



(11)

EP 3 363 766 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.08.2018 Patentblatt 2018/34

(51) Int Cl.:
B66F 9/075 (2006.01) **B66F 9/08 (2006.01)**
B66F 9/24 (2006.01) **B66F 9/10 (2006.01)**
B66F 17/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18156908.8**

(22) Anmeldetag: **15.02.2018**

(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 TN

(72) Erfinder:
• **Lechnitz, Dr., Julia**
22339 Hamburg (DE)
• **Clauder, Andreas**
25488 Holm (DE)

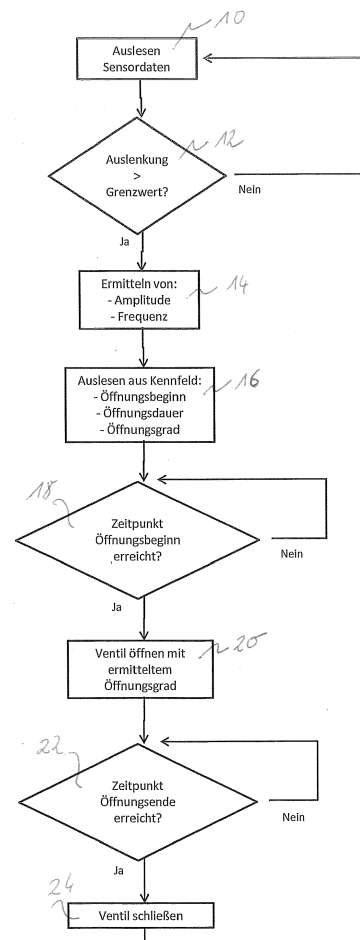
(74) Vertreter: **Hauck Patentanwaltspartnerschaft mbB**
Postfach 11 31 53
20431 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **15.02.2017 DE 102017103043**

(71) Anmelder: **Jungheinrich Aktiengesellschaft**
22047 Hamburg (DE)

(54) **FLURFÖRDERZEUG MIT EINEM HUBGERÜST**

(57) Flurförderzeug mit einem Hubgerüst, das einen relativ zu einem Fahrzeugrahmen verstellbaren Hubmast und ein entlang dem Hubmast höhenverstellbares Lasttragmittel aufweist, wobei eine Messeinrichtung, mit der eine Auslenkung des Hubmastes und/oder des Lasttragmittels relativ zu dem Fahrzeugrahmen erfassbar ist, wobei eine Steuerung vorgesehen ist, die einen den Hubmast verstellenden hydraulischen Zylinder (26) für eine Mastdämpfung über ein Ventil ansteuern kann, wobei die Steuerung einen Messwert für die aktuelle Auslenkung des Hubmastes mit einem vorbestimmten Mindestwert vergleicht und bei Überschreiten des Mindestwerts eine Steuerkurve bestimmt, die einen mit der Zeit variierenden Öffnungsgrad des mindestens einen Ventils (40, 44) für eine gesteuerte Mastdämpfung bestimmt, bei der der Hubmast sich aufgrund seiner Auslenkung bei geöffnetem Ventil (40, 44) relativ zu dem Fahrzeugrahmen bewegt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Flurförderzeug mit einem Hubgerüst, das einen relativ zu einem Fahrzeugrahmen verstellbaren Hubmast und ein entlang dem Hubmast höhenverstellbares Lasttragmittel aufweist.

[0002] Auf Hubgerüste und insbesondere bei ausgefahrenem Hubmast wirken Kräfte ein. Die Kräfte können beispielsweise durch Anfahren oder Bremsen des Flurförderzeugs oder durch eine Verstellung des Hubgerüsts hervorgerufen werden. Als Folge der Kräfte können Schwingungen an dem Hubgerüst auftreten. Beherrschende Größen für Frequenz und Amplitude der auftretenden Schwingungen sind im Wesentlichen die Beschleunigung aufgrund der angreifenden Kraft, die Biegesteifigkeit des Hubgerüsts, die Hubhöhe sowie das Gewicht einer aufgenommenen Last.

[0003] Schwingungen des Hubgerüsts, insbesondere mit großer Amplitude, sind zu vermeiden, da diese das Hubgerüst und seine Bauteile stark belasten, zu einer Kollision von Lastgabeln oder Last mit einem angrenzenden Regal führen können und im schlimmsten Fall zum Herabfallen einer aufgehobenen Last oder von Teilen der Last führen können.

[0004] Grundsätzlich ist bekannt, über Dämpfungselemente eine passive Schwingungsdämpfung am Hubgerüst vorzusehen. Neben der passiven Schwingungsdämpfung ist auch eine aktive Schwingungsdämpfung bekannt, bei der aktive Ausgleichsbewegungen für das Hubgerüst zur Dämpfung oder Unterdrückung der Schwingung angesteuert werden.

[0005] Aus DE 32 10 951 C2 ist ein Stapelfahrzeug mit Hubgerüst bekannt, bei dem eine aktive Mastdämpfung unter Einbeziehung von sensierten Werten für Last und Hubhöhe und unter Auswertung von Beschleunigungssensoren erfolgt. Die Ausgleichsbewegung erfolgt durch eine Antriebssteuerung zur Verlagerung des Lastaufnahmemittels.

[0006] Aus DE 39 37 404 A1 ist eine passive Mastdämpfung bekannt, die mit einem Feder-Dämpfersystem ausgestattet ist. Das Feder-Dämpfersystem ist in Reihe zu einem Stellglied für das Hubgerüst angeordnet.

[0007] Aus DE 40 19 075 C2 ist ein Stapelfahrzeug mit einem Hubgerüst bekannt geworden, an dem ein Lastträger höhenbeweglich gelagert ist, wobei das Hubgerüst im unteren Bereich über ein Lager am Fahrzeug angelenkt ist und im Abstand vom Lager eine bewegliche Abstützung gegenüber dem Fahrzeug vorgesehen ist. Die bewegliche Abstützung besitzt Führungszapfen, die in fahrzeugfesten Führungen im Wesentlichen parallel zur Fahrzeugaufstandsfläche und senkrecht zur Hubgerüstsebene bewegbar sind. Weiterhin ist ein Feder-/Dämpfersystem vorgesehen, das Bewegungen der Führungszapfen dämpft. Zudem ist ein weiterer Dämpfer vorgesehen, der einer Neigung des Hubgerüsts entgegenwirkt.

[0008] Aus DE 10 2006 012 982 A1 ist ein Schubmast-

stapler mit einem Hubgerüst bekannt, bei dem das Hubgerüst horizontal relativ zu einem Fahrzeugrahmen verfahrbar ist. Die Bewegung erfolgt über ein Stellglied, das zur aktiven Schwingungsdämpfung angesteuert wird. Mindestens ein Sensor erfasst eine Schwingungsbewegung des Hubgerüsts und erzeugt über das Stellglied eine der Schwingungsbewegung entgegenwirkende Gegenkraft auf das Hubgerüst. Der Sensor, mit dem die Schwingungsbewegung des Hubgerüsts erfasst wird, ist dabei ein Kraftsensor.

[0009] Aus EP 1 975 114 A1 ist eine Schwingungskompensation am Hubgerüst eines Flurförderzeugs bekannt. Die Steuervorrichtung zur Ansteuerung des Stellgliedes berechnet die Ausgleichsbewegungen, abhängig vom momentanen Zustand des Hubgerüsts.

[0010] Aus DE 10 2007 024 817 A1 ist ein Schubmaststapler bekannt, bei dem ein Stellglied zum Bewegen des Hubgerüsts relativ zu einem Fahrzeugrahmen derart über eine Steuervorrichtung angesteuert wird, das nach einer Betätigung des Bedienelements der Verlauf der Bewegungsgeschwindigkeit des Stellgliedes derart angesteuert wird, dass ein Schwingen des Hubgerüsts weitgehend vermieden wird.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Flurförderzeug bereitzustellen, bei dem mit möglichst einfachen Mitteln einer Schwingung des Hubgerüsts wirkungsvoll entgegengewirkt werden kann.

