

(19)



(11)

**EP 2 924 171 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.07.2016 Patentblatt 2016/28**

(51) Int Cl.:  
**E02D 7/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14162394.2**

(22) Anmeldetag: **28.03.2014**

(54) **Rammhammer**

Pile driving hammer

Marteau batteur

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.09.2015 Patentblatt 2015/40**

(73) Patentinhaber: **Delmag GmbH & Co. KG**  
**63843 Niedernberg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heichel, Matthias**  
**63743 Aschaffenburg (DE)**

• **Jerch, Leopold**  
**64832 Babenhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dörner & Kötter PartG mbB**  
**Körnerstrasse 27**  
**58095 Hagen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1-102004 062 043**

**EP 2 924 171 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Rammhammer, umfassend einen Zylinder, einen in dem Zylinder verschiebbar geführten Kolben und einen in dem Zylinder verschiebbar geführten Schlagstück nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Beim Rammen von Betonpfählen besteht regelmäßig die Problematik, dass die geringen maximal zulässigen Druck- bzw. Zugspannungen im Pfahl besondere Maßnahmen erfordern, um eine Beschädigung der Betonpfähle zu vermeiden. Hierzu wird zwischen dem Werkstück der Ramme und dem Pfahl ein Dämpfungspaket angeordnet, um Beschädigungen des Betonpfahls entgegen zu wirken.

**[0003]** Nachteilig an der vorbekannten Anordnung ist, dass vor dem Rammen eines jeden Betonpfahls jeweils ein Dämpfungspaket angebracht werden muss, wodurch der Aufwand erhöht ist.

**[0004]** Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Rammhammer bereitzustellen, der **ein** Rammen von Betonpfählen ohne das Erfordernis eines zusätzlichen Dämpfungspaketes ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0005]** Mit der Erfindung ist ein Rammhammer bereit gestellt, der **ein** Rammen von Betonpfählen ohne das Erfordernis eines Dämpfungspaketes zwischen Schlagstück und Betonpfahl ermöglicht. Durch die Ausbildung des Kolbens mit einem Hohlraum, der zumindest teilweise mit einem beweglichen Füllstoff gefüllt ist, wird eine Dämpfung des Schlages erzielt, wodurch einer Beschädigung des Betonpfahls ohne das Erfordernis eines zusätzlichen Dämpfungspaketes entgegengewirkt ist.

**[0006]** In Weiterbildung der Erfindung ist der Hohlraum des Kolbens über einen lösbar mit dem Kolben verbundenen Deckel verschlossen. Hierdurch ist im Gegensatz zur - ebenfalls möglichen - nicht lösbaren Befestigung, bspw. mittels Schweißen - das Einbringen unterschiedlicher Füllstoffe ermöglicht, wodurch je nach Material des **zu rammenden** Pfahls eine unterschiedliche Dämpfung einstellbar ist. Bevorzugt ist der Füllstoff aus Schüttgut oder aus einer Flüssigkeit gebildet. Als Schüttgut kommen hier insbesondere Quarzsand oder auch Metallstrahlmittel, insbesondere Stahl- oder Aluminiumstrahlmittel zum Einsatz. Geeignete Flüssigkeit sind beispielsweise Öl oder Wasser.

**[0007]** In Weiterbildung der Erfindung ist der Füllstoff aus Partikeln mit im Wesentlichen runder Geometrie gebildet. Hierdurch ist eine geringe Setzzeit des Materials erzielt, wodurch ein optimaler Dämpfungsverlauf bewirkt ist.

**[0008]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist an dem Kolben an seinem dem Brennraum gegenüberliegenden Ende ein Vorsprung zum Eingriff einer Ausklinkvorrichtung angeordnet. Hierdurch kann die dem Stand der Technik erforderliche Aufziehnut des Zylinders ent-

fallen, da der Aufziehvorgang vollständig außerhalb des Zylinders erfolgt.

