

(19)



(11)

EP 3 530 962 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(51) Int Cl.:
F15B 11/028 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19158718.7**

(22) Anmeldetag: **22.02.2019**

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

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Schmuttermair, Peter**
86459 Gessertshausen (DE)

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**
Bosch Rexroth AG
DC/IPR
Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main (DE)

(30) Priorität: **27.02.2018 DE 102018202899**
26.03.2018 DE 102018204568

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES SENKENDRUCKS EINES ELEKTROHYDRAULISCHEN KRAFTHEBERS UND ELEKTROHYDRAULISCHER KRAFTHEBER**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Senkendrucks eines elektrohydraulischen Krafthebers, der einen Arbeitszylinder mit einem Kolben, mit einer Hebenseite, die der Kolben mit einer hebenseitigen Wirkfläche begrenzt, und mit einer Senkenseite aufweist, die der Kolben mit einer senkenseitigen Wirkfläche begrenzt. Der elektrohydraulische Kraftheber umfasst außerdem einen ersten Drucksensor zur Erfassung des Hebendrucks und einen zweiten Drucksensor zur Erfassung des Senkendrucks, ein verstellbares Druckventil zur Einstellung eines Senkendrucks und eine elektronische Steuereinheit.

Um die Funktionsweise des elektrohydraulischen Krafthebers zu verbessern sind folgende Verfahrens-

schritte vorgesehen:

Laufende Ermittlung eines äquivalenten Senkendrucks durch Bildung der Differenz zwischen dem mit k multiplizierten Hebendruck als Minuend und dem Senkendruck als Subtrahend in der elektronischen Steuereinheit, wobei k das Verhältnis der Größe der hebenseitigen Wirkfläche zur Größe der senkenseitigen Wirkfläche des Kolbens ist, Bildung eines Druckwertes als Differenz zwischen einem am Steuergerät eingestellten Solldruck auf der Senkenseite als Minuend und dem äquivalenten Senkendruck als Subtrahend und Ansteuerung des Druckventils mit einem dem Druckwert entsprechenden Ansteuersignal.

EP 3 530 962 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Senkendrucks eines elektrohydraulischen Krafthebers, der mindestens einen Arbeitszylinder mit einem Kolben, mit einer Hebenseite, die der Kolben mit einer hebenseitigen Wirkfläche begrenzt, der zum Heben einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der ein Hebendruck ansteht, und mit einer Senkenseite aufweist, die der Kolben mit einer senkenseitigen Wirkfläche begrenzt, der zum Senken einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der der Senkendruck ansteht. Der elektrohydraulische Kraftheber umfasst außerdem einen ersten Drucksensor zur Erfassung des Hebendrucks und einen zweiten Drucksensor zur Erfassung des Senkendrucks, ein verstellbares Druckventil zur Einstellung eines Senkendrucks und eine elektronische Steuereinheit, der die von den Drucksensoren erfassten Drücke zugeführt werden und von der das Druckventil ansteuerbar ist.

[0002] Aus der EP 2 884 118 A1 ist schon ein elektrohydraulischer Kraftheber mit einem Arbeitszylinder, der einen Kolben und auf der einen Seite des Kolbens eine Kolbenstange aufweist, bekannt. Durch den Kolben werden somit ein stangenabseitiger oder bodenseitiger Zylinderraum und ein stangenseitiger, ringförmiger Zylinderraum voneinander getrennt. Vorliegend wird zum Heben dem bodenseitigen Zylinderraum und zum Senken dem stangenseitigen Zylinderraum Druckmittel zugeführt. Der bodenseitige Zylinderraum stellt also die Hebenseite und der stangenseitige Zylinderraum die Senkenseite des Arbeitszylinders dar. Die hebenseitige Wirkfläche, mit der der Kolben die Hebenseite begrenzt, ist größer als die senkenseitige Wirkfläche, mit der der Kolben die Senkenseite begrenzt. Die Hebenseite und die Senkenseite können gegenüber der in der EP 2 884 118 gezeigten Anordnung auch vertauscht sein. Zum Beispiel ist bei heckseitigen Hubwerken von Traktoren meist der bodenseitige Zylinderraum die Hebenseite, während bei Frontladern meist der stangenseitige Zylinderraum die Hebenseite darstellt.