[0012] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Flurförderzeug mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden die Gegenstände der Unteransprüche.

[0013] Das erfindungsgemäße Flurförderzeug besitzt ein Hubgerüst, das einen relativ zu einem Fahrzeugrahmen verstellbaren Hubmast und ein entlang dem Hubmast höhenverstellbares Lasttragmittel aufweist. Ferner ist eine Messeinrichtung vorgesehen, mit der eine Auslenkung des Hubmastes und/oder des Lasttragmittels, relativ zu dem Fahrzeugrahmen, erfasst werden kann. Ferner ist eine Steuerung vorgesehen, die einen den Hubmast verstellenden hydraulischen Zylinder für eine gesteuerte Mastdämpfung über ein Ventil betätigen kann. Der den Hubmast stellende Zylinder ist auch für die Verstellung des Hubmastes relativ zum Fahrzeugrahmen vorgesehen. Erfindungsgemäß vergleicht die Steuerung einen Messwert für die aktuelle Auslenkung des Hubmastes mit einem vorbestimmten Mindestwert und bestimmt bei Überschreiten des Mindestwerts für das Ventil eine Steuerkurve, die einen Öffnungsgrad des Ventils zur Mastdämpfung festlegt und bestimmt. Erfindungsgemäß wird aufgrund der aktuellen Auslenkung des Hubmastes, bei Überschreiten des Mindestwerts, eine Steuerkurve festgelegt. Durch Durchfahren der Steuerkurve mit dem Öffnungsgrad des Ventils erfolgt eine gesteuerte Mastdämpfung. Der Öffnungsgrad kann hierbei auch eine vollständige Öffnung des Ventils umfassen. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass durch ein ganzes oder teilweises Öffnen des Ventils eine Mastdämpfung erreicht werden kann. Stellt man sich bei-

spielsweise vor, dass aufgrund eines Bremsvorgangs des Fahrzeugs der Hubmast eine Beschleunigung in Fahrtrichtung erfährt, so kann sich der gesamte Hubmast durch ein teilweises Öffnen des Ventils relativ zum Fahrzeugrahmen in Fahrtrichtung bewegen. Hierdurch wird ein eine Schwingung auslösendes Moment an dem Hubmast reduziert oder gar ganz vermieden werden.

[0014] Erfindungsgemäß bewegt sich der Hubmast aufgrund seiner Auslenkung und seiner Trägheit relativ zu dem Fahrzeugrahmen bei geöffnetem Ventil. Das geöffnete Ventil führt bevorzugt zu einer Bewegung des Zylinders, wobei hier Hydraulikmedium in den Zylinder nachströmt. Dies führt zu einem Ausgleich der Ölvolumina und damit der Drücke zwischen den Kolbenkammern, d. h. von Kolbenkammer zu stangenseitiger Kolbenkammer und umgekehrt. Eine Ansteuerung der Hydraulikpumpe, um unter Einsatz von extern zugeführter Energie aktiv zu dämpfen ist nicht erforderlich. Die Ansteuerung der Ventile ist für die gesteuerte Mastdämpfung ausreichend. Im Unterschied zu einer rein passiven Dämpfung wird durch die Steuerkurve das Dämpfungsverhalten des schwingenden Hubmastes mit der Zeit variiert.

[0015] Erfindungsgemäß variiert der Öffnungsgrad der angesteuerten Ventile mit der Zeit. Dies bedeutet, dass die Steuerkurve nicht notwendig einen konstanten Öffnungsgrad vorgibt, sondern auch eine sich mit der Zeit verändernde Ansteuerung des Ventils beschreiben kann. Eine für die Dauer der gesteuerten Dämpfung konstant geöffnete oder geschlossene Stellung des oder der gesteuerten Ventile ist ebenfalls in der Zeit variierend, insofern als die Stellung der Ventile während der gesteuerten Mastdämpfung sich von der Stellung vor und/oder nach der gesteuerten Mastdämpfung unterscheidet. Der mit der Zeit variierende Öffnungsgrad des Ventils kann insbesondere auch die durch die Dämpfung hervorgerufene Schwingungsanregung am Hubmast vermeiden.

[0016] In einer bevorzugten Weiterbildung wird das Ventil zu einem vorbestimmten Zeitpunkt mit der Steuerkurve angesteuert. Die Ansteuerung setzt zu einer definierten Position des Hubmastes, beispielsweise einem maximalen Ausschlag oder einem Nulldurchgang ein, um eine vorhandene Schwingung zu dämpfen. Bevorzugt ergibt sich der vorbestimmte Zeitpunkt, zu dem die Steuerkurve mit einer Öffnung des Ventils einsetzt, aus einer Position und/oder einer Bewegungsrichtung des Hubmastes relativ zu dem Fahrzeugrahmen. Hierzu können zusätzlich zu der Messeinrichtung die eine Auslenkung des Hubmastes und/oder des Lasttragmittels erfasst, auch weitere Positionssensoren und Bewegungssensoren am Hubmast vorgesehen sein.

[0017] In einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung wird die Steuerkurve für den Öffnungsgrad des Ventils abhängig von einer aktuellen Hubhöhe des Lasttragmittels bestimmt. Die Hubhöhe hat gemeinsam mit der Biegesteifigkeit des Hubmastes Einfluss auf die Frequenz der auftretenden Schwingung am Hubmast.

[0018] Ebenso kann die Steuerkurve abhängig von einer aktuellen Last auf dem Lasttragmittel bestimmt wer-

den. Die aufgenommene Last hat ebenfalls Einfluss auf die Frequenz der am Gerüst auftretenden Schwingungen, so dass diese bei der Dämpfung explizit zu berücksichtigen ist.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird die Steuerkurve abhängig von einer Geschwindigkeitsänderung des Flurförderzeugs oder des Hubmastes bestimmt. Die Geschwindigkeitsänderung des Flurförderzeugs oder des Hubmastes legt die Schwingung des Hubgerüsts fest und kann somit auch zur Auswahl einer geeigneten Steuerkurve herangezogen werden. Die Geschwindigkeitsänderung des Flurförderzeugs kann einerseits als Änderung des Istwerts zur Auswahl der Steuerkurve herangezogen werden. Ebenso ist es möglich, die Steuerkurve anhand von Änderungen in der Sollwertvorgabe für die Geschwindigkeit auszuwählen. Der besondere Vorteil bei letzterer Ausgestaltung ist, dass die Sollwerte für die Fahrgeschwindigkeit bereits vorliegen und direkt in Änderungssignale umgerechnet werden können. Auf diese Weise wird ein zusätzlicher Sensor für die Auswahl der Steuerkurve vermieden.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der hydraulische Zylinder über ein Drosselventil gemäß der Steuerkurve ansteuerbar. Dies bedeutet, dass zur Schwingungsdämpfung das Drosselventil gemäß der Steuerkurve angesteuert wird und einen Hydraulikstrom in oder aus dem Zylinder entsprechend dem Öffnungsgrad drosselt. Je nach Auslenkung kommt es zu einem Ausgleich der Volumina von Kolbenkammer und stangenseitiger Kolbenkammer, wobei bei einer Vergrößerung der Kolbenkammer Hydraulikflüssigkeit in die Kolbenkammer nachströmt und bei einer Vergrößerung der stangenseitigen Kolbenkammer Hydraulikfluid aus der Kolbenkammer abfließt.

[0021] In einer alternativen Ausgestaltung kann der hydraulisch betätigte Zylinder ausgebildet sein, um über ein Schaltventil gemäß der Steuerkurve geöffnet zu werden. Das Schaltventil öffnet unter Verzicht auf eine drosselnde Wirkung eine Zu- oder Ableitung zu dem Hydraulikzylinder und stellt so sicher, dass für eine vorbestimmte Zeitdauer der Steuerkurve eine Hydraulikflüssigkeit fließen und der Zylinder sich stellen kann. Auch hierdurch kann einer Mastschwingung gesteuert entgegengewirkt werden, selbst wenn keine Drosselung des Fluids direkt am Zylinder erfolgt.