**[0009]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Kapselhaube vorgesehen, welche an einem Betonpfahl aufgesetzt werden kann und eine Öffnung für den Durchtritt des Schlagstücks aufweist. Alternativ kann die Kapselhaube auch an dem Zylinder des Rammhammers befestigbar ausgebildet sein. Hierdurch ist eine schallabsorbierende Ummantelung der Aufschlagfläche bewirkt, wodurch eine Reduktion der Schallemissionen bewirkt ist. Da der Aufschlag des Schlagstücks auf dem Pfahl eine Hauptschallquelle darstellt, ist hierdurch eine signifikante Reduzierung des Lärmpegels beim Rammvorgang bewirkt. Vorteilhaft ist an der Kapselhaube die Durchtrittsöffnung umgebend wenigstens ein Schallabsorptionselement angeordnet. Als Schallabsorptionselemente eignen sich insbesondere mehr oder weniger homogene oder faserige Materialien, deren Dicke **durch** die untere Frequenz definiert ist, bei der noch nahezu vollständige Absorption der auftreffenden Schallwellen erreichbar ist. Eine dementsprechende Absorption kann auch durch Anordnung eines geeigneten Strömungswiderstandes, beispielsweise in Form eines Faservlieses erzielt werden, dass beispielsweise auf ein Lochblech mit ausreichend großer und möglichst gleichmäßig verteilter Perforation in Form von Löchern oder Schlitzten aufgespannt ist.

**[0010]** Andere Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 die schematische Darstellung eines Rammhammers in Form einer Diesellamme;
- Figur 2 die Darstellung des Kolbens des Rammhammers aus Figur 1;
- Figur 3 die schematische Darstellung der Anordnung einer Kapselhaube zwischen Rammhammer und Betonpfahl und
- Figur 4 die schematische Darstellung des oberen Abschnitts des Rammhammers aus Figur 1 mit angeordneter Ausklinkvorrichtung.

**[0011]** Die als Ausführungsbeispiel gewählte Diesellamme umfasst einen beidseitig offenen Zylinder 1, der regelmäßig eine Länge von 3 bis 8 Metern und einem Durchmesser von 0,2 bis 1,5 Meter aufweisen kann. In dem Zylinder 1 ist ein Kolben 2 verschiebbar angeordnet. Ein hierzu koaxiales Schlagstück 3 greift verschiebbar in das offene untere Ende des Zylinders 1 ein. An dem unteren Ende des Zylinders 1 ist eine ringförmige Lagereinheit 9 befestigt, in der ein mittlerer Schaftabschnitt 31 des Schlagstücks 3 dicht und verschiebbar geführt ist, der einen gegenüber dem Innendurchmesser des Zylinders 1 verminderten Außendurchmesser aufweist. Die Diesellamme ist über an dem Zylinder 1 angeordnete Führungsbacken 13 entlang eines Mäklers verschiebbar

gelagert.

**[0012]** An dem unteren Ende des Schaftabschnitts 31 ist eine unterhalb des Zylinders 1 liegende Schlagplatte 32 angeformt, deren nach außen gerichtete untere konvexe Begrenzungsfläche 33 im Betrieb mit dem oberen Ende eines einzutreibenden Betonpfahls 8 zusammen-

wirkt.  
**[0013]** An dem oberen Ende des Schaftabschnitts 31 des Schlagstücks 3 ist ein Kolbenabschnitt 34 mit mehreren umlaufenden, axial beabstandeten Dichtringen angeformt, die auf der Innenmantelfläche 11 des Zylinders 1 laufen. Durch die Oberseite des Kolbenabschnitts 34 des Schlagstücks 3 ist zusammen mit der Unterseite des Kolbens 2 sowie der Innenmantelfläche 11 des Zylinders 1 ein Brennraum 12 begrenzt. Die den Brennraum 12 des Zylinders 1 zugewandte Stirnfläche des Schlagstücks 3 ist plan mit einer flachen Brennstoffmulde 30 geschliffen.

