

(19)



(11)

**EP 3 249 241 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.11.2017 Patentblatt 2017/48**

(51) Int Cl.:  
**F15B 15/28<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **17169361.7**

(22) Anmeldetag: **04.05.2017**

(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**

(72) Erfinder:  
• **SCHAUER, Sebastian**  
**22529 Hamburg (DE)**  
• **CORLEIS, Claas-Tido**  
**21109 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter: **Patentship**  
**Patentanwalts-gesellschaft mbH**  
**Elsenheimerstraße 65**  
**80687 München (DE)**

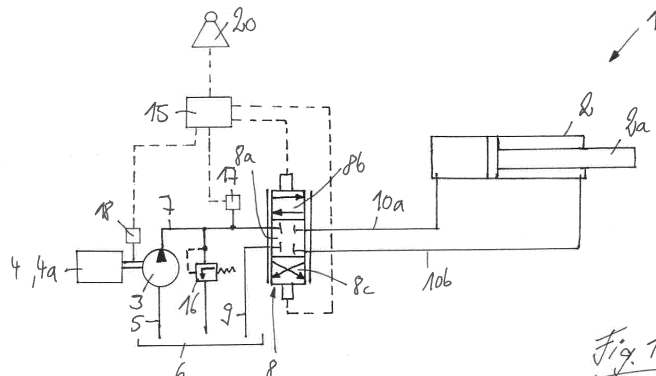
(30) Priorität: **27.05.2016 DE 102016109801**

(71) Anmelder: **STILL GmbH**  
**22113 Hamburg (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUR FESTSTELLUNG DER ENDLAGENPOSITION EINES HYDRAULIKZYLINDERS EINER ARBEITSHYDRAULIK EINER MOBILEN ARBEITSMASCHINE, INSBESONDERE EINES FLURFÖRDERZEUGS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feststellung der Endlagenposition eines Hydraulikzylinders (2) einer Arbeitshydraulik (1) einer mobilen Arbeitsmaschine, insbesondere eines Flurförderzeugs, wobei der Hydraulikzylinder (2) mittels eines Steuerwegeventils (8) gesteuert wird, das mit einer Hydraulikpumpe (3) und einem Behälter (6) in Verbindung steht, wobei zur Erzeugung einer Bewegung des Hydraulikzylinders (2) das Steuerwegeventil (8) in eine Steuerstellung (8b; 8c) betätigt wird und dem Hydraulikzylinder (2) von der Hydraulikpumpe (3) über das in die Steuerstellung (8b; 8c) betätigte Steuerwegeventil (8) Druckmittel zugeführt wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zur Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders (2) bei in die Steuerstellung (8b; 8c) betätigtem Steuerwe-

geventil (8) in einem ersten Schritt erfasst, ob die dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders (2), und wird in einem anschließenden zweiten Schritt der dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Druckmittelvolumenstrom verringert. Während der Verringerung des dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms wird ermittelt, ob die dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung stetig zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders (2) und bei Erreichen eines unteren Grenzwertes des dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms wird die Endlagenposition des Hydraulikzylinders (2) festgestellt.

**EP 3 249 241 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feststellung der Endlagenposition eines Hydraulikzylinders einer Arbeitshydraulik einer mobilen Arbeitsmaschine, insbesondere eines Flurförderzeugs, wobei der Hydraulikzylinder mittels eines Steuerwegeventils gesteuert wird, das mit einer Hydraulikpumpe und einem Behälter in Verbindung steht, wobei zur Erzeugung einer Bewegung des Hydraulikzylinders das Steuerwegeventil in eine Steuerstellung betätigt wird und dem Hydraulikzylinder von der Hydraulikpumpe über das in die Steuerstellung betätigte Steuerwegeventil Druckmittel zugeführt wird.

**[0002]** Bei mobilen Arbeitsmaschinen, beispielsweise Flurförderzeugen, wird die Bewegung eines Hydraulikzylinders der Arbeitshydraulik von einer Bedienperson durch eine Betätigung eines Steuerwegeventils in eine entsprechende Steuerstellung angefordert und angesteuert, so dass auf Anforderung der Bedienperson und entsprechender Betätigung des Steuerwegeventils in eine Steuerstellung der Hydraulikzylinder eine hydraulische Bewegung ausführt. Durch eine Betätigung des Steuerwegeventils in eine Steuerstellung wird an dem Steuerwegeventil eine Ventilöffnung freigegeben, so dass dem Hydraulikzylinder ein bestimmter Druckmittelvolumenstrom, der von einer Hydraulikpumpe bereitgestellt wird, zuströmen kann. Die Größe des dem Hydraulikzylinder zuströmenden Druckmittelstroms wird hierbei durch die Größe der Ventilöffnung des in die Steuerstellung betätigten Steuerwegeventils bestimmt und eingestellt.