[0022] In einer Ausgestaltung ist das Hubgerüst neigbar an dem Fahrzeugrahmen gelagert und der Aktuator zum Neigen des Hubgerüsts relativ zu dem Fahrzeugrahmen ausgebildet. Bei dieser Ausgestaltung erfolgt die Mastdämpfung über den Neigezylinder.

[0023] In einer anderen Ausgestaltung ist das Hubgerüst verschieblich an dem Fahrzeugrahmen gelagert. Diese Fahrzeuge werden auch als Schubmaststapler bezeichnet. Zur gesteuerten Mastdämpfung wird hier der zum Verschieben des Hubgerüsts relativ zu dem Fahrzeugrahmen ausgebildete Zylinder eingesetzt. Ein besonderer Vorteil der beiden zuletzt genannten Ausgestaltungen ist, dass nicht ein zusätzlicher Hydraulikzylinder

der zur Mastdämpfung an dem Fahrzeug vorgesehen sein muss.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Steuerung einen Speicher auf, in dem eine Vielzahl von Steuerkurven gespeichert ist. Die Steuerkurven sind entsprechend den mechanischen Eigenschaften, wie beispielsweise der Biegesteifigkeit des verwendeten Hubgerüsts, vorbestimmt und können aus dem Speicher abgerufen werden.

[0025] In einer anderen Ausgestaltung weist die Steuerung einen Prozessor auf, der zu der erfassten Auslenkung die Steuerkurve errechnet.

[0026] Die erfindungsgemäße Mastdämpfung wird anhand eines Ausführungsbeispiels nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Flussdiagramm zu dem erfindungsgemäßen Verfahren,

Fig. 2 einen Hydraulikplan zur Ansteuerung eines Mastschubzylinders mit zwei 2/2-Wege-Ventilen zur Mastdämpfung,

Fig. 3 eine hydraulische Ansteuerung eines Hydraulikzylinders mit einem 4/2-Wege-Ventils zur Mastdämpfung,

Fig. 4 eine alternative Ausgestaltung mit einem 2/2-Wege-Ventil zur Mastdämpfung und

Fig. 5 eine alternative Ausgestaltung mit einem 2/2-Wege-Ventil zur Mastdämpfung mit einer Ableitung in einen Tank.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren ist in dem Flussdiagramm gemäß Fig. 1 dargestellt. Das Verfahren beginnt mit einem Auslesen von Sensordaten in Verfahrensschritt 10. Ein Sensor kann beispielsweise ein Beschleunigungssensor sein, der am Lasttragmittel angeordnet ist. Aus den erfassten Beschleunigungsdaten kann dann eine Auslenkung des Lasttragmittels relativ zu dem Fahrzeugrahmen bestimmt werden. Der Beschleunigungssensor kann auch an einem inneren Maststrahlen, der am weitesten ausgefahren werden kann, angebracht sein. Neben der Verwendung eines Beschleunigungssensors kann auch alternativ oder zusätzlich ein Dehnungsmessstreifen an dem Hubgerüst vorgesehen sein. Der Dehnungsmessstreifen misst die angreifenden Kräfte und kann hieraus ebenfalls auf die Auslenkung des Hubgerüsts zurückschließen (Dehnungsmessstreifen misst auftretende Verformungen am Hubmast).

[0028] In einem nachfolgenden Schritt 12 wird die aus den ausgelesenen Sensordaten erfasste Auslenkung mit einem als Schwellwert dienenden Grenzwert verglichen. Ist die Auslenkung kleiner als der vorgegebene Grenzwert, so kehrt das Verfahren zum Auslesen der Sensordaten zurück. Ist dagegen die aus den Sensordaten er-

fasste Auslenkung größer als der Grenzwert, so wird aus der Auslenkung Amplitude und Frequenz der Schwingung ermittelt. Um Amplitude und Frequenz der Schwingung ermitteln zu können, kann es erforderlich sein, dass die erfassten Sensordaten zu einer komplexen Schwingung des Hubmastes geglättet oder gefiltert werden müssen. Auch ist es möglich, die Schwingung in Moden zu zerlegen und bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auf die Schwingung zur ersten Eigenfrequenz abzustellen.

[0029] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird abhängig von der ermittelten Amplitude und Frequenz der Hubmastschwingung in Verfahrensschritt das Kennfeld ausgelesen. Möglich ist es auch, das Kennfeld aufgrund der ermittelten Frequenz oder der Amplitude der Schwingung des Hubmastes auszulesen. Beim Auslesen des Kennfeldes wird eine Steuerkurve ermittelt, die einen Öffnungsbeginn, eine Öffnungsdauer und einen Öffnungsgrad für das Ventil vorschreibt. Der Öffnungsbeginn kann als ein Zeitpunkt vorgegeben sein oder relativ zu einer Phasenlage der Schwingung definiert sein. Beispielsweise kann die Steuerung einsetzen, wenn die Schwingung einen Maximalausschlag in eine bestimmte Richtung besitzt. Die Öffnungsdauer aus der Steuerkurve gibt vor, für welche Zeitspanne eine Ansteuerung des Hydraulikventils vorgesehen ist. Die Öffnungsdauer kann in einer Zeitspanne vorgegeben sein oder kann durch die Schwingungen definiert sein, beispielsweise durch die Dauer zwischen zwei Maximalausschlägen. Die aus dem Kennfeld ausgelesene Steuerkurve schreibt dem Öffnungsgrad für das Hydraulikventil vor. Der Öffnungsgrad ist eine entscheidende Größe, die das Stellen des Ventils und die Bewegung des Hubmastes relativ zum Fahrzeugrahmen bestimmt. Hierdurch ist es möglich, bei geringerer Auslenkung, das Ventil beispielsweise weniger stark zu öffnen und so eine stärker drosselnde Wirkung zu haben als bei größeren Auslenkungen.

[0030] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt 18 wird abgewartet, ob der durch die Steuerkurve definierte Öffnungsbeginn vorliegt. Ist der Zeitpunkt für den Öffnungsbeginn erreicht, so wird in Schritt 20 das Hydraulikventil gemäß der Steuerkurve geöffnet. Dies bedeutet, dass das Hydraulikventil mit dem aus der Steuerkurve vorgegebenen Öffnungsgrad geöffnet wird. Das Ventil 20 bleibt geöffnet, bis in Schritt 22 der Zeitpunkt für das Öffnungsende erreicht ist. Danach wird in Verfahrensschritt 24 das Hydraulikventil wieder geschlossen.

[0031] Das bei dem Verfahren angesteuerte Hydraulikventil kann hierbei für einen Schubzylinder vorgesehen sein, der dazu bestimmt ist, das Hubgerüst relativ zu dem Fahrzeugrahmen zu verschieben. Andererseits kann der für die Mastdämpfung eingesetzte Hydraulikzylinder auch für einen Neigezylinder vorgesehen sein, mit dem eine Winkelposition des Hubmastes relativ zum Fahrzeugrahmen verstellt werden kann.