[0003] Der aus der EP 2 884 118 A1 bekannte elektrohydraulische Kraftheber weist ein der Senkenseite zugeordnetes verstellbares Druckregelventil auf, mit dem auf der Senkenseite ein bestimmter Druck eingeregelt werden kann. Außerdem ist ein Drucksensor vorhanden, mit dem der Druck auf der Hebenseite erfassbar ist. Es ist vorgesehen, mit dem Drucksensor bestimmte Betriebssituationen, zum Beispiel ein zu hoher Druck auf der Hebenseite oder einen Druckabfall auf der Hebenseite festzustellen und dann die Ansteuerung des Druckregelventils zu verändern.

[0004] Aus der DE 101 38 389 A1 ist schon ein elektrohydraulischer Kraftheber bekannt, bei dem mit einem ersten Drucksensor der Druck auf der Hebenseite und mit einem zweiten Drucksensor der Druck auf der Senkenseite eines Arbeitszylinders erfasst wird. Die Signale der beiden Drucksensoren werden einer elektronischen Steuereinheit zugeführt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Funktionsweise eines elektrohydraulischen Krafthebers mit den eingangs angegebenen Merkmalen verbessert ist.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe sind folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

Laufende Ermittlung eines äquivalenten Senkendrucks durch Bildung der Differenz zwischen dem mit k multiplizierten Hebendruck als Minuend und dem Senkendruck als Subtrahend in der elektronischen Steuereinheit, wobei k das Verhältnis der Größe der hebenseitigen Wirkfläche zur Größe der senkenseitigen Wirkfläche des Kolbens ist, Bildung eines Druckwertes als Differenz zwischen einem am Steuergerät eingestellten Soll Druck auf der Senkenseite als Minuend und dem äquivalenten Senkendruck als Subtrahend und Ansteuerung des Druckventils mit einem dem Druckwert entsprechenden Ansteuersignal.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird für die Bildung des Druckwerts der äquivalente Senkendruck gleich null gesetzt wird, wenn die laufende Ermittlung des äquivalenten Senkendrucks einen negativen Wert ergibt.

[0008] Wenn sich ein negativer Druckwert ergibt, wird das Druckventil vorteilhafterweise entsprechend dem geringsten an ihm einstellbaren Druck angesteuert. Üblicherweise wird dann das Druckventil nicht angesteuert. Es sei denn, es ist ein Druckventil mit einer negativen Kennlinie, wie eines in der EP 2 884 118 A1 gezeigt ist.

[0009] Es ist günstig, wenn der äquivalente Senkendruck durch einen elektronischen Filter bedämpft wird.

[0010] Die Druckeinstellung auf der Senkenseite kann noch dadurch verbessert werden, dass zur Kompensation eines volumenstrombedingten Druckabfalls zwischen dem Druckventil und der Senkenseite das Ansteuersignal für das Druckventil in Abhängigkeit vom aktuellen Volumenstrom und von dessen Vorzeichen erhöht oder abgesenkt wird. Dabei kann das Ansteuersignal für das Druckventil gemäß einer Kennlinie erhöht oder abgesenkt wird. Möglich ist auch eine Erhöhung oder Absenkung gemäß einem Faktor.

[0011] Umfasst der elektrohydraulische Kraftheber ein mit der Hebenseite des Arbeitszylinders verbindbares lastkompensiertes LS-Wegeventil, so kann ein zwischen dem Druckventil und der Senkenseite des Arbeitszylinders fließender, insbesondere ein von der Senkenseite wegfließender Volumenstrom, über das Ansteuersignal, mit dem das LS (Load Sensing)-Wegeventil angesteuert wird, ermittelt werden. Für die Ermittlung des Volumenstroms auf diese Weise ist vor allem der Hebenmodus geeignet, da das Heben üblicherweise lastkompensiert über das LS-Wegeventil geschieht und der als Ansteuersignal an das LS-Wegeventil gegebene Sollvolumenstrom dem Istvolumenstrom entspricht, solange kein Anschlag erreicht oder die hydraulische Energie beschränkt ist und von einer Pumpe nicht so viel Druckmittelmenge wie angefordert geliefert wird.