**[0003]** Sofern bei einer Ansteuerung einer Bewegung des Hydraulikzylinders der Hydraulikzylinder gegen einen mechanischen Endanschlag fährt und sich der Hydraulikzylinder somit in einer Endlagenposition befindet, steigt der Druck des Druckmittels an, wenn die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders fortgeführt wird. Erreicht der Druck des Druckmittels den Einstelldruck eines Druckbegrenzungsventils, das in der Arbeitshydraulik zur Absicherung der Komponenten gegen Überdruck vorgesehen ist, öffnet das Druckbegrenzungsventil und der von der Hydraulikpumpe gelieferte Druckmittelstrom strömt zu einem Behälter ab. In der Endlagenposition des Hydraulikzylinders treten hierbei hohe Belastungen an den mechanischen und hydraulischen Komponenten der Arbeitshydraulik auf, da die Hydraulikpumpe den Einstelldruck des Druckbegrenzungsventils liefert, der dem maximalen Arbeitsdruck der Arbeitshydraulik entspricht. Zudem wird in der Endlagenposition des Hydraulikzylinders Energie verbraucht ohne eine Bewegung des Hydraulikzylinders auszuführen und es entstehen hohe Energieverluste, da die Hydraulikpumpe einen Druckmittelstrom mit dem Einstelldruck des Druckbegrenzungsventils liefert, der an dem geöffneten Druckbegrenzungsventil zum Behälter abgedrosselt wird.

**[0004]** An dem Arbeitspunkt der Arbeitshydraulik, an dem ein Hydraulikzylinder gegen einen mechanischen

Endanschlag fährt und die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders weiter fortgeführt wird, tritt somit ein erhöhter Verschleiß der Komponenten der Arbeitshydraulik, ein erhöhter Energieverbrauch und gegebenenfalls eine Überlastung der Komponenten der Arbeitshydraulik auf.

**[0005]** Der Arbeitspunkt, an dem ein Hydraulikzylinder gegen einen mechanischen Endanschlag fährt und die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders weiter fortgeführt wird, kann ohne eine zusätzliche Sensorik nicht in sicherer Weise verhindert werden, denn die Bedienperson der Arbeitsmaschine ist nicht immer in der Lage, zu erkennen, dass sie einen derartigen Arbeitspunkt bei der Ansteuerung einer Bewegung des Hydraulikzylinders auslöst, beispielsweise durch Umgebungslärm oder unbewusstes Auslösen dieses Arbeitspunktes.

**[0006]** Um den Arbeitspunkt der Arbeitshydraulik, an dem ein Hydraulikzylinder gegen einen mechanischen Endanschlag fährt und die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders weiter fortgeführt wird, zu vermeiden, ist es bereits bekannt, nach Erreichen der Endlagenposition des Hydraulikzylinders eine Endlagenabschaltung durchzuführen, in der die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders unterbunden und somit beendet wird. Hierzu ist es bekannt, den Hydraulikzylinder mit einer Wegmesssensorik zu versehen und in einer das Steuerwegeventil ansteuernden elektronischen Steuereinrichtung die Endlagenpositionen des Hydraulikzylinders abzuspeichern, so dass von der elektronischen Steuereinrichtung anhand des Signals der Wegmesssensorik die Endlagenposition des Hydraulikzylinders und somit das Erreichen des mechanischen Endanschlags ermittelt werden kann und in diesem Zustand die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders unterbunden und somit beendet werden kann. Eine derartige zusätzliche Wegmesssensorik an dem Hydraulikzylinder führt jedoch zu einem hohen Bauaufwand.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Feststellung der Endlagenposition eines Hydraulikzylinders einer Arbeitshydraulik einer mobilen Arbeitsmaschine, insbesondere eines Flurförderzeugs, der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, dass keine aufwändige Wegmesssensorik an dem Hydraulikzylinder erfordert.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zur Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders bei in die Steuerstellung betätigtem Steuerwegeventil in einem ersten Schritt erfasst wird, ob die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders, und in einem anschließenden zweiten Schritt der dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Druckmittelvolumenstrom verringert wird, wobei während der Verringerung des dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms ermittelt wird, ob die die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung stetig zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders.

ders und bei Erreichen eines unteren Grenzwertes des dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms die Endlagenposition des Hydraulikzylinders festgestellt wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bildet der erste Schritt den Ausgangszustand, in dem bei in die Steuerstellung betätigtem Steuerwegeventil und somit beim Ausführen einer Ansteuerung des Hydraulikzylinders ermittelt und erkannt wird, ob die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders. Sofern hierbei erkannt und ermittelt wird, dass die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders wird dieser Zustand als Anzeichen des Erreichens der Endlagenposition des Hydraulikzylinders interpretiert. Als Reaktion hierauf wird in dem zweiten Schritt der dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Druckmittelvolumenstrom und somit der Sollvolumenstrom verringert. Während der Verringerung des dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms wird weiterhin ermittelt, ob die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung stetig zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders. Sofern die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung während der Verringerung des Druckmittelvolumenstroms stetig zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders, wird bei Erreichen eines unteren Grenzwertes des dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms der Zustand "Endlagenposition" bestätigt und die Endlagenposition des Hydraulikzylinders festgestellt. Sofern in dem zweiten Schritt während der Verringerung des Druckmittelvolumenstroms die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung wieder plausible Werte annehmen sollte, wird der Zustand "Endlagenposition" zurückgesetzt in den Ausgangszustand. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann ohne aufwändige Wegmesssensorik an dem Hydraulikzylinder und somit mit geringem Bauaufwand bei einer Ansteuerung einer Bewegung des Hydraulikzylinders das Erreichen des mechanischen Endanschlags des Hydraulikzylinders und somit die Endlagenposition des Hydraulikzylinders ermittelt werden.

