

(19)



(11)

**EP 3 613 983 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.02.2020 Patentblatt 2020/09**

(51) Int Cl.:  
**F04B 15/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19192650.0**

(22) Anmeldetag: **20.08.2019**

(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:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **KARRIE, Jörg-Peter**  
**45881 Gelsenkirchen (DE)**  
• **BESPALOV, Artem**  
**44803 Bochum (DE)**

(74) Vertreter: **Schneiders & Behrendt PartmbB**  
**Rechtsanwälte - Patentanwälte**  
**Huestraße 23**  
**44787 Bochum (DE)**

(30) Priorität: **23.08.2018 DE 102018120582**

(71) Anmelder: **Schwing GmbH**  
**44653 Herne (DE)**

### (54) KOLBENPUMPE FÜR DICKSTOFFE MIT WASSERKASTEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Kolbenpumpe (1) für Dickstoffe (100), mit wenigstens einem Förderzylinder (2, 3), einem in dem Förderzylinder (2, 3) axial beweglichen Förderkolben (4, 5), der über eine Kolbenstange (6, 7) mit einem Antrieb (8, 9) verbunden ist und wenigstens einem mit dem Förderzylinder (2, 3) verbundenen Wasserkasten (10), der von der Kolbenstange (6, 7)

durchsetzt zwischen dem Förderzylinder (2, 3) und dem Antrieb (8, 9) angeordnet ist, wobei wenigstens eine Sensoreinrichtung (11) zur Detektion einer Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) vorgesehen ist, sowie ein Verfahren zur Bestimmung und Überwachung des Kolbenverschleißes bei einer solchen Kolbenpumpe (1).

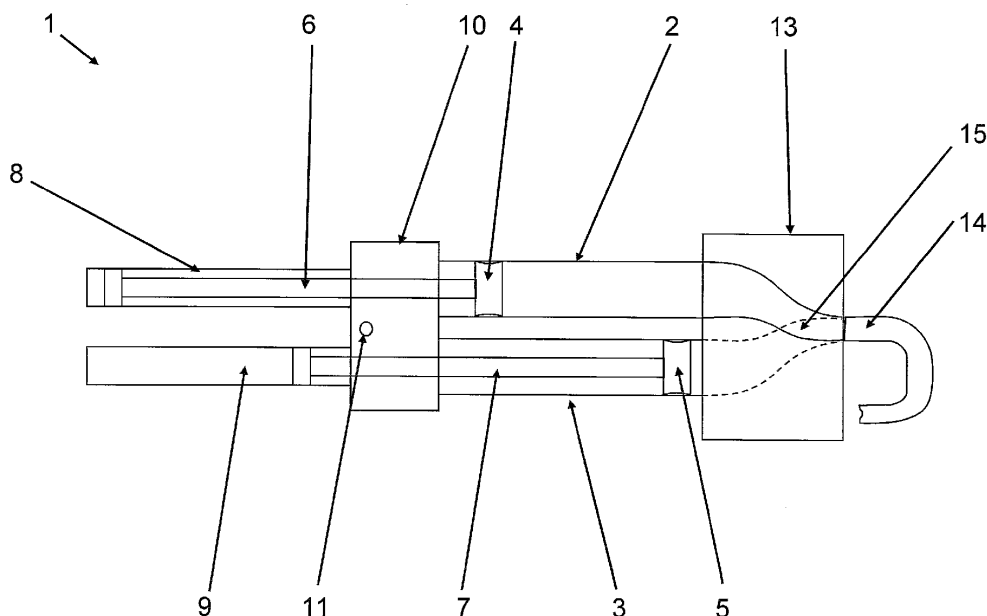


Fig. 2

EP 3 613 983 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kolbenpumpe für Dickstoffe, mit wenigstens einem Förderzylinder, einem in dem Förderzylinder axial beweglichen Förderkolben, der über eine Kolbenstange mit einem Antrieb verbunden ist, und wenigstens einem mit dem Förderzylinder verbundenen Wasserkasten, der von der Kolbenstange durchsetzt zwischen dem Förderzylinder und dem Antrieb angeordnet ist, sowie ein Verfahren zur Bestimmung und Überwachung des Kolbenverschleißes bei einer solchen Kolbenpumpe.

**[0002]** Solche Kolbenpumpen sind aus DE 10 2005 039 238 B4 und auch aus DE 10 2007 050 279 B3 bekannt.

**[0003]** Kolbenpumpen zum Fördern von Dickstoffen, wie beispielsweise Beton, werden auf Baustellen seit langem eingesetzt. In der Regel sind sie als hydraulisch betriebene Kolbenpumpen, zumeist zweizylindrig, ausgeführt, wobei der Beton durch Schläuche oder Rohre gefördert wird.

**[0004]** Bei üblichen Beton-Kolbenpumpen mit zwei linearen Förderzylindern werden zu deren Antrieb zwei hydraulische Antriebszylinder verwendet, deren Kolben über Kolbenstangen mit den Förderkolben der Förderzylinder - jeweils einzeln - starr verbunden sind. Dabei sind die Förderzylinder der bekannten Kolbenpumpen meist im Gegentakt antreibbar, das heißt, dass ihre Förderkolben abwechselnd Füll- und Förderhübe ausführen. Dabei wird aus einem Beton-Aufgabeebehälter der Beton in die Pumpenkammern der Förderzylinder übernommen und aus diesen in eine einzige Förderleitung gefördert. Die Förderleitung ist über eine Rohrweiche mit den Pumpenkammern der Förderzylinder verbunden, wobei die Rohrweiche im Takt der Förderhübe die Förderleitung abwechselnd mit den beiden Förderzylindern verbindet.

**[0005]** Bei Beton-Kolbenpumpen der zuvor beschriebenen Art stehen die Förderkolben unmittelbar mit dem zu fördernden Beton in Berührung. Die Kolben, insbesondere die Kolbendichtungen, haben bei Betonpumpen eine hohe Beanspruchung auszuhalten und unterliegen einem entsprechenden Verschleiß. Um den Verschleiß an den Förderkolben sowie auch den Verschleiß an den mit den Förderkolben in Berührung stehenden Innenwandungen der Förderzylinder zu reduzieren, ist bei Betonpumpen eine Wasserschmierung der Förderzylinder hinter den Kolben bekannt. Bei den üblichen Betonpumpen ist zwischen den Förderzylindern und deren hydraulischen Antriebszylindern ein von den Kolbenstangen durchsetzter Wasserkasten angeordnet, der mit beiden Förderzylindern in Verbindung steht. Im Betrieb der Pumpe pendelt das in dem Wasserkasten befindliche Wasser zwischen den beiden Förderzylindern hin und her. Dabei umspült das Wasser die Förderkolben an der Rückseite. Durch das Wasser wird eine Schmierung der Förderkolben und eine Kühlung der Förderzylinder erzielt. Durch diese Maßnahmen wird die Lebensdauer der Förderkolben und der Förderzylinder wesentlich verlängert.

**[0006]** Die über den Wasserkasten erfolgende Wasserspülung hat die zusätzliche Funktion, den bei beschädigten Dichtlippen eventuell durchgeförderten Beton wieder zu lösen und abzuspülen. Der aufgrund von letztlich unvermeidbaren Undichtigkeiten der Förderkolben übergetretene Beton kann sich im Wasserkasten absetzen und wird aus diesem regelmäßig, beispielsweise beim Wasserwechsel, entfernt.

**[0007]** Mit der fortschreitenden Entwicklung haben die Anforderungen an die Förderleistung von Betonpumpen stetig zugenommen. Die geforderte mittlere Fördermenge pro Stunde hat sich stetig erhöht. Diese Erhöhung der Fördergeschwindigkeit wird vor allem durch entsprechende Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit der Förderkolben in den Förderzylindern erreicht. Dies hat allerdings zur Folge, dass mit steigender Fördergeschwindigkeit der Verschleiß an den Förderkolben überproportional zunimmt. Die Standzeiten der Förderkolben werden hierdurch sehr kurz. Die Förderkolben zeigen frühzeitig stark beschädigte Dichtlippen sowie Riefen auf der Kolbenführungsfläche. Durch den Verschleiß der Förderkolben erhöht sich der Anteil des zu pumpenden Dickstoffs im Wasserkasten, was, im Falle einer Betonpumpe, zu einer Trübung des Wassers im Wasserkasten führt. Der Bediener der Maschine stellt nach dem Pumpvorgang beim Ablassen des Wassers aus dem Wasserkasten anhand der Trübung des Wassers fest, ob die Förderkolben noch dicht sind oder demnächst erneuert werden müssen. Wenn beispielsweise bei einer längeren Pumptätigkeit ohne Pausen oder Wasserwechsel der Förderkolben stark verschleißt, bleibt dieser Schaden unter Umständen zunächst unbemerkt. Dies kann im Extremfall zum Ausfall der Pumpe führen, weil bei einer Unterbrechung des Pumpvorgangs, wenn der Beton aufgrund undichter Förderkolben nicht mehr aus der Förderleitung gepresst werden kann, der Beton in der Förderleitung aushärtet, sodass diese erneuert werden muss.

**[0008]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Kolbenpumpe anzugeben, bei der der Verschleiß der Förderkolben und / oder -zylinder, insbesondere der dazwischen angeordneten Dichtlippen, früh erkannt wird, um rechtzeitig vorbeugende Instandsetzungen zu ermöglichen und so eine erhöhte Betriebssicherheit der Kolbenpumpe zu bieten.

**[0009]** Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Kolbenpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Bestimmung und Überwachung des Kolbenverschleißes mit den Merkmalen des Anspruchs 12.

**[0010]** Dadurch, dass wenigstens eine Sensoreinrichtung zur Detektion einer Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit vorgesehen ist, kann der Verschleiß an den Förderkolben oder den Förderzylindern, insbesondere an den dazwischen angeordneten Dichtungen, der Kolbenpumpe einfach und frühzeitig erkannt werden, so dass vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden können. Mit einer Sensoreinrichtung, die sich zur

Detektion einer Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit eignet, kann problemlos festgestellt werden, ob von der Kolbenpumpe geförderter Dickstoff in den Wasserkasten gelangt ist. Hieraus lassen sich Anhaltspunkte für den Verschleiß des Förderkolbens oder des Förderzylinders der Kolbenpumpe und der zwischen dem Förderzylinder und dem Förderkolben angeordneten Dichtung ableiten.

**[0011]** Das Wasser in dem Wasserkasten wird durch den Pumpvorgang bei intakten Förderkolben nur leicht durch den gepumpten Dickstoff verunreinigt. Die hierdurch verunreinigte Flüssigkeit sollte daher regelmäßig, zum Beispiel am Ende eines Arbeitstages, abgelassen und erneuert werden. Erfolgt eine erhöhte Zusammensetzungsveränderung, wird diese über die Sensoreinrichtung detektiert, wodurch ein einfach zu erfassender und direkt vom Verschleiß abhängiger Messwert gegeben ist. Hierdurch lassen sich die Kolben und Zylinder der Kolbenpumpe rechtzeitig in einer Instandhaltungsmaßnahme austauschen, bevor es durch den Verschleiß zu einem Ausfall der Kolbenpumpe kommt.

**[0012]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den Ansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale auch in beliebiger und technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und somit weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen.

**[0013]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sensoreinrichtung dazu ausgebildet ist, den Anteil des aus dem Förderzylinder in den Wasserkasten gelangten Dickstoffs anhand der Zusammensetzung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit zu bestimmen. Der Anteil des aus dem Förderzylinder in den Wasserkasten gelangten Dickstoffs ist ein guter Anhaltspunkt für den Verschleiß des Förderkolbens oder des Förderzylinders, da die Zusammensetzung der in dem Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit durch den aufgrund des Verschleißes in den Wasserkasten gelangten Dickstoffs verändert wird. Damit ist eine dauerhafte Überwachung des Verschleißes an dem Förderkolben und dem Förderzylinder möglich.

**[0014]** Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, die vorsieht, dass der Anteil des in den Wasserkasten gelangten Dickstoffs anhand einer Indikatorsubstanz bestimmt wird, die dem Dickstoff vor Eintritt in den Förderzylinder mittels einer Beimischungseinrichtung der Kolbenpumpe beigelegt wird. Lässt sich der Anteil des in den Wasserkasten gelangten Dickstoffs nicht unmittelbar bestimmen, da die Verunreinigung des Wassers im Wasserkasten durch das Fördermedium bzw. den Dickstoff zu keiner (praktikabel) messbaren Veränderung der Flüssigkeit führt, kann dem Fördermedium eine Substanz, beispielsweise Kochsalz, mittels einer Beimischungseinrichtung beigelegt werden, um bei einer Undichtigkeit des Förderkolbens die gewünschte messbare Veränderung des Wassers durch das Fördermedium zu erzielen. Schon eine kleine Beimischung von

Kochsalz stellt einen ausreichenden Indikator dar, der Anhaltspunkte zum vorliegenden Verschleiß gibt. Die beigelegte Indikatorsubstanz ist vorzugsweise inert, das heißt sie verändert bzw. beeinflusst die chemischen oder physikalischen Eigenschaften des Dickstoffs bzw. des Fördermediums möglichst nicht.

**[0015]** Eine besonders vorteilhafte Ausführung der Erfindung bezieht sich darauf, dass sie als Zweizylinderkolbenpumpe ausgebildet ist, mit zwei im Gegentakt arbeitenden und separat angetriebenen Förderzylindern, wobei die beiden Förderzylinder über den Wasserkasten miteinander verbunden sind. Die Kolbenpumpe kann vorteilhafterweise als Tandempumpe ausgestaltet sein, wobei das Wasser während des Betriebs der Kolbenpumpe zwischen den Förderzylindern hin und her pendelt und so für die Schmierung und Spülung der Kolbenführungsfläche sorgt. Als Antrieb der Kolbenpumpe dienen bei dieser Ausgestaltung zweckmäßigerweise zwei mit den Kolbenstangen verbundene hydraulische Antriebszylinder, die als doppelt wirkende Differenzialzylinder ausgebildet sind und die Kolben im Gegentakt zur abwechselnden Ausführung von Füll- und Förderhüben antreiben.

**[0016]** Eine besonders vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht vor, dass die Sensoreinrichtung oder ein von der Sensoreinrichtung umfasster Sensor an einer Stelle des Wasserkastens angebracht ist, die von der durch die im Gegentakt arbeitenden Förderzylindern durch den Wasserkasten bewegten Flüssigkeit umspült wird. An einer derart umspülten Stelle des Wasserkastens kann die Sensoreinrichtung oder ein von der Sensoreinrichtung umfasster Sensor frei von Ablagerungen des im Wasserkasten befindlichen Dickstoffs gehalten werden, sodass eine Zusammensetzungsveränderung in der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit zuverlässig detektiert werden kann. Bei Autobetonpumpen wird die Kolbenpumpe in der Regel mit einer Neigung im Fahrzeugrahmen montiert. Aufgrund von möglicher Schlammablagung im Wasserkasten ist die Montage der Sensoreinrichtung oder eines von der Sensoreinrichtung umfassten Sensors an einer Stelle vorzusehen, an der sich der Schlamm möglichst nicht sammelt, beispielsweise nahe an den Antrieben. Zudem sollte der Sensor bzw. die Sensoreinrichtung bei Wartungsarbeiten im Wasserkasten, beispielsweise beim Austausch der Förderkolben, nicht im Weg sein.

**[0017]** Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht vor, dass die Sensoreinrichtung oder ein von der Sensoreinrichtung umfasster Sensor an einem Deckel des Wasserkastens angebracht ist. Die Anbringung der Sensoreinrichtung oder eines von der Sensoreinrichtung umfassten Sensors am Deckel des Wasserkastens hat den Vorteil, dass die Sensoreinrichtung oder der Sensor durch den Austausch eines konventionellen Deckels gegen einen Deckel mit Sensoreinrichtung oder Sensor nachgerüstet werden kann. Die Sensoreinrichtung oder der Sensor können beispielsweise auch von außen durch eine Gewindeöffnung in den Deckel geschraubt sein, so

dass sich die Sensoreinrichtung oder der Sensor vor der Entnahme des Deckels ausbauen lassen. Bei der Anbringung am Deckel ist zu beachten, dass die Sensoreinrichtung oder der Sensor tief genug in die Flüssigkeit eintauchen, auch wenn der Flüssigkeitsstand niedrig sein sollte.

**[0018]** Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, die vorsieht, dass die Sensoreinrichtung einen Sensor zur Bestimmung des pH-Wertes der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit umfasst, wobei die Sensoreinrichtung die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit anhand des über den Sensor ermittelten pH-Wertes der Flüssigkeit detektiert. Falls durch die Verunreinigung des Wassers im Wasserkasten mit dem Dickstoff eine Veränderung des pH-Wertes der Flüssigkeit erfolgt, lässt sich dies einfach über einen Sensor detektieren, der zur Bestimmung des pH-Wertes ausgebildet ist. Frischbeton ist stark alkalisch, deshalb stellt die pH-Wert-Messung einen geeigneten Indikator dar, um das überproportionale Eindringen des Dickstoffes über die aufgrund des Verschleißes undichten Förderkolben oder Förderzylinder frühzeitig zu erkennen.

**[0019]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die Sensoreinrichtung einen Sensor zur Bestimmung der Redoxspannung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit umfasst, wobei die Sensoreinrichtung die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit anhand der über den Sensor ermittelten Redoxspannung der Flüssigkeit detektiert. Falls durch die Verunreinigung des Wassers im Wasserkasten mit dem Dickstoff eine Veränderung des Redox-Potentials der Flüssigkeit erfolgt, lässt sich dies einfach über einen Sensor detektieren, der zur Bestimmung des Redoxspannung ausgebildet ist. In diesem Fall stellt die Redoxspannung der Flüssigkeit einen geeigneten Indikator dar, um das überproportionale Eindringen des Dickstoffes über die aufgrund des Verschleißes undichten Förderkolben oder Förderzylinder frühzeitig zu erkennen.

**[0020]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sensoreinrichtung einen Sensor zur Bestimmung der Trübung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit umfasst, wobei die Sensoreinrichtung die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit anhand der über den Sensor ermittelten Trübung der Flüssigkeit detektiert. Falls durch die Verunreinigung des Wassers im Wasserkasten mit dem Dickstoff eine Trübung der Flüssigkeit erfolgt, lässt sich dies einfach über einen Sensor detektieren, der zur Bestimmung der Trübung ausgebildet ist. Die Trübung der der Flüssigkeit kann dann ein geeigneter Indikator sein, um das überproportionale Eindringen eines trübenden Dickstoffes aufgrund des Verschleißes der Förderkolben oder Förderzylinder frühzeitig zu erkennen.

**[0021]** Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, die vorsieht, dass die Sensoreinrichtung einen Sensor zur Bestimmung der Leitfähigkeit der im Wasserkas-

ten befindlichen Flüssigkeit umfasst, wobei die Sensoreinrichtung die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit anhand der über den Sensor ermittelten Leitfähigkeit der Flüssigkeit detektiert. Die chemischen Bestandteile des Dickstoffs, bei Frischbeton insbesondere die enthaltenen Hydroxide, bewirken bei undichten Förderkolben eine deutliche Veränderung der Leitfähigkeit der Flüssigkeit im Wasserkasten. Die Veränderung der Leitfähigkeit bezogen auf die Verunreinigung des Wassers mit Dickstoff ist über einen großen Bereich linear, so dass die Leitfähigkeit ein sehr guter Indikator für einen undichten Förderkolben ist. Damit stellt die Leitfähigkeit der Flüssigkeit im Wasserkasten einen geeigneten Indikator dar, um das überproportionale Eindringen dieses Dickstoffes über die aufgrund des Verschleißes undichten Förderkolben oder Förderzylinder frühzeitig zu erkennen. Sensoren zur Messung der Leitfähigkeit sind sehr robust gegenüber Umwelteinflüssen.

**[0022]** Eine besonders vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht vor, dass der Sensor zur Bestimmung der Leitfähigkeit induktiv oder konduktiv arbeitet. Bei den Leitfähigkeitssensoren ist zwischen konduktiv und induktiv arbeitenden Sensoren zu unterscheiden. Induktive Sensoren, die mit einer Erreger- und einer Empfängerspule arbeiten, die jeweils in einem Kunststoffgehäuse untergebracht sind, sind besonders widerstandsfähig gegenüber Umwelteinflüssen und nahezu wartungsfrei. Ablagerungen und Fett- oder Ölflecke auf der Sensoroberfläche haben praktisch keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit. Der induktive Leitfähigkeitssensor besteht vorzugsweise aus einem hermetisch verschlossenen Körper aus Polypropylen (PP) bzw. Polyvinylidenfluorid (PVDF), in dessen Innerem die beiden Messspulen angeordnet sind. Konduktiv arbeitende Sensoren stellen als Zwei-Elektroden-Sensoren die einfachste Bauform eines Leitfähigkeitssensors dar. Der Sensor besteht aus zwei Elektroden und einem Schaft, der die beiden Elektroden fixiert. Zwischen den Elektroden liegt eine konstante Spannung an. Der über die Flüssigkeit im Wasserkasten fließende Strom liefert das Messsignal. Weiterhin sind konduktive Vier-Elektroden-Sensoren besonders geeignet. Ein solcher Sensor enthält zwei Elektrodenpaare, wobei eines einen Messstrom aufträgt, der über die Flüssigkeit im Wasserkasten fließt, das andere Paar misst die über der Messstrecke im Wasserkasten abfallende Spannung. Von besonderem Vorteil ist, dass konduktiv arbeitende Sensoren unempfindlich gegenüber störenden Widerständen sind, die beispielsweise durch lange Anschlussleitungen, durch Verschmutzungen oder durch Polarisierung verursacht werden.

**[0023]** Bei anderen zu pumpenden Medien, insbesondere im Bereich der industriellen Kolbenpumpen, die in Klärwerken, in der Abfallindustrie, in der chemischen Industrie, Lebensmittelindustrie usw. für eine Vielzahl unterschiedlicher Stoffe eingesetzt werden, ist die geeignetste Sensorik jeweils zu ermitteln. Bei der Auswahl der Sensorik ist ein Sensor vorzuziehen, der besonders ro-

bust gegenüber den Bedingungen im Wasserkasten ist.  
**[0024]** Ferner ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung und Überwachung des Kolbenverschleißes bei einer zuvor und im Folgenden näher beschriebene Kolbenpumpe, umfassend folgende Schritte:

- Erfassung einer Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit,
- Auswertung der erfassten Zusammensetzungsveränderung,
- Ableitung von Kolbenverschleiß aus dem Ergebnis der Auswertung der erfassten Zusammensetzungsveränderung.

**[0025]** Über die Erfassung der Zusammensetzungsveränderung in der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit und die Auswertung der erfassten Zusammensetzungsveränderung kann der Verschleiß an den Förderkolben oder den Förderzylindern, insbesondere an den dazwischen angeordneten Dichtungen, abgeleitet werden und so und frühzeitig erkannt werden, so dass vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden können.

**[0026]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Auswertung der erfassten Zusammensetzungsveränderung eine qualitative und/oder quantitative Bestimmung des Übertritts von Dickstoff aus dem wenigstens einen Förderzylinder in den Wasserkasten umfasst. Anhand der qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung des Übertritts von Dickstoff aus dem wenigstens einen Förderzylinder in den Wasserkasten lässt sich der Verschleiß über die Zusammensetzungsveränderung auswerten, so dass frühzeitig Rückschlüsse zum Verschleiß möglich sind und notwendige Instandhaltungsmaßnahmen eingeleitet werden können.

**[0027]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass dem Dickstoff eine Indikatorsubstanz beigegeben wird, die zur Bestimmung des Übertritts detektiert wird. Über die Beisetzung der Indikatorsubstanz kann die Bestimmung des übergetretenen Dickstoffs in der im Wasserkasten befindlichen Flüssigkeit auch dann erfolgen, wenn die Verunreinigung des Wassers im Wasserkasten durch das Fördermedium bzw. den Dickstoff zu keiner messbaren Veränderung in der Flüssigkeit führt.

**[0028]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass bei Erreichung eines Schwellwerts für den abgeleiteten Verschleiß eine Kolbenverschleißwarnung erzeugt wird. Mittels einer geeigneten gesetzten Verschleißmarke, beispielsweise eines vordefinierten Spannungs- / oder Stromwerts, kann ein Schwellwert gewählt werden, der eine automatische Kolbenverschleißwarnung auslöst, die vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen vor dem Ausfall der Kolbenpumpe ermöglichen. Wenn bei Verwendung der Kolbenpumpe das Wasser im Wasserkasten über eine längere Zeit nicht ausgetauscht wird, kann dies dazu führen, dass

das Messsignal einen Schwellwert überschreitet, obwohl die Förderkolben noch intakt sind, weil beim Pumpvorgang auch mit neuen Kolben eine gewisse Verunreinigung des Wassers eintritt. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, eine zeitliche Komponente mit zu berücksichtigen. So kann erst eine überproportional schnelle Zusammensetzungsveränderung ein Hinweis auf einen verschlissenen Förderkolben darstellen. Alternativ zu der Zeit kann auch die Anzahl der Pumpstöße oder die Menge des gepumpten Dickstoffs oder der Pumpdruck Berücksichtigung finden.

**[0029]** Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnungen, die Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen. Einander entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

Figur 1 Autobetonpumpe mit erfindungsgemäßer Kolbenpumpe,

Figur 2 erfindungsgemäße Kolbenpumpe in Draufsicht,

Figur 3 Kolbenpumpe in Seitenansicht,

Figur 4 weitere Kolbenpumpe in Seitenansicht und

Figur 5 Diagramm zu einer Messreihe.

**[0030]** In Figur 1 mit dem Bezugszeichen 102 bezeichnet ist eine Autobetonpumpe dargestellt. Die in Figur 1 gezeigte Autobetonpumpe 102 weist einen Großmanipulator mit einem ausfaltbaren Knickmast 103 auf, der einen um eine Hochachse 104 drehbaren Drehschemel 105 und eine Mehrzahl von Mastsegmenten 106 umfasst. Die Mastsegmente 106 sind über Knickgelenke 107 mit dem jeweils benachbarten Mastsegment 106 oder dem Drehschemel 105 schwenkbeweglich verbunden. Um eine Schwenkbewegung zwischen den Mastsegmenten 106 oder dem Drehschemel 105 einzuleiten, weist der Knickmast 103 Antriebsaggregate vorzugsweise in Form von Hydraulikzylindern auf. Der Drehschemel 105 des Knickmastes 103 ist drehbeweglich mit dem Fahrgestell 108 der Autobetonpumpe 102 verbunden. Das durch das Ausfallen und die Bewegung des Knickmastes 103 erzeugte Kippmoment wird von dem Fahrgestell 108 auf einer mittels Stützauslegern 109 vergrößerten Standfläche am Untergrund 110 abgestützt. Hierzu weist das Fahrgestell 108 mehrere Stützausleger 109 auf, die von einer Fahrstellung aus, in der die Stützausleger 109 nicht über Außenmaße des Fahrgestells hinausragen, in eine Abstützstellung ganz oder teilweise ausgeklappt oder ausgefahren werden können. Im hinteren Bereich der als Fahrzeug ausgebildeten Autobetonpumpe ist eine als Betonpumpe dienende erfindungsgemäße Kolbenpumpe 1 angeordnet. Über diese bereits

zuvor und im Folgenden näher beschriebene Kolbenpumpe 1 lässt sich Beton entlang des ausgeklappten Knickmastes 103 durch nicht gezeigte Fördererleitungen fördern und mittels Mastbewegungen des Knickmastes 103 am Mastende verteilen.

**[0031]** In der Figur 2 mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß Figur 1 in einer Draufsicht dargestellt. Die Kolbenpumpe 1 ist als Tandempumpe ausgebildet. D.h. die nebeneinander angeordneten Förderzylinder 2, 3 arbeiten im Gegentakt. Hierzu werden die beiden Förderzylinder 2, 3 über separate Antriebe 8, 9 zur abwechselnden Ausführung von Füll- und Förderhüben angetrieben. Die Antriebe 8, 9 sind vorzugsweise als Hydraulikzylinder ausgebildet. In den Förderzylindern 2, 3 sind axial bewegliche Förderkolben 4, 5 angeordnet, die über Kolbenstangen 6, 7 jeweils mit den zugeordneten Antrieben 8, 9 verbunden sind. Weiterhin ist zu erkennen, dass die beiden Förderzylinder 2, 3 über einen Wasserkasten 10 miteinander verbunden sind. Dieser Wasserkasten 10 wird von den Kolbenstangen 6, 7 durchsetzt und ist zwischen den Förderzylindern 2, 3 und den Antrieben 8, 9 angeordnet. In Figur 2 außerdem gezeigt ist ein Dickstoff-Aufgabebehälter 13, aus dem der Dickstoff 100 in die Pumpenkammern der Förderzylinder 2, 3 übernommen und aus diesen in eine einzige Förderleitung 14 gefördert wird. Die Förderleitung 14 ist über eine Rohrweiche 15 mit den Pumpenkammern der Förderzylinder 2, 3 verbunden, wobei die Rohrweiche 15 im Takt der Förderhübe die Förderleitung 14 abwechselnd mit den beiden Förderzylindern 2, 3 verbindet. In Figur 2 außerdem angedeutet ist eine Sensoreinrichtung 11 zur Detektion einer Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten 10 befindlichen Flüssigkeit 101. Diese Sensoreinrichtung 11 ist dazu ausgebildet, den Anteil des aus den Förderzylindern 2, 3 in den Wasserkasten 10 gelangten Dickstoffs 100 anhand der Zusammensetzung der in dem Wasserkasten 10 und den Förderzylindern 2, 3, an der Kolbenrückseite, befindlichen Flüssigkeit 101 zu bestimmen. Der Anteil des in den Wasserkasten 10 gelangten Dickstoffs 100 kann auch anhand einer Indikatorsubstanz bestimmt werden, welche dem Dickstoff 100 vorzugsweise vor Eintritt in die Förderzylinder 2, 3 mittels einer Beimischungseinrichtung (nicht gezeigt) beigegeben wird, die z.B. dem Dickstoff-Aufgabetrichter 13 zugeordnet ist und dem hier aufgegebenen Dickstoff 100 die Indikatorsubstanz beimengt. Die Sensoreinrichtung 11 kann einen Sensor 11 zur Bestimmung des pH-Wertes und/oder der Redoxspannung und/oder der Trübung und/oder der Leitfähigkeit der Flüssigkeit 101 im Wasserkasten 10 umfassen.

**[0032]** In Figur 3 ist die Kolbenpumpe gemäß Figur 2 in einer Ausführungsform dargestellt, welche die Anordnung der Sensoreinrichtung 11 oder eines von der Sensoreinrichtung umfassten Sensors 11 an einer Stelle im Wasserkasten 10 vorsieht, die von der durch die im Gegentakt arbeitenden Förderzylinder 2, 3 durch den Wasserkasten 10 bewegten Flüssigkeit 101 umspült wird. An

der gezeigten Stelle des Wasserkastens 10 kann die Sensoreinrichtung 11 oder ein von der Sensoreinrichtung umfasster Sensor 11 im Wesentlichen frei von Ablagerungen des anteilig im Wasserkasten 10 befindlichen Dickstoffs 100 gehalten werden, sodass eine Zusammensetzungsveränderung in der im Wasserkasten 10 befindlichen Flüssigkeit 101 zuverlässig über die Sensoreinrichtung 11 detektiert werden kann. Bei Autobetonpumpen wird die Kolbenpumpe 1, wie in Figur 1 ersichtlich, mit einer Neigung im Fahrzeuggestell 108 montiert. In Figur 3 ist Schlamm 16 am schrägen Boden des Wasserkastens 10 zu sehen. Bei Schlammabildung im Wasserkasten 10 ist die Montage der Sensoreinrichtung 11 oder eines von der Sensoreinrichtung umfassten Sensors 11 an der gezeigten Stelle vorzusehen, da der Schlamm 16 sich hier nicht in der Nähe der Antriebe 8, 9 sammelt. An der Stelle ist der Sensor 11 bzw. die Sensoreinrichtung 11 auch bei Wartungsarbeiten im Wasserkasten 10, beispielsweise beim Austausch der Förderkolben 4, 5, nicht im Weg.

**[0033]** Der Sensor 11 kann, wie in den Figuren dargestellt, durch eine Öffnung beziehungsweise Bohrung in den Wasserkasten 10 hineinragen oder auch an einer geeigneten Position im Wasserkasten 10 montiert werden, wobei das Sensorkabel dann z.B. über eine Öffnung im oder am Deckel 12 aus dem Wasserkasten 10 zu einer Auswerteelektronik herausgeführt wird. Damit ist beispielsweise die Anordnung des Sensors 10 zwischen den Kolbenstangen 6, 7 auf der Seite der Förderzylinder 2, 3 möglich. Dies ist ein Bereich, in dem das Wasser durch die Kolbenbewegungen besonders stark in Bewegung ist.

**[0034]** In Figur 4 ist die Kolbenpumpe 1 gemäß Figur 2 in einer Ausführungsform dargestellt, welche die Anordnung der Sensoreinrichtung 11 oder eines von der Sensoreinrichtung umfassten Sensors 11 an einem Deckel 12 des Wasserkastens 10 vorsieht. Die hier gezeigte Sensoreinrichtung 11 bzw. der Sensor 11 ist an dem Deckel 12 angebracht und ragt in die Flüssigkeit 101 im Wasserkasten 10 von oben hinein. Hierbei ist zu beachten, dass die Sensoreinrichtung 11 tief genug in die Flüssigkeit 101 eintaucht, auch wenn der Flüssigkeitsstand im Wasserkasten 10 niedrig sein sollte. Die Anbringung der Sensoreinrichtung 11 im Deckel 12 des Wasserkastens 10, hat den Vorteil, dass durch den Austausch eines konventionellen Deckels gegen einen Deckel 12 mit Sensoreinrichtung 11, die Sensoreinrichtung 11 nachgerüstet werden kann.

**[0035]** Die Figur 5 zeigt ein Diagramm zu einer Messreihe bei der die Leitfähigkeit der Flüssigkeit 101 im Wasserkasten 10 konduktiv erfasst wurde und der Gesamtanteil an Zement in Wasser gelöst ermittelt wurde. Hiermit lassen sich sehr einfach Rückschlüsse zu dem Anteil des aus dem Förderzylinder 2, 3 in den Wasserkasten 10 gelangten Dickstoffs 100 anhand der Leitfähigkeit der im Wasserkasten 10 befindlichen Flüssigkeit 101 ziehen.

Folgende Werte wurden hierzu ermittelt.

109 Stützausleger  
110 Untergrund

[0036]

H2O in g	Zement in g	Leitfähigkeit
100	0,20	487
100	0,40	806
100	0,60	1194
100	0,80	1360
100	1,00	1460
100	1,20	1687
100	1,40	1788
100	1,60	1979
100	1,80	2070
100	2,00	2190
100	2,20	2280
100	2,40	2380
100	2,60	2510
100	2,80	2560
100	3,00	2690

#### Bezugszeichenliste

[0037]

- 1 Kolbenpumpe
- 2 Erster Förderzylinder
- 3 Zweiter Förderzylinder
- 4 Erster Förderkolben
- 5 Zweiter Förderkolben
- 6 Erste Kolbenstange
- 7 Zweite Kolbenstange
- 8 Erster Antrieb
- 9 Zweiter Antrieb
- 10 Wasserkasten
- 11 Sensoreinrichtung
- 12 Deckel
- 13 Dickstoff-Aufgabebehälter
- 14 Förderleitung
- 15 Rohrweiche
- 16 Schlamm
- 100 Dickstoff
- 101 Flüssigkeit
- 102 Autobetonpumpe
- 103 Knickmast
- 104 Hochachse
- 105 Drehschemel
- 106 Mastsegmente
- 107 Knickgelenke
- 108 Fahrgestell

#### 5 Patentansprüche

1. Kolbenpumpe (1) für Dickstoffe (100), mit

- wenigstens einem Förderzylinder (2, 3),
- einem in dem Förderzylinder (2, 3) axial beweglichen Förderkolben (4, 5), der über eine Kolbenstange (6, 7) mit einem Antrieb (8, 9) verbunden ist und
- wenigstens einem mit dem Förderzylinder (2, 3) verbundenen Wasserkasten (10), der von der Kolbenstange (6, 7) durchsetzt zwischen dem Förderzylinder (2, 3) und dem Antrieb (8, 9) angeordnet ist,

20 **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** wenigstens eine Sensoreinrichtung (11) zur Detektion einer Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) vorgesehen ist.

25

2. Kolbenpumpe (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (11) dazu ausgebildet ist, den Anteil des aus dem Förderzylinder (2, 3) in den Wasserkasten (10) gelangten Dickstoffs (100) anhand der Zusammensetzung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) zu bestimmen.

30

3. Kolbenpumpe (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des in den Wasserkasten (10) gelangten Dickstoffs (100) anhand einer Indikatorsubstanz bestimmt wird, die dem Dickstoff (100) vor Eintritt in den Förderzylinder (2, 3) mittels einer Beimischungseinrichtung der Kolbenpumpe (1) beigesetzt wird.

35

40

4. Kolbenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als Zweizylinderkolbenpumpe ausgebildet ist, mit zwei im Gegentakt arbeitenden und separat angetriebenen Förderzylindern (2, 3), wobei die beiden Förderzylinder (2, 3) über den Wasserkasten (10) miteinander verbunden sind.

45

5. Kolbenpumpe (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (11) oder ein von der Sensoreinrichtung (11) umfasster Sensor an einer Stelle des Wasserkastens (10) angebracht ist, die von der durch die im Gegentakt arbeitenden Förderzylindern (2, 3) durch den Wasserkasten (10) bewegten Flüssigkeit (101) umspült wird.

55

6. Kolbenpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (11) oder ein von der Sensoreinrichtung (11) umfasster Sensor an einem Deckel (12) des Wasserkastens (10) angebracht ist. 5
7. Kolbenpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (11) einen Sensor zur Bestimmung des pH-Wertes der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) umfasst, wobei die Sensoreinrichtung (11) die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) anhand des über den Sensor ermittelten pH-Wertes der Flüssigkeit (101) detektiert. 10
8. Kolbenpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (11) einen Sensor zur Bestimmung der Redoxspannung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) umfasst, wobei die Sensoreinrichtung (11) die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) anhand der über den Sensor ermittelten Redoxspannung der Flüssigkeit (101) detektiert. 20
9. Kolbenpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (11) einen Sensor zur Bestimmung der Trübung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) umfasst, wobei die Sensoreinrichtung (11) die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) anhand der über den Sensor ermittelten Trübung der Flüssigkeit (101) detektiert. 30
10. Kolbenpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (11) einen Sensor zur Bestimmung der Leitfähigkeit der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) umfasst, wobei die Sensoreinrichtung (11) die Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101) anhand der über den Sensor ermittelten Leitfähigkeit der Flüssigkeit (101) detektiert. 40
11. Kolbenpumpe (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor zur Bestimmung der Leitfähigkeit induktiv oder konduktiv arbeitet. 50
12. Verfahren zur Bestimmung und Überwachung des Kolbenverschleißes bei einer Kolbenpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend folgende Schritte: 55
- Erfassung einer Zusammensetzungsveränderung der im Wasserkasten (10) befindlichen Flüssigkeit (101),
  - Auswertung der erfassten Zusammensetzungsveränderung,
  - Ableitung von Kolbenverschleiß aus dem Ergebnis der Auswertung der erfassten Zusammensetzungsveränderung.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswertung der erfassten Zusammensetzungsveränderung eine qualitative und/oder quantitative Bestimmung des Übertritts von Dickstoff (100) aus dem wenigstens einen Förderzylinder (2, 3) in den Wasserkasten (10) umfasst.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Dickstoff (100) eine Indikatorsubstanz beigesetzt wird, die zur Bestimmung des Übertritts detektiert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichung eines Schwellwerts für den abgeleiteten Verschleiß eine Kolbenverschleißwarnung erzeugt wird.



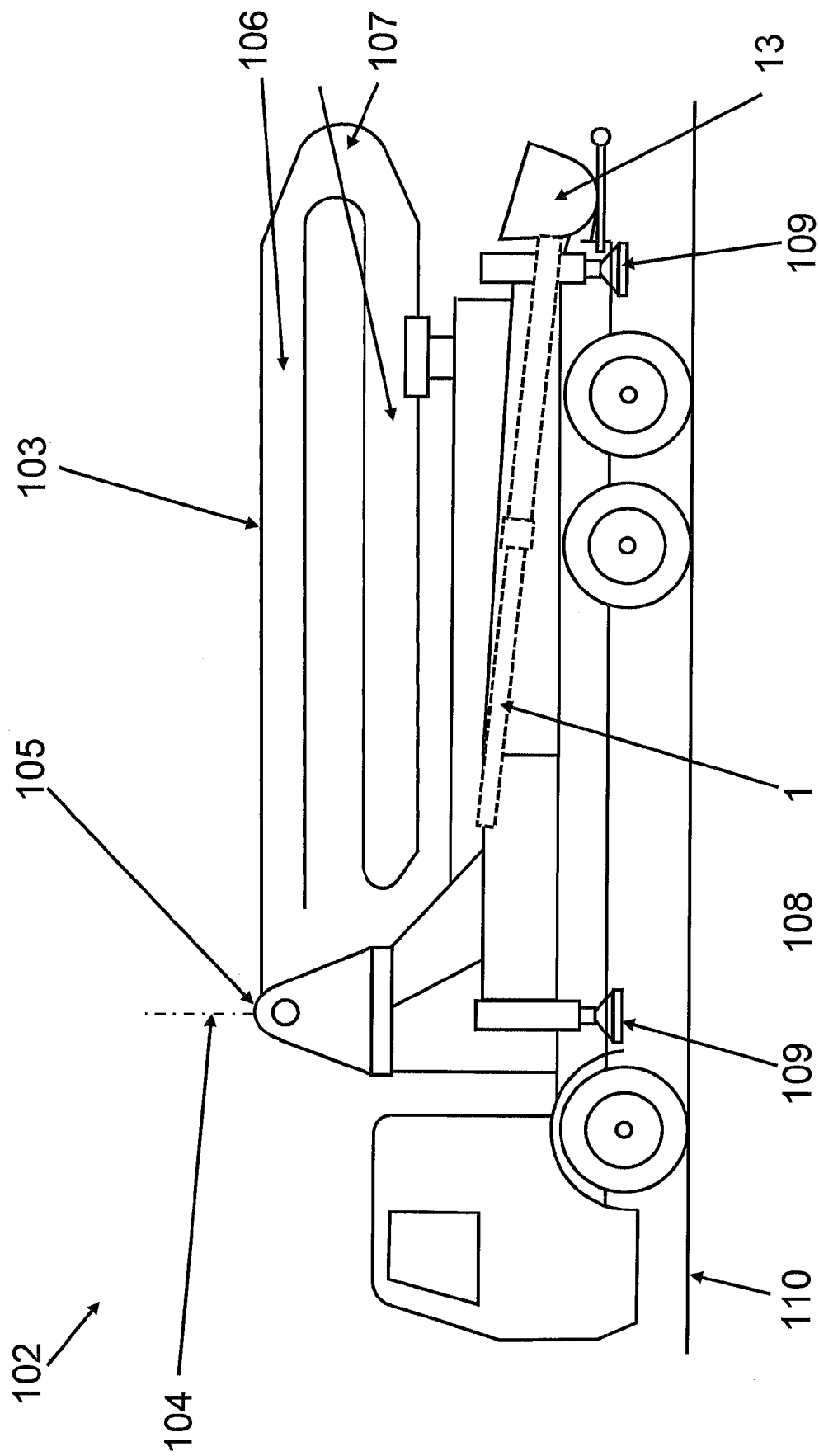


Fig. 1

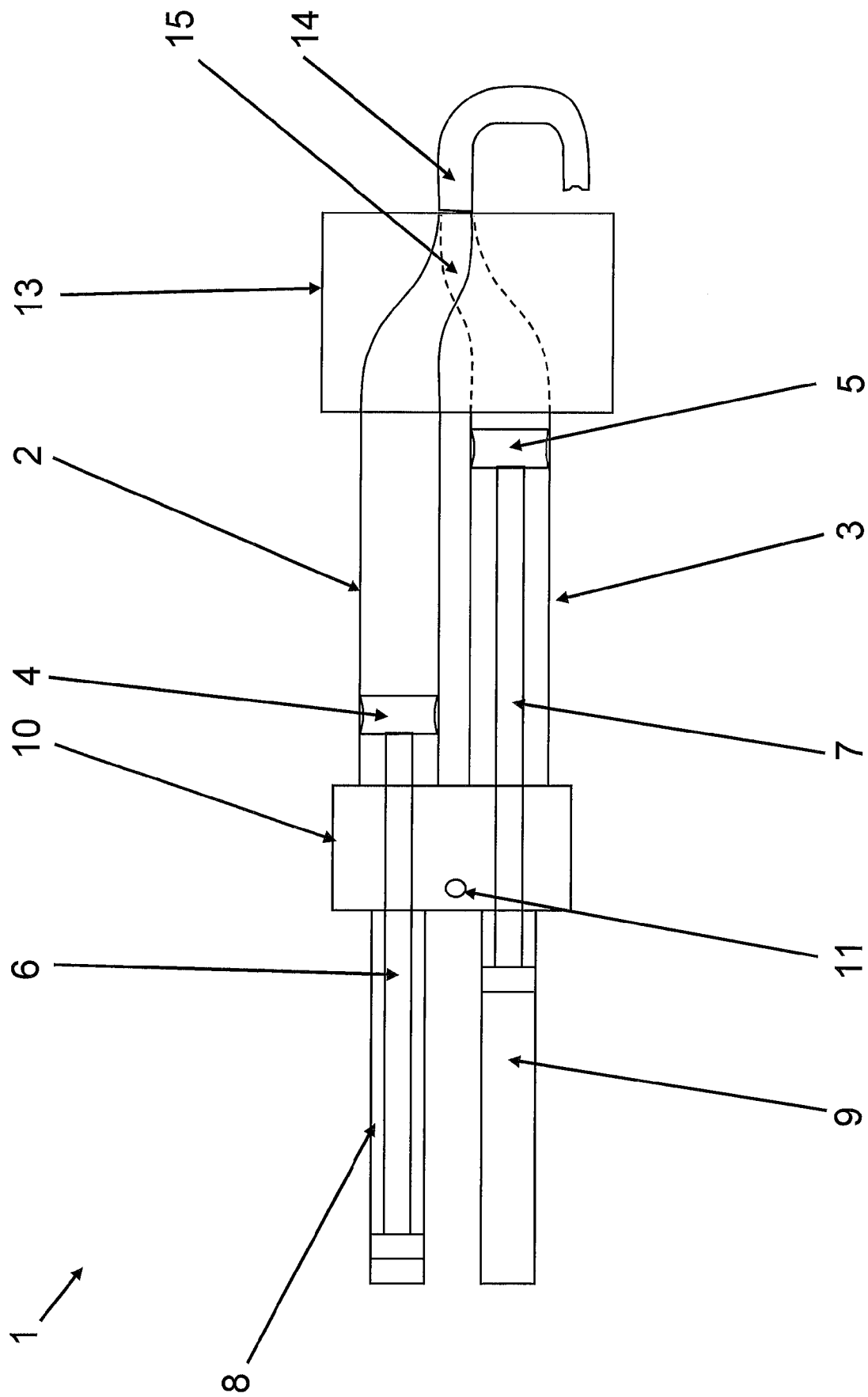


Fig. 2

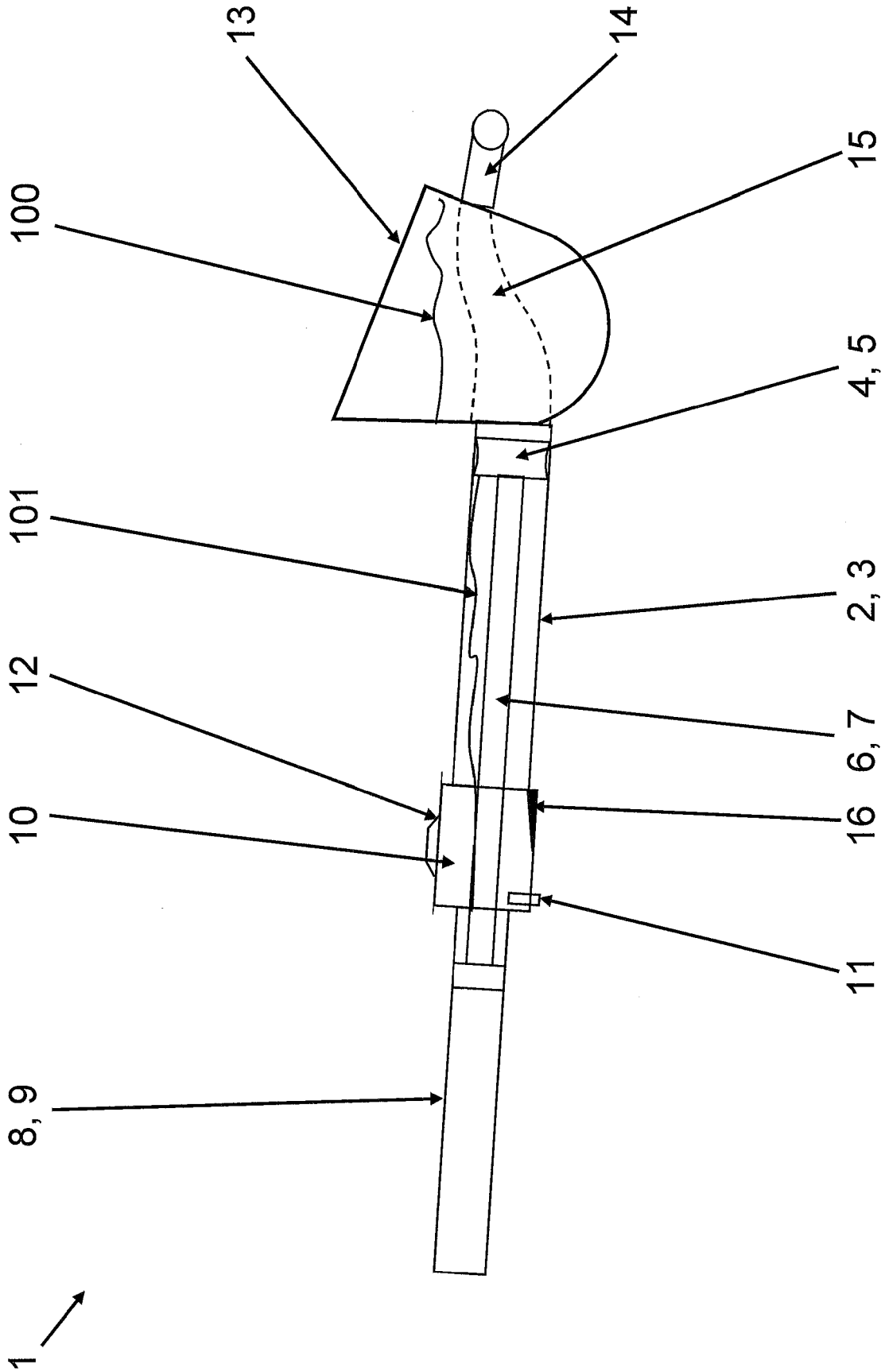


Fig. 3

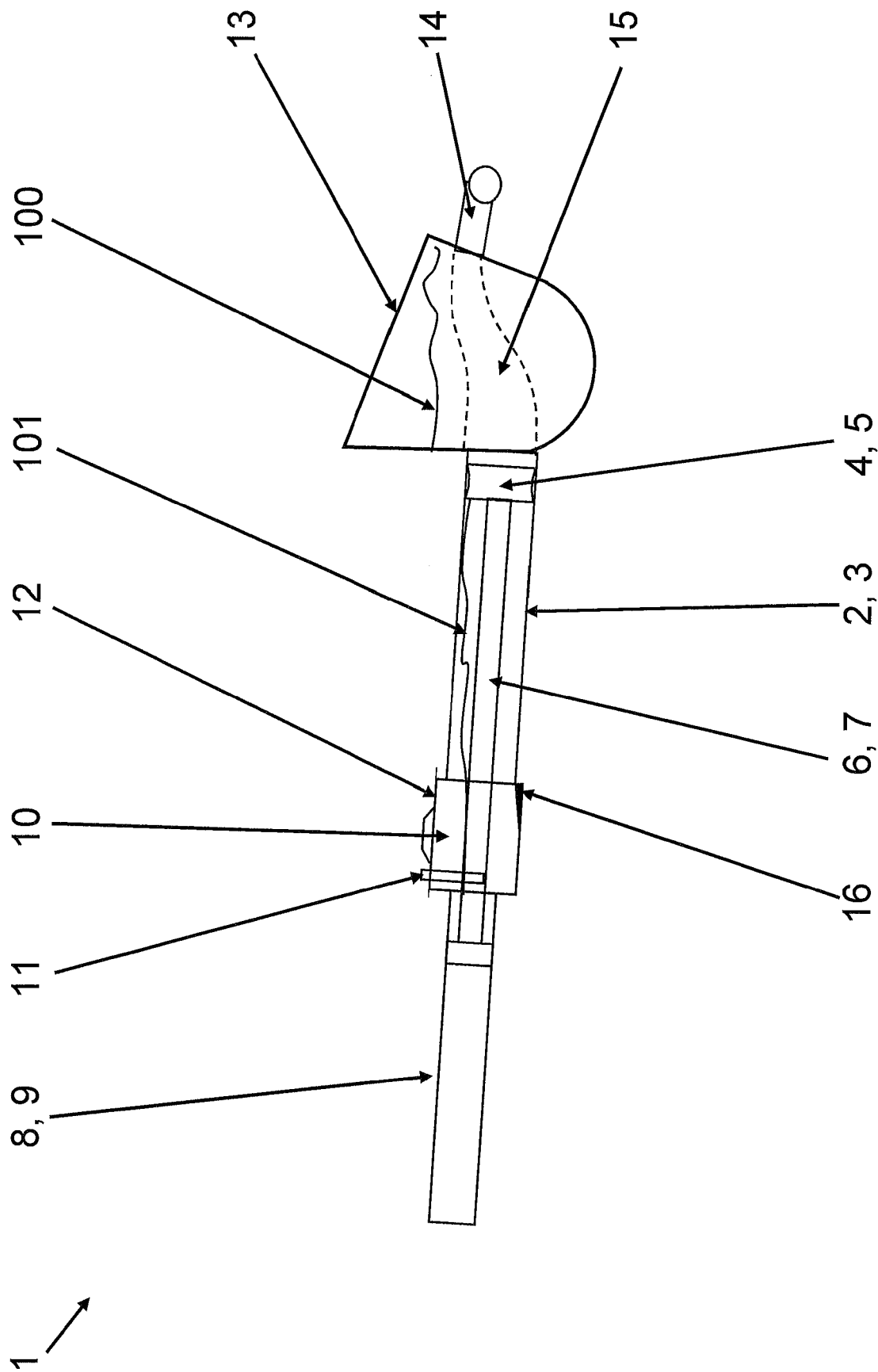


Fig. 4

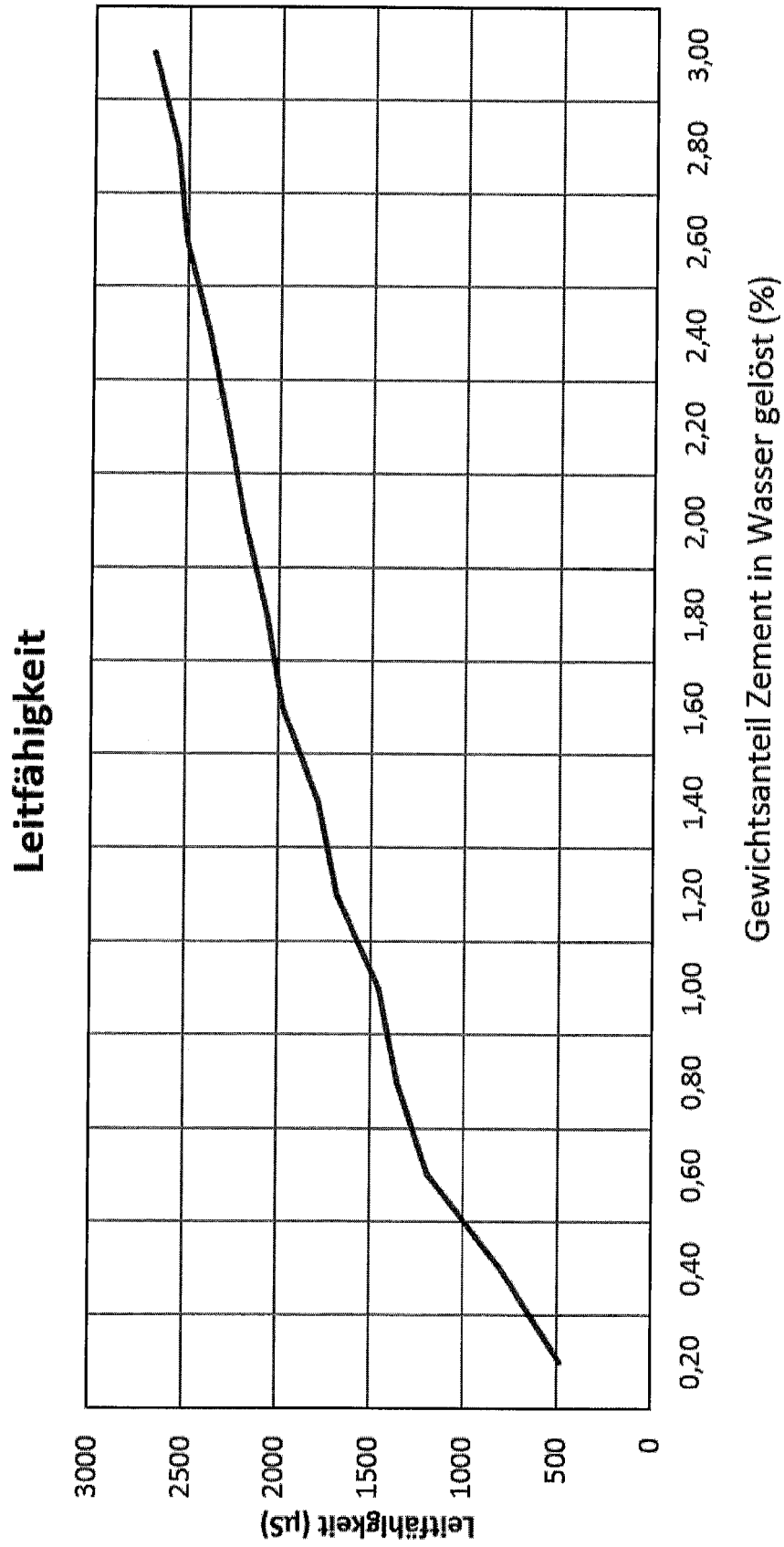


Fig. 5



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 19 19 2650

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)
Y	DE 38 34 678 A1 (PUTZMEISTER MASCHF [DE]) 19. April 1990 (1990-04-19)	1,4-6,9	INV. F04B15/02
A	* Wasserkasten mit Sensoreinrichtung * * Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 4, Zeile 4 *	2,3,7,8, 10-15	
Y	DE 10 2010 019207 A1 (WERNE, WALTER [DE]) 19. Januar 2012 (2012-01-19)	1,4-6,9	
A	* Sensoreinrichtung zur Detektion der Zusammensetzung einer Betonsuspension * * Anspruch 1 * * Absätze [0015], [0016] *	2,3,7,8, 10-15	
A	US 3 146 721 A (SCHWING, F.W. [DE]) 1. September 1964 (1964-09-01) * Abbildungen 9, 10 * * Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 47 *	1-15	
A	DE 10 2008 007069 A1 (PUTZMEISTER CONCRETE PUMPS GMBH [DE]) 6. August 2009 (2009-08-06) * Abbildung 1 * * Absatz [0015] - Absatz [0017] * * Anspruch 1 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Januar 2020	Prüfer Gnüchtel, Frank
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 19 2650

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.

15-01-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 3834678	A1	19-04-1990	DE 3834678 A1	19-04-1990
				WO 9004104 A1	19-04-1990
15	DE 102010019207	A1	19-01-2012	KEINE	
	US 3146721	A	01-09-1964	KEINE	
20	DE 102008007069	A1	06-08-2009	KEINE	
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

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**

- DE 102005039238 B4 [0002]
- DE 102007050279 B3 [0002]