[0032] Bei dem in Fig. 1 dargestellten Verfahren handelt es sich um eine Mastdämpfung, abhängig von Schwingungsfrequenz und Amplitude. Hierbei wird die

momentane Auslenkung am Hubgerüst gegenüber dem Fahrzeugrahmen über einen Sensor erfasst. Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, mit Dehnungsmessstreifen eine Verformung am Hubgerüst zu erfassen oder über eine Druckmessung im Hydraulikzylinder die auf diesen wirkende Kraft zu erfassen. Auch ist es möglich, mehrere Sensoren und ihre Messdaten zu kombinieren. In Fig. 1 wird in Schritt 16 eine Steuerkurve aus einem Kennlinienfeld ausgelesen, die der Ansteuerung des Hydraulikzylinders zugrunde gelegt wird. Bei einer erfassten Mastbeschleunigung oberhalb des Grenzwerts aus Schritt 12 werden die Amplitude und die Frequenz aus der ersten Halbwelle ermittelt. Die Amplitude der Mastschwingung ist dabei abhängig von der aufgenommenen Last und einer Geschwindigkeitsänderung des Flurförderzeugs, wenn die Schwingung hauptsächlich durch eine Geschwindigkeitsänderung verursacht ist. Die Frequenz der Mastschwingung resultiert ganz wesentlich aus der Hubhöhe und der damit verbundenen Biegesteifigkeit an dem Hubmast.

[0033] Ist das anzusteuern Ventil als ein Drosselventil ausgebildet, so kann der Öffnungsgrad während der Öffnungsdauer variiert werden und beispielsweise so gewählt werden, dass eine geringere Dämpfung mit abnehmender Auslenkung vorliegt. Bezogen auf die Steuerkurve kann die Dämpfung auch den Wert Null besitzen.

[0034] Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von einfachen Schaltventilen unter Verzicht auf eine drosselnde Wirkung. Die Dämpfung nimmt dann immer den Wert Null an, es liegt also keine Drosselung an dem Ventil vor. Das Ventil wird für die Öffnungsdauer geöffnet. Die Öffnungsdauer kann beispielsweise auch durch einen ermittelten Weg des Schubmastes bestimmt sein. Zur Wegermittlung kann auf einen Positionssensor im Schubzylinder zurückgegriffen werden oder ein am Fahrzeugrahmen angeordneter Wegsensor vorgesehen sein. Bei einem Schaltventil unter Verzicht auf eine drosselnde Wirkung kann am Punkt der maximalen Auslenkung des Mastes, wenn also die Momentangeschwindigkeit Null ist, das Ventil geöffnet werden, so dass der Schubmast der Auslenkung des Mastes folgen kann und diese somit wirksam verringert, bevor die Last zurückschwingen kann.

[0035] Die Abhängigkeit von Amplitude und Frequenz von der aufgenommenen Last und der Hubhöhe können auch direkt bei der Auswahl der Steuerkurve berücksichtigt werden. Hierzu werden das Gewicht der aufgenommenen Last und die Hubhöhe sensorisch erfasst. Anhand von Last und Hubhöhe können dann bei einer festgestellten Auslenkung oberhalb eines Grenzwerts eine Steuerkurve ausgewählt werden. Die Einflussgrößen für die Steuerkurve sind:

- Hubhöhe,
- aufgenommene Last und

- Geschwindigkeits-Änderung.

[0036] Die Geschwindigkeits-Änderung kann anhand von Sollwerten, die von einem Geschwindigkeitsgeber für das Flurförderzeug stammen, oder durch Istwerte der Geschwindigkeit ermittelt werden.

[0037] Weitere abhängige Größen für die Auswahl der Steuerkurve sind:

- die momentane Verteilung der Masse von Last und Hubmast (abhängig von aufgenommener Last und Hubhöhe),
- eine momentane Biegesteifigkeit des Hubgerüsts (abhängig von der Hubhöhe).

[0038] Die Verteilung der Masse und der Biegesteifigkeit sind von der Bauart des Hubmastes abhängig. Während sich die Hubhöhe und die aufgenommene Last sensorisch leicht erfassen lassen und damit die momentane Verteilung der Masse bekannt ist, lässt sich die Biegesteifigkeit des Hubmastes rechnerisch nur schwer vollständig ermitteln, da diese für die gesamte Höhe eines Hubgerüsts nicht konstant ist und sich mit dem Ausfahren von Innen- und Mittelmast an einem Hubmast diskontinuierlich ändert. Die Biegesteifigkeit lässt sich gleichwohl in einem vereinfachten Modell nachbilden und bis zu einem gewissen Grade sogar analytisch rechnen. Auch ist es möglich, die Biegesteifigkeit und das Schwingungsverhalten abhängig von Last und Hubhöhe experimentell zu ermitteln. Egal ob das Modell oder der Versuch gewählt wird, können Werte für die Mastdämpfung über eine Näherungsfunktion berechnet werden oder in einem Kennfeld abgelegt werden, wobei Zwischenwerte dann interpoliert werden.

[0039] Fig. 2 zeigt in einer schematischen Ansicht die hydraulische Betätigung für einen Zylinder 26. Der Zylinder 26 kann ein Neigezylinder oder ein Mastvorschubzylinder sein. Der Zylinder 26 ist als ein Differenzialzylinder ausgebildet, der auf beiden Kolbenseiten eine über eine Zuleitung 28, 30 befüllbare Kammer 32, 34 besitzt. Hierbei ist Kammer 32 eine Kolbenkammer und Kammer 34 eine stangenseitige Kolbenkammer des Zylinders 26. Gestellt wird der Hydraulikzylinder über ein Wegeventil 35, das drei Stellungen besitzt. In seiner mittleren Stellung sind die Zuleitung 28, 30 gesperrt gegenüber einer Pumpeneinheit 36 und einem Tank 38. In einer außermittigen Stellung des Wegeventils 35 ist die Zuleitung 30 mit einer Pumpeneinheit 36 verbunden und die Zuleitung 28 mit dem Tank 38. In der weiteren außermittigen Stellung sind die Anschlüsse vertauscht. In der Leitung 28 ist ferner ein Wegeventil 40 vorgesehen, das in der dargestellten Position über ein Rückschlagventil 41 eine Ableitung in einen Tank 42 sperrt. In seiner geschalteten Position verbindet das Wegeventil 40 die Leitung 28 mit dem Tank 42. Ein Wegeventil 44 mit einem Rückschlagventil 45 mit einem zugehörigen Tank 46 ist entsprechend auch für die Ableitung 30 vorgesehen. Die Rück-

schlagventile 41, 45 erlauben es, dass falls erforderlich, Hydraulikfluid in den Zylinder 26 nachströmen kann.

[0040] Ein Druckbegrenzungsventil 48 ist ebenfalls in der Zuleitung 28 vorgesehen und begrenzt den anliegenden Druck an dem Zylinder 26. Ebenso ist ein Druckbegrenzungsventil 50 in der Zuleitung 52 zwischen Pumpeneinheit 36 und Wegeventil 35 vorgesehen, das einen Schutz vor Überdruck bildet.

[0041] Im Betrieb wird der Hydraulikzylinder 26 durch eine Ansteuerung des Wegeventils 35 gestellt und durch Schließen dieses Ventils in seiner angefahrenen Position gehalten. Für eine Ansteuerung des Hydraulikzylinders 26 gemäß einer Steuerkurve können die Ventile 40 oder 44 angesteuert werden. Die Steuerkurve kann auch vorsehen, dass diese Ventile abwechselnd und/oder nacheinander angesteuert werden. Durch eine Betätigung des Ventils 40 bei gesperrtem Ventil 35 wird beispielsweise Hydraulikflüssigkeit aus der Kammer 32 in den Tank 42 abgeleitet und die Kolbenstange entsprechend gestellt. Auf wenn für den Tank zur besseren Übersicht unterschiedliche Bezugszeichen verwendet werden, ist in der konstruktiven Ausgestaltung stets nur ein gemeinsamer Tank vorgesehen.

[0042] Gemäß der Steuerfunktion können dann die Ventile 40 und 44 in Dauer und Öffnungsgrad angesteuert werden.