**[0014]** Zwischen der Schlagplatte 32 des Schlagstücks 3 und der Lagereinheit 9 des Zylinders 1 ist ein Dämpfungsring 91 angeordnet. Ein weiterer Dämpfungsring 92 ist benachbart zur Lagereinheit 9 zwischen der Oberseite der Lagereinheit 9 und der Unterseite des Kolbenabschnitts 34 des Schlagstücks 3 angeordnet.

**[0015]** Oberhalb des Schlagstücks 3 läuft im Inneren des Zylinders 1 ein mit umlaufenden, axial zueinander beabstandeten Dichtringen 93 versehenes unteres Arbeitsende 23 des Kolbens 2. Die untere freie, plangeschliffene Stirnfläche 21 des Kolbens 2 ist durch eine radial umlaufende Stufe abgesetzt.

**[0016]** An dem unteren Arbeitsende 23 des Kolbens 2 ist ein Massenabschnitt 22 angeformt, der sich in den oberen Abschnitt des Zylinders 1 hinein erstreckt und der innen einen Hohlraum 24 aufweist. Der Hohlraum 24 ist an seinem der Stirnfläche 21 gegenüberliegenden Ende des Kolbens 2 mit einem Deckel 25 verschlossen. Der Deckel 25 ist im Ausführungsbeispiel über Schrauben 251 an dem Kolben 2 befestigt. Mittig ist der Deckel 25 mit einer Gewindebohrung 252 versehen. Die Gewindebohrung 252 dient dem Eingriff eines -nicht dargestellten- Schraubankers zur Handhabung des Deckels 25. Im Bereich des Deckels 25 ist an dem Kolben 2 endseitig außen umlaufend ein Vorsprung 26 angeformt. Der Vorsprung 26 dient der Aufnahme des Hakens 71 einer Ausklinkvorrichtung 7. Der Hohlraum 24 des Kolbens 2 ist im Ausführungsbeispiel mit Quarzsand befüllt.

**[0017]** An der Umfangswand des Zylinders 1 ist eine Einspritzvorrichtung 4 angeordnet, die eine Kraftstoffpumpe 41 umfasst, die über eine Leitung 43 mit der Einspritzdüse 42 verbunden ist. Der Einlass der Kraftstoffpumpe 41 wird über einen Kraftstofftank 5 mit Dieselöl gespeist.

**[0018]** Die über die Leitung 43 mit dem Kraftstofftank 5 verbundene Kraftstoffpumpe 41 weist einen ins Innere des Zylinders 1 ragenden, vorgespannten Pumpenhebel 44 auf, über den sie bei Passieren des fallenden Kolbens 2 angetrieben wird. Die Einspritzdüse 42 ist derart ausgebildet und ausgerichtet, dass der abgegebene Kraft-

stoff in einen im Wesentlichen zusammenhängenden Strahl etwa mittig auf die Stirnfläche des Schlagstücks 3 gespritzt wird.

**[0019]** Weiterhin ist an dem Zylinder 1 eine Schmierstoffpumpe 51 angeordnet, die mit in Umfangsrichtung des Zylinders 1 verteilten Schmierstoffdüsen verbunden ist. Durch die Schmierstoffdüsen wird der Schmierstoff zwischen den Kolben 2 und die Innenmantelfläche 11 des Zylinders 1 gegeben.

**[0020]** In Figur 3 ist der Einsatz des Rammhammers mit einer Kapselhaube 6 dargestellt. Die Kapselhaube 6 ist im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgebildet und weist an ihrem dem Rammhammer zugewandten Ende ein ringförmig ausgebildetes Schallabsorptionselement 61 auf, welches die Durchtrittsöffnung 62 begrenzt. Unterhalb des Schallabsorptionselementes 61 ist in der Kapselhaube 6 eine Pfahlaufnahme 63 angeordnet, die an ihrer dem Pfahl 8 zugewandten Seite mit einer Elastomerschicht 64 versehen ist. Die Kapselhaube 6 dient der Reduktion der Schallemissionen beim Aufschlag des Schlagstücks 3.