[0012] Ein zwischen dem Druckventil und der Senken-

seite des Arbeitszylinders fließender Volumenstrom kann auch über die Ableitung des Signals eines dem Arbeitszylinder zugeordneten Wegsensors ermittelt werden. Dies ist vor allem vorteilhaft bei einem Senken, da damit ein Überdrücken ausgeschlossen ist. Es wird der Druckwert nur dann erhöht, wenn auch ein Volumenstrom fließt.

[0013] In Abhängigkeit vom Vorzeichen und/oder Betrag des ermittelten äquivalenten Senkendrucks können vom Steuergerät verschiedene Solldrücke vorgegeben werden.

[0014] Zwischen dem Druckventil und der Senkenseite des Arbeitszylinders kann ein Absperrventil angeordnet sein und aus der Senkenseite des Arbeitszylinders kann Druckmittel unter Umgehung des Druckventils über ein Entlastungsventil abführbar sein. Es kann günstig sein, wenn das Absperrventil geschlossen und das Entlastungsventil geöffnet wird, wenn der Sollvolumenstrom zur Heben- und damit die Sollgeschwindigkeit für ein Heben einen bestimmten Wert überschreitet und der Druckwert einen bestimmten Wert unterschreitet.

[0015] Das Druckventil ist vorzugsweise ein Druckregelventil. Ein Druckregelventil besitzt üblicherweise einen mit einem hydraulischen Verbraucher - hier mit der Senkenseite des Arbeitszylinders - verbundenen Verbraucheranschluss, einen Druckanschluss und einen Tankanschluss und vermag es, zur Druckregelung Druckmittel sowohl dem hydraulischen Verbraucher zuzufließen zu lassen als auch vom hydraulischen Verbraucher abfließen zu lassen.

[0016] Die Erfindung ist auch in einem elektrohydraulischen Kraftheber realisiert, der mindestens einen Arbeitszylinder mit einem Kolben, mit einer Heben- und einer Senkenseite, die der Kolben mit einer hebenseitigen Wirkfläche begrenzt, der zum Heben einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der ein Hebendruck ansteht, und mit einer Senkenseite, die der Kolben mit einer senkenseitigen Wirkfläche begrenzt, der zum Senken einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der der Senkendruck ansteht, einen ersten Drucksensor zur Erfassung des Hebendrucks und einen zweiten Drucksensor zur Erfassung des Senkendrucks, ein verstellbares Druckventil zur Einstellung eines Senkendrucks und eine elektronische Steuereinheit aufweist, der die von den Drucksensoren erfassten Drücke zugeführt werden und von der das Druckventil ansteuerbar ist, wobei die elektronische Steuereinheit dazu ausgebildet ist, ein Verfahren wie oben beschrieben auszuführen.

[0017] Ein elektrohydraulischer Kraftheber, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist sowie verschiedene Verfahrensabläufe sind in den Zeichnungen dargestellt. Anhand dieser Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

[0018] Es zeigen

Figur 1 ein Schaltbild des elektrohydraulischen Krafthebers,

Figur 2 ein Verfahrensablauf ohne Kompensation

von durch einen Volumenstrom verursachten Druckabfall zwischen dem Arbeitszylinder und dem Druckventil,

Figur 3 eine Erweiterung des Verfahrens gemäß Figur 2 um eine Volumenstromkompensation, wobei der Volumenstrom mit Hilfe eines Wegsensors ermittelt wird, und

Figur 4 eine Erweiterung des Verfahrens gemäß Figur 2 um eine Volumenstromkompensation, wobei der Volumenstrom mit Hilfe eines des Ansteuersignals eines LS-Wegeventils ermittelt wird.