[0043] Bei der aktivierten Mastdämpfung ist vorgesehen, dass das Ventil 35 gesperrt ist. Wird beispielsweise Ventil 40 geöffnet, so kann Hydraulikfluid aus der Kolbenkammer 32 abfließen. Dies bedeutet, dass die Kolbenkammer sich verkleinert und die stangenseitige Kolbenkammer 34 sich vergrößert. Das hierfür erforderliche Hydraulikfluid wird über die Leitung 30 und das Rückschlagventil 45 aus dem Tank angesaugt. Die Kolbenstange bewegt sich somit in Richtung A. Wird andererseits das Ventil 40 in seiner sperrenden Position belasten und das Ventil 44 ganz oder teilweise in seine geöffnete Position gebracht, so fließt Hydraulikfluid aus der stangenseitigen Kolbenkammer 34 ab und über das Rückschlagventil 41 wird Hydraulikfluid für die Kolbenkammer 32 angesaugt.

[0044] Auch während eines Mastvorschubes, sei es in Richtung A oder in Richtung B, kann die Mastdämpfung aktiviert werden. Bei geöffnetem Ventil 35 kann das jeweils druckseitige Ventil 40 oder 44 kurz geöffnet werden, wodurch sich der Druck reduziert und die Mastvorschubgeschwindigkeit sich verlangsamt.

[0045] Fig. 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung, bei der die Ventile 40 und 44 in den Ableitungen 28 und 30 durch ein zentrales Ventil 48 ersetzt wurden. Nachfolgend werden unter Bezug auf die Beschreibung zu Fig. 2 nur die Unterschiede gegenüber der Schaltung aus Fig. 2 erläutert. Alle nicht erläuterten Teile der Fig. 3 sind entsprechend der vorausgehenden Figur ausgebildet.

[0046] Das Steuerventil 48 ist als ein 4/2-Wegeventil ausgebildet. In einer Stellung ist die Verbindung zwischen Zu- und Ableitung des Ventils gesperrt. In einer zweiten Stellung werden die Zuleitungen 28 und 30 zu

dem Hydraulikzylinder 26 miteinander gekreuzt. Die Ausgangsleitung des Ventils 48 führt über eine Leitung 53 mit einem Rückschlagventil 54 in die Zuleitung 28. Im geschalteten Zustand ist so die Zuleitung 30 mit der Zuleitung 28 verbunden, wobei das Rückschlagventil 54 eine Verbindung von der Kolbenkammer 32 zur stangenseitigen Kolbenkammer 34 sperrt. Ebenso ist die Verbindung von der stangenseitigen Kolbenkammer 34 zur Kolbenkammer 32 über ein Rückschlagventil 56 in Leitung 51 gesperrt. Im Gegensatz zu der Leitung 52 besitzt die Leitung 51 eine Abzweigung 60 in einen Tank 58. Auf diese Weise wird Hydraulikfluid aus der Kammer 32 über die Leitung 28 in den Tank 58 geleitet.

[0047] Ist das Steuerventil 48 betätigt, so werden die Zuleitungen 28 und 30 über Kreuz mit den Leitungen 52 und 51 verbunden. Bei einer Bewegung des Zylinders in Richtung A wird die stangenseitige Kolbenkammer 34 vergrößert und die Kolbenkammer 32 verkleinert. Hydraulikfluid fließt aus der Kolbenkammer 32 über das Rückschlagventil 56 in die Leitung 51 zur Leitung 30 in die stangenseitige Kolbenkammer 34. Da diese weniger Hydraulikfluid aufnimmt, fließt der überschießende Teil des Hydraulikfluids über die Leitung 60 in den Tank 58. Entsprechend bei der entgegengesetzten Bewegung in Richtung B, bei der sich die stangenseitige Kolbenkammer 34 verkleinert und die Kolbenkammer 32 vergrößert. Hierbei fließt Hydraulikfluid über die Leitung 30 und das Rückschlagventil 54 in die Kammer 32. Da das Volumen der Kolbenkammer 32 größer ist, wird über das Rückschlagventil 55 weiteres Hydraulikfluid aus dem Tank angesaugt.

[0048] Das Steuerventil 48 kann ebenfalls während des Mastschubs, sei es in Richtung A oder B, kurzzeitig betätigt werden, wodurch die Mastvorschubgeschwindigkeit kurzfristig reduziert wird.

[0049] Fig. 4 zeigt eine alternative Ausgestaltung mit ebenfalls einem schaltbaren Ventil 62. Das Ventil 62 besitzt an seinem Eingang eine Querleitung 64 mit zwei entgegengesetzt zueinander angeordneten Rückschlagventilen 66, 68. In der Querleitung 64 ist das Rückschlagventil geöffnet, an dem ein größerer Druck in den Zuleitungen 28 oder 30 anliegt.

[0050] Ausgangsseitig besitzt das Ventil 62 ebenfalls eine Querleitung 70, die über zwei Rückschlagventile 72, 74 wieder mit den Zuleitungen 28 und 30 verbunden ist. Zudem ist die Querleitung 70 über eine Abzweigung 76 mit einem Tank 78 verbunden. Über das Ventil 62 wird in seiner geschalteten Position die Zuleitung 28, 30 mit dem höheren Druck mit der Zuleitung mit dem niedrigeren Druck verbunden. Auf diese Art und Weise wird der Hydraulikzylinder 26 gestellt.

[0051] Bei der dargestellten Anordnung der Rückschlagventile handelt es sich um eine sogenannte Graetz-Schaltung, die als hydraulische Brückenschaltung bildet. Bei einer Bewegung in Richtung A, bei der die stangenseitige Kolbenkammer 34 sich vergrößert, wird über die Rückschlagventile 66 und 74 Hydraulikfluid

in die stangenseitige Kolbenkammer 34 geleitet. Überschüssiges Hydraulikfluid wird über das Rückschlagventil 75 und über die Leitung 76 in einen Tank abgeleitet. Bei der entsprechend umgekehrten Bewegung in Richtung B wird Hydraulikfluid aus der stangenseitigen Kolbenkammer über die Rückschlagventile 68 und 72 in die Kolbenkammer 32 geführt. Zusätzliches Hydraulikfluid wird über das Rückschlagventil 77 dem Tank entnommen.

[0052] Fig. 5 zeigt eine im Wesentlichen gleiche Ausgestaltung wie Fig. 4, nur dass die Querleitung 70 mit ihren Rückschlagventilen fehlt und somit die Hydraulikflüssigkeit aus der Leitung mit dem höheren Druck mit dem Tank 78 verbunden wird.

[0053] Ist das Ventil 62 geschaltet, so wird bei einer Bewegung in Richtung A Hydraulikfluid über das Rückschlagventil 66 in den Tank 78 abgeleitet. Die stangenseitige Kolbenkammer 34 wird über das Rückschlagventil 79 aus dem Tank befüllt. Bei einer entsprechend umgekehrten Bewegung wird Hydraulikfluid aus der stangenseitigen Kolbenkammer 34 über das Rückschlagventil 68 in den Tank 78 abgeleitet. Die Kolbenkammer 32 wird über das Rückschlagventil 81 aus dem Tank befüllt.

