in den geschlossenen Räumen ausdehnenden Medien. Derartige Methoden sind allerdings sehr kostenintensiv und benötigen vorangehende genaue Berechnungen und Untersuchungen zur Auslegung. Außerdem ist die Installation sehr zeit- und kostenintensiv.

[0008] Außerdem ist es im Stand der Technik allgemein bekannt, mechanische Bauteile in den Bereichen vorzusehen, in denen geschlossene Räume entstehen können. Diese mechanischen Bauteile können sich öffnen und eine gezielte Ausdehnung des eingeschlossenen Mediums durch Ausströmen in andere Bereiche zulassen. Bisher bekannte Lösungen sind allerdings sehr komplex, teuer und benötigen zudem vorangehend eine genaue Berechnung zur Auslegung der mechanischen Bauteile.

[0009] Es besteht folglich ein Bedarf an Lösungen, die das Problem geschlossener Räume entlang von Tiefenbohrungen adressieren. Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, zumindest einige der vorstehend beschriebenen, aus dem Stand der Technik bekannten Probleme zu lösen und eine verbesserte Lösung im Umgang mit in geschlossenen Räumen sich befindenden Medien und damit verbundenen Risiken bereitzustellen.

[0010] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen nach Patentanspruch 1 gelöst. Ferner wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch ein Verfahren zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen nach Patentanspruch 19 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

[0011] Die oben genannte Aufgabe wird gemäß Anspruch 1 durch eine Vorrichtung zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen gelöst, insbesondere Geother-

mie-, Öl-, Gas- und/oder Kavernenbohrungen. Die Vorrichtung umfasst wenigstens einen Aufnahmekörper, der dazu ausgebildet ist, ein kompressibles Medium in einem Innenraum aufzunehmen. Der Aufnahmekörper weist wenigstens eine Öffnung auf, die einen Übergang zwischen dem Innenraum und einer Umgebung des Aufnahmekörpers bildet. Die wenigstens eine Öffnung ist mit wenigstens einem Verschlusselement verschließbar und in der diesem zugeordneten Öffnung angeordnet. Das Verschlusselement ist ferner dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer vorbestimmten Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung einen offenen und einen geschlossenen Zustand einzunehmen. Der Aufnahmekörper ist dabei zumindest abschnittsweise von einem gewundenen Rohrelement gebildet.

[0012] Vorteilhafterweise ist es durch die erfindungsgemäße Vorrichtung möglich, unzulässige Druckdifferenzen zu verhindern. Ferner wird durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ein einfacher Aufnahmekörper zum Druckabsichern bereitgestellt. Die Ausgestaltung des Aufnahmekörpers kann bedarfsgerecht erfolgen. Rohrelemente sind mit verschiedenen Eigenschaften wie beispielsweise Durchmessern, Material und Festigkeit am Markt verfügbar und können somit in verschiedensten Ausführungen für den vorhergesehenen Einsatz ausgewählt werden. Derartige Rohrelemente können nach DIN, ISO oder ASME genormt sein. Als Rohrelemente können genormte Rohre verwendet werden. Falls notwendig können diese nachträglich angepasst und beispielsweise in die benötigte gewundene Form oder Länge gebracht werden.

[0013] Die breite Verfügbarkeit von Rohrelementen am Markt führt ferner zu vergleichsweise niedrigen Kosten in der Anschaffung. Darüber hinaus sind Druckbehälter in runder Form wie bei Rohrelementen besonders robust gegenüber Druckdifferenzen zwischen einem Rohrrinnenraum und der Umgebung. Ferner kann die Länge der verwendeten Rohrelemente in Abhängigkeit von der benötigten Größe des Aufnahmekörpers angepasst werden. Die Größe des Aufnahmekörpers ist somit sehr variabel. Der Umfang des Druckabsicherns kann damit angepasst werden.

[0014] Die gewundene Form der Rohrelemente erlaubt es, den wenigstens einen Aufnahmekörper an vorhandene Geometrien anzupassen. So kann die gewundene Form eine vorhandene Form der Tiefenbohrung, beispielsweise eines Rohres der Tiefenbohrung, berücksichtigen. Beispielsweise kann das gewundene Rohrelement ein Rohr der Tiefenbohrung zumindest teilweise um seinen Umfang umwinden. Ferner kann es an einem vorhandenen Rohr der Tiefenbohrung in Längsrichtung entlanggeführt werden. Außerdem ermöglicht die gewundene Form eine schmale Gestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die sich an den zur Verfügung stehenden räumlichen Gegebenheiten orientiert.

[0015] Das aufnehmbare kompressible Medium, zum Beispiel Luft oder ein inertes Gas, ermöglicht es, bei einem Druckanstieg komprimiert zu werden, der beispiels-

weise auftritt, wenn ein weiteres Medium in den erfindungsgemäßen Aufnahmekörper einströmt. So dient das kompressible Medium als eine Art Puffer, der einen Druckanstieg mit zusätzlichem Raumvolumen zumindest teilweise kompensiert. Ferner kann das kompressible Medium abhängig von dessen Eigenschaften und dem vorhandenen Bedarf gezielt vorab ausgewählt werden.

[0016] Das Verschlusselement ermöglicht es, den Druck in der Tiefenbohrung in Abhängigkeit von einer vorbestimmten Druckdifferenz abzusichern. So kann je nach Bedarf die vorbestimmte Druckdifferenz angepasst werden, bei der das Verschlusselement den geschlossenen oder den offenen Zustand einnimmt. So kann verhindert werden, dass bereits bei zu geringer Druckdifferenz der Druck abgesichert wird, d. h. das Verschlusselement zu früh öffnet. Ferner kann damit erreicht werden, dass das kompressible Medium nicht vorab beispielsweise während einer Installation der erfindungsgemäßen Vorrichtung an ihrem Einsatzort aus dem wenigstens einen Aufnahmekörper entweicht und durch ein weniger kompressibles oder gar inkompressibles Medium ersetzt wird, das das Druckabsichern einschränken oder verhindern würde. Nimmt das Verschlusselement den offenen Zustand ein, so kann ein unter Druck stehendes Medium aus der Umgebung des Aufnahmekörpers in den Aufnahmekörper expandieren. Dabei kann der Druck in dem Aufnahmekörper ansteigen und das kompressible Medium kann komprimiert werden. Jedoch kann ebenfalls der Druck in der Umgebung des Aufnahmekörpers verringert werden. So kann verhindert werden, dass unzulässig hohe Drücke bei Tiefenbohrungen auftreten. Ferner ermöglicht das Verschlusselement, die erfindungsgemäße Vorrichtung auch unmittelbar am Einsatzort anzupassen, beispielsweise an einer Oberfläche der Tiefenbohrung vor der Montage. Es kann vorgesehen sein, dass das Verschlusselement beispielsweise über ein Gewinde mit dem Aufnahmekörper verbunden ist, sodass unterschiedliche Verschlusselemente wahlweise eingeschraubt werden können.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es ferner, entfernt von ihrem Einsatzort hergestellt und montiert zu werden und dann am Einsatzort adaptiert und installiert zu werden. So können beispielsweise räumliche Restriktionen am Einsatzort umgangen werden.

[0018] Die geringe Anzahl an Einzelkomponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermöglicht eine geringe Fehleranfälligkeit. Ferner kann der Montageaufwand im Werk und am Einsatzort reduziert werden.

[0019] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Aufnahmekörper aus Metall, insbesondere aus Stahl, ausgebildet ist. Der Aufnahmekörper kann ferner aus einem Kunststoff oder einem Verbundmaterial ausgebildet sind. Ferner kann vorgesehen sein, dass das wenigstens eine Verschlusselement aus Metall, insbesondere aus Stahl, Kunststoff, Keramik, Glas, einem Verbundwerkstoff oder

einer Kombination von Werkstoffen ausgebildet ist. Darüber hinaus können unterschiedliche Bereiche des Verschlusselements aus einem unterschiedlichen für den Einsatz geeigneten Werkstoff ausgebildet sein. Vorteilhafterweise können die Werkstoffe des Aufnahmekörpers und des Verschlusselements also für den vorgesehenen Einsatz ausgewählt werden.

[0020] Ferner kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass das gewundene Rohrelement zumindest abschnittsweise spiralförmig, helixförmig, mäanderförmig, oder in Form einer Kombination hieraus ausgebildet ist.

[0021] Die verschiedenen geometrischen Ausprägungen des gewundenen Rohrelements ermöglichen es, das Rohrelement an vorhandene Geometrien einer Tiefenbohrung anzupassen. Ferner kann ein Aufnahmekörper gebildet werden, der sich kontinuierlich erstreckt. Die Länge kann bedarfsgerecht angepasst werden. Es können vorhandene Räume effizient genutzt werden.

[0022] Ist das gewundene Rohrelement helixförmig ausgebildet, so kann es beispielsweise ein anderes Element umwinden. Ferner ist die Steigung des Helixverlaufs frei einstellbar. In anderen Worten ist die Anzahl der Windungen des gewundenen Rohrelements in Bezug auf eine Längenerstreckung der helixform frei einstellbar. Als Helixform werden Formen ähnlich einer Schraubenlinie, einer zylindrischen Spirale oder einer Wendel verstanden.

[0023] Die mäanderförmige Ausbildung des gewundenen Rohrelements ermöglicht eine flexible Anpassung an vorhandene Gegebenheiten. So können die Schlaufengrößen der Mäanderform frei eingestellt werden.

[0024] Die Spiralform sowie die Mäanderform ermöglichen eine mattenähnliche Ausbildung des gewundenen Rohrelements. Vorhandener Raum kann dadurch effizient ausgenutzt werden.

[0025] Die Kombination der Formen der gewundenen Rohrelemente möglichst eine bedarfsgerechte und flexible Anpassung an vorhandene Gegebenheiten. Eine Kombination aus Helixform und Spiralform könnte beispielsweise zu einem wendelförmigen Verlauf des gewundenen Rohrelements führen, wobei der Verlauf ähnlich zu einer Mantelfläche eines Kegels ausgebildet ist. Der Radius, mit dem sich das gewundene Rohrelement um eine Mittelachse windet, kann beispielsweise also variabel sein.

[0026] Ferner kann es vorteilhaft sein, dass gewundene Rohrelement vorab in Form einer Matte auszubilden, die dann während der Installation an geometrische Gegebenheiten angepasst wird, zum Beispiel in Anpassung an den zu erfüllenden Hohlraum zurechtgebogen wird.

[0027] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zwei oder mehrere Aufnahmekörper insbesondere in einer radialen Richtung der Tiefenbohrung benachbart zueinander angeordnet sind. Dabei kann vorgesehen sein, dass ein gewundenes Rohrelement eines äußeren Aufnahmekörpers ein gewundenes Rohrelement eines inneren Aufnahmekörpers umgreift. So ist es möglich, eine Anzahl an Aufnahmekörpern in einer Tiefenbohrung

zu erhöhen. Zudem kann vorhandener Raum in einer Tiefenbohrung effizient ausgenutzt werden. Insgesamt wird die Fähigkeit verbessert, die Tiefenbohrung druckabzusichern.

[0028] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Rohrelement derart gewunden ist, dass benachbarte Windungen im Abstand zueinander angeordnet sind oder aneinander anliegen. Sind benachbarte Windungen aneinander anliegend angeordnet, so kann vorhandener Raum effizient genutzt werden. Werden benachbarte Windungen im Abstand zueinander angeordnet, so kann gezielt Raum vorgesehen werden, der beispielsweise für andere Zwecke genutzt werden kann. Beispielsweise kann durch die beanstandete Anordnung ein Zugang zu einem unwundenen Element vorgesehen werden. Möglicherweise kann das Rohrelement selbst zumindest abschnittsweise aus flexibel aufweisbarem Material bestehen.

[0029] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Aufnahmekörper dazu ausgebildet ist, eine in der Tiefenbohrung angeordnete innere Verrohrung zu umwinden und/oder in einer äußeren Verrohrung aufgenommen zu werden. Umwindet der Aufnahmekörper eine innere Verrohrung, so kann die Vorrichtung zum Druckabsichern den Druck außerhalb dieser inneren Verrohrung absichern. Entsprechend kann die Vorrichtung zum Druckabsichern den Druck innerhalb einer äußeren Verrohrung absichern, wenn sie von dieser aufgenommen ist.

[0030] Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist der Aufnahmekörper dazu ausgebildet, in einem Zwischenraum zwischen der inneren Verrohrung und der äußeren Verrohrung angeordnet zu werden. So kann der Druck in dem Zwischenraum mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung abgesichert werden. Das gewundene Rohrelement kann an die vorhandene Geometrie des Zwischenraums angepasst werden.