**[0021]** Der zuvor beschriebene Rammhammer arbeitet folgendermaßen: im Ausgangszustand ist der Kolben 2 über eine Ausklinkvorrichtung 7 in eine obere Stellung angehoben. Hierzu greift der Haken 71 der Ausklinkvorrichtung 7 in den Vorsprung 26 des Kolbens 2 ein und **der Kolben** wird nachfolgend über den Haken 71 nach oben gezogen, welcher Haken hierzu mit einem Seiltrieb 72 verbunden ist. Nach Ausklinken des Hakens 71 fällt der Kolben 2 unter Einwirkung der Schwerkraft nach unten, verschließt die Arbeitsstutzen 16 und betätigt mit seiner Stirnfläche 21 den Pumpenhebel 44 der Einspritzvorrichtung 4, wodurch über die Einspritzdüse 42 Kraftstoff auf die Brennstoffmulde 30 des Schlagstücks 3 gespritzt wird. Hier bildet sich durch Schlagzerstäubung ein zündfähiges Gemisch aus Kraftstofftröpfchen und Luft.

**[0022]** Mit dem Aufschlagen des Kolbens 2 auf das Schlagstück 3 wird durch das Schlagstück 3 und über dieses auf den Betonpfahl 8 eine nach unten gerichtete Kraft ausgeübt, welche den Betonpfahl 8 weiter in das Erdreich treibt. Aufgrund des in dem Hohlraum 24 des Kolbens 2 eingebrachten Quarzsandes wird der Impuls des Kolbens gedämpft, wodurch eine Beschädigung des Betonpfahls beim Aufschlag gegengewirkt wird. Der bei dem Aufschlag des Kolbens 2 auf das Schlagstück 3 und über dieses auf den Betonpfahl 8 emittierte Schall wird dabei durch die Kapselhaube 6 reduziert.

**[0023]** Bei der anschließend durch die explosionsartige Verbrennung des Kraftstoffs ausgelösten Aufwärtsbewegung des Kolbens 2 gibt dieser die Arbeitsstutzen 16 frei, wodurch sich die Verbrennungsgase entspannen und über die Arbeitsstutzen 16 abströmen. Der Kolben 2 wird nun unter Ansaugen von frischer Luft durch die Arbeitsstutzen 16 weiter nach oben geschleudert, bis er seine obere Endstellung erreicht hat und sich der beschriebene Arbeitszyklus wiederholt.

## Patentansprüche

1. Rammhammer, umfassend einen Zylinder (1), einen in dem Zylinder (1) verschiebbar geführten Kolben (2), ein in dem Zylinder (1) verschiebbar geführtes Schlagstück (3), welches in Betriebsstellung des Rammhammers unterhalb des Kolbens (2) angeordnet ist, einem Brennraum (12), der axial von einer im Inneren des Zylinders (1) liegenden Stirnfläche (30) des Schlagstücks (3) und einer Stirnfläche (21) des Kolbens (2) begrenzt ist, sowie wenigstens einer Kraftstoffzufuhreinrichtung, durch die bei jedem Arbeitszyklus eine vorgegebene Menge Kraftstoff in den Brennraum (12) einbringbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (2) einen Hohlraum (24) aufweist, der zumindest teilweise mit einem zweiten, vom Kolbenwerkstoff verschiedenen Füllstoff gefüllt ist, wobei der Füllstoff innerhalb des Hohlraums beweglich angeordnet ist.
2. Rammhammer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (24) des Kolbens (2) über einen lösbar mit dem Kolben (2) verbundenen Deckel (25) verschlossen ist.
3. Rammhammer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff aus Schüttgut und/oder einer Flüssigkeit gebildet ist.
4. Rammhammer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff Quarzsand und/oder Metallstrahlmittel, insbesondere Stahl-, Blei- oder Aluminiumstrahlmittel enthält.
5. Rammhammer nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff aus Partikeln mit im Wesentlichen runder Geometrie gebildet ist.
6. Rammhammer nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Füllstoff aus Wasser und/oder Öl gebildet ist.
7. Rammhammer nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Kolben (2) an seinem dem Brennraum (12) gegenüber liegenden Ende ein Vorsprung (26) zum Eingriff einer Ausklinkvorrichtung (7) angeordnet ist.
8. Rammhammer nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kapselhaube (6) vorgesehen ist, welche auf einem Betonpfahl (8) aufsetzbar ist und eine Öffnung (62) für den Durchtritt des Schlagstücks (3) aufweist.
9. Rammhammer nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Kapselhaube (6) die Durchtrittsöffnung (62) umgebend wenigstens ein Schallabsorptionselement (61) angeordnet ist.