**[0009]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung aus dem Förderdruck der Hydraulikpumpe und dem Volumenstrom der Hydraulikpumpe berechnet. Der Förderdruck der Hydraulikpumpe kann auf einfache Weise mittels eines entsprechenden Drucksensors ermittelt werden. Auch ist der Volumenstrom der Hydraulikpumpe mit geringem Bauaufwand ermittelbar.

**[0010]** Vorteilhaftweise wird der Volumenstrom der Hydraulikpumpe aus dem Verdrängervolumen der Hydraulikpumpe und der Drehzahl der Hydraulikpumpe berechnet. Aus dem Verdrängervolumen der Hydraulikpumpe und der Drehzahl der Hydraulikpumpe kann auf

einfache Weise der Volumenstrom der Hydraulikpumpe und in Verbindung mit dem Förderdruck die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung berechnet werden. Bei einer als Konstantpumpe ausgebildeten Hydraulikpumpe, die ein konstantes Verdrängervolumen aufweist, kann das Verdrängervolumen der Hydraulikpumpe in einer das Verfahren durchführenden elektronischen Steuereinrichtung abgespeichert sein. Sofern eine im Verdrängervolumen verstellbare Verstellpumpe vorgesehen ist, kann das aktuelle Verdrängervolumen mittels eines entsprechenden Sensors ermittelt werden oder von der elektronischen Steuereinrichtung anhand des Ansteuersignals einer Verdrängervolumenstelleinrichtung der Verstellpumpe bestimmt werden.

**[0011]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Hydraulikpumpe von einem Elektromotor angetrieben. Die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung kann hierbei auf einfache Weise aus dem Drehmoment oder dem elektrischen Strom des Elektromotors berechnet werden. Sofern eine das Verfahren durchführende elektronische Steuereinrichtung auch den Elektromotor ansteuert, kann die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung auf einfache Weise aus dem Drehmoment oder dem elektrischen Strom des Elektromotors in Verbindung mit der Drehzahl des Elektromotors ermittelt werden.

**[0012]** Bei der Erfindung wird in dem ersten Schritt ermittelt, ob die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders. Die dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung und somit die von der Pumpe angeforderten Hydraulikleistung kann wie oben beschrieben aus dem Drehmoment bzw. dem elektrischen Strom des die Hydraulikpumpe antreibenden Elektromotors oder durch die Pumpendrehzahl in Verbindung mit einem Drucksensor quantifiziert werden. Bei der Erfindung erfolgt im ersten Schritt ein Vergleich der von der Hydraulikpumpe angeforderten Hydraulikleistung und somit der dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellten Hydraulikleistung mit derjenigen Hydraulikleistung, die der Hydraulikzylinder für die auszuführende hydraulische Bewegung maximal benötigt, d. h. der maximalen hydraulischen Leistung des Hydraulikzylinders. Diese maximale hydraulische Leistung des Hydraulikzylinders, die dieser für die auszuführende hydraulische Bewegung benötigt, ist systemseitig bekannt und kann beispielsweise als Parameter in einer das erfindungsgemäße Verfahren durchführenden elektronischen Steuereinrichtung abgelegt sein. Die maximale hydraulische Leistung des Hydraulikzylinders kann beispielsweise aus dem maximalen Arbeitsdruck der Arbeitshydraulik bestimmt werden, auf den ein die Arbeitshydraulik vor einer Überlastung schützendes Druckbegrenzungsventil eingestellt ist, oder durch die konstruktive Auslegung des Hydraulikzylinders zur Verfügung bereit gestellt werden, da aus der konstruktiven Auslegung des Hydraulikzylinders und dessen auszuführenden Be-

wegung bekannt ist, wieviel hydraulische Leistung dem Hydraulikzylinder maximal zur Verfügung gestellt werden muss.

**[0013]** Die Verringerung des dem Hydraulikzylinder zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms erfolgt gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung durch eine Verringerung der Drehzahl der Hydraulikpumpe und/oder durch eine Verringerung des Verdrängervolumens der Hydraulikpumpe und/oder durch eine Verringerung der Ventilöffnung des Steuerwegeventils.

**[0014]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird bei Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders eine Endlagenabschaltung durchgeführt, in der die Bewegung des Hydraulikzylinders in der der Endlagenposition vorausgegangene Bewegungsrichtung unterbunden wird. Der Arbeitspunkt der Arbeitshydraulik, an dem der Hydraulikzylinder gegen den mechanischen Endanschlag fährt und die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders weiter fortgeführt wird, wird somit vermieden, so dass der Verschleiß der Komponenten der Arbeitshydraulik und der Energieverbrauch der Arbeitshydraulik sowie eine Überlastung der Komponenten der Arbeitshydraulik vermieden werden kann.