[0031] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine Verschlusselement eine Sollbruchstelle aufweist. Die Sollbruchstelle kann dabei derart ausgelegt sein, dass sie vorbestimmt bricht. So kann die Sollbruchstelle des Verschlusselements vorteilhafter Weise bei einer vorgegebenen Druckdifferenz brechen. Die vorgegebene Druckdifferenz kann ein Wert unterhalb einer kritischen Druckdifferenz sein. Somit kann das Druckausgleichen vorteilhafter Weise bereits erfolgen, bevor ein kritischer Druck entstehen und die Tiefenbohrung, insbesondere eine der Verrohrungen, beschädigt würde. Ferner können derartige brechende Elemente günstig in der Herstellung sein und vor Ort einfach einzusetzen und auszuwechseln sein.

[0032] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das mindestens eine Verschlusselement ein Ventil, ein druckeinstellbares Druckventil, eine Berstscheibe oder ein Berststopfen ist. Das Ventil ermöglicht es, vorab den Aufnahmekörper mit einem kompressiblen Medium zu befüllen und somit eine bestimmte Menge des kompressiblen Mediums in dem Aufnahmekörper vorzuse-

hen. Ferner ermöglicht das Ventil, das kompressible Medium in dem Aufnahmekörper vorab mit einem bestimmten Druck zu beaufschlagen. Das druckeinstellbare Druckventil ermöglicht es, den Druck variabel einzustellen, bei dem das Ventil öffnet und schließt. Das druckeinstellbare Druckventil kann dazu eine Feder aufweisen, deren Federkraft eingestellt werden kann. Die Berstscheibe und der Berststopfen ändern ihren Zustand im Gegensatz zu dem Ventil und dem druckeinstellbaren Druckventil irreversibel. Brechen also Berstscheibe oder Berststopfen, so ist das Verschlusselement dauerhaft geöffneten.

[0033] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das kompressible Medium ein Fluid umfasst. Gemäß einem bevorzugten Aspekt ist das kompressible Medium ein kompressibles Gas, eine kompressible Flüssigkeit oder eine Kombination daraus. Beispielsweise kann das Fluid Luft, Stickstoff, andere kompressible Medien oder ein Gemisch daraus umfassen. Fluide sind mit dem Vorteil verbunden, dass sie sich an vorhandene Geometrien anpassen und diese zumindest teilweise füllen. Ferner können sie über Schlauchsysteme zugeführt werden. Ein Gas ist in der Regel mit dem Vorteil verbunden, dass es stärker kompressibel ist als ein Feststoff oder eine Flüssigkeit und dessen Dichte gleichzeitig niedriger ist.

[0034] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient des kompressiblen Mediums in dem Innenraum geringer ist als der thermische Ausdehnungskoeffizient eines die erfindungsgemäße Vorrichtung umgebenden Mediums. Erwärmen sich beispielsweise die erfindungsgemäße Vorrichtung mit dem darin aufgenommenen kompressiblen Medium sowie das die erfindungsgemäße Vorrichtung umgebende Medium, so kann gewährleistet werden, dass der Druck des kompressiblen Mediums in dem Innenraum geringer zunimmt als der Druck des umgebenden Mediums.

[0035] Ferner kann vorgesehen sein, dass der Aufnahmekörper mit wenigstens einer Fixieranordnung in der Tiefenbohrung fixierbar ist. So ist es vorteilhafter Weise möglich, den Aufnahmekörper an einer vorbestimmten Position in der Tiefenbohrung anzuordnen. Ferner ist es möglich, mehrere Aufnahmekörper an unterschiedlichen Stellen der Tiefenbohrung anzuordnen. So können in unterschiedlichen Abständen der Tiefenbohrung gezielt und bedarfsgerecht Aufnahmekörper angeordnet werden. Ferner kann die Fixieranordnung eine Schutzwirkung auf den Aufnahmekörper haben, sodass Beschädigungen an dem Aufnahmekörper verhindert werden können.

[0036] Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Fixieranordnung gegenüber der inneren Verrohrung und/oder äußeren Verrohrung fixierbar ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist damit flexibel anordenbar.

[0037] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Fixieranordnung eine axiale Bewegung

des Aufnahmekörpers entlang der inneren Verrohrung und/oder äußeren Verrohrung verhindert.

[0038] Es kann gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass ein Aufnahmekörper mit zwei Fixieranordnungen in der Tiefenbohrung fixiert wird. So können die beiden Fixieranordnungen an unterschiedlichen Seiten des Aufnahmekörpers angeordnet sein. Eine Fixieranordnung kann dabei an einer Unterseite des Aufnahmekörpers angeordnet sein, während die andere Fixieranordnung an einer Oberseite des Aufnahmekörpers angeordnet ist. Die Fixieranordnung an der Unterseite des Aufnahmekörpers kann verhindern, dass der Aufnahmekörper weiter in die Tiefenbohrung hineinrutscht. Die Fixieranordnung an der Oberseite des Aufnahmekörpers kann ferner verhindern, dass der Aufnahmekörper aus der Tiefenbohrung herausgerutscht, beispielsweise durch Auftriebskräfte.

[0039] Gemäß einem Aspekt kann vorgesehen sein, dass die Fixieranordnung gegenüber der inneren Verrohrung und/oder äußeren Verrohrung geklemmt ist. Ein Verklemmen ist mit dem Vorteil verbunden, dass eine Beschädigung der inneren Verrohrung und/oder äußeren Verrohrung verhindert wird. Gleichzeitig wird eine zuverlässige Fixierung ermöglicht. So können sensible Verrohrungen geschützt und Schwachstellen in der inneren Verrohrung und/oder äußeren Verrohrung verhindert werden.

[0040] Ferner kann gemäß einer Weiterbildung vorgesehen sein, dass die Fixieranordnung wenigstens eine Schraube umfasst. Diese kann gegen die innere Verrohrung und/oder äußere Verrohrung verschraubt werden. Schrauben stellen ein flexibles Mittel dar, um die Fixieranordnung lösbar zu fixieren. Ferner kann eine Vielzahl an Schrauben dazu vorgesehen sein, die Fixieranordnung zu fixieren. Damit können eine Kraftverteilung und eine Krafteinleitung in die innere Verrohrung und/oder äußere Verrohrung auf die Vielzahl an Schrauben verteilt werden. Ferner wird auch die Auswirkung einer fehlerhaften Befestigung einer einzelnen Schraube auf die Fixierung der Fixieranordnung verringert.

[0041] Gemäß einem Aspekt kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Schraube als Stiftschraube ausgebildet ist. Diese kann gegen die innere Verrohrung und/oder äußere Verrohrung verschraubt werden.

[0042] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Fixieranordnung einen Fixierring aufweist, der in radialer Richtung eine größere Dickenerstreckung aufweist als der Aufnahmekörper. Dies kann eine Schutzwirkung gegenüber dem Aufnahmekörper hervorrufen. Wird der Aufnahmekörper an einer bestimmten Position in der Tiefenbohrung angeordnet, so stößt zunächst der Fixierring mit umliegenden Elementen wie der inneren Verrohrung und/oder äußeren Verrohrung zusammen. Folglich können Beschädigungen des Aufnahmekörpers während der Installation bzw. Montage am Einsatzort wenigstens reduziert oder verhindert werden.

[0043] Gemäß einer Weiterbildung kann der Fixierring derart ausgebildet sein, dass er einen ringförmigen Zwi-

schenraum zwischen der inneren Verrohrung und der äußeren Verrohrung zumindest teilweise füllt. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn eine Fixierung gegenüber der inneren oder äußeren Verrohrung vorgesehen ist.

[0044] Gemäß einem Aspekt kann der Fixierring derart ausgebildet sein, dass er den ringförmigen Zwischenraum zwischen der inneren Verrohrung und der äußeren Verrohrung in radialer Richtung zumindest abschnittsweise entlang seines Umfangs nicht vollständig füllt. Dies ermöglicht eine erhöhte Zirkulation von Medien in dem Zwischenraum. Beispielsweise kann dies für Zementationsprozesse oder einer homogenen Verteilung eines Mediums in dem Zwischenraum vorteilhaft sein.

[0045] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Fixierring in radialer Richtung mit variabler Wandstärke ausgebildet ist. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn eine erhöhte Zirkulation in dem Zwischenraum zwischen der inneren Verrohrung und der äußeren Verrohrung gewünscht ist. Beispielsweise kann dies für Zementationsprozesse oder einer homogenen Verteilung eines Mediums in dem Zwischenraum vorteilhaft sein.

[0046] Ferner kann vorgesehen sein, dass der Fixierring Rippen mit jeweils dazwischen angeordnetem Freigang aufweist, wobei die Rippen in radialer Richtung größer ausgebildet sind als die Freigänge. Die Rippen können an der Außenseite des Fixierings angeordnet sein. Die wenigstens eine Schraube der Fixieranordnung kann in einem der Freigänge angeordnet sein. Sie kann sich zur Fixierung in radialer Richtung erstrecken.

[0047] Gemäß einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass der Fixierring aus Metall, insbesondere Stahl, ausgebildet ist. Ferner kann der Fixierring aus einem Kunststoff wie einem Kunstharz oder aus einem zementbasierten Werkstoff oder einem Verbundmaterial ausgebildet sein. Der Fixierring kann ein Gussteil, ein Drehteil, ein Frästeil, ein 3D-Druckteil oder eine Kombination sein.

[0048] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Aufnahmekörper mehrere unterschiedliche Verschlusselemente umfasst. Dies ermöglicht eine flexible Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Beispielsweise kann ein Ventil dazu vorgesehen sein, den Aufnahmekörper mit einem vorgegebenen Druck zu beaufschlagen. Dies kann bereits während der Installation bzw. der Montage erfolgen. Ein druckeinstellbares Druckventil, eine Berstscheibe oder ein Berststopfen kann dazu vorgesehen sein, zum Druckabsichern zu einem späteren Zeitpunkt den offenen und den geschlossenen Zustand einzunehmen. Ferner erhöhen mehrere Verschlusselemente die Zuverlässigkeit des Druckabsicherns.

[0049] Ferner kann vorgesehen sein, dass die unterschiedlichen Verschlusselemente bei einer unterschiedlichen Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung den offenen und den geschlossenen Zustand einnehmen. Dies kann ein gestaffeltes Druckabsichern ermöglichen.

[0050] Gemäß einer Weiterbildung umfasst der Aufnahmekörper mehrere Abschnitte, die voneinander durch Verschlusselemente getrennt sind. Dies kann ein gestaffeltes Druckabsichern ermöglichen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist flexibel an Gegebenheiten anpassbar.

[0051] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung können die mehreren Verschlusselemente dazu ausgebildet sein, bei einer unterschiedlichen Druckdifferenz zwischen den benachbarten Abschnitten den offenen und den geschlossenen Zustand einzunehmen. Dies kann ein gestaffeltes Druckabsichern ermöglichen.

[0052] Gemäß einer Ausgestaltung umfasst die Vorrichtung mehrere Aufnahmekörper. So kann der Umfang des Druckabsicherns an vorhandene Gegebenheiten angepasst werden. Ferner kann die Zuverlässigkeit gesteigert werden. Die mehreren Aufnahmekörper können unterschiedliche Verschlusselemente aufweisen. Dies ermöglicht eine flexible Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0053] Umfasst die Vorrichtung mehrere Aufnahmekörper, so kann vorgesehen sein, dass die mehreren Aufnahmekörper bei einer unterschiedlichen Druckdifferenz zwischen dem jeweiligen Innenraum und der Umgebung den offenen und den geschlossenen Zustand einnehmen. So kann erreicht werden, dass die Aufnahmekörper bei unterschiedlicher Druckdifferenz druckabsichern. Ferner kann dies ein gestaffeltes Druckabsichern ermöglichen.

[0054] Ferner wird die eingangs bezeichnete, der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe durch ein Verfahren zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen gelöst, insbesondere Geothermie-, Öl-, Gas- und/oder Kavernenbohrungen. Das Verfahren wird bevorzugt mit einer Vorrichtung der vorstehend beschriebenen Art durchgeführt. Wenigstens ein Aufnahmekörper ist dabei dazu ausgebildet, ein kompressibles Medium in einem Innenraum aufzunehmen. Darüber hinaus ist wenigstens ein Verschlusselement dazu ausgebildet, in Abhängigkeit von einer vorbestimmten Druckdifferenz zwischen dem Innenraum des Aufnahmekörpers und einer Umgebung einen offenen und einen geschlossenen Zustand einzunehmen. Das Verfahren umfasst den Schritt des Beaufschlagens des Aufnahmekörpers mit einem vorgegebenen Druck, den Schritt des Anordnens des Aufnahmekörpers in der Tiefenbohrung und den Schritt des Druckausgleichens einer Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung des Aufnahmekörpers, wobei das Verschlusselement zumindest zeitweise einen offenen Zustand einnimmt.