Bezugszeichenliste

[0054]

10 Verfahrens schritt
12 Verfahrensschritt
16 Verfahrens schritt
18 Verfahrens schritt
20 Verfahrensschritt
22 Verfahrensschritt
24 Verfahrensschritt
26 Zylinder (Schub- oder Neigezylinder)
28 Zuleitung
30 Zuleitung
32 Kammer
34 Kammer
35 Wegeventil
36 Pumpeinheit
38 Tank
40 Wegeventil
41 Rückschlagventil
42 Tank
44 Wegeventil
45 Rückschlagventil
46 Tank
48 Druckbegrenzungsventil
50 Druckbegrenzungsventil
51 Leitung
52 Zuleitung
53 Leitung
54 Rückschlagventil
56 Rückschlagventil
58 Tank
60 Abzweigung

62 Ventil
64 Querleitung
66 Rückschlagventil
68 Rückschlagventil
70 Querleitung
72 Rückschlagventil
74 Rückschlagventil
75 Rückschlagventil
76 Abzweigung
77 Rückschlagventil
78 Tank
79 Rückschlagventil
81 Rückschlagventil

Patentansprüche

1. Flurförderzeug mit einem Hubgerüst, das einen relativ zu einem Fahrzeugrahmen verstellbaren Hubmast und ein entlang dem Hubmast höhenverstellbares Lasttragmittel aufweist, wobei eine Messeinrichtung, mit der eine Auslenkung des Hubmastes und/oder des Lasttragmittels relativ zu dem Fahrzeugrahmen erfassbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung vorgesehen ist, die einen den Hubmast verstellenden hydraulischen Zylinder (26) für eine Mastdämpfung über ein Ventil ansteuern kann, wobei die Steuerung einen Messwert für die aktuelle Auslenkung des Hubmastes mit einem vorbestimmten Mindestwert vergleicht und bei Überschreiten des Mindestwerts eine Steuerkurve bestimmt, die einen mit der Zeit variierenden Öffnungsgrad des mindestens einen Ventils (40,44) für eine gesteuerte Mastdämpfung bestimmt, bei der der Hubmast sich aufgrund seiner Auslenkung bei geöffnetem Ventil (40,44) relativ zu dem Fahrzeugrahmen bewegt.
2. Flurförderzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei geöffnetem Ventil (40, 44) der Zylinder (26) sich aufgrund der Auslenkung des Hubmastes verstellt, wobei Hydraulikmedium in den Zylinder (26) nachströmt.
3. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsgrad des Ventils (26) zu einem vorbestimmten Zeitpunkt angesteuert wird.
4. Flurförderzeug nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorbestimmte Zeitpunkt sich aus einer Position und/oder einer Bewegungsrichtung des Hubmastes relativ zu dem Fahrzeugrahmen ergibt.
5. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerkurve abhängig von einer aktuellen Hubhöhe des Lasttrag-

mittels bestimmt wird.

6. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerkurve
abhängig von einer aktuellen Last auf dem Lasttrag- 5
mittel bestimmt wird.
7. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerkurve
abhängig von einer Geschwindigkeitsänderung des 10
Flurförderzeugs oder des Hubmasts bestimmt wird.
8. Flurförderzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** der hydraulisch betätigte Zylinder
(40, 44) über ein Drosselventil gemäß der Steuer- 15
kurve angesteuert wird.
9. Flurförderzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** der hydraulisch betätigte Zylinder
über ein Schaltventil gemäß der Steuerkurve ange- 20
steuert wird.
10. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Hubgerüst
neigbar an dem Fahrzeugrahmen gelagert und der 25
Zylinder zum Neigen des Hubgerüsts relativ zu dem
Fahrzeugrahmen ausgebildet ist.
11. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Hubgerüst 30
verschieblich an dem Fahrzeugrahmen gelagert ist
und der Zylinder zum Verschieben des Hubgerüsts
relativ zu dem Fahrzeugrahmen ausgebildet ist.
12. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, 35
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung ei-
nen Speicher aufweist, in dem eine Vielzahl von
Steuerkurven gespeichert ist.
13. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, 40
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung ei-
nen Prozessor aufweist, der zu der erfassten Aus-
lenkung die Steuerkurve errechnet.
14. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 45
dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische
Zylinder (26) als ein Differenzialzylinder ausgebildet
ist, der auf beiden Kolbenseiten befüllbare Kammern
(32, 34) aufweist.