**[0015]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird bei einer Betätigung des Steuerwegeventils in eine weitere Steuerstellung, die eine entgegengesetzte Bewegung des Hydraulikzylinders bewirkt, die Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders beendet. Sofern von der Bedienperson der Arbeitsmaschine eine entgegengesetzte Bewegung des Hydraulikzylinders angesteuert wird, wird somit der Zustand "Endlagenposition" zurückgesetzt in den Ausgangszustand, so dass die gewünschte Bewegung des Hydraulikzylinders in die entgegengesetzte Bewegungsrichtung durchgeführt werden kann.

**[0016]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird bei Nichtbetätigen des Steuerwegeventils über eine vorgegebene Zeitspanne die Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders beendet. Sofern über die vorgegebene Zeitspanne somit keine Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders erfolgt, wird der Zustand "Endlagenposition" zurückgesetzt in den Ausgangszustand.

**[0017]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in der schematischen Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 eine erste Ausführungsform der Erfindung und

Figur 2 eine zweite Ausführungsform der Erfindung.

**[0018]** In den Figuren 1 und 2 ist jeweils eine Arbeitshydraulik 1 einer mobilen Arbeitsmaschine, beispielsweise eines Flurförderzeugs, dargestellt. Gleiche Bauteile sind hierbei mit gleichen Bezugsziffern versehen.

**[0019]** Die Arbeitshydraulik 1 der Figuren 1 und 2 weist

mindestens einen Verbraucher auf, der als Hydraulikzylinder 2 ausgebildet ist.

**[0020]** Zur Versorgung des Hydraulikzylinders 2 mit Druckmittel weist die Arbeitshydraulik 1 eine Hydraulikpumpe 3 auf, die von einem Antriebsmotor 4 angetrieben ist. In den dargestellten Ausführungsbeispielen ist der Antriebsmotor 4 als Elektromotor 4a ausgebildet.

**[0021]** Die Hydraulikpumpe 3 ist im offenen Kreislauf betrieben. Die Hydraulikpumpe 3 saugt mittels einer Ansaugleitung 5 Druckmittel aus einem Behälter 6 an und fördert das Druckmittel in eine Förderleitung 7.

**[0022]** Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Hydraulikpumpe 3 als Konstantpumpe mit einem konstanten Verdrängervolumen ausgebildet.

**[0023]** Zur Steuerung des Hydraulikzylinders 2 ist ein Steuerwegeventil 8 vorgesehen. Das Steuerwegeventil 8 ist an die Förderleitung 7 der Hydraulikpumpe 3 und an eine zu dem Behälter 6 geführte Behälterleitung 9 angeschlossen.

**[0024]** Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Hydraulikzylinder 2 als doppelt-wirkender Hydraulikzylinder ausgebildet, der mittels Verbraucherleitungen 10a, 10b mit dem Steuerwegeventil 8 verbunden ist.

**[0025]** Das Steuerwegeventil 8 weist eine Neutralstellung 8a auf, in der die Verbindung der Verbraucherleitungen 10a, 10b mit der Förderleitung 7 und der Behälterleitung 9 abgesperrt sind.

**[0026]** Das Steuerwegeventil 8 weist eine erste Steuerstellung 8b auf, in der die Verbraucherleitung 10a mit der Förderleitung 7 und die Verbraucherleitung 10b mit der Behälterleitung 9 verbunden ist. Bei einer Betätigung des Steuerwegeventils 8 in Richtung der ersten Steuerstellung 8b wird somit eine Bewegung des Hydraulikzylinders 2 in einer ersten Bewegungsrichtung erzielt, im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Ausfahrbewegung einer Kolbenstange 2a des Hydraulikzylinders 2.

**[0027]** Das Steuerwegeventil 8 weist eine zweite Steuerstellung 8c auf, in der die Verbraucherleitung 10b mit der Förderleitung 7 und die Verbraucherleitung 10a mit der Behälterleitung 9 verbunden ist. Bei einer Betätigung des Steuerwegeventils 8 in Richtung der zweiten Steuerstellung 8c wird somit eine Bewegung des Hydraulikzylinders 2 in eine zweite Bewegungsrichtung erzielt, im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Einfahrbewegung der Kolbenstange 2a des Hydraulikzylinders 2.

**[0028]** Das Steuerwegeventil 8 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als in Zwischenstellungen drosselndes Proportionalventil ausgebildet, das mit zunehmender Betätigung in die Steuerstellungen 8b bzw. 8c eine zunehmende Ventilöffnung von der Förderleitung 7 in die Verbraucherleitung 10a bzw. 10b freigibt.

**[0029]** Das Steuerwegeventil 8 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel elektrisch betätigbar und steht zur Ansteuerung mit einer elektronischen Steuereinrichtung 15 in Verbindung.

**[0030]** Die elektronische Steuereinrichtung 15 steht weiterhin mit einem von der Bedienperson betätigbaren Bedienelement 20 in Verbindung, beispielsweise einem

Joystick, durch dessen Betätigung die Bedienperson eine Ansteuerung des Steuerwegeventils 8 vorgeben und somit eine Ansteuerung einer Bewegung des Hydraulikzylinders 2 ausführen kann.

**[0031]** Zur Absicherung der Arbeitshydraulik 1 ist ein Druckbegrenzungsventil 16 vorgesehen, das eingangsseitig mit der Förderleitung 7 in Verbindung steht und auf einen maximalen Arbeitsdruck der Arbeitshydraulik 1 eingestellt ist.

**[0032]** In der Figur 1 steht die elektronische Steuereinrichtung 15 weiterhin mit einem Drucksensor 17 in Verbindung, der den Druck in der Förderleitung 7 erfasst, und mit einem Drehzahlsensor 18, der die Antriebsdrehzahl der Hydraulikpumpe 20 erfasst.

**[0033]** In der Figur 2 steht die elektronische Steuereinrichtung 15 weiterhin mit einer Sensoreinrichtung 25 in Verbindung, mit der das Drehmoment oder der elektrische Strom des Elektromotors 4a erfassbar ist.

**[0034]** Bei der Arbeitshydraulik der Figuren 1 und 2 führt die elektronische Steuereinrichtung 15 ein Verfahren aus, mit dem die Endlagenposition des Hydraulikzylinders 2 erfasst werden kann und eine Endlagenabschaltung durchgeführt werden kann.

**[0035]** Von der elektronischen Steuereinrichtung 15 wird hierbei in einem ersten Schritt, der den Ausgangszustand des Verfahrens bildet, bei entsprechender Betätigung des Bedienelements 20 durch die Bedienperson und infolge der Betätigung des Bedienelements 20 bei einem in die Steuerstellung 8b bzw. 8c betätigten Steuerwegeventil 8 und somit bei einer Ansteuerung einer Bewegung des Hydraulikzylinders 2 erfasst und ermittelt, ob die dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung, d.h. die von der Hydraulikpumpe 3 angeforderte Hydraulikleistung, zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders 2. Die dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung kann in der Figur 1 aus dem Druck des Drucksensors 17, der Drehzahl des Drehzahlsensors 18 und dem Verdrängervolumen der Hydraulikpumpe 3 ermittelt werden. In der Figur 2 wird die dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung mittels der Sensoreinrichtung 25 aus dem Drehmoment oder dem elektrischen Strom des Antriebsmotors 4 ermittelt. Die maximale hydraulische Leistung des Hydraulikzylinders 2, die dieser für die auszuführende hydraulische Bewegung benötigt, ist systemseitig bekannt und als Parameter in der elektronischen Steuereinrichtung 15 abgelegt.

**[0036]** Sofern in dem ersten Schritt erkannt und ermittelt wird, dass die dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders 2 wird dieser Zustand als Anzeichen des Erreichens der Endlagenposition des Hydraulikzylinders 2 und somit als Anzeichen für den Zustand "Endlagenposition" interpretiert.

**[0037]** Als Reaktion hierauf wird in einem zweiten Schritt von der elektronischen Steuereinrichtung 15 der dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Druckmittelvolumenstrom und somit der Sollvolumenstrom für

den Hydraulikzylinder 2 kontinuierlich verringert. Die Verringerung des Druckmittelvolumenstroms kann bis zum Wert Null erfolgen. Die Verringerung des dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms kann durch eine Verringerung der Drehzahl der Hydraulikpumpe 3 und/oder durch eine Verringerung der Ventilöffnung des Steuerwegeventils 8 erfolgen, in dem das Steuerwegeventil 8 in Richtung der Neutralstellung 8a betätigt wird. Bei einer als Verstellpumpe ausgebildeten Hydraulikpumpe 3 kann die Verringerung des dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms durch eine Verringerung des Verdrängervolumens der Hydraulikpumpe 3 erfolgen.

**[0038]** Während der Verringerung des dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms im zweiten Schritt wird von der elektronischen Steuereinrichtung 15 weiterhin ermittelt, ob die dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung stetig zu hoch ist für die auszuführende und angesteuerte Bewegung des Hydraulikzylinders 2. Sofern die dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung während der Verringerung des Druckmittelvolumenstroms stetig zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders 2, wird von der elektronischen Steuereinrichtung 15 bei Erreichen eines unteren Grenzwertes des dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms der Zustand "Endlagenposition" bestätigt und die Endlagenposition des Hydraulikzylinders 2 festgestellt. Der untere Grenzwert des dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms stellt hierbei einen Mindest-Sollvolumenstrom dar und ist in der elektronischen Steuereinrichtung 15 abgespeichert.

**[0039]** Sofern in dem zweiten Schritt während der Verringerung des Druckmittelvolumenstroms die dem Hydraulikzylinder 2 zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung wieder plausible Werte annehmen sollte, wird von der elektronischen Steuereinrichtung 15 der Zustand "Endlagenposition" zurückgesetzt in den Ausgangszustand.