[0019] Der in Figur 1 dargestellte elektrohydraulische Kraftheber sei im vorliegenden Fall das heckseitige Hubwerk an einem Traktor und weist einen Arbeitszylinder 10. Im Inneren eines Gehäuses des Arbeitszylinders ist ein Kolben 11 bewegbar, an dem einseitig eine Kolbenstange 12 befestigt ist, die an einer Stirnseite, dem sogenannten Kopf des Arbeitszylinders aus dem Gehäuse austritt. Durch den Kolben und die Kolbenstange sind werden ein stangenabseitiger oder bodenseitiger Zylinderraum 13 und ein stangenseitiger, ringförmiger Zylinderraum 14 gebildet und voneinander getrennt. Bei dem gezeigten Hubwerk wird zum Heben dem bodenseitigen Zylinderraum 13 und zum Senken dem stangenseitigen Zylinderraum 14 Druckmittel zugeführt. Der bodenseitige Zylinderraum stellt also die Heben- und der stangenseitige Zylinderraum die Senkenseite des Arbeitszylinders dar. Die hebenseitige Wirkfläche 15, mit der der Kolben 11 die Heben- und die Senkenseite begrenzt ist, größer als die senkenseitige, ringförmige Wirkfläche 16, mit der der Kolben die Senkenseite begrenzt.

[0020] Das freie Ende der Kolbenstange 12 ist über am Traktor angelenkte Hubarme 17 mit einem Anbaugerät verbunden, das hier als Pflug dargestellt ist. Die Verbindung ist stark schematisiert gezeichnet. Die Position, die die Hubarme 17 einnehmen, werden von einem Lagesensor 18 erfasst und in ein elektrisches Signal umgewandelt.

[0021] Der Druck in dem Zylinderraum 13 ist durch einen ersten Drucksensor 19 erfassbar. Der Druck in dem Zylinderraum 14 ist durch einen zweiten Drucksensor 20 erfassbar, der wie der erste Drucksensor den Druck in ein elektrisches Signal umwandelt.

[0022] Der gezeigte elektrohydraulische Kraftheber weist weiterhin eine load-sensing geregelte Verstellpumpe 25 auf, die Druckmittel aus einem Tank 26 ansaugt und in eine Pumpenleitung 27 abgibt. Load-sensing geregelt heißt, dass die Verstellpumpe jeweils so viel Druckmittel fördert, dass der Druck in der Pumpenleitung 27 um eine bestimmte Druckdifferenz über einem an den Load-Sensing Regler 28 der Verstellpumpe gemeldeten Steuerdruck liegt, der meist der höchste Lastdruck aller gleichzeitig mit Druckmittel versorgter hydraulischer Verbraucher ist.

[0023] Ein Druckregelventil 35, das mit Hilfe eines Proportionalmagneten 36 proportional verstellbar ist, ist mit einem Druckanschluss 37 an die Pumpenleitung

27 und mit einem Entlastungsanschluss 38 an eine Tankleitung 39 angeschlossen, über die Druckmittel von den hydraulischen Verbrauchern des Traktors, insbesondere auch von dem Arbeitszylinder 10 zum Tank 26 zurückfließt. Der Druck an einem mit dem stangenseitigen Zylinderraum 14 verbindbaren Regelanschluss 40 des Druckregelventils wird über eine Steuerleitung 41 auf eine Messfläche am Druckregelventil zurückgeführt und erzeugt an der Messfläche eine Kraft, die zusammen mit einer von einer Regelfeder 42 ausgeübten Kraft gegen die Kraft des Proportionalelektromagneten 36 wirkt. Am Regelanschluss 40 des Druckregelventils stellt sich also jeweils ein solcher Druck ein, dass zwischen den gegeneinander wirkenden Kräften ein Gleichgewicht besteht. Da die Druckkraft und die Magnetkraft gegeneinander wirken, hat Druckregelventil 35 eine positive Kennlinie. Der Regeldruck steigt also mit dem durch den Elektromagneten 36 fließenden Strom an. Gemäß Figur 1 ist das Druckregelventil 35 als direktgesteuertes Druckregelventil dargestellt. Es kann jedoch auch ein vorgesteuertes Druckregelventil eingesetzt werden.