50

55

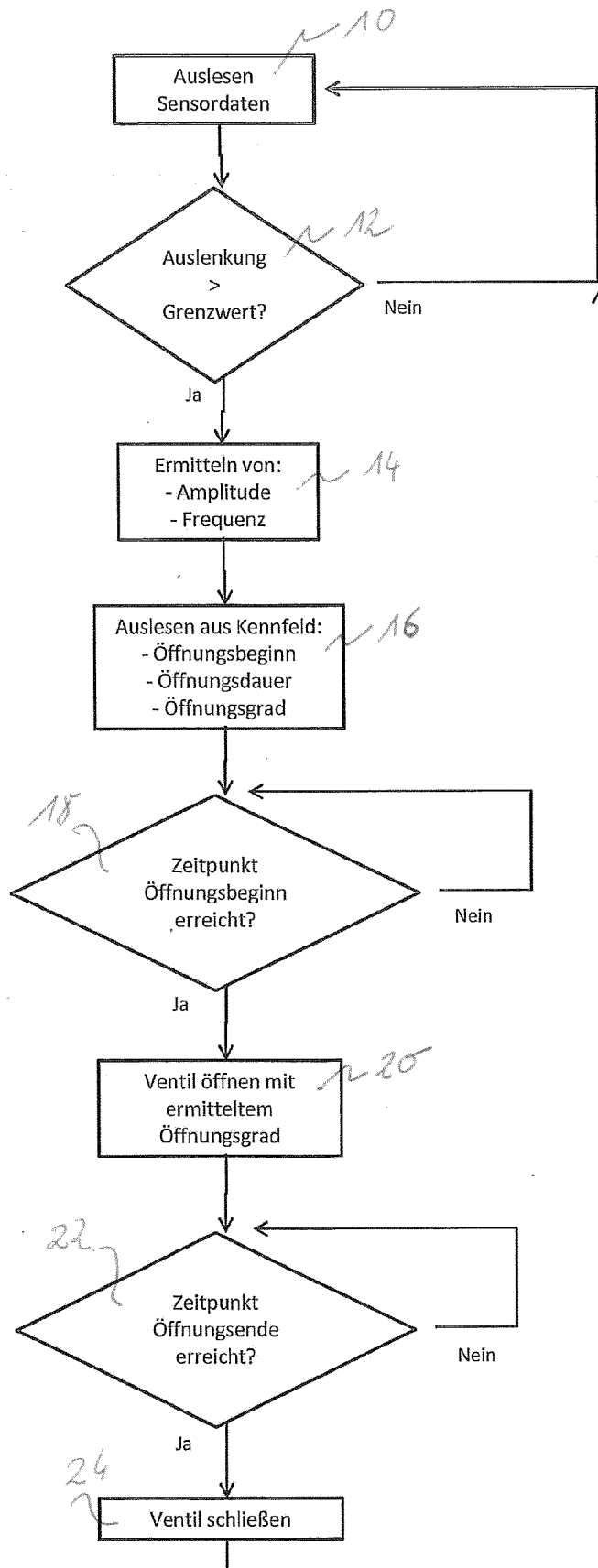


Fig. 1

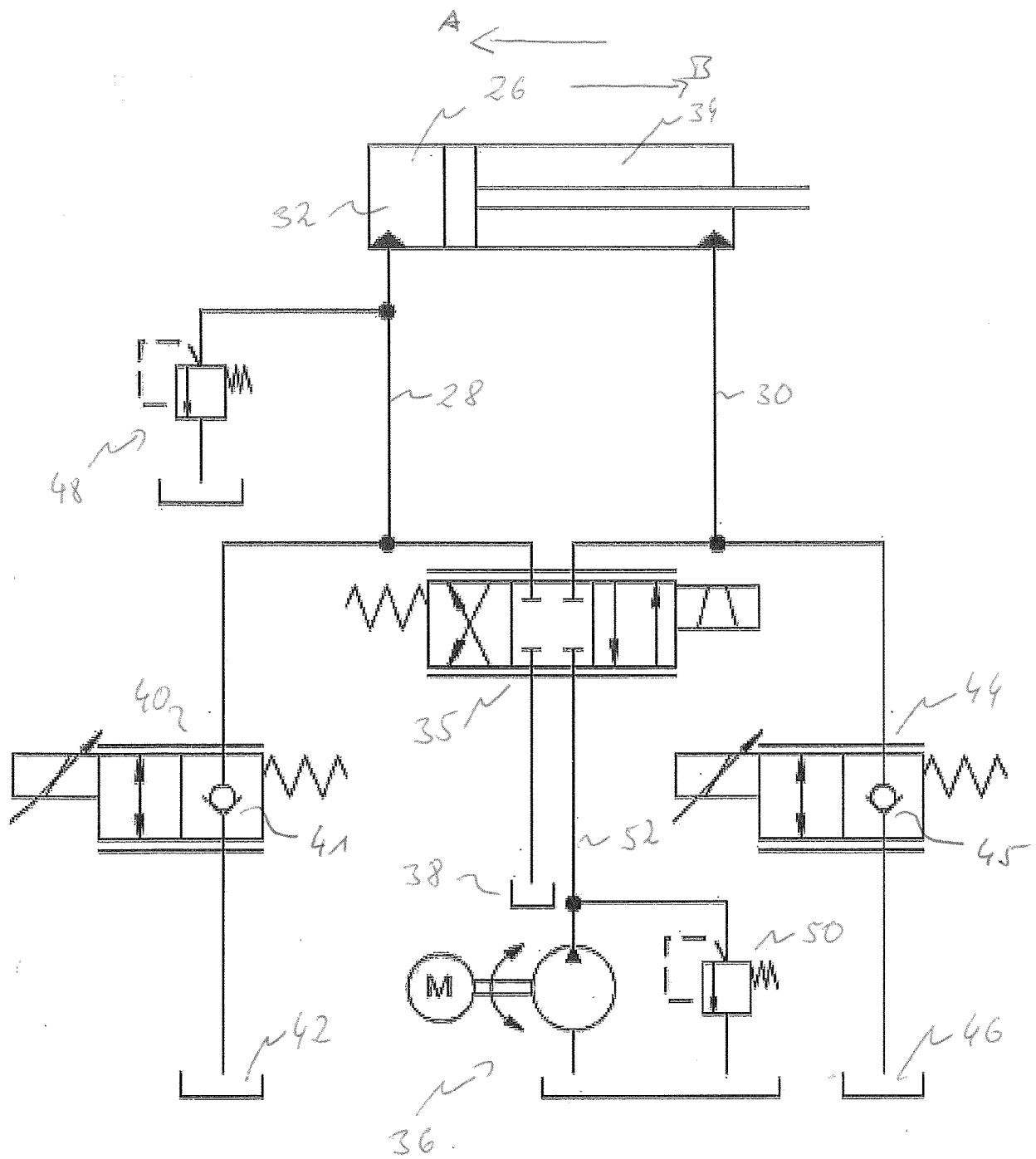


Fig. 2

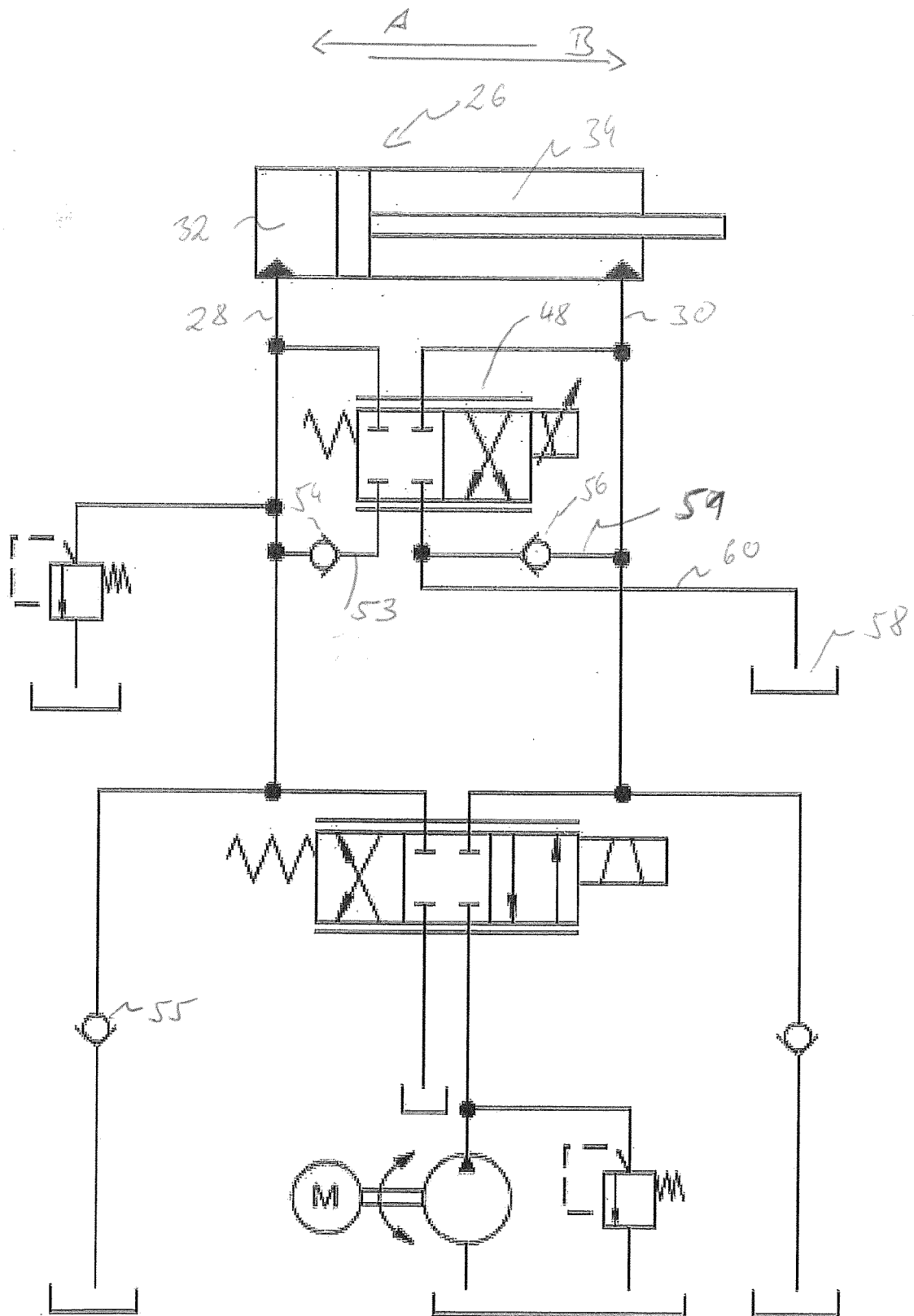


Fig. 3

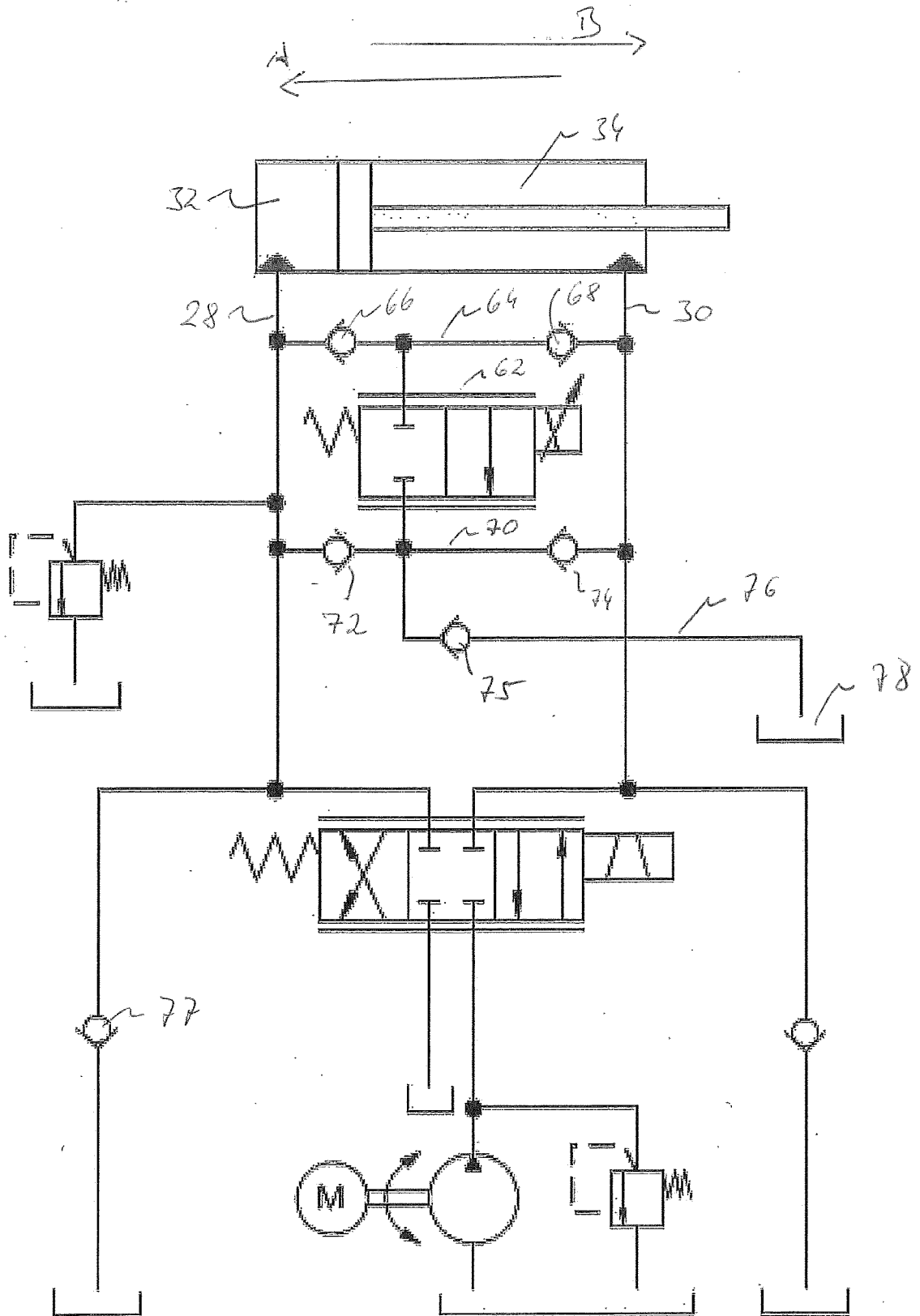


Fig. 4

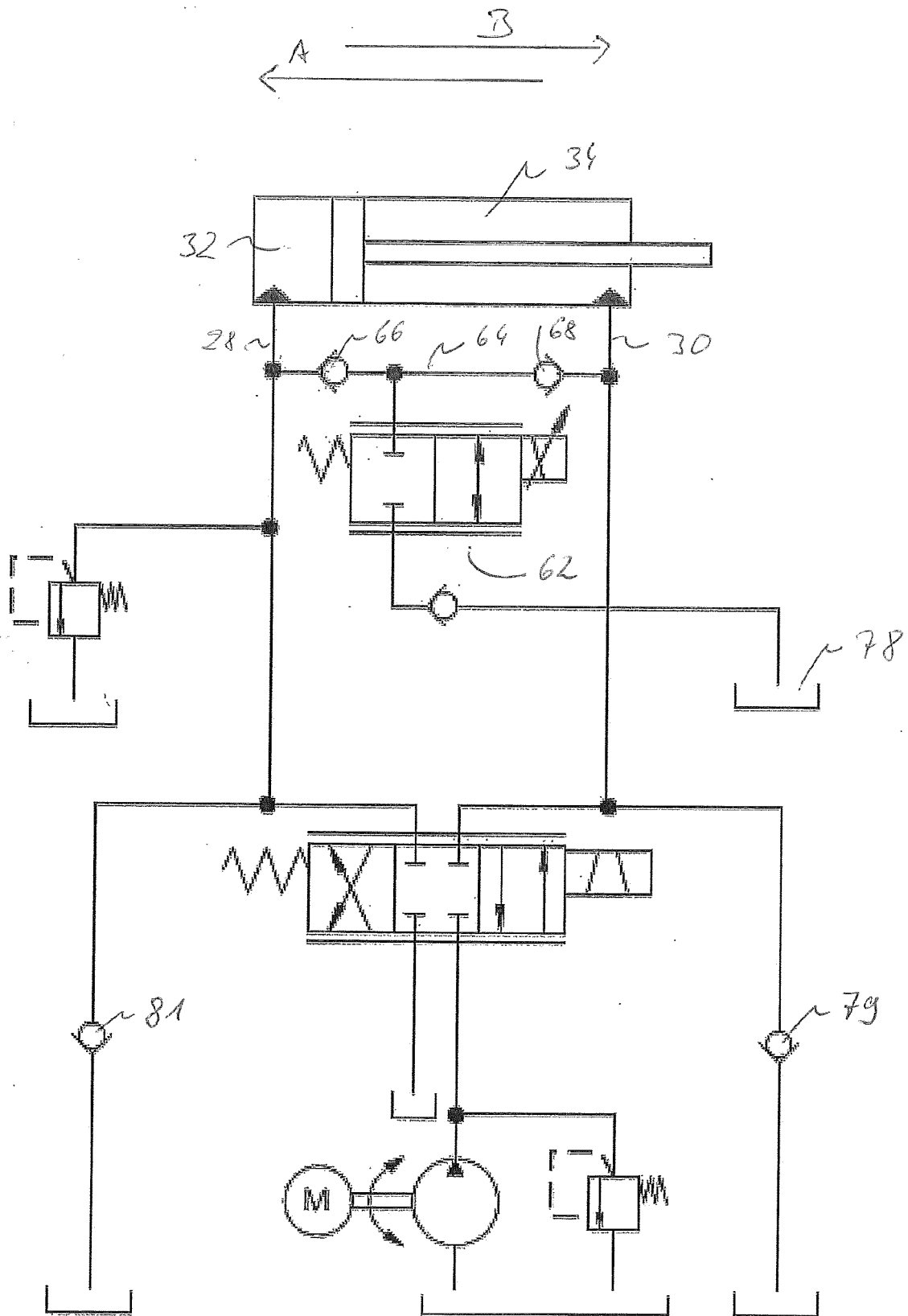


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 6908

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,D	DE 10 2007 024817 A1 (LINDE MATERIAL HANDLING GMBH [DE]) 9. Oktober 2008 (2008-10-09) * Zusammenfassung * * Abbildungen * * Absatz [0010] * * Absatz [0012] * * Absatz [0014] * * Absatz [0020] * * Absatz [0022] - Absatz [0023] * * Absatz [0030] * * Anspruch 1 *	1	INV. B66F9/075 B66F9/08 B66F9/24 B66F9/10 B66F17/00
A,D	EP 1 975 114 A1 (STILL WAGNER GMBH [DE]) 1. Oktober 2008 (2008-10-01) * Absatz [0022] * * Anspruch 1 *	1	
A	DE 10 2008 020592 A1 (LINDE MATERIAL HANDLING GMBH [DE]) 29. Oktober 2009 (2009-10-29) * Absatz [0015] * * Absatz [0042] - Absatz [0046] * * Abbildungen 2, 3 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B66F F15B E02F
A	JP 3 879212 B2 (TOYODA AUTOMATIC LOOM WORKS) 7. Februar 2007 (2007-02-07) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Juni 2018	Prüfer Guthmüller, Jacques
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 03.82 (P04C03)

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

EP 18 15 6908

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.

11-06-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102007024817 A1	09-10-2008	KEINE	
15	EP 1975114 A1	01-10-2008	DE 102007015488 A1 EP 1975114 A1	02-10-2008 01-10-2008
	DE 102008020592 A1	29-10-2009	KEINE	
20	JP 3879212 B2	07-02-2007	JP 3879212 B2 JP H11171497 A	07-02-2007 29-06-1999
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 3210951 C2 [0005]
- DE 3937404 A1 [0006]
- DE 4019075 C2 [0007]
- DE 102006012982 A1 [0008]
- EP 1975114 A1 [0009]
- DE 102007024817 A1 [0010]