**[0040]** Im bestätigten Zustand "Endlagenposition" führt die elektronische Steuereinrichtung 15 eine Endlagenabschaltung durch, beispielsweise durch eine Ansteuerung des Steuerwegeventils 8 in die Neutralstellung 8a und/oder einem Abschalten der Hydraulikpumpe 3. Die weitere Ansteuerung und Bewegung des Hydraulikzylinders 2 in die an dem betätigten Bedienelement 20 vorgegebene Bewegungsrichtung wird somit unterbunden, so dass der Arbeitspunkt der Arbeitshydraulik 1, an dem der Hydraulikzylinder 2 gegen einen mechanischen Endanschlag fährt und die Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders 2 weiter fortgeführt wird, zeitlich eingeschränkt und vermieden wird. Der Verschleiß und der Energieverbrauch der Arbeitshydraulik 1 wird hierdurch verringert und eine Überlastung der Arbeitshydraulik vermieden.

**[0041]** Sobald von der Bedienperson das Bedienelement 20 derart betätigt wird, dass eine Bewegung des

Hydraulikzylinders 2 in entgegengesetzter Bewegungsrichtung angesteuert wird, wird von der elektronischen Steuereinrichtung 15 der Zustand "Endlagenposition" zurückgesetzt in den Ausgangszustand.

**[0042]** Gleiches gilt, wenn über eine vorgegebene Zeitspanne keine Ansteuerung der Bewegung des Hydraulikzylinders 2 erfolgt.

**[0043]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann ohne aufwändige Wegmesssensorik an dem Hydraulikzylinder 2 und somit mit geringem Bauaufwand bei einer Ansteuerung einer Bewegung des Hydraulikzylinders 2 das Erreichen des mechanischen Endanschlags des Hydraulikzylinders 2 und somit die Endlagenposition des Hydraulikzylinders 2 ermittelt werden und eine Endlagenabschaltung durchgeführt werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ergeben sich für die Bedienung der Arbeitshydraulik 1.

**[0044]** Durch den Entfall einer Wegmesssensorik an dem Hydraulikzylinder 2 entfällt bei der Erfindung der Aufwand für die Integration der Wegmesssensorik, der Auswertung der Wegmesssensorik, einer Teach-Funktion für die Wegmesssensorik, um den mechanischen Endanschlag des Hydraulikzylinders vorzugeben, sowie Service und Wartung der Wegmesssensorik.

**[0045]** Die Erfindung ist nicht auf die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele mit einem einzigen Hydraulikzylinder 2 beschränkt. Die Erfindung ermöglicht auch bei einer Arbeitshydraulik 1 mit mehreren Hydraulikzylindern und einer Parallelbedienung von mehreren Hydraulikzylindern sowie in einem Antriebssystem, bei dem die Hydraulikpumpe 3 zusätzlich eine hydraulische Lenkung mit Druckmittel versorgt, die Feststellung der Endlagenposition jedes Hydraulikzylinders.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Feststellung der Endlagenposition eines Hydraulikzylinders (2) einer Arbeitshydraulik (1) einer mobilen Arbeitsmaschine, insbesondere eines Flurförderzeugs, wobei der Hydraulikzylinder (2) mittels eines Steuerwegeventils (8) gesteuert wird, das mit einer Hydraulikpumpe (3) und einem Behälter (6) in Verbindung steht, wobei zur Erzeugung einer Bewegung des Hydraulikzylinders (2) das Steuerwegeventil (8) in eine Steuerstellung (8b; 8c) betätigt wird und dem Hydraulikzylinder (2) von der Hydraulikpumpe (3) über das in die Steuerstellung (8b; 8c) betätigte Steuerwegeventil (8) Druckmittel zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders (2) bei in die Steuerstellung (8b; 8c) betätigtem Steuerwegeventil (8) in einem ersten Schritt erfasst wird, ob die dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders (2), und in einem anschließenden zweiten Schritt der dem

Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Druckmittelvolumenstrom verringert wird, wobei während der Verringerung des dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms ermittelt wird, ob die dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung stetig zu hoch ist für die auszuführende Bewegung des Hydraulikzylinders (2) und bei Erreichen eines unteren Grenzwertes des dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms die Endlagenposition des Hydraulikzylinders (2) festgestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung aus dem Förderdruck der Hydraulikpumpe (3) und dem Volumenstrom der Hydraulikpumpe (3) berechnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenstrom der Hydraulikpumpe (3) aus dem Verdrängervolumen der Hydraulikpumpe (3) und der Drehzahl der Hydraulikpumpe (3) berechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydraulikpumpe (3) von einem Elektromotor (4a) angetrieben ist, wobei die dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellte Hydraulikleistung aus dem Drehmoment oder dem elektrischen Strom des Elektromotors (4a) berechnet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verringerung des dem Hydraulikzylinder (2) zur Verfügung gestellten Druckmittelvolumenstroms durch eine Verringerung der Drehzahl der Hydraulikpumpe (3) und/oder durch eine Verringerung des Verdrängervolumens der Hydraulikpumpe (3) und/oder durch eine Verringerung der Ventilöffnung des Steuerwegeventils (8) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders (2) eine Endlagenabschaltung durchgeführt wird, in der die Bewegung des Hydraulikzylinders (2) in der der Endlagenposition vorausgegangene Bewegungsrichtung unterbunden wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Betätigung des Steuerwegeventils (8) in eine weitere Steuerstellung (8c; 8b), die eine entgegengesetzte Bewegung des Hydraulikzylinders (2) bewirkt, die Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders (2) beendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **da-**

**durch gekennzeichnet, dass** bei Nichtbetätigen des Steuerwegeventils (8) über eine vorgegebene Zeitspanne die Feststellung der Endlagenposition des Hydraulikzylinders (2) beendet wird.

5

10

15

20

25

30

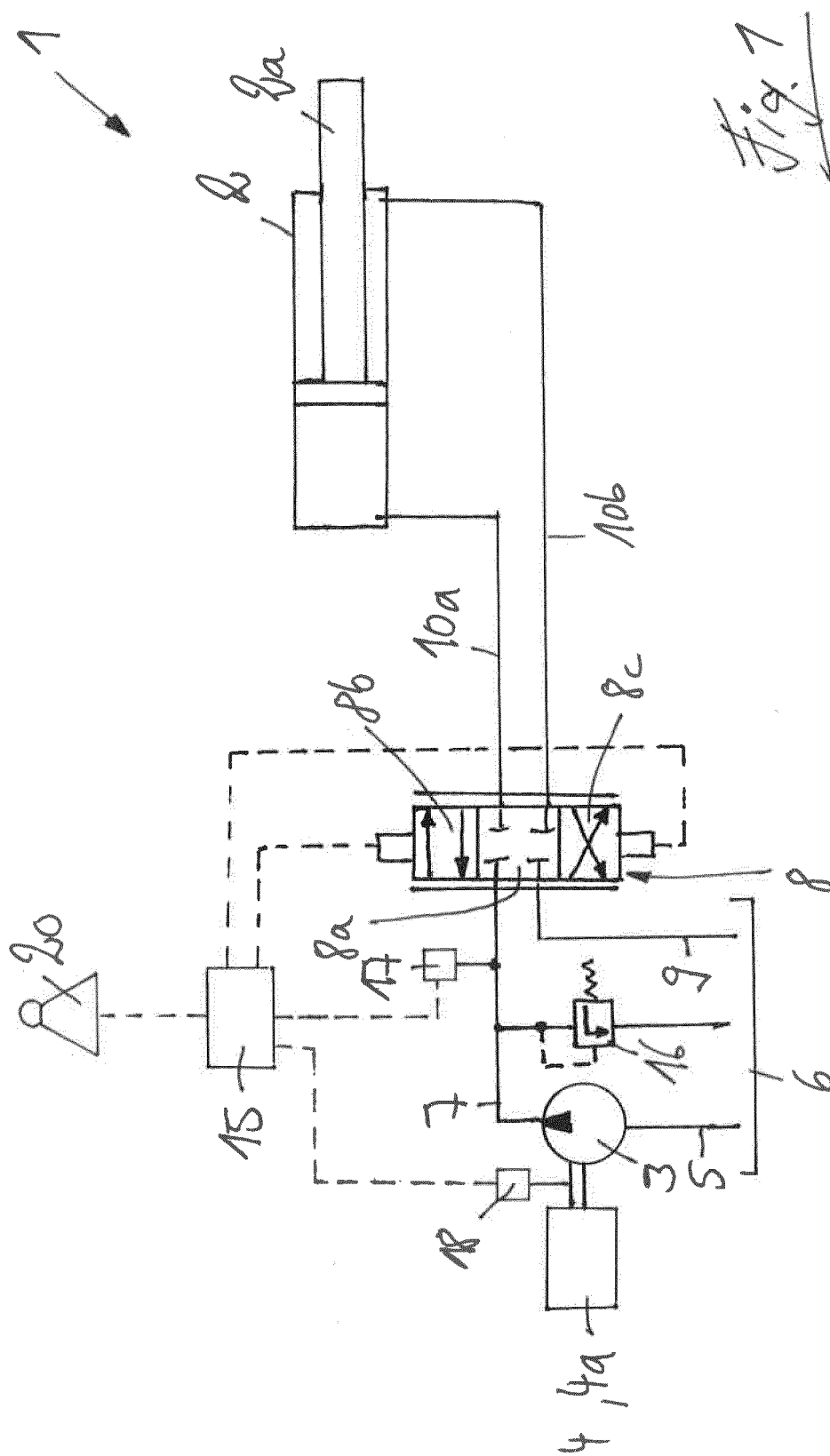
35

40

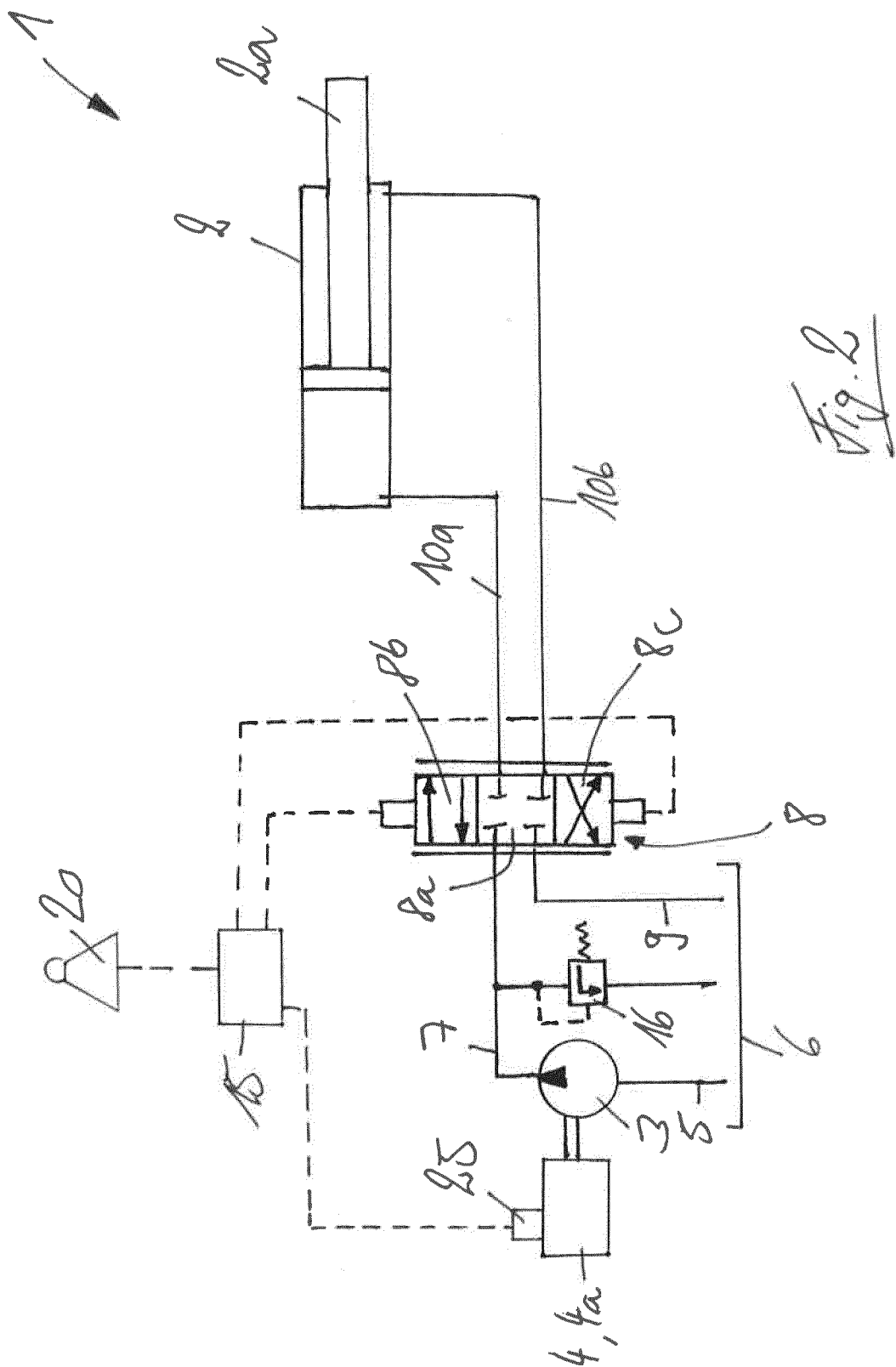
45

50

55









## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 16 9361

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	EP 2 767 720 A1 (VOLVO CONSTR EQUIP AB [SE]) 20. August 2014 (2014-08-20) * Absatz [0026] - Absatz [0032]; Abbildung 1 *	1-8	INV. F15B15/28
A	DE 10 2010 028762 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 10. November 2011 (2011-11-10) * Absatz [0048] - Absatz [0052]; Abbildung 1 *	1-8	
A	JP 2002 323005 A (SUMITOMO CONSTR MACHINERY MFG) 8. November 2002 (2002-11-08) * Abbildungen 1, 7 *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>18. Oktober 2017</b>	Prüfer <b>Wojski, Guadalupe</b>
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 17 16 9361

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.

18-10-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 2767720	A1	20-08-2014	CN 103857927	A	11-06-2014
				EP 2767720	A1	20-08-2014
				JP 5916870	B2	11-05-2016
				JP 2014534394	A	18-12-2014
				KR 20140079381	A	26-06-2014
				US 2014230643	A1	21-08-2014
				WO 2013054954	A1	18-04-2013
20	DE 102010028762	A1	10-11-2011	CN 102869904	A	09-01-2013
				DE 102010028762	A1	10-11-2011
				EP 2567125	A1	13-03-2013
				US 2013047739	A1	28-02-2013
				WO 2011138102	A1	10-11-2011
25	JP 2002323005	A	08-11-2002	JP 4578017	B2	10-11-2010
				JP 2002323005	A	08-11-2002

EPO FORM P0461

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