[0024] Zwischen dem Regelanschluss 40 des Druckregelventils 35 und dem stangenseitigen Zylinderraum 14 ist ein Absperrventil 45 angeordnet, das als 2/2-Wegeventil ausgebildet ist, unter der Wirkung einer Rückstellfeder 46 seine Sperrposition einnimmt, in der die Verbindung zwischen dem Regelanschluss 40 und dem Zylinderraum 14 unterbrochen ist, und von einem Schaltmagneten 47 gegen die Kraft der Rückstellfeder 46 in eine Durchgangsstellung gebracht werden kann, in der die Verbindung zwischen dem Regelanschluss 40 und dem Zylinderraum 14 offen ist.

[0025] Zwischen dem stangenseitigen Zylinderraum 14 des Arbeitszylinders 10 und der Tankleitung 39 ist ein Entlastungsventil 50 angeordnet, das wie das Ventil 45 als 2/2-Wegeventil ausgebildet ist, unter der Wirkung einer Rückstellfeder 51 seine Sperrposition einnimmt, in der die Verbindung zwischen der Tankleitung 39 und dem Zylinderraum 14 unterbrochen ist, und von einem Schaltmagneten 52 gegen die Kraft der Rückstellfeder 51 in eine Durchgangsstellung gebracht werden kann, in der die Verbindung zwischen dem Zylinderraum 14 und der Tankleitung 39 offen ist. Das Entlastungsventil 50 dient in bestimmten Betriebszuständen zur vollständigen Druckentlastung des stangenseitigen Zylinderraums 14. Wenn das Entlastungsventil 50 offen ist, dann ist das Absperrventil 45 geschlossen. Wenn das Absperrventil 45 offen ist, dann ist das Entlastungsventil 50 geschlossen.

[0026] Mit einer elektrohydraulischen Hubwerksregelventilanordnung 60 ist der Zufluss von Druckmittel zu dem bodenseitigen Zylinderraum 13 des Arbeitszylinders 10 sowie der Abfluss von Druckmittelaus diesem Zylinderraum steuerbar. Dazu weist die Hubwerksregelventilanordnung 60 einen Verbraucheranschluss 61 auf, der mit dem Zylinderraum 13 fluidisch verbunden ist. Außerdem hat die Hubwerksregelventilanordnung einen mit der Pumpenleitung 27 verbundenen Pumpenanschluss

62 und einen mit der Tankleitung 39 verbundenen Tankanschluss 63. Um den Zufluss von Druckmittel zu dem Zylinderraum 13 lastdruckunabhängig steuern zu können, umfasst die Hubwerksregelventilanordnung 60 eine nicht näher dargestellte Individualdruckwaage, die den Druckabfall über eine verstellbare Zumessblende konstant hält, so dass die über die Zumessblende fließende Druckmittelmenge nur noch vom augenblicklichen Durchflussquerschnitt der Zumessblende abhängt. Der Abfluss von Druckmittel aus dem Zylinderraum 13 ist nicht lastdruckunabhängig gesteuert.

[0027] Die Hubwerksventilanordnung 60 besitzt außerdem noch einen Lastmeldeanschluss 64, von dem eine Steuerleitung 65 zu einem ersten Eingang eines Wechselventils 66 führt. Der zweite Eingang des Wechselventils 66 ist über eine Steuerleitung 67 mit dem Regelanschluss 40 des Druckregelventils 35 verbunden. Der Ausgang des Wechselventils 66 ist mit dem Load-Sensing-Regler 28 der Verstellpumpe 25 verbunden. Dem Load-Sensing-Regler 28 wird also der jeweils höhere der in den Zylinderräumen 13 und 14 anstehenden Drücke gemeldet.

[0028] Es ist eine elektronische Steuereinheit 70 vorhanden, der die elektrischen Signale des Lagesensors 18, der beiden Drucksensoren 19 und 20 sowie ein elektrisches Sollsignal, das mit Hilfe einer Bedienelements 71 erzeugt wird, über elektrische Leitungen 72, 73, 74 und 75 zugeführt werden. Die elektronische Steuereinheit errechnet aus den zugeführten elektrischen Signalen Ansteuersignale für die Elektromagnete des Druckregelventils 35, des Absperrventils 45, des Entlastungsventils 50 und der Hubwerksventilanordnung 60 und steuert die Elektromagnete über elektrische Leitungen 76, 77, 78 und 79 entsprechend an.