## Claims

1. Pile driving hammer comprising a cylinder (1), a piston (2) movably guided in the cylinder (1), a striking piece (3) movably guided in the cylinder (1), which in the operating position of the pile driving hammer is arranged below the piston (2), a combustion chamber (12), which is axially delimited by an end face (30) of the striking piece (3) positioned inside the cylinder (1) and an end face (21) of the piston (2) as well as at least one fuel supply device, by means of which during each work cycle a predetermined amount of fuel can be introduced into the combustion chamber (12), **characterised in that** the piston (2) has a hollow space (24), which is at least partially filled with a second filling material different from the piston material, wherein the filling material is movably arranged inside the hollow space.
2. Pile driving hammer according to claim 1, **characterised in that** the hollow space (24) of the piston (2) is closed by way of a lid (25) detachably connected to the piston (2).
3. Pile driving hammer according to claim 1 or 2, **characterised in that** the filling material is formed of loose material and/or a liquid.
4. Pile driving hammer according to claim 3, **characterised in that** the filling material contains silica sand and/or metal abrasives, particularly steel, lead or aluminium abrasives.
5. Pile driving hammer according to claim 4, **characterised in that** the filling material is formed of particles with a substantially round geometry.
6. Pile driving hammer according to claim 5, **characterised in that** the filling material is formed of water and/or oil.
7. Pile driving hammer according to one of the previous claims, **characterised in that** at the piston (2) at its end opposite the combustion chamber (12) a projection (26) for engagement of a release device (7) is arranged.
8. Pile driving hammer according to one of the previous claims, **characterised in that** a capsule cap (6) is provided, which can be placed on a concrete pillar (8) and has an opening (62) for the passage of a striking piece (3).
9. Pile driving hammer according to claim 8, **characterised in that** a sound absorbing element (61) is arranged at the capsule cap (6) at least partially surrounding the passage opening (62).

## Revendications

1. Marteau batteur comprenant un cylindre (1), un piston (2) guidé de manière coulissante dans le cylindre (1), une pièce de frappe (3) guidée de manière coulissante dans le cylindre (1), pièce qui est agencée en-dessous du piston (2) lorsque le marteau batteur de pieux se trouve en position de service, une chambre de combustion (12) limitée axialement par une surface frontale (30) de la pièce de frappe (3) se trouvant à l'intérieur du cylindre (1) et par une surface frontale (21) du piston (2), ainsi qu'au moins par un dispositif d'amenée du carburant par lequel il est possible d'introduire, lors de chaque cycle de travail, une quantité spécifiée de carburant dans la chambre de combustion (12), **caractérisé en ce que** le piston (2) présente une cavité (24) remplie au moins en partie avec un deuxième matériau de remplissage différent de celui du piston, sachant que le matériau de remplissage est agencé de façon mobile dans la cavité. 5 10 15 20
2. Marteau batteur selon revendication 1, **caractérisé en ce que** la cavité (24) du piston (2) est obturée de façon détachable par un couvercle (25) relié au piston (2). 25
3. Marteau batteur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau de remplissage est formé par du matériau en vrac et/ou un liquide. 30
4. Marteau batteur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le matériau de remplissage contient du sable siliceux et/ou du matériau de grenaillage métallique, en particulier du matériau de grenaillage contenant de l'acier, du plomb ou de l'aluminium. 35
5. Marteau batteur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le matériau de remplissage se compose de particules de géométrie essentiellement ronde. 40
6. Marteau batteur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le matériau de remplissage se compose d'eau et/ou d'huile. 45
7. Marteau batteur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** sur le piston (2), à son extrémité faisant face à la chambre de combustion (12), une saillie (26) est agencée pour qu'un dispositif de déclenchement (7) engrène dedans. 50
8. Marteau batteur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'est** prévu un capot capsule (6) positionnable sur un pieux en béton (8), et un orifice (62) pour faire passer la pièce battage (3). 55
9. Marteau batteur selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** sur le capot capsule (6) est agencé au moins un élément d'absorption du bruit (61) entourant l'orifice de passage (62).

Fig. 1

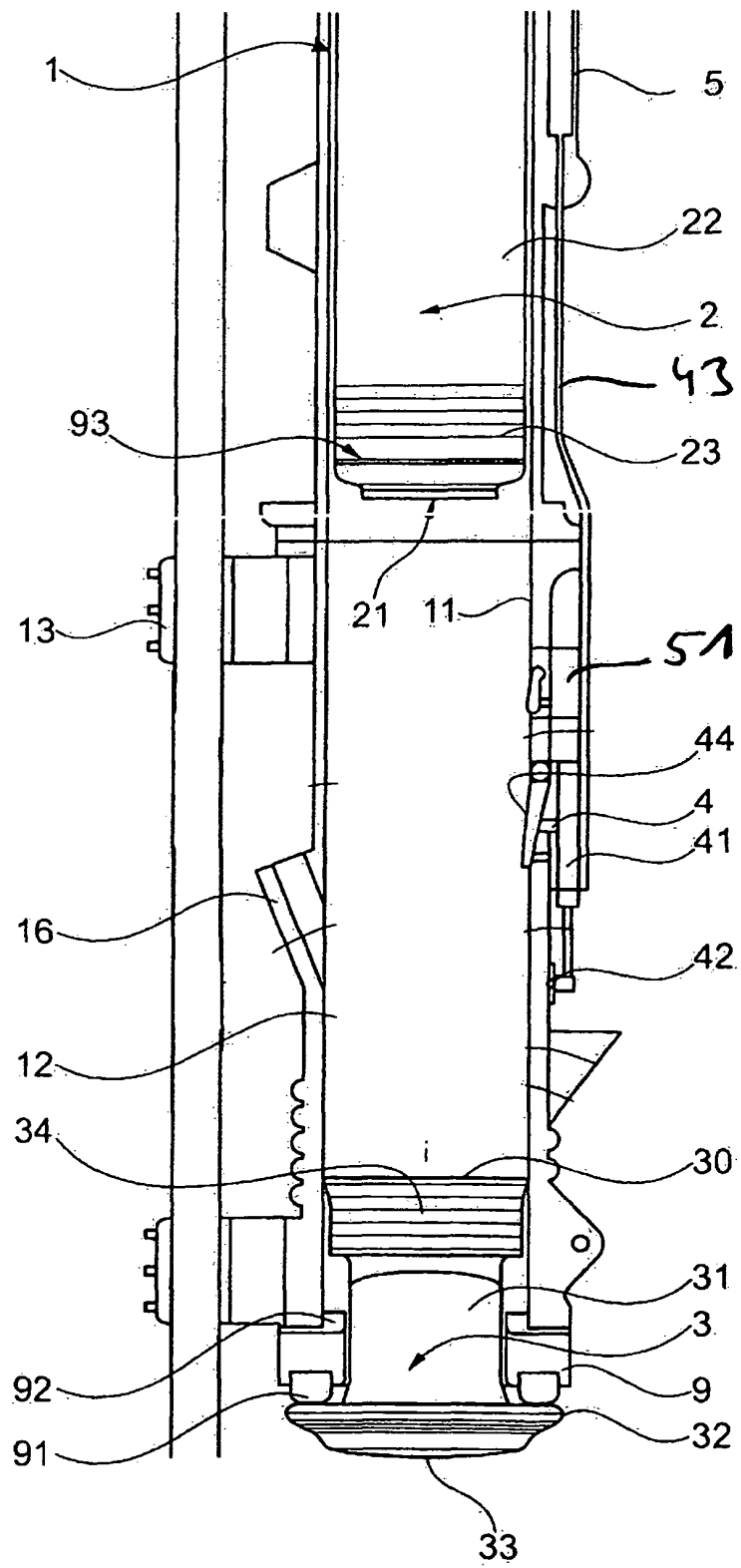


Fig. 2

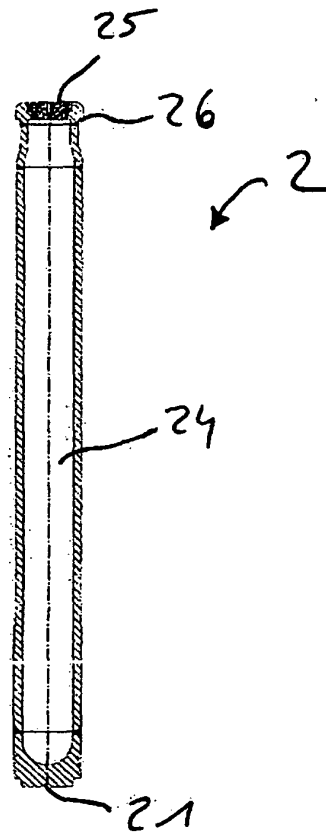


Fig. 3

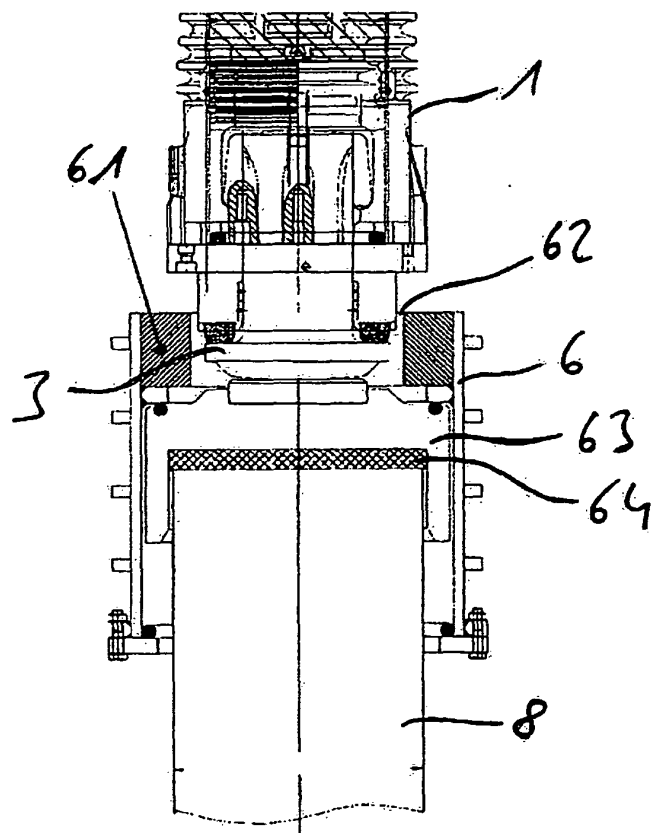


Fig. 4