[0055] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine einfache Lösung zum Druckabsichern bei Tiefenbohrungen. Ferner ist das erfindungsgemäße Verfahren flexibel anpassbar und ist somit für unterschiedliche Arten von Tiefenbohrungen vorteilhaft.

[0056] Das Beaufschlagen des Aufnahmekörpers mit einem vorgegebenen Druck ermöglicht es, den Aufnahmekörper für dessen Einsatzzweck anzupassen und ent-

sprechend den Erfordernissen zu modifizieren. Es kann dabei vorgesehen sein, dass ein kompressibles Medium in den Aufnahmekörper gefüllt wird.

[0057] Der Schritt des Anordnens des Aufnahmekörpers in der Tiefenbohrung verdeutlicht, dass der Aufnahmekörper zunächst entfernt von dessen Einsatzort hergestellt und modifiziert und schließlich an dem Einsatzort installiert und angeordnet werden kann. So können beispielsweise räumliche Beschränkungen am Einsatzort umgangen werden, die ein Modifizieren des Aufnahmekörpers, wie beispielsweise das Beaufschlagen des Aufnahmekörpers mit einem vorgegebenen Druck, nicht oder nur eingeschränkt ermöglichen würden.

[0058] Der vorstehend beschriebene Druckausgleich bewirkt das Druckabsichern der Tiefenbohrung. Er ermöglicht, dass kritisch hohe Drücke in der Umgebung der erfindungsgemäßen Vorrichtung reduziert und/oder verhindert werden. So kann eine Beschädigung der Tiefenbohrung, insbesondere der verwendeten Rohre, durch kritisch hohen Druck insbesondere in der Umgebung eines Rohres wie in einem Zwischenraum oder einem Ringraum vermieden werden. Neben der unmittelbaren Umgebung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann sich das Druckausgleichen auch auf weiter entfernt liegende Bereiche der Tiefenbohrung positiv auswirken, da abhängig von der Struktur der Umgebung auch dort der Druck sinken kann. Der Wirkbereich kann also größer sein als die direkte Umgebung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0059] Das erfindungsgemäße Verfahren ist einfach durchzuführen. Außerdem bietet es die Möglichkeit, an die jeweils vorzufindenden Gegebenheiten angepasst zu werden. Ferner können der in dem Verfahren verwendete Aufnahmekörper und/oder das Verschlusselement den Gegebenheiten entsprechend angepasst werden.

[0060] Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass bei dem Druckausgleich ein Medium in den Aufnahmekörper einströmt. So kann ein zusätzliches Expansionsvolumen generiert werden. Der Druck des einströmenden Mediums kann dadurch reduziert werden.

[0061] Gemäß einem Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass bei dem Druckausgleich ein kompressibles Medium im Innenraum des Aufnahmekörpers sein Volumen ändert. Die Änderung des Volumens kann einen reduzierten Druck in der Umgebung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bewirken. So kann ein unzulässig hoher Druck in der Umgebung verhindert werden.

[0062] Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine Verschlusselement beim Druckausgleich einen dauerhaft geöffneten Zustand einnimmt. So kann es sich um ein irreversibel aktulierbares Verschlusselement handeln.

[0063] Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass das Verschlusselement oberhalb des vorgegebenen Differenzdrucks einen offenen

Zustand und unterhalb des vorgegebenen Differenzdrucks einen geschlossenen Zustand einnimmt. So kann es sich um ein reversibel betätigbares Verschlusselement handeln.

5 **[0064]** Dem Fachmann ist klar, dass Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der Erfindung, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erläutert wurden, auch für das erfindungsgemäße Verfahren gelten. Auch die Umkehrung davon ist dem Fachmann klar.

10 **[0065]** Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft anhand der beiliegenden Figuren erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Tiefenbohrung, die die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst;

Fig. 2 eine schematische Detailansicht einer Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung in der Tiefenbohrung;

Fig. 3 eine schematische Detailansicht einer Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Fixieranordnung, angeordnet in der Tiefenbohrung;

Fig. 4 eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Aufnahmekörpers;

Fig. 5 eine schematische dreidimensionale Seitenansicht des erfindungsgemäßen Aufnahmekörpers;

Fig. 6 eine schematische Explosionszeichnung einer erfindungsgemäßen Fixieranordnung;

Fig. 7 eine schematische Detailansicht einer erfindungsgemäßen Fixieranordnung angeordnet in einer Tiefenbohrung;

Fig. 8 eine schematische Detailansicht einer erfindungsgemäßen Fixieranordnung mit Stiftschrauben;

Fig. 9 eine schematische Detailansicht einer Öffnung des Aufnahmekörpers mit Verschlusselement;

Fig. 10 eine schematische Schnittansicht durch ein Verschlusselement an dem Aufnahmekörper der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 11 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit mäanderförmig gewundenem Rohrelement; und

Fig. 12 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit spiralförmig gewun-

denem Rohrelement.

[0066] Figur 1 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Tiefenbohrung 10, die eine Vielzahl an erfindungsgemäßen Vorrichtungen 12 zum Druckabsichern umfasst. Die Tiefenbohrung 10 verläuft zur Erdoberfläche 14 und erstreckt sich mit mehreren Abschnitten in das Erdreich 16, wobei der Durchmesser der Tiefenbohrung 10 geringer ausfällt, je weiter sich die Tiefenbohrung 10 in das Erdreich 16 erstreckt. Die Tiefenbohrung 10 ist im Wesentlichen achssymmetrisch zu einer Bohrlochachse A ausgebildet. An der Erdoberfläche 14 befindet sich eine Bohrlochwand 18. Die Bohrlochwand 18 kann eine Zementierung 20 umfassen. Innerhalb der Bohrlochwand 18, also mit einem geringeren Durchmesser, ist ein Standrohr 22 in der Länge der Tiefererstreckung der Bohrlochwand 18 angeordnet. Innerhalb des Standrohrs 22 befindet sich eine Ummantelung, im folgenden Casing 24 bezeichnet, mit im Vergleich zum Standort 22 geringerem Durchmesser. Das Casing 24 weist eine größere Tiefererstreckung auf als das Standrohr 22. Das Standrohr 22 und das Casing 24 können aus Stahl ausgebildet sein. In einem Zwischenraum zwischen dem Standrohr 22 und dem Casing 24 ist ebenfalls eine Zementierung 20 angeordnet, die den Zwischenraum auskleidet und sich über die gesamte Länge des Casings 24 erstreckt. Mit geringerem Durchmesser als das Casing 24 ist innerhalb des Casings 24 eine als Tieback 26 bezeichnete Verankerung ausgebildet. Der Tieback 26 grenzt an das Förderloch 28 der Tiefenbohrung 10 an. Zwischen dem Casing 24 und dem Tieback 26 befindet sich ein erstes Fluid 30 sowie eine erfindungsgemäße Vorrichtung 12.

[0067] Ein unterer Bereich des Tiebacks 26 schließt an einen ersten Produktionsliner 32 an. Außerhalb des ersten Produktionsliners 32 ist in einem unteren Bereich ebenfalls eine Zementierung 20 ausgebildet, die einen Übergang zum Erdreich 16 bildet. In radialer Richtung innen bildet der erste Produktionsliner 32 einen Übergang zum Bohrloch 28. In einem oberen Bereich des ersten Produktionsliners 32 ist keine Zementierung ausgebildet, sondern in einem Übergangsbereich 33, in dem sich der erste Produktionsliner 32 und das Casing 24 in ihrer Längenerstreckung überschneiden, ist ein zweites Fluid 34 und eine der erfindungsgemäßen Vorrichtungen 12 angeordnet. Das zweite Fluid 34 kann ein freies Wasser nach einem Zementationsprozess sein.

[0068] Oberhalb des zweiten Fluid 34 ist in dem Übergangsbereich 33 zwischen Tieback 26 und ersten Produktionsliner 32 in radialer Erstreckung zum Casing 24 ein erstes Trennelement 36 angeordnet, das das erste Fluid 30 von dem zweiten Fluid 34 trennt. Das erste Trennelement 36 kann ein Element sein, das in der Fachwelt als "Top Liner Hanger Packer" bekannt ist.

[0069] Weiter im Inneren des Bohrlochs 28 ist gegenüber dem ersten Produktionsliner 32 mit geringerem Durchmesser und beabstandet zu diesem ein zweiter Produktionsliner 38 angeordnet. In einem Zwischenraum 39 zwischen dem ersten Produktionsliner 32 und dem

zweiten Produktionsliner 38 sind ein zweites Trennelement 40 und ein drittes Trennelement 42 angeordnet. Das zweite Trennelement 40 schließt den Zwischenraum 39 zwischen dem ersten Produktionsliner 32 und dem zweiten Produktionsliner 38 nach oben hin, also in Richtung Erdoberfläche 14 orientiert, zum Bohrloch hin ab. Das dritte Trennelement 42 ist unterhalb des zweiten Trennelements 40 ebenfalls in dem Zwischenraum 39 zwischen dem ersten Produktionsliner 32 und dem zweiten Produktionsliner 38 angeordnet und unterteilt einen nicht zementierten Bereich in zwei Unterbereiche, in denen jeweils eine erfindungsgemäße Vorrichtung 12 angeordnet ist. Jeder der Unterbereiche ist mit dem zweiten Fluid 34 zumindest teilweise gefüllt. In einem weiter unten in der Tiefenbohrung 10 angeordneten Bereich des zweiten Produktionsliners 38 ist ebenfalls eine Zementierung 20 auf der Außenseite des zweiten Produktionsliners 38 ausgebildet, die sich bis zu einem unteren Ende des zweiten Produktionsliners erstreckt. Das obere Ende der Zementierung 20 fällt im Wesentlichen mit dem unteren Ende des ersten Produktionsliners 32 zusammen.

[0070] Im tiefsten Bereich der Tiefenbohrung 10 schließt an einen innenliegenden Bereich des zweiten Produktionsliners 38 ein gelochtes Rohrelement 44 an, das gegenüber dem Fördererloch 28 gelocht ausgebildet ist und sich tiefer in das Bohrloch 28 erstreckt als der zweite Produktionsliner 38.

[0071] Figur 2 zeigt eine schematische Detailansicht einer Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung 12 in der Tiefenbohrung 10. Die schematische Detailansicht gemäß Figur 2 ist ein Teilschnitt durch die Tiefenbohrung 10 gemäß Figur 1 auf Höhe der Markierung M.

[0072] Figur 2 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung 12 mit einem Aufnahmekörper 46. Der Aufnahmekörper 46 ist von einem gewundenen, helixförmigen Rohrelement 48 gebildet. Das gewundene Rohrelement 48 umfasst eine Vielzahl an Windungen, die aneinander anliegen und eine innere Verrohrung 50 umgeben. Außenliegend gegenüber dem gewundenen Rohrelement 48 ist eine äußere Verrohrung 52 angeordnet.

[0073] Mit Bezug auf Figur 1 entspricht die innere Verrohrung 50 dem zweiten Produktionsliner 38 und die äußere Verrohrung 42 dem ersten Produktionsliner 32. Außerhalb der äußeren Verrohrung 52 ist eine Zementierung 20 ausgebildet. Die Wandstärke der Zementierung 20 ist in Längenerstreckung der Tiefenbohrung 10 unterschiedlich stark ausgeprägt. An die Zementierung 20 schließt das Erdreich 16 an.

[0074] Das gewundene Rohrelement 48 ist innen hohl. An dem einen Ende des gewundenen Rohrelements 48 ist eine erste Öffnung 54 und an dem anderen Ende des gewundenen Rohrelements 48 ist eine zweite Öffnung 56 ausgebildet. In der ersten Öffnung 54 ist ein erstes Verschlusselement 58 und in der zweiten Öffnung 56 ein zweites Verschlusselement 60 angeordnet.

[0075] An dem einen Ende des Aufnahmekörpers 46 ist eine erste Fixieranordnung 62 und an dem anderen

Ende des Aufnahmekörpers 46 ist eine zweite Fixieranordnung 64 angeordnet. Die beiden Fixieranordnungen 62, 64 weisen jeweils einen Fixierring 63, 65 auf. Die Fixierringe 63, 65 umschließen die innere Verrohrung 50 und sind von der äußeren Verrohrung 52 umgeben. Die Fixierringe 63, 65 sind im Wesentlichen gleich ausgebildet, jedoch ist der eine Fixierring 63 gegenüber dem anderen Fixierring 65 um 180 Grad gedreht, sodass gleiche Seiten gegenüber dem Aufnahmekörper 46 angeordnet sind.

[0076] Im Folgenden wird die Ausgestaltung der Fixieranordnungen 62, 64 in Bezug auf die zweite Fixieranordnung 64 kurz dargestellt. Der zweite Fixierring 65 umfasst mehrere Rippen 66. Die Rippen 66 sind in Umfangsrichtung des zweiten Fixierrings 65 gleich verteilt und erstrecken sich in radialer Richtung des Fixierrings 65 nach außen. Die Rippen 66 erstrecken sich in longitudinaler Richtung des Fixierrings 65 und damit auch in longitudinaler Richtung der Tiefenbohrung 10 und des Aufnahmekörpers 46. Zwischen zwei Rippen 66 ist ein jeweiliger Freigang 68 ausgebildet. Die Rippen 66 sind in radialer Richtung größer ausgebildet als die Freigänge 68. Den jeweiligen Freigängen 68 ist jeweils eine Vielzahl an Schrauben 70 angeordnet, die als Stiftschrauben ausgebildet sind. Die Freigänge 68 liegen durch ihre geringere Seitenerstreckung nie an der äußeren Verrohrung 52 an. Sofern die Rippen 66 an der äußeren Verrohrung anliegen und der Fixierring 65 die innere Verrohrung 50 umschließt, so verbleibt weiterhin durch die Freigänge 68 freier Raum, der einen einfachen Zementationsprozess ermöglichen kann. Ferner können Medien, die den Fixierring 65 umgeben, frei zirkulieren.

[0077] Figur 3 zeigt eine schematische Detailansicht einer Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung 12, angeordnet in der Tiefenbohrung 10, in einem Schnitt entlang der Markierung M von Figur 1. Die erfindungsgemäße Vorrichtung 12 ist in dem Zwischenraum 39 zwischen der inneren Verrohrung 50 und der äußeren Verrohrung 52 angeordnet. In der Darstellung gemäß Figur 3 ist lediglich ein Teil des Aufnahmekörpers 46 mit einem Teil des gewundenen Rohrelements 48 dargestellt. An der ersten Öffnung 54 ist das erste Verschlusselement 58 angeordnet.

[0078] Oberhalb des Aufnahmekörpers 46 ist ebenfalls in dem Zwischenraum 39 die erste Fixieranordnung 62 angeordnet. Der Fixierring 63 der ersten Fixieranordnung 62 erstreckt sich in radialer Richtung über den gesamten Zwischenraum 39 und berührt die innere Verrohrung 50. Dabei ist der Fixierring 63 an der inneren Verrohrung 50 fixiert. Die Darstellung gemäß Figur 3 ist nicht maßstabsgetreu, denn tatsächlich ist der Fixierring 63 zu der äußeren Verrohrung 52 beabstandet. Es ist auch möglich, dass der Fixierring 63 die äußere Verrohrung 52 berührt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Fixierring 63 an der äußeren Verrohrung 52 fixiert ist. In dem dargestellten verbleibenden Zwischenraum 39 befindet sich das zweite Fluid 32.

[0079] Außerhalb der äußeren Verrohrung 52 ist die

Zementierung 20 ausgebildet, die einen Übergang zum Erdreich 16 bildet. Wie schon im Zusammenhang mit Figur 2 erläutert, ist die Wandstärke der Zementierung 20 in longitudinaler Richtung der Tiefenbohrung 10 unterschiedlich stark ausgebildet.

[0080] In dem gewundenen Rohrelement 48 befindet sich ein kompressibles Medium 72. Das kompressible Medium 72 ist nicht näher dargestellt, umfasst jedoch beispielsweise Luft, Stickstoff, andere kompressible Medien oder ein Gemisch daraus.

[0081] Figur 4 ist eine schematische Seitenansicht des erfindungsgemäßen Aufnahmekörpers 46, der von dem gewundenen Rohrelement 48 gebildet ist. Es ist ersichtlich, dass die Windungen des Rohrelements 48 aneinander anliegen. Das Rohrelement 48 ist mit einem konstanten Radius um die Bohrlochachse A helixförmig gewunden. Die erste Öffnung 54 des gewundenen Rohrelements 48 ist in Figur 4 nicht sichtbar. Die erste Öffnung 54 ist in der gezeigten Darstellung auf der Rückseite des Aufnahmekörpers 46 ausgebildet. Die zweite Öffnung 56 des gewundenen Rohrelements 48 ist an einer anderen, in der gezeigten Darstellung unteren Seite des gewundenen Rohrelements 48 ausgebildet. In der zweiten Öffnung 56 ist das zweite Verschlusselement 60 angeordnet.

[0082] Figur 5 ist eine schematische dreidimensionale Seitenansicht des erfindungsgemäßen Aufnahmekörpers 46. Die zweite Öffnung 56 des gewundenen Rohrelements 48 ist mit dem zweiten Verschlusselement 60 verschlossen. Das zweite Verschlusselement 60 ist als Berststopfen ausgebildet. Die erste Öffnung 54 ist in der Darstellung gemäß Figur 5 nicht sichtbar, da sie in der gezeigten Darstellung auf der Rückseite des Aufnahmekörpers 46 ausgebildet ist.

[0083] Auch in dieser Darstellung ist ersichtlich, dass das Rohrelement 48 mit einem konstanten Radius um die Bohrlochachse A helixförmig gewunden ist. Ferner liegen die Windungen des gewundenen Rohrelements 48 aneinander an.

[0084] Figur 6 ist eine schematische Explosionszeichnung einer erfindungsgemäßen Fixieranordnung 62, 64. Der Fixierring 63, 65 umfasst die Vielzahl an Rippen 66, die in Umfangsrichtung des Fixierrings 63, 65 gleich verteilt sind und sich in radialer Richtung nach außen erstrecken. Zwischen den Rippen 66 sind die Freigänge 68 ausgebildet. In den Freigängen 68 ist eine Vielzahl an Gewindegängen 74 ausgebildet, die sich in radialer Richtung des Fixierrings erstrecken. Die in der der Explosionszeichnung schwebend dargestellten Schrauben 70 sind derart ausgebildet, in die Gewindegänge 74 in den Freigängen 68 des Fixierrings 63, 65 eingeschraubt zu werden. Die Schrauben 70 sind als Stiftschrauben ausgebildet.

[0085] Eine in radialer Richtung innenliegende Umfangsfläche 76 des Fixierrings 63, 65 ist im Wesentlichen eben ausgebildet. Die innenliegende Umfangsfläche 76 ist in jedem Punkt zur longitudinalen Achse des Fixierrings 63, 65 gleich beabstandet. Eine außenliegende

Umfangsfläche 78 des Fixierrings 63, 65 ist wie erläutert nicht eben ausgebildet, sondern umfasst die Rippen 66 und die Freigänge 68.

[0086] Der Fixierring 63, 65 weist in der gezeigten Darstellung eine Fase 80 auf, die sich in Umfangsrichtung erstreckt und zwischen einer vorderen Seite des Fixierrings 63, 65 und der außenliegenden Umfangsfläche 78 angeordnet ist. Eine derartige Fase 80 kann auch auf der hinteren Seite des Fixierrings 63, 65 ausgebildet sein. In der gezeigten Darstellung jedoch ist keine derartige Fase 80 an der hinteren Seite des Fixierrings 63, 65 ausgebildet.

[0087] Figur 7 ist eine schematische Detailansicht einer erfindungsgemäßen Fixieranordnung 62, 64 angeordnet in einer Tiefenbohrung 10. Die Fixieranordnung 62, 64 ist zwischen der innenliegenden Verrohrung 50 und der außenliegenden Verrohrung 52 angeordnet. Die innere Verrohrung 50 ist im Wesentlichen gegenüber der Bohrlochachse A zentriert. Dementsprechend ist auch die Fixieranordnung 62, 64 und die äußere Verrohrung 52 im Wesentlichen gegenüber der Bohrlochachse A zentriert. Die Rippen 66 des Fixierring 63, 65 liegen an der äußeren Verrohrung 52 an. Die innenliegende Umfangsfläche des Fixierring 63, 65 liegt an der inneren Verrohrung 50 an. Wie aus der Darstellung ersichtlich wird, bilden die Freigänge 68 einen freien Durchgang zwischen dem Fixierring 63, 65 und der äußeren Verrohrung 52. Die jeweiligen Übergänge zwischen den Freigängen 68 und den Rippen 66 sind nicht mit scharfen Kanten ausgebildet, sondern Radien bilden einen geglätteten Übergang.

[0088] Figur 8 ist eine schematische Detailansicht einer erfindungsgemäßen Fixieranordnung 62, 64 mit Schrauben 70 im Schnitt. Die Fixieranordnung 62, 64 ist in der Tiefenbohrung 10 positioniert und zwischen der äußeren Verrohrung 52 und der inneren Verrohrung 50 angeordnet. Der Schnitt durch die Fixieranordnung 62, 64 erfolgt durch die Darstellung gemäß Figur 7 entlang der Linie B-B. Dementsprechend wird durch den Schnitt einer der Freigänge 68 geschnitten.

[0089] Wie in der Darstellung gezeigt, ist der Fixierring 63, 65 gegenüber der inneren Verrohrung 50 befestigt. Dies wird dadurch bewirkt, dass die Schrauben 70 des Fixierrings 63, 65 in Richtung innerer Verrohrung 50 in den Fixierring 63, 65 eingeschraubt werden und eine vordere Stirnfläche der Schrauben 70 gegen die innere Verrohrung 50 gedrückt wird. Dadurch entsteht eine Klemmkraft, die ein Verrutschen oder Verdrehen des Fixierrings 63, 65 gegenüber der inneren Verrohrung 50 verhindert.

[0090] Die Anzahl der Schrauben 70 kann nahezu beliebig ausgewählt werden, jedoch ist eine Mindestklemmkraft erforderlich, damit kein Verrutschen oder Verdrehen stattfindet. Eine höhere Anzahl an Schrauben 70 bewirkt eine bessere Verteilung der durch die Schrauben 70 auf die innere Verrohrung 50 aufgebrachten Kräfte, da eine einzelne Schraube 70 dann eine geringere Klemmkraft aufbringen muss und sich zugleich die einzelnen Klemmkräfte auf einen größeren Bereich der inneren Verrohrung 50 verteilen.

5

[0091] Figur 9 zeigt eine schematische Detailansicht einer Öffnung 54, 56 des Aufnahmekörpers 46 mit Verschlusselement 58, 60. Genauer gesagt ist in Figur 9 ein Detail aus Figur 4 in Frontalansicht dargestellt, nämlich die zweite Öffnung 56 mit dem zweiten Verschlusselement 60. Es ist zu erkennen, dass innerhalb des gewundenen Rohrelements 48 das zweite Verschlusselement 60 angeordnet ist und die zweite Öffnung 56 verschließt.

10 **[0092]** Figur 10 zeigt eine schematische Schnittansicht durch das Verschlusselement 60 an dem Aufnahmekörper 46 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 12. Genauer gesagt ist das Verschlusselement 60 von Figur 9 im Schnitt entlang der Linie C-C gezeigt. Das Verschlusselement 60 ist an der Öffnung 56 des Aufnahmekörpers 46 angeordnet. Das Verschlusselement 60 ist in der gezeigten Darstellung als Berststopfen ausgebildet, der eine Endkappe 82, einen Rohrstutzen 84 und ein Berststopfenelement 86 umfasst. Die Endkappe 82 ist an einer Stirnfläche der Öffnung 56 des Aufnahmekörpers 46 angebracht. Auf einer Innenseite der Endkappe 82 ist der Rohrstutzen 84 angeordnet. Der Rohrstutzen 84 liegt mit seiner Außenseite an dem Innenumfang der Endkappe 82 an und berührt mit dessen Stirnfläche teilweise die Stirnfläche der Öffnung 56. Innerhalb des Rohrstutzens 84 ist das Berststopfenelement 86 angeordnet. Es ist mit dem Rohrstutzen 84 verbunden.

25 **[0093]** In dem Berststopfenelement 86 ist ein berstbares Element 88 angeordnet, das oberhalb einem zulässigen Differenzdruck zwischen dem inneren Bereich des Aufnahmekörpers 46 und der anderen Seite des berstbaren Elements 88 auf einer Außenseite des Aufnahmekörpers bricht. Dazu kann das berstbare Element 88 mit einer Sollbruchstelle ausgebildet sein. Das berstbare Element 88 kann beispielsweise aus Keramik oder einem Metall ausgebildet sein.

30 **[0094]** Das gewundene Rohrelement 48, die Endkappe 82, der Rohrstutzen 84 und das Berststopfenelement 86 können als ein schweißbarer metallischer Werkstoff ausgebildet und miteinander verschweißt sein. Ferner können sie miteinander durch andere geeignete Verbindungsarten wie beispielsweise Kleben oder mittels Gewinden miteinander verbunden sein.

35 **[0095]** In der gezeigten Darstellung ist der Rohrstutzen 84 mit der Endkappe 82 verschweißt. An der Innenseite des Rohrstutzens 84 ist ein Gewinde ausgebildet, das nachträglich angebracht sein kann, in das das Berststopfenelement 86 verschraubt ist. Die Endkappe 82 ist in der gezeigten Darstellung mit dem gewundenen Rohrelement 48 verschweißt.

40 **[0096]** Das Verschlusselement 60 aus Figur 10 und dessen Anordnung gegenüber dem gewundenen Rohrelement 48 dient lediglich als beispielhafte Ausführung. Das Verschlusselement 60 kann auch anders ausgebildet und so beispielsweise vollständig innerhalb der Öffnung 56 des Aufnahmekörpers 46 angeordnet sein.

45 **[0097]** Figur 11 zeigt eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 12 mit mäanderförmig

gewundenem Rohrelement 148. Das gezeigte gewundene Rohrelement 148 des Aufnahmekörpers 146 umfasst im Wesentlichen gerade Abschnitte und/oder wenig gekrümmte Abschnitte, die mit gekrümmten Abschnitten miteinander verbunden sind. Im Inneren des mäanderförmig gewundenen Rohrelements 148 befindet sich das kompressible Medium 72. Die gezeigte Vorrichtung 12 umfasst zwei Verschlusselemente 58, 60, die in jeweiligen Öffnungen 54, 56 angeordnet sind.

[0098] Die Länge des gewundenen Rohrelements 148, die Anzahl der gekrümmten Abschnitte und der Abstand der geraden Abschnitte kann nahezu beliebig an die Erfordernisse einer Tiefenbohrung 10 angepasst werden. So kann das gewundene Rohrelement ähnlich einer Matte ausgebildet sein. Erfordert es die Geometrie des Einsatzortes, so kann vorgesehen sein, das gewundene Rohrelement 148 weiter zu biegen, beispielsweise um eine Achse, die in der Zeichnungsebene liegt.

[0099] Figur 12 zeigt eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 12 mit einem Aufnahmekörper 246 mit spiralförmig gewundenem Rohrelement 248. Das spiralförmig gewundene Rohrelement 248 ist in der gezeigten Darstellung nicht geschnitten dargestellt. Die Vorrichtung 12 umfasst zwei Verschlusselemente 58, 60, die in jeweiligen nicht näher gezeigten Öffnungen 54, 56 angeordnet sind.

[0100] Für den Einsatz einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 12 zum Druckabsichern von einer Tiefenbohrung kann in einem ersten Schritt zunächst die gewünschte Form des einen oder der mehreren Aufnahmekörper 46, 146, 246 ausgewählt werden.

[0101] Ferner wird der wenigstens eine Aufnahmekörper 46, 146, 246 aus entsprechenden gewundenen Rohrelementen 48, 148, 248 gebildet. Die einzelnen Bestandteile des Aufnahmekörpers 46, 146, 246 können miteinander über geeignete Verbindungsmittel verbunden werden.

[0102] Darüber hinaus wird für den Einsatz das passende wenigstens eine Verschlusselement 58, 60 ausgewählt und in dem Aufnahmekörper 46, 146, 246 angeordnet.

[0103] Der Aufnahmekörper 46, 146, 246 wird ferner mit einem kompressible Medium 72 befüllt. Außerdem kann nun der Aufnahmekörper 46, 146, 246 mit einem vorgegebenen Druck beaufschlagt werden.

[0104] In einem weiteren Schritt wird nun der Aufnahmekörper 46, 146, 246 in der Tiefenbohrung 10 angeordnet. Dazu kann der Aufnahmekörper 46, 146, 246 mit der wenigstens einen Fixieranordnung 62, 64 in der Tiefenbohrung 10 fixiert werden. Das Fixieren kann einfach ausgeführt werden, indem beispielsweise die Schrauben 70 angezogen werden.

[0105] Steigt nun der Druck außerhalb des erfindungsgemäßen Aufnahmekörpers 46, 146, 246 und übersteigt einen vorgegebenen Druck des wenigstens einen Verschlusselements 58, 60, so öffnet sich das Verschlusselement 58, 60 und das den erfindungsgemäßen Aufnahmekörper 46, 146, 246 umgebende Medium kann in

den Aufnahmekörper 46, 146, 246 einströmen. Dabei verdrängt und komprimiert es das kompressible Medium 72 in dem Aufnahmekörper 46, 146, 246. Der Druck in der Umgebung des Aufnahmekörpers 46, 146, 246 kann reduziert werden, insbesondere in der Umgebung des geöffneten Verschlusselements 58, 60.

[0106] Dieser Vorgang kann reversibel sein, d. h. er lässt sich wiederholen, oder er erfolgt einmalig. Auch lässt sich der Aufnahmekörper derart ausgestalten, dass er mehrfach verwendet werden kann oder nur einfach.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (12) zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen (10), insbesondere Geothermie-, Öl-, Gas- und/oder Kavernenbohrungen, wobei die Vorrichtung (12) wenigstens einen Aufnahmekörper (46, 146, 246) umfasst, der dazu ausgebildet ist, ein kompressibles Medium (72) in einem Innenraum aufzunehmen, wobei der Aufnahmekörper (46, 146, 246):

wenigstens eine Öffnung (54, 56) aufweist, die einen Übergang zwischen dem Innenraum und einer Umgebung des Aufnahmekörpers (46, 146, 246) bildet,

wobei die wenigstens eine Öffnung (54, 56) mit wenigstens einem Verschlusselement (58, 60) verschließbar ist, das in der diesem zugeordneten Öffnung (54, 56) angeordnet ist und dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer vorbestimmten Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung einen offenen und einen geschlossenen Zustand einzunehmen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmekörper (46, 146, 246) zumindest abschnittsweise von einem gewundenen Rohrelement (48, 148, 248) gebildet ist.

2. Vorrichtung (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gewundene Rohrelement (48, 148, 248) spiralförmig, helixförmig, mäanderförmig, oder in Form einer Kombination hieraus ausgebildet ist.

3. Vorrichtung (12) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohrelement (48, 148, 248) derart gewunden ist, dass benachbarte Windungen im Abstand zueinander angeordnet sind oder aneinander anliegen.

4. Vorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmekörper (46, 146, 246) dazu ausgebildet ist, eine in der Tiefenbohrung (10) angeordnete innere Verrohrung (50) zu umwinden und/oder in einer äußeren Verrohrung (52) aufgenommen zu werden,

vorzugsweise in einem Zwischenraum (39) zwischen der inneren Verrohrung (50) und der äußeren Verrohrung (52) angeordnet zu werden.

5. Vorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Verschlusselement (58, 60) eine Sollbruchstelle aufweist. 5
6. Vorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Verschlusselement (58, 60) ein Ventil, ein druckeinstellbares Druckventil, eine Berstscheibe oder ein Berststopfen ist. 10
7. Vorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kompressible Medium (72) ein Fluid umfasst, vorzugsweise ein kompressibles Gas, eine kompressible Flüssigkeit oder eine Kombination daraus. 15 20
8. Vorrichtung (12) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmekörper (46, 146, 246) mit wenigstens einer Fixieranordnung (62, 64) in der Tiefenbohrung (10) fixierbar ist, vorzugsweise gegenüber der inneren Verrohrung (50) und/oder äußeren Verrohrung (52) fixierbar ist, wobei insbesondere eine axiale Bewegung des Aufnahmekörpers (46, 146, 246) entlang der inneren Verrohrung (50) und/oder äußeren Verrohrung (52) verhindert wird, wobei als optionales Merkmal die Fixieranordnung (62, 64) gegenüber der inneren Verrohrung (50) und/oder äußeren Verrohrung (52) geklemmt ist. 25 30
9. Vorrichtung (12) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fixieranordnung (62, 64) wenigstens eine Schraube (70), vorzugsweise wenigstens eine Stiftschraube, umfasst, die vorzugsweise gegen die innere Verrohrung (50) und/oder äußere Verrohrung (52) verschraubt wird. 35 40
10. Vorrichtung (12) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fixieranordnung (62, 64) einen Fixierring (63, 65) aufweist, der in radialer Richtung eine größere Dickenerstreckung aufweist als der Aufnahmekörper (46, 146, 246), und vorzugsweise einen ringförmigen Zwischenraum zwischen der inneren Verrohrung (50) und äußeren Verrohrung (52) zumindest teilweise füllt, wobei als optionales Merkmal der Fixierring (63, 65) in radialer Richtung mit variabler Wandstärke ausgebildet ist. 45 50
11. Vorrichtung (12) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fixierring (63, 65) vorzugsweise an dessen Außenseite Rippen (66) mit jeweils dazwischen angeordnetem Freigang (68) aufweist, wobei die Rippen (66) in radialer Richtung größer 55

ausgebildet sind als die Freigänge (68).

12. Vorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmekörper (46, 146, 246) mehrere unterschiedliche Verschlusselemente (58, 60) umfasst, wobei als optionales Merkmal die unterschiedlichen Verschlusselemente (58, 60) bei einer unterschiedlichen Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung den offenen und den geschlossenen Zustand einnehmen. 5
13. Vorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahmekörper (46, 146, 246) mehrere Abschnitte umfasst, die voneinander durch Verschlusselemente (58, 60) getrennt sind, wobei die Verschlusselemente (58, 60) vorzugsweise dazu ausgebildet sind, bei einer unterschiedlichen Druckdifferenz zwischen den benachbarten Abschnitten den offenen und den geschlossenen Zustand einzunehmen. 10 15 20
14. Vorrichtung (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (12) mehrere Aufnahmekörper (46, 146, 246) umfasst, die vorzugsweise unterschiedliche Verschlusselemente (58, 60) aufweisen, wobei als optionales Merkmal die mehreren Aufnahmekörper (46, 146, 246) bei einer unterschiedlichen Druckdifferenz zwischen dem jeweiligen Innenraum und der Umgebung den offenen und den geschlossenen Zustand einnehmen. 25 30
15. Verfahren zum Druckabsichern von Tiefenbohrungen (10), insbesondere Geothermie-, Öl-, Gas- und/oder Kavernenbohrungen, bevorzugt mit einer Vorrichtung (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei wenigstens ein Aufnahmekörper (46, 146, 246) dazu ausgebildet ist, ein kompressibles Medium (72) in einem Innenraum aufzunehmen, und wobei wenigstens ein Verschlusselement (58, 60) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer vorbestimmten Druckdifferenz zwischen dem Innenraum des Aufnahmekörpers (46, 146, 246) und einer Umgebung einen offenen und einen geschlossenen Zustand einzunehmen, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: 35 40 45 50
 - Beaufschlagen des Aufnahmekörpers (46, 146, 246) mit einem vorgegebenen Druck;
 - Anordnen des Aufnahmekörpers (46, 146, 246) in der Tiefenbohrung (10);
 - Druckausgleichen einer Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und der Umgebung des Aufnahmekörpers (46, 146, 246), wobei das Verschlusselement (58, 60) zumindest zeitweise einen offenen Zustand einnimmt.

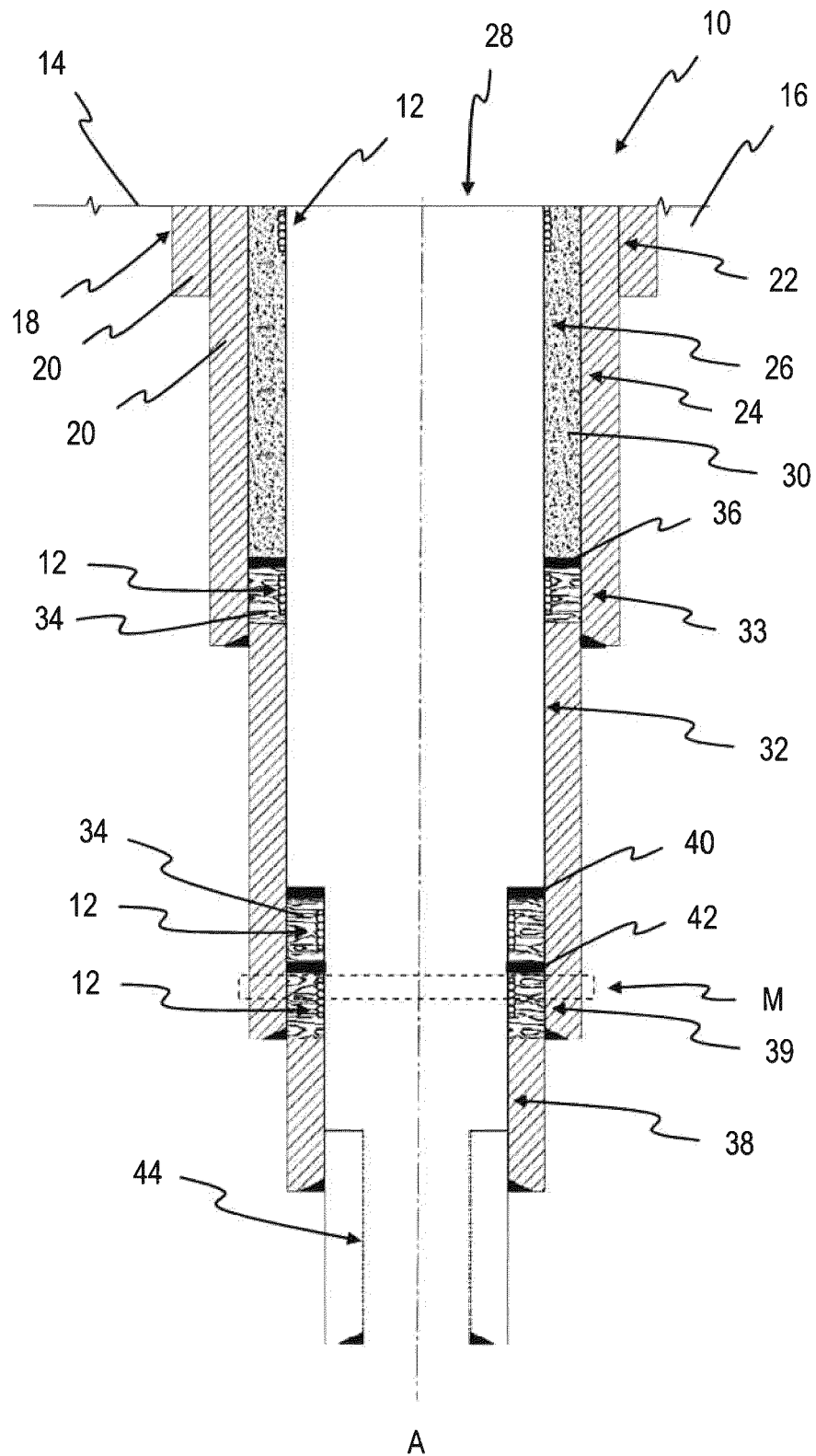


Fig. 1

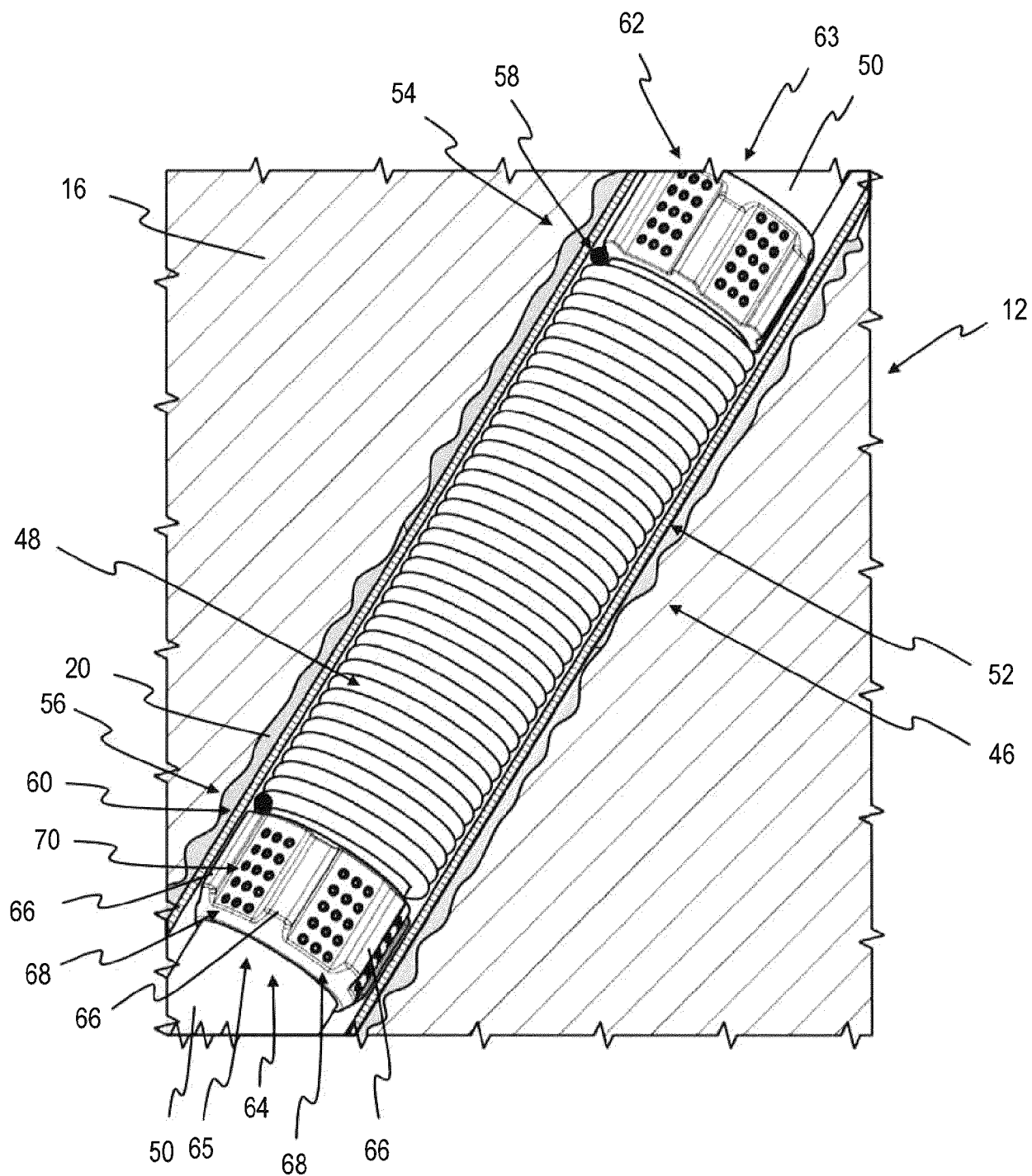


Fig. 2

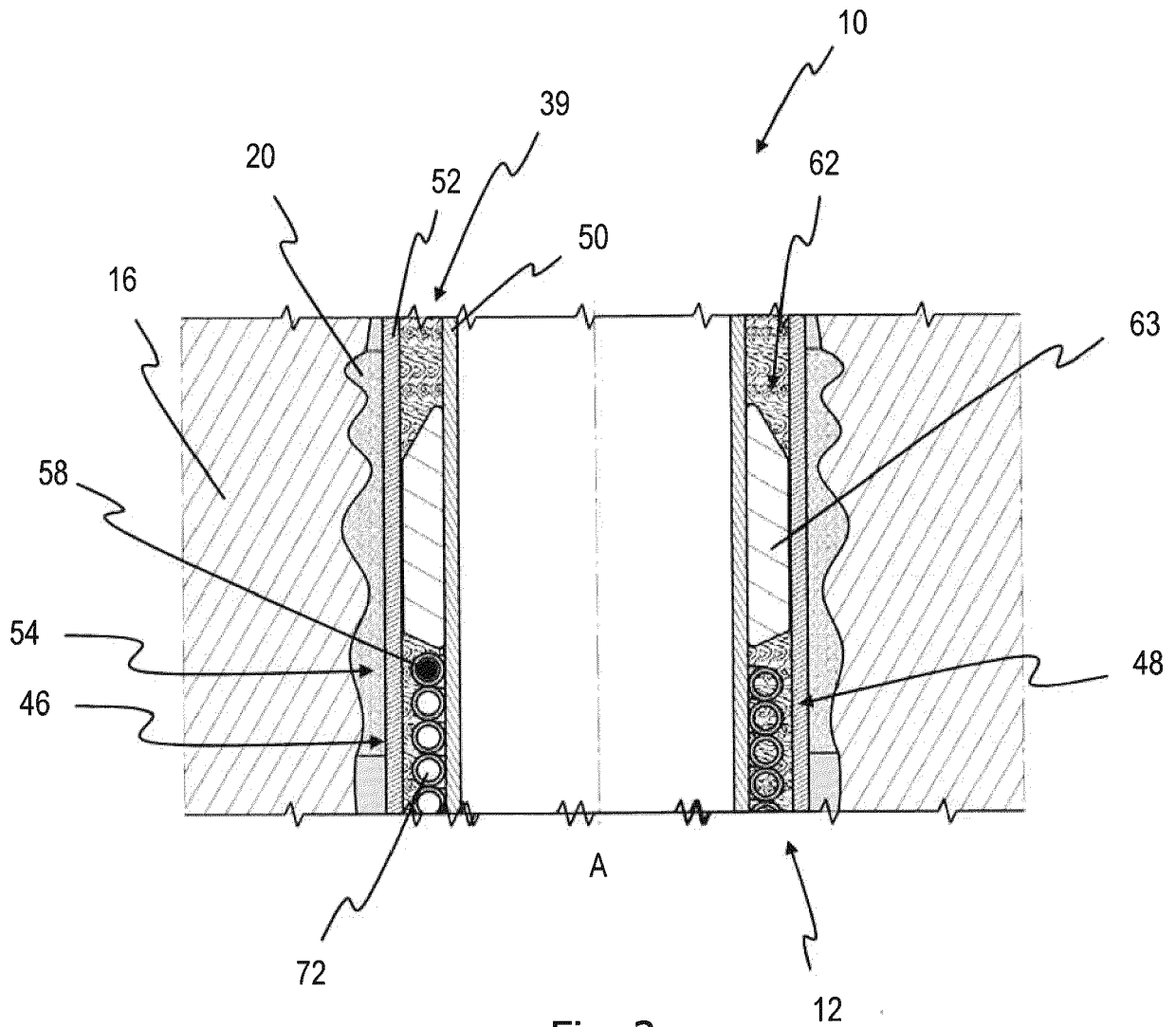
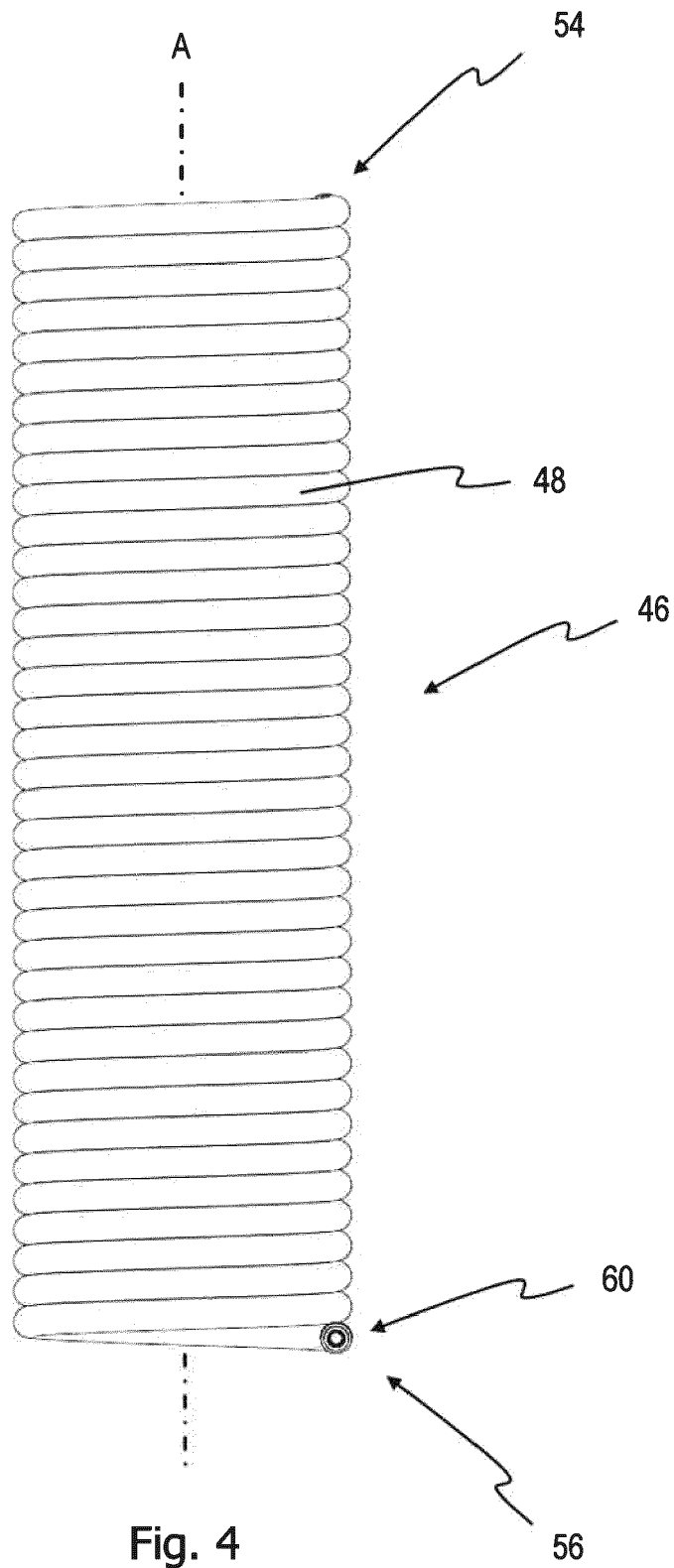


Fig. 3



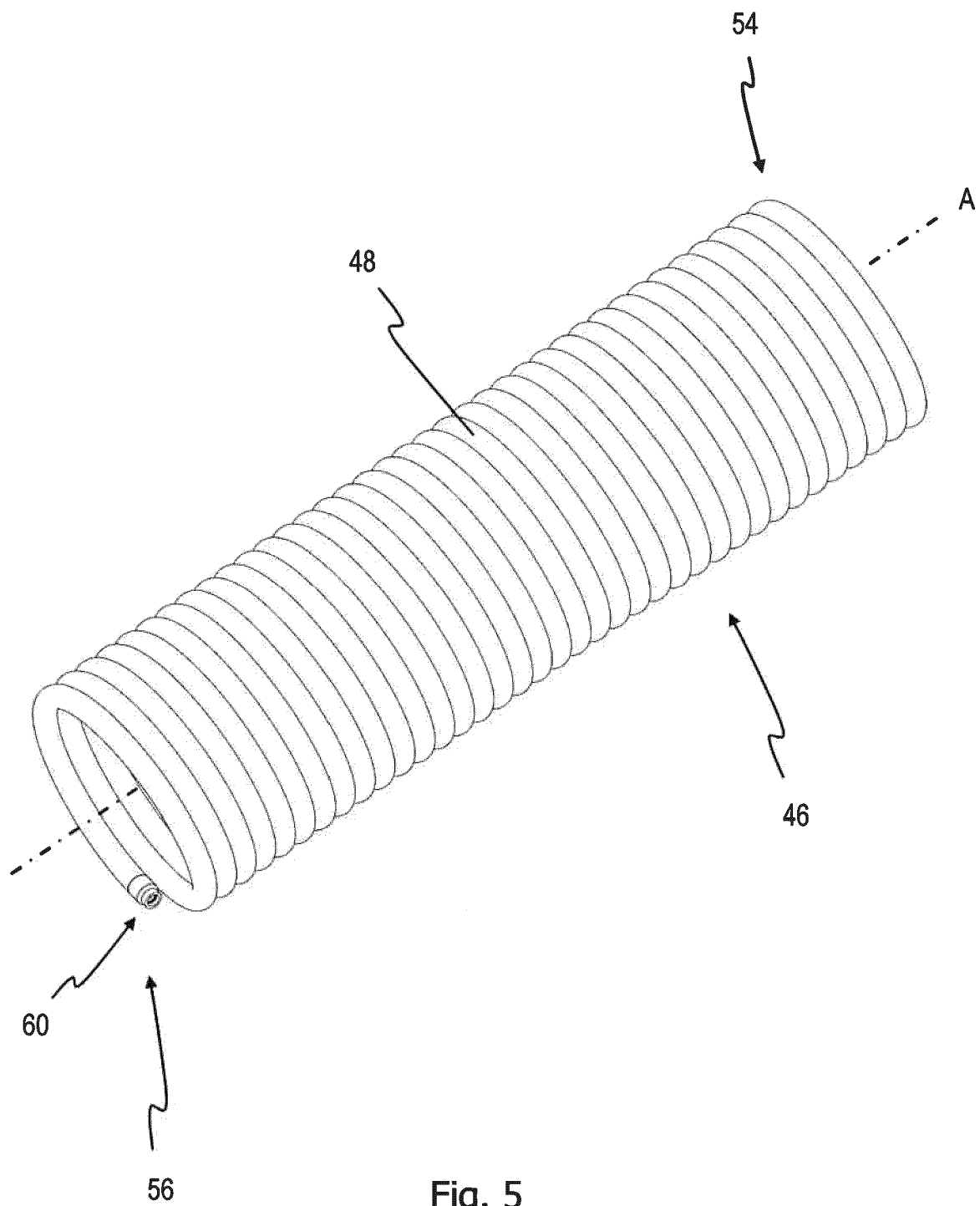


Fig. 5

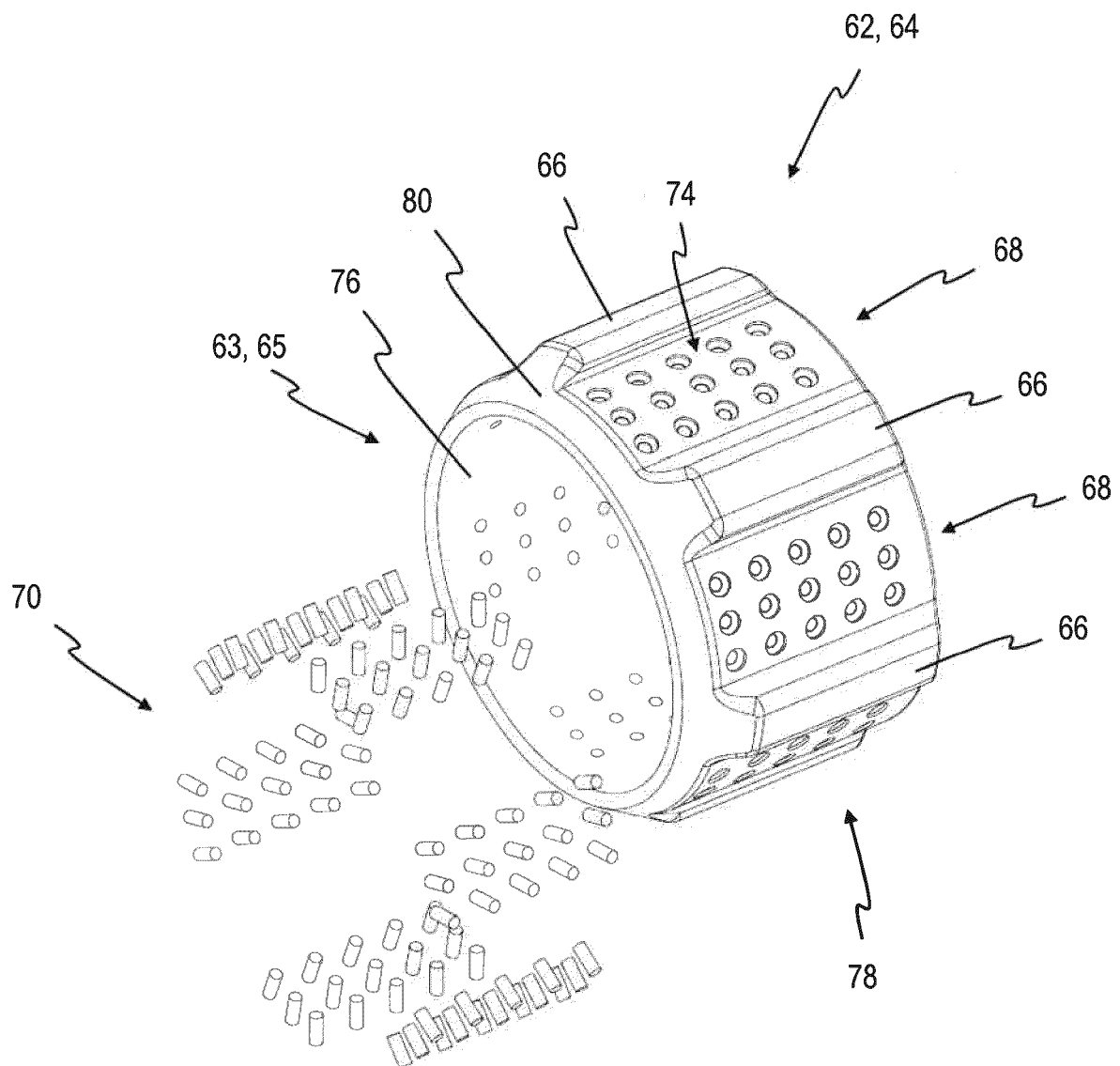


Fig. 6

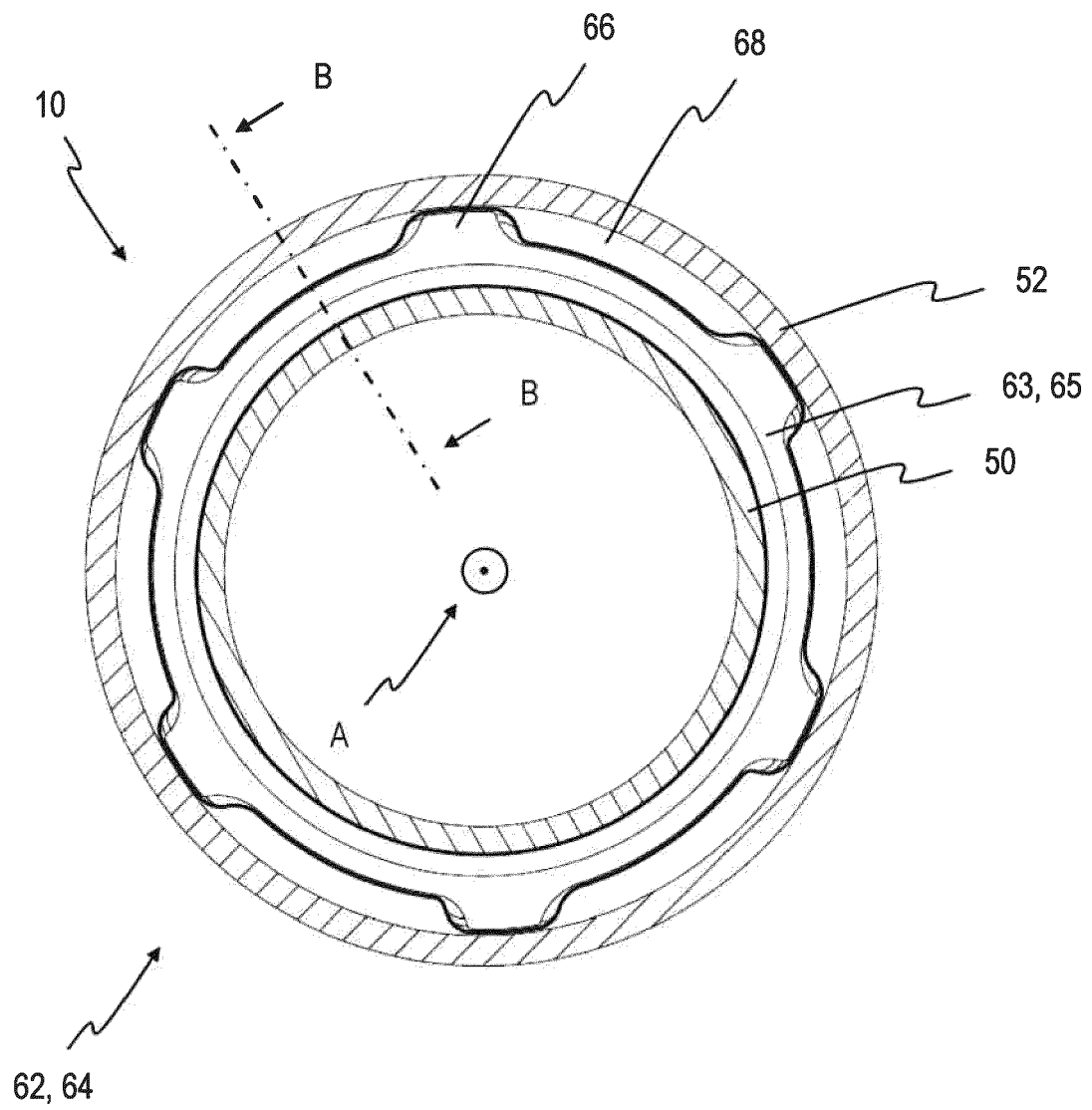


Fig. 7

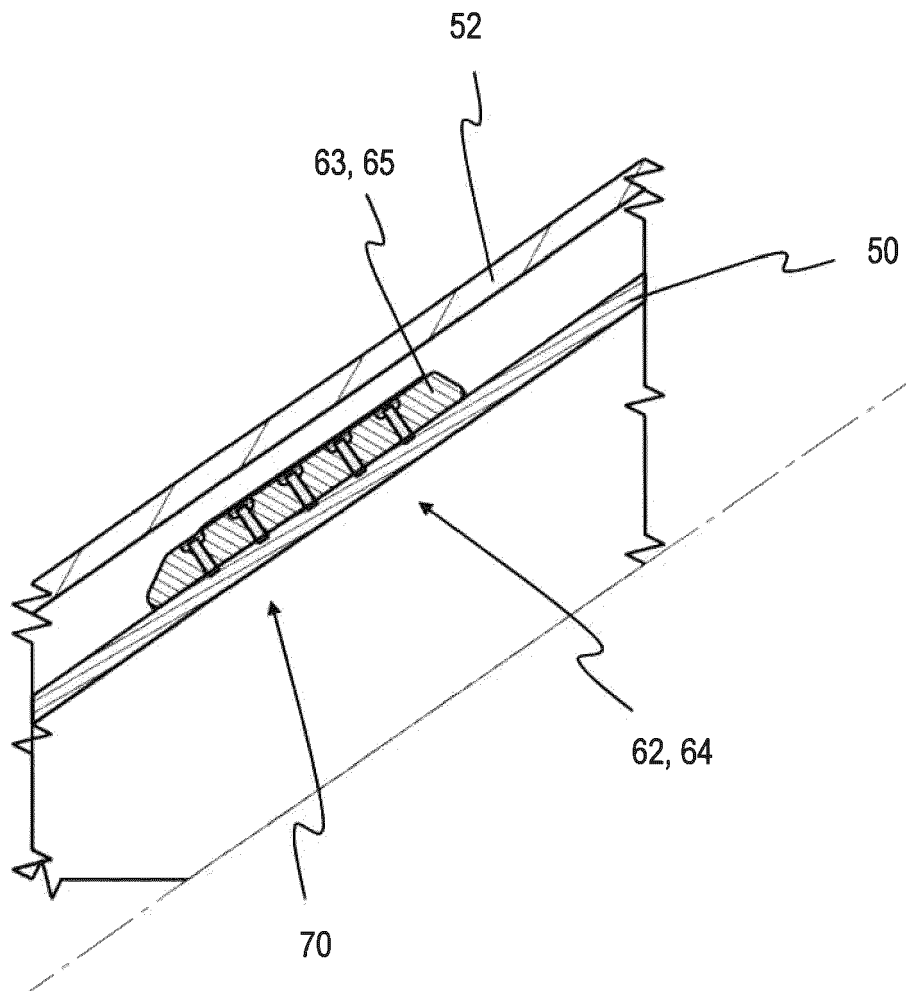


Fig. 8

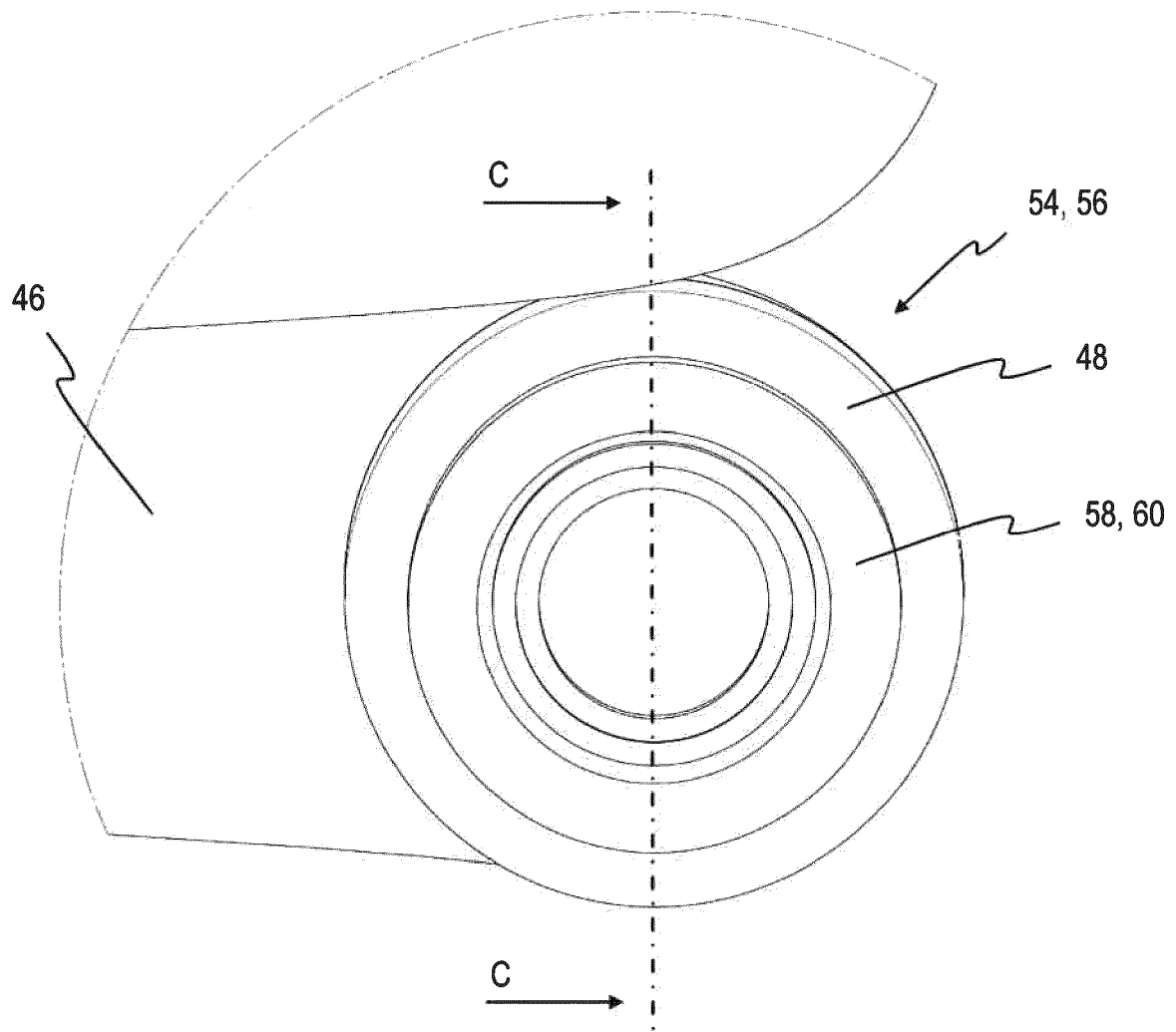


Fig. 9

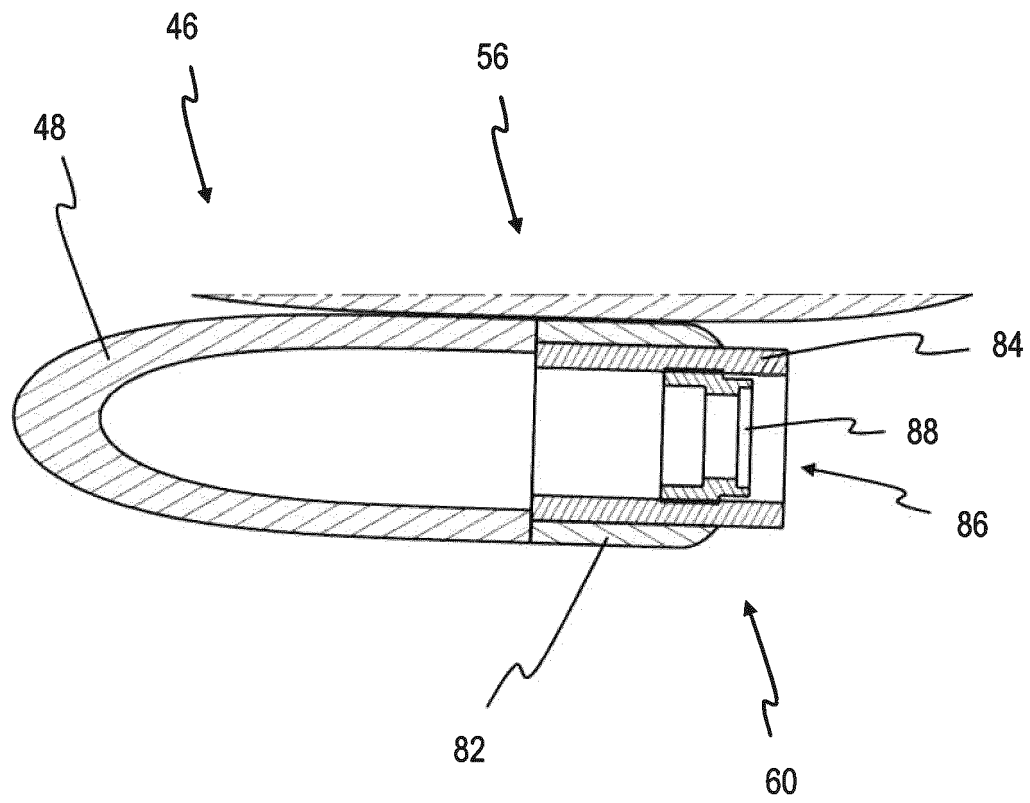


Fig. 10

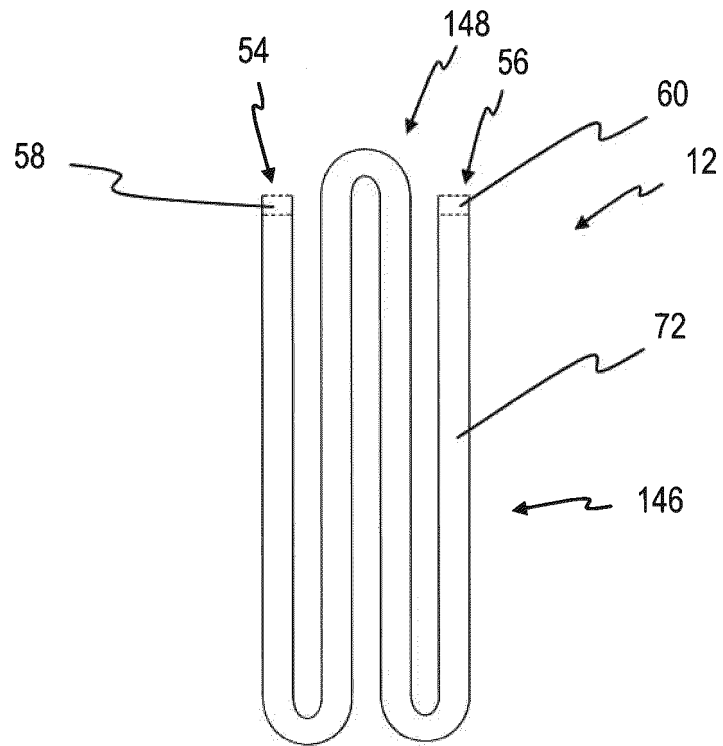


Fig. 11

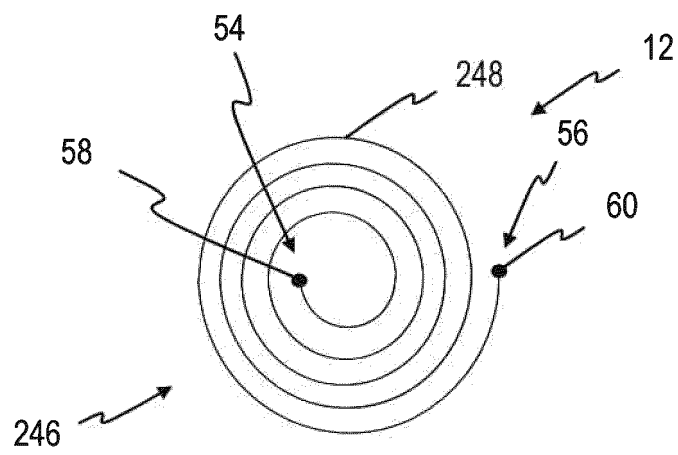


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 0430

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2012/106028 A1 (EXXONMOBIL UPSTREAM RES COMPANY [US]; DALE BRUCE A [US] ET AL.) 9. August 2012 (2012-08-09) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-18 * * Absätze [0061], [0074], [0106] - [0109], [0067] *	1-15	INV. E21B33/00 E21B33/10 E21B36/00 E21B41/00 E21B43/10
A	H L SANTOS ET AL: "APB Mitigation Techniques and Design Procedure", OTC, 29. Oktober 2015 (2015-10-29), Seiten 1-13, XP055769192, * Zusammenfassung * * Seite 2, Absatz 2 *	1-15	
A	ROGER WILLIAMSON ET AL: "Control of Contained-Annulus Fluid Pressure Buildup", SPE/IADC DRILLING CONFERENCE, 21. Februar 2003 (2003-02-21), Seiten 1-7, XP055769200, * Zusammenfassung * * Common Mitigation Techniques; Spalte 2 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E21B
A	US 2009/205828 A1 (HERMES ROBERT E [US] ET AL) 20. August 2009 (2009-08-20) * Zusammenfassung * * Absätze [0011], [0013], [0075]; Abbildung 2a *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Januar 2021	Prüfer Wehland, Florian
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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 19 0430

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.

28-01-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 2012106028	A1	09-08-2012	US 2013299180	A1	14-11-2013
				WO 2012106028	A1	09-08-2012
15	US 2009205828	A1	20-08-2009	US 2009205828	A1	20-08-2009
				WO 2009105554	A2	27-08-2009
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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