[0029] Es sei nun eine Situation betrachtet, in der das Hubwerk ausgehoben ist, also keinen Kontakt zum Boden hat, und abgesenkt und in den Boden eingedrückt werden soll. Dazu wird am Bedienelement 71 für den stangenseitigen Zylinderraum 14 ein Senkendruck von zum Beispiel 50 bar vorgegeben. Das Verhältnis k zwischen der hebenseitigen Wirkfläche und der senkenseitigen Wirkfläche am Kolben 11 des Arbeitszylinders 10 sei 1,25. Der angehobene Pflug möge im bodenseitigen Zylinderraum 13 einen Hebendruck von zum Beispiel 200 bar erzeugen. Dieser Hebendruck herrscht also im bodenseitigen Zylinderraum 13, wenn im stangenseitigen Zylinderraum kein Druck ansteht.

[0030] Gemäß dem Verfahrensablauf nach Figur 2 wird von der elektronischen Steuereinheit 70 laufend ein äquivalenter Senkendruck durch Bildung der Differenz zwischen dem mit k multiplizierten und von dem Drucksensor 19 erfassten Hebendruck (DS Tragen) als Minuend und dem von dem Drucksensor 20 erfassten Senkendruck (DS Drücken) als Subtrahend ermittelt. Der äquivalente Senkendruck ist vorliegend also $200 \text{ bar} \cdot 1,25 - 0$ gleich 250 bar. Die errechneten äquivalenten Senkendrucke (Differenzdruck (Tragen $\cdot k$ - Drücken)) mit Hilfe eines Tiefpasses (Filter(Tiefpass)) gefiltert. Wenn

der äquivalente Senkendruck positiv ist (Limit Positiv), wird ein Druckwert als Differenz zwischen dem mit Hilfe des Bedienelements 71 vorgegebenen und dem Steuergerät 70 übermittelten und dort gespeicherten Solldruck auf der Senkenseite als Minuend und dem äquivalenten Senkendruck als Subtrahend ermittelt. Ist der äquivalente Senkendruck negativ, so wird für die Ermittlung des Druckwerts ein Wert 0 für den äquivalenten Senkendruck angenommen. Vorliegend ergeben sich für den äquivalenten Senkendruck minus 250 bar. Für den Druckwert ergeben sich also 50 bar minus 0 gleich 50 bar. Allerdings kann daraus, dass der äquivalente Senkendruck negativ ist, erkannt werden, dass das Hubwerk den Pflug noch trägt. Diese Information wird in der elektronischen Steuereinheit 70 mitverarbeitet. Dementsprechend steuert die elektronische Steuereinheit 70 das Druckregelventil 35 nicht an, so dass dieses auf dem kleinsten Einstellwert steht.

Daran ändert sich nichts, bis der Pflug auf den Boden aufstößt. Der Tragendruck nimmt nun ab. Im betrachteten Beispiel beginnt die elektronische Steuereinheit, das Druckregelventil 35 mit einem Ansteuersignal größer null anzusteuern, wenn der Tragendruck auf 40 bar abgefallen ist. Ab diesem Zeitpunkt steigt das Ansteuersignal für das Druckregelventil 35 (Statischer DRV Sollwert) bis auf den Sollwert von 50 bar an.

[0031] Das Verfahren gemäß Figur 2 kann um eine Volumenstromkompensation ergänzt werden, wie dies in zwei Alternativen in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist. Gemäß Figur 3 wird der Volumenstrom insbesondere beim Heben mit einem Proportionalitätsfaktor (P-Gain) multipliziert, wodurch ein Korrekturwert für einen Druckermittelt wird. Der Korrekturwert wird von dem statischen Sollwert für das Druckregelventil (Statischer DRV Sollwert) subtrahiert. Ist die Differenz positiv ist sie gleich einem dynamischen Sollwert für das Druckregelventil 35 im Heben. Der Volumenstrom, der beim Heben aus dem stangenseitigen Zylinderraum 14 verdrängt wird, kann aus dem Ansteuersignal für die elektrohydraulische Hubwerksventilanordnung, die ein Maß für die dem Zylinderraum 13 zufließende Druckmittelmenge ist, und dem Flächenverhältnis k des Arbeitszylinders 10 ermittelt werden.

[0032] Um den Volumenstrom beim Senken zu ermitteln, kann gemäß Figur 4 das Signal des Lagesensors 18 nach der Zeit abgeleitet und mit einem Proportionalitätsfaktor (P-Gain) multipliziert werden. Zwischen dem statischen Sollwert für das Druckregelventil und einem dem Volumenstrom entsprechenden Korrekturdruck, wird die Differenz gebildet, wobei wegen der gegenüber dem Heben entgegengesetzten Flussrichtung des Druckmittels nur negative Korrekturwerte berücksichtigt werden. Die Differenz ist gleich dem dynamischen Sollwert des Ansteuersignals für das Druckregelventil 35 im Senken. Dabei soll allerdings ein maximaler Druck (Limit pMax) nicht überschritten werden.

Bezugszeichenliste

[0033]

5	10	Arbeitszylinder
	11	Kolben von 10
	12	Kolbenstange von 10
	13	bodenseitiger Zylinderraum von 10
	14	stangenseitiger Zylinderraum von 10
10	15	hebenseitige Wirkfläche an 11
	16	senkenseitige Wirkfläche an 11
	17	Hubarme
	18	Lagesensor
	19	erster Drucksensor
15	20	zweiter Drucksensor
	25	Verstellpumpe
	26	Tank
	27	Pumpenleitung
	28	Load-Sensing Regler
20	35	Druckregelventil
	36	Proportionalelektromagnet
	37	Druckanschluss von 35
	38	Entlastungsanschluss von 35
	39	Tankleitung
25	40	Regelanschluss von 35
	41	Steuerleitung an 35
	42	Regelfeder von 35
	45	Absperrventil
	46	Rückstellfeder von 45
30	47	Schaltmagneten von 45
	50	Entlastungsventil
	51	Rückstellfeder von 50
	52	Schaltmagnet von 50
35	60	Hubwerksregelventilanordnung
	61	Verbraucheranschluss von 60
	62	Pumpenanschluss von 60
	63	Tankanschluss von 60
	64	Lastmeldeanschluss von 60
	65	Steuerleitung
40	66	Wechselventil
	67	Steuerleitung
	70	elektronische Steuereinheit
	71	Bedienelement
	72	elektrische Leitung
45	73	elektrische Leitung
	74	elektrische Leitung
	75	elektrische Leitung
	76	elektrische Leitung
	77	elektrische Leitung
50	78	elektrische Leitung
	79	elektrische Leitung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Senkendrucks eines elektrohydraulischen Krafthebers, der mindestens einen Arbeitszylinder (10) mit einem Kolben (11), mit

einer Hebenseite (13), die der Kolben (11) mit einer hebenseitigen Wirkfläche (15) begrenzt, der zum Heben einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der ein Hebendruck ansteht, und mit einer Senkenseite (14), die der Kolben (10) mit einer senkenseitigen Wirkfläche (16) begrenzt, der zum Senken einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der der Senkendruck ansteht, einen ersten Drucksensor (19) zur Erfassung des Hebendrucks und einen zweiten Drucksensor (20) zur Erfassung des Senkendrucks, ein verstellbares Druckventil (35) zur Einstellung eines Senkendrucks und eine elektronische Steuereinheit (70) aufweist, der die von den Drucksensoren (19, 20) erfassten Drücke zugeführt werden und von der das Druckventil (35) ansteuerbar ist,

gekennzeichnet durch folgende Schritte:

laufende Ermittlung eines äquivalenten Senkendrucks durch Bildung der Differenz zwischen dem mit k multiplizierten Hebendruck als Minuend und dem Senkendruck als Subtrahend in der elektronischen Steuereinheit (70), wobei k das Verhältnis der Größe der hebenseitigen Wirkfläche (15) zur Größe der senkenseitigen Wirkfläche (16) des Kolbens (11) ist; Bildung eines Druckwertes als Differenz zwischen einem am elektronischen Steuergerät (70) eingestellten Solldruck auf der Senkenseite als Minuend und dem äquivalenten Senkendruck als Subtrahend; Ansteuerung des Druckventils (35) mit einem dem Druckwert entsprechenden Ansteuersignal.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei für die Bildung des Druckwerts der äquivalente Senkendruck gleich null gesetzt wird, wenn die laufende Ermittlung des äquivalenten Senkendrucks einen negativen Wert ergibt.
3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei das Druckventil (35) entsprechend dem geringsten an ihm einstellbaren Druck angesteuert wird, wenn sich ein negativer Druckwert ergibt.
4. Verfahren nach einem vorhergehenden Patentanspruch, wobei der äquivalente Senkendruck durch einen elektronischen Filter bedämpft wird.
5. Verfahren nach einem vorhergehenden Patentanspruch, wobei zur Kompensation eines volumstrombedingten Druckabfalls zwischen dem Druckventil (35) und der Senkenseite das Ansteuersignal für das Druckventil (35) in Abhängigkeit vom aktuellen Volumenstrom und von dessen Vorzeichen erhöht oder abgesenkt wird.

6. Verfahren nach Patentanspruch 5, wobei das Ansteuersignal für das Druckventil (35) gemäß einer Kennlinie erhöht oder abgesenkt wird.

7. Verfahren nach Patentanspruch 5 oder 6, wobei mit der Hebenseite (13) des Arbeitszylinders (10) ein lastkompensiertes LS-Wegeventil (60) verbindbar ist und ein zwischen dem Druckventil (35) und der Senkenseite (14) des Arbeitszylinders (10) fließender, insbesondere ein von der Senkenseite wegfließender Volumenstrom über das Ansteuersignal, mit dem das LS-Wegeventil (60) angesteuert wird, ermittelt wird.

8. Verfahren nach Patentanspruch 5, 6 oder 7, wobei ein zwischen dem Druckventil (35) und der Senkenseite (14) des Arbeitszylinders (10) fließender Volumenstrom über die Ableitung des Signals eines dem Arbeitszylinder (10) zugeordneten Lagesensors (18) ermittelt wird

9. Verfahren nach einem vorhergehenden Patentanspruch, wobei in Abhängigkeit vom Vorzeichen und/oder Betrag des ermittelten äquivalenten Senkendrucks vom elektronischen Steuergerät (70) verschiedene Solldrücke vorgegeben werden.

10. Verfahren nach einem vorhergehenden Patentanspruch, wobei zwischen dem Druckventil (35) und der Senkenseite (14) des Arbeitszylinders (10) ein Absperrventil (45) angeordnet ist und wobei aus der Senkenseite (14) des Arbeitszylinders (10) Druckmittel unter Umgehung des Druckventils (35) über ein Entlastungsventil (50) abführbar ist und wobei das Absperrventil (45) geschlossen wird und das Entlastungsventil (50) geöffnet wird, wenn der Sollvolumenstrom zur Hebenseite (13) und damit die Sollgeschwindigkeit für ein Heben einen bestimmten Wert überschreitet und der Druckwert einen bestimmten Wert unterschreitet.

11. Verfahren nach einem vorhergehenden Patentanspruch, wobei das Druckventil (35) ein Druckregelventil ist.

12. Elektrohydraulischer Kraftheber, der mindestens einen Arbeitszylinder (10) mit einem Kolben (11), mit einer Hebenseite (13), die der Kolben (11) mit einer hebenseitigen Wirkfläche (15) begrenzt, der zum Heben einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der ein Hebendruck ansteht, und mit einer Senkenseite (14), die der Kolben (10) mit einer senkenseitigen Wirkfläche (16) begrenzt, der zum Senken einer Last Druckmittel zugeführt wird und in der der Senkendruck ansteht, einen ersten Drucksensor (19) zur Erfassung des Hebendrucks und einen zweiten Drucksensor (20) zur Erfassung des Senkendrucks, ein verstellbares Druckventil (35) zur

Einstellung eines Senkendrucