



(11) **EP 3 296 466 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
E02D 7/08 (2006.01) E02F 9/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17188488.5**

(22) Anmeldetag: **30.08.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **20.09.2016 DE 102016011352**

(71) Anmelder: **Liebherr-Werk Nenzing GmbH
6710 Nenzing (AT)**

(72) Erfinder: **Krimbacher, DI Dr. Norbert
6822 Satteins (AT)**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES FREIFALLHAMMERS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Freifallhammers einer Baumaschine mittels einer Regelungs-/Steuerungsvorrichtung, mit den Schritten:
Eingeben von Vorgabeparametern in die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung durch eine Bedienperson;
Erfassen aktueller Systemparameter der Baumaschine durch die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung;

Berechnen der Betätigungsdauer einer Hydraulikschaltung in Abhängigkeit von den Vorgabeparametern und von den Systemparametern;
Öffnen der Hydraulikschaltung für die berechnete Betätigungsdauer, wobei das Öffnen der Hydraulikschaltung bewirkt, dass der Freifallhammer mittels eines Aktuators gehoben wird.

EP 3 296 466 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Freifallhammers einer Baumaschine mittels einer Regelungs-/Steuerungsvorrichtung.

[0002] Bei gattungsgemäßen Baumaschinen mit Freifallhammern ist es bekannt, ein großes Gewicht durch hydraulische Aktoren in die Luft zu heben, welches dann durch die Gravitationskraft wieder zurück in die Ursprungslage gelangt. Dabei trifft das Gewicht auf ein Rammgut, welches durch die Bewegungsenergie in den Untergrund getrieben wird. Die Rammgewichte bewegen sich üblicherweise im Bereich von 3.000 kg bis 15.000 kg.

[0003] Bei aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Steuerung von Freifallhammern ist es bekannt, den Freifallhammer durch Eingabe von drei Parametern in eine Regelungs-/Steuerungsvorrichtung eines Hydrauliksystems zu steuern. Zum einen wird die Verweildauer des Rammgewichts zwischen den einzelnen Schlägen eingestellt, zum anderen kann die Öffnungszeit eines entsprechenden Hydraulikventils festgelegt werden und fernerhin der Volumenstrom einer entsprechenden Hydraulikpumpe festgelegt werden. Diese Einstellungen muss der Fahrer während des Betriebs der entsprechenden Baumaschine je nach Situation justieren. Durch das Fehlen bzw. Verwerten entsprechender Informationen der hydraulischen Schaltung ist es für den Fahrer unumgänglich, diese drei Variablen dauernd zu verändern.

[0004] Durch physikalische Kopplungen der hydraulischen Ansteuerung ergibt sich eine Beeinflussung der Einstellungen bzw. Parameter untereinander. Wird z.B. der Volumenstrom der Hydraulikpumpe erhöht, erhöht sich das Druckniveau im Hydrauliksystem, wodurch im Hydraulikspeicher entsprechend mehr Energie vorhanden sein kann und die Amplitude des Gewichtes bzw. des Freifallhammers steigen bzw. vergrößert werden kann. Um dies wieder zu korrigieren, muss der Fahrer anschließend die Öffnungszeit des Ventils reduzieren, damit die gleiche Höhe erreicht werden kann. Wird z.B. der Volumenstrom der Hydraulikpumpe zu klein angesetzt, kann es zu stark unterschiedlichen Fallhöhen des Freifallhammers kommen. Wird der Volumenstrom der Hydraulikpumpe hingegen zu hoch gewählt, können die hydraulischen Komponenten höher belastet werden und es kann zu frühen Ausfällen des Hydraulikspeichers oder sonstiger Komponenten des Hydrauliksystems kommen. Durch die hohe Dynamik des hydraulischen Freifallhammers verändert sich das Verhalten der hydraulischen Schaltung durch Temperaturschwankungen ebenfalls, was bedeutet, dass der Fahrer die ganze Betriebszeit des Hammers diese drei Variablen verändern bzw. anpassen muss. Durch die Zeitverzögerung des gesamten Systems ist es außerdem schwierig und kann nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher ein Verfahren zur Steuerung eines Freifallhammers sowie eine entsprechende Vorrichtung bereitzustellen, mittels der eine einfachere Einstellung bzw. Steuerung des Freifallhammers durch den Betreiber bzw. Fahrer möglich ist. Es soll dabei unabhängig von äußeren Einflüssen wie z.B. der Außentemperatur und/oder dem Untergrund und unabhängig von anderen Fahrereinstellungen ein definiertes Verhalten des Freifallhammers festgelegt werden können. Dieses Verhalten besteht aus:

einer einstellbaren Schlagenergie, welche sich durch eine einstellbare Wurfhöhe äußert;

einer definierten Haltezeit, die das Fallgewicht auf dem Rammgut ruht, bevor der nächste Schlag eingeleitet wird; und

einer maximalen Schlagfrequenzeinstellung, wobei beispielsweise eine möglichst schnelle oder eine definierte maximale Frequenz der Schlagwiederholungen möglich sein kann.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Demnach ist ein Verfahren zur Steuerung eines Freifallhammers einer Baumaschine mittels einer Regelungs-/Steuerungsvorrichtung vorgesehen, mit den Schritten.

Eingeben von Vorgabeparametern in die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung durch eine Bedienperson;

Erfassen aktueller Systemparameter der Baumaschine durch die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung;

Berechnen der Betätigungsdauer einer Hydraulikschaltung in Abhängigkeit von den Vorgabeparametern und von den Systemparametern;

Öffnen der Hydraulikschaltung für die berechnete Betätigungsdauer, wobei das Öffnen der Hydraulikschaltung bewirkt, dass der Freifallhammer mittels eines Aktuators gehoben wird.

[0008] Vorteilhafterweise ist im Gegensatz zum Stand der Technik erfindungsgemäß eine einfache und unabhängige Ansteuerung des Hammers möglich. Hierzu können entsprechende zusätzliche Sensoren verwendet werden, mit denen

der Zustand der hydraulischen Schaltung vor dem eigentlichen Wurf bestimmt werden kann. Die Sensoren können dabei mit der Regelungs-/Steuerungsvorrichtung gekoppelt sein und von dieser ausgelesen werden. Auf diese Weise können Systemparameter mittels der Regelungs-/Steuerungsvorrichtung erfasst werden. Es kann dabei der Druck in einem Hydraulikspeicher der Hydraulikschaltung sowie die aktuelle Fördermenge einer Hydraulikpumpe herangezogen werden.

5 Mit diesen Kenndaten kann nun bei vorgegebener Wurfhöhe, maximaler oder anderweitig festgelegter Schlagfrequenz und/oder Verweildauer eine Bedienungsdauer des Ventils bzw. der Hydraulikschaltung berechnet werden. Die Berechnung der Bedienungsdauer kann dabei durch die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung erfolgen. Diese Betätigungsdauer bzw. Öffnungszeit T_{open} wird nun auf das Ventil bzw. auf die Hydraulikschaltung geschaltet und damit der Wurf ausgelöst, das heißt das Ventil wird für die Öffnungszeit T_{open} betätigt. Bei der Hydraulikschaltung kann es sich um alle für den Betrieb des Freifallhammers notwendigen hydraulischen Komponenten handeln bzw. um das in den Figuren gezeigte Ventil handeln. Wenn vorliegend von einem Anheben des Freifallhammers mittels des Aktuators die Rede ist, so kann damit auch ein Hochwerfen bzw. Werfen oder Schleudern des Freifallhammers gemeint sein.

[0009] In bevorzugter Ausführung kann dabei vorgesehen sein, dass die Vorgabeparameter die Schlagenergie, die Verweildauer, die Schlaggeschwindigkeit, die Schlaghöhe und/oder die Schlagfrequenz umfassen.

15 **[0010]** Die Schlagenergie kann hierbei die Energie bezeichnen, mit der der Freifallhammer auf ein Rammgut trifft. Die Schlaggeschwindigkeit und die Schlaghöhe sowie die Schlagfrequenz sind entsprechende Parameter des Freifallhammers. Die Schlaggeschwindigkeit kann die Geschwindigkeit des Freifallhammers kurz vor dem Auftreten auf das Rammgut sein, die Schlaghöhe kann der von dem Freifallhammer vor dem Auftreffen auf das Rammgut zurückgelegten Strecke entsprechen. Die Schlagenergie kann beispielsweise aus der Geschwindigkeit und dem Gewicht des Freifallhammers durch die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung ermittelt werden. Zur Erfassung der einzelnen Werte können entsprechende Sensoren an dem Freifallhammer oder an sonstigen Komponenten der Baumaschine vorgesehen sein. Bei den eingegebenen Vorgabeparametern kann es sich um Sollwerte handeln, während die mittels der Sensoren erfassten Systemparameter wenigstens teilweise entsprechende Istwerte sein können.

25 **[0011]** In einer weiteren bevorzugten Ausführung kann vorgesehen sein, dass die Systemparameter der Baumaschine den aktuellen Hydraulikdruck in einem Hochdruckspeicher und/oder die aktuelle Fördermenge einer Hydraulikpumpe und/oder die Geschwindigkeit des herabfallenden Rammgewichtes bzw. Gewichtes umfassen. Mit dem herabfallenden Hammer kann hierbei der Freifallhammer bezeichnet werden. Durch das Erfassen dieser Systemparameter ist es einfacher möglich, beispielsweise die aktuell durch den Freifallhammer in das Rammgut eingebrachte Energie abzuschätzen bzw. zu berechnen und so mittels der Regelungs-/Steuerungsvorrichtung ggf. die Betätigungsdauer so zu variieren, dass die von einer Bedienerperson der Baumaschine gewünschten Schlagenergien, Verweildauern und/oder Schlagfrequenzen erreicht werden. Wird dabei beispielsweise festgestellt, dass der Freifallhammer mit zu geringer Geschwindigkeit und damit zu geringer Energie auf das Rammgut trifft, so kann die Betätigungsdauer so verlängert werden, dass der Freifallhammer höher mittels des Aktuators gehoben bzw. geworfen wird und danach mit entsprechend höherer Geschwindigkeit und Energie auf das Rammgut trifft.

35 **[0012]** In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist somit denkbar, dass die Systemparameter mittels entsprechender Sensoren von der Regelungs-/Steuerungsvorrichtung umfasst werden und/oder dass ein Regelkreis vorgesehen ist, welcher zwischen einzelnen Hüben des Freifallhammers Abweichungen der Vorgabeparameter und/oder der Systemparameter umfasst und davon abhängig die Betätigungsdauer der Hydraulikschaltung variiert. Hierdurch kann das System besonders einfach auf Abweichungen reagieren und ggf. automatisch die Betätigungsdauer der Hydraulikschaltung an veränderte Parameter so anpassen, dass im Ergebnis möglichst nahe an den gewünschten Sollleistungen bzw. Sollwerten gearbeitet werden kann. Der Regelkreis kann zwischen den einzelnen Rammvorgängen bzw. Öffnungen der Hydraulikschaltung eingreifen und die berechneten Vorgaben bzw. Betätigungsdauern verändern, um Abweichungen der Sollwerte von den Istwerten, welche mittels der erfassten Systemparameter erkennbar sind, zu korrigieren.

45 **[0013]** Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Betreiben eines Freifallhammers gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Vorrichtung wenigstens einen Sensor zur Erfassung des Hydraulikdrucks in einem Hochdruckspeicher und/oder wenigstens einen Sensor zur Erfassung der aktuellen Fördermenge einer Hydraulikpumpe und/oder wenigstens einen Sensor zur Erfassung der Geschwindigkeit des herabfallenden Hammers umfasst. Die Vorrichtung kann demnach an einer Baumaschine nachrüstbar sein und auf die Hydraulikausstattung der Baumaschine passend ausführbar sein.

50 **[0014]** In einer bevorzugten Ausführung ist denkbar, dass die Vorrichtung wenigstens einen Hochdruckspeicher und/oder wenigstens eine Hydraulikpumpe und/oder wenigstens eine Hydraulikschaltung umfasst. Demnach kann die Vorrichtung auch an Baumaschinen nachgerüstet werden, welche an sich nicht hinreichend beschaffene Hydraulikstrukturen zum erfindungsgemäßen Betrieb eines Freifallhammers aufweisen.

55 **[0015]** Die Erfindung ist ferner auf eine Baumaschine mit einer Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7 gerichtet, welche zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist, wobei die verfahrensgemäß verwendete Regelungs-/Steuerungsvorrichtung eine Regelungs-/Steuerungsvorrichtung der Baumaschine ist oder eine von der Baumaschine unabhängige und mit dieser koppelbare Regelungs-/Steuerungsvorrichtung ist. Demnach kann eine bereits an einer Baumaschine vorhandene Regelungs-/Steuerungsvorrichtung zum erfindungsgemäßen Ansteuern

eines Freifallhammers genutzt werden. Alternativ kann eine Regelungs-/Steuerungsvorrichtung mit der Baumaschine gekoppelt werden, um so unabhängig von der Baumaschine das erfindungsgemäße Verfahren ausführen zu können.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführung ist ferner denkbar, dass der verfahrensgemäß verwendete Hochdruckspeicher und/oder die verfahrensgemäß verwendete Hydraulikpumpe der Baumaschine zugeordnete Bauteile sind. Entsprechend können die genannten Bauteile der Baumaschine zur erfindungsgemäßen Ansteuerung des Freifallhammers genutzt werden.

[0017] Weitere Einzelheiten und Vorteile sind anhand des in der einzelnen Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiels genannt.

[0018] Die Figur 1 zeigt dabei eine schematische Darstellung einer Hydraulikschaltung zum erfindungsgemäßen Ansteuern eines Freifallhammers 1.

[0019] Im Ruhezustand des Freifallhammer 1 sind alle beiden Zylinderkammern A und B eines Aktuators 2 über ein Ventil 3 miteinander verbindbar und es herrscht überall derselbe Systemdruck. Durch Betätigen des Ventils 3 wird die obere Zylinderkammer A gegen eine Tank 4 entlastet und dadurch wird das Rammgewicht 5 entgegen der Schwerkraft nach oben beschleunigt. Die Energie dazu wird von der Hydraulikpumpe 6 und/oder dem Hochdruckspeicher 7 geliefert. Nach einer bestimmten Zeit, wird das Ventil 3 wieder geschlossen. Durch die Bewegungsenergie des Rammgewichtes 5 kann dieses sich weiter nach oben bewegen (das Ventil 3 behindert diese Bewegung nicht). Nach dem Erreichen es höchsten Punktes des Rammgewichtes 5 beschleunigt das Gewicht 5 durch die Schwerkraft selbst nach unten und schlägt auf das Rammgut 8 auf. Bei dem Rammgut 8 kann es sich um einen Pfeiler handeln.

[0020] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, dass die Öffnungszeit des Ventils 3 so mittels der Regelungs-/Steuerungsvorrichtung 10 berechnet wird, dass eine gewünschte bzw. eingestellte Wurfhöhe erreicht werden kann. Zusätzlich soll das Druckniveau der Hydraulikpumpe 6 so verstellt werden können, dass Anforderungen des Fahrers wie z. B. die Wiederholfrequenz der Hübe erfüllt werden können. Wie Figur 1 entnehmbar ist, kann die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung 10 hierzu mit der Pumpe 6, dem Ventil 3, dem Hochdruckspeicher 7, beispielsweise einem am Rammgewicht 5 vorgesehenen Geschwindigkeitssensor und weiteren Systemkomponenten verbunden sein. Über die Verbindungen können entsprechende Sensor- bzw. Steuersignale geleitet werden.

[0021] Für die Berechnung der Öffnungszeit gibt es verschiedene Varianten; bei allen Varianten werden die eingestellten Vorgaben (Schlagenergie, Verweildauer und/oder maximale Frequenz) durch den Fahrer berücksichtigt:

- Berechnung mithilfe vereinfachter mathematischer Formeln:

Durch entsprechende vereinfachende Annahmen kann der Bewegungsablauf des Gewichtes 5 analytisch berechnet werden. Diese mathematischen Formeln können anschließend dazu verwendet werden, die Öffnungszeit zu berechnen.

- Lookup Tabelle:

Es kann aus Versuchen oder aus theoretischen Betrachtungen vorab eine Tabelle erstellt werden. Durch entsprechendes Auslesen und interpolieren innerhalb der Tabelle kann die Zeit bestimmt werden d. h. es kann z. B. die Öffnungszeit T_{open} aus einem Kennfeld mit den Achsen Druck und Volumenstrom abgelesen werden.

- Berechnung mittels numerischen Modells:

Aus einer numerischen Simulation / Optimierung kann die optimale Ansteuerzeit bzw. Betätigungsdauer berechnet werden. Es wird dabei ein numerisches Simulationsmodells des hydraulischen Hammers 1 mit den entsprechenden Ansteuerventilen simuliert. Aus mehreren Simulationsläufen kann die optimale Ansteuerzeit hergeleitet werden. Dieses Verfahren ist unter anderem unter dem Schlagwort Model Predictiv Control bekannt.

- Berechnung mithilfe komplizierten mathematischer Formeln:

Analog zu den vereinfachten mathematischen Formeln können auch nichtlineare mathematische Gleichungen numerisch gelöst werden. Dies umfasst jedoch einen höheren Aufwand, da die Berechnung zur Laufzeit durch numerische Methoden durchgeführt werden muss.

[0022] Ein Beispiel für "Berechnung mit Hilfe vereinfachter mathematischer Formeln" ist im Folgenden erläutert:

[0023] Als Beispiel wird die Berechnung der Öffnungszeit erläutert. Dies ist die einfachste Variante, welche hier dargestellt wird.

[0024] Die Bewegung des Rammgewichtes kann in zwei Bereiche bzw. Phasen aufgeteilt werden:

EP 3 296 466 A1

1. Beschleunigung des Rammgewichts

2. Freier Fall (keine externe Krafteinwirkung außer der Gravitationskraft) des Rammgewichts 5.

[0025] Während der 1. Phase kann vereinfachend angenommen werden, dass das Rammgewicht 5 mit konstanter Kraft F

$$F = F_{Aktor} - mg$$

nach oben beschleunigt wird. Daraus ergibt sich aus

$$z(t) = \frac{1}{2} \frac{F t^2}{m} + \dot{z}_0(t=0)t + z_0(t=0)$$

der freien beschleunigten Bewegung einer Masse die Position zum Zeitpunkt T_{open} zu

$$z(t_{open}) = \frac{(F_{Aktor} - mg)T_{open}^2}{2m}$$

[0026] Hierbei wird angenommen, dass die Beschleunigung aus der Ruhestellung erfolgt. Anschließend bewegt sich das Gewicht in der 2. Phase im freien Fall ($F_{Aktor} = 0$, das heißt der Aktuator 2 übt keine Kraft auf das Gewicht 5 aus) weiter - zuerst weiter nach oben, danach im freien Fall wieder nach unten, bis es auf das Rammgut 8 aufschlägt. Es ergibt sich daraus die maximale Fallhöhe zu

$$z_{max} = \frac{F_{Aktor} (F_{Aktor} - mg) T_{open}^2}{gm^2}$$

und die maximale Aufprallgeschwindigkeit zu

$$\dot{z}_{max} = \frac{T_{open} \sqrt{F_{Aktor} (F_{Aktor} - mg)}}{m}$$

[0027] Für die Berechnung von T_{open} kann nun aus den Vorgaben des Fahrers die erforderliche Schaltzeit bzw. Betätigungsdauer ermittelt werden. Die maximale Wurfhöhe wird aus der Schlagenergie bei einem Freifallhammer 1 aus der Beziehung

$$E = mgz_{max}$$

berechnet und die Kraft kann durch den gemessenen aktuellen Hydraulikdruck

$$F_{Aktor} = pA_{Zylinder}$$

abgeschätzt werden. Damit kann die Öffnungszeit T_{open} aus den Basisgleichungen berechnet werden. Diese einfache Berechnungsvorschrift vernachlässigt den aktuellen Volumenstrom der hydraulischen Versorgung und die Nichtlinearität des hydraulischen Hochdruckspeichers.

[0028] Ein zusätzliche Regelkreis R kann dazu dienen, die Unwägbarkeiten durch Temperatur, Toleranzen und Mess-

fehler zu kompensieren.

[0029] Es kann dabei folgendermaßen vorgegangen werden: Zwischen den einzelnen Würfeln wird die Abweichung zwischen der Sollgröße z. B. Schlagenergie und der gemessenen Schlagenergie berechnet. Dieser Fehler kann dazu genutzt werden beim nächsten Wurf eine Verbesserung zu erreichen. Diese Art der Regelung wird auch iterative Regelung genannt. In diesem Beispiel ergibt sich folgendes Vorgehen: Es wird die gemessene Aufprallgeschwindigkeit gemessen. Dadurch kann die aktuelle Schlagenergie berechnet werden

$$E_{\text{aktuell}} = m\dot{x}^2/2$$

[0030] Dieser Wert wird mit der Vorgabe-Schlagenergie E verglichen. Aus diesem Vergleich erfolgt eine Korrektur der berechneten Öffnungszeit z. B. mit einem P Anteil k (Regelparameter) zu

$$T_{\text{open},p+1} = T_{\text{open},p} + k(E - E_{\text{aktuell}})$$

[0031] Dadurch können mittels des Regelkreises R Störungen automatisch ausgeglichen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Freifallhammers (1) einer Baumaschine mittels einer Regelungs-/Steuerungsvorrichtung, mit den Schritten:

Eingeben von Vorgabeparametern in die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung durch eine Bedienperson;
Erfassen aktueller Systemparameter der Baumaschine durch die Regelungs-/Steuerungsvorrichtung;
Berechnen der Betätigungsdauer einer Hydraulikschaltung in Abhängigkeit von den Vorgabeparametern und von den Systemparametern;
Öffnen der Hydraulikschaltung für die berechnete Betätigungsdauer, wobei das Öffnen der Hydraulikschaltung bewirkt, dass der Freifallhammer (1) mittels eines Aktuators (2) gehoben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorgabeparameter die Schlagenergie, die Verweildauer, die Schlaggeschwindigkeit, die Schlaghöhe und/oder die Schlagfrequenz umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Systemparameter der Baumaschine den aktuellen Hydraulikdruck in einem Hochdruckspeicher (7) und/oder die aktuelle Fördermenge einer Hydraulikpumpe (6) und/oder die Geschwindigkeit des herabfallenden Rammgewichtes (5) umfassen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Systemparameter mittels entsprechender Sensoren von der Regelungs-/Steuerungsvorrichtung erfasst werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Regelkreis vorgesehen ist, welcher zwischen einzelnen Hüben des Freifallhammers (1) Abweichungen der Vorgabeparameter und/oder der Systemparameter erfasst und davon abhängig die Betätigungsdauer der Hydraulikschaltung variiert.

6. Vorrichtung zum Betrieb eines Freifallhammers (1) gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung wenigstens einen Sensor zur Erfassung des Hydraulikdrucks in einem Hochdruckspeicher (7) und/oder wenigstens einen Sensor zur Erfassung der aktuellen Fördermenge einer Hydraulikpumpe (6) und/oder wenigstens einen Sensor zur Erfassung der Geschwindigkeit des herabfallenden Rammgewichtes (5) umfasst.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung wenigstens einen Hochdruckspeicher (7) und/oder wenigstens eine Hydraulikpumpe (6) und/oder wenigstens eine Hydraulikschaltung umfasst.

8. Baumaschine mit einer Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, welche zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verfahrensgemäß verwendete Rege-

EP 3 296 466 A1

lungs-/Steuerungsvorrichtung eine Regelungs-/Steuerungsvorrichtung der Baumaschine oder eine von der Baumaschine unabhängige und mit dieser koppelbare Regelungs-/Steuerungsvorrichtung ist.

- 5 9. Baumaschine wenigstens nach Anspruch 8 zum Durchführen eines Verfahrens wenigstens nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der verfahrensgemäß verwendete Hochdruckspeicher (7) und/oder die verfahrensgemäß verwendete Hydraulikpumpe (6) der Baumaschine zugeordnete Bauteile sind.

10

15

20

25

30

35

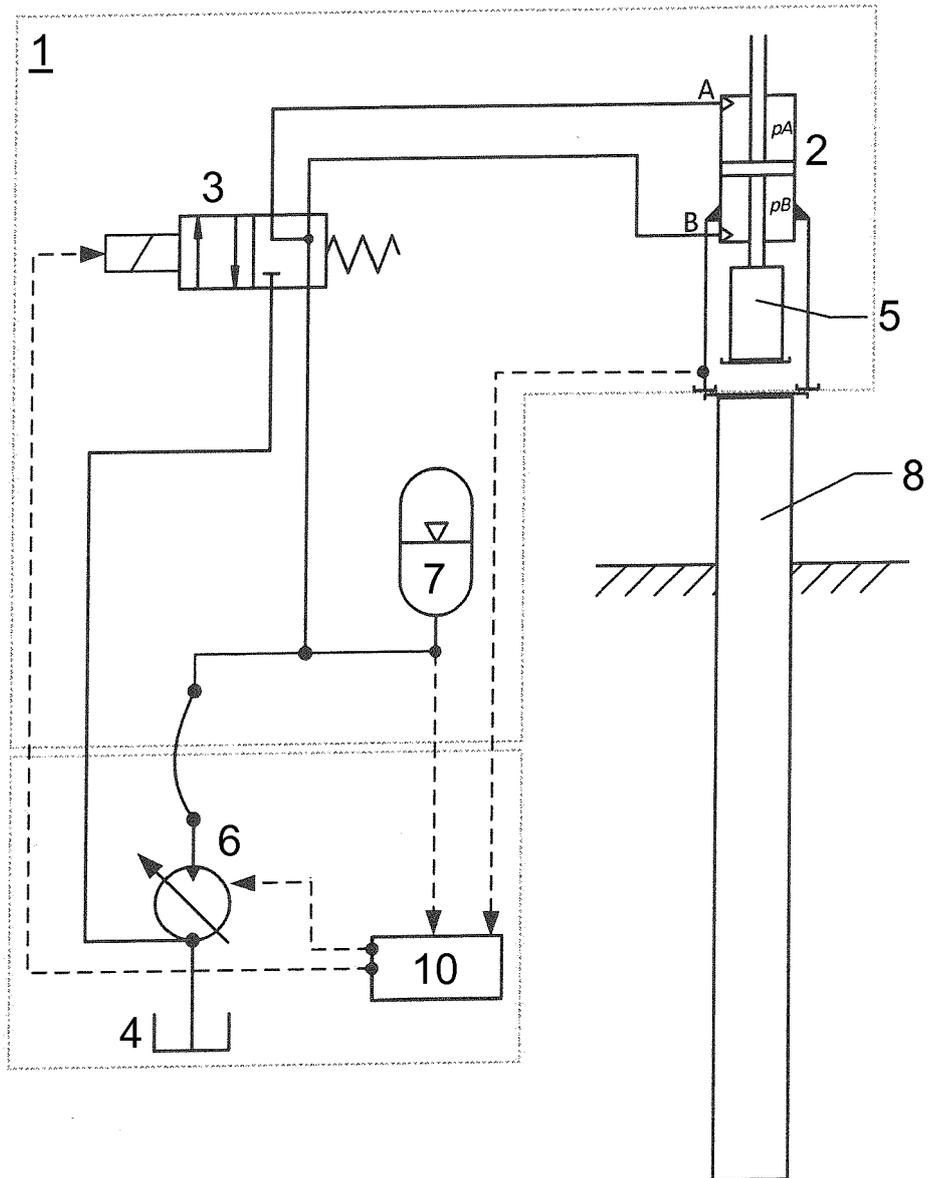
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 18 8488

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)
A	US 4 802 538 A (HAYS BRIAN [GB] ET AL) 7. Februar 1989 (1989-02-07) * Spalte 3, Zeile 23 - Zeile 37; Abbildung 1 *	1-9	INV. E02D7/08 E02F9/22
A	DE 24 22 931 A1 (DEMAG DRUCKLUFTECHNIK GMBH) 20. November 1975 (1975-11-20) * Seite 3 - Seite 4; Abbildung 1 *	1-9	
A	WO 2008/049159 A1 (BROOKE & MACKENZIE PTY LTD [AU]; BROOKE RODNEY [AU]) 2. Mai 2008 (2008-05-02) * Seite 7, Zeile 27 - Zeile 29; Abbildung 7 *	1-9	
A	DE 28 30 165 A1 (BAUMANN GEORG ING GRAD) 17. Januar 1980 (1980-01-17) * Seite 9 - Seite 10; Abbildung 1 *	1-9	
A	US 2007/074881 A1 (BERMINGHAM PATRICK D [CA] ET AL) 5. April 2007 (2007-04-05) * Absatz [0013] * * Zusammenfassung *	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E02D E02F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Februar 2018	Prüfer Clarke, Alister
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 : nichtschriftliche 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 17 18 8488

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.

07-02-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4802538 A	07-02-1989	CA 1329882 C US 4802538 A	31-05-1994 07-02-1989
DE 2422931 A1	20-11-1975	KEINE	
WO 2008049159 A1	02-05-2008	AU 2007308744 A1 WO 2008049159 A1	02-05-2008 02-05-2008
DE 2830165 A1	17-01-1980	KEINE	
US 2007074881 A1	05-04-2007	KEINE	

EPO FORM P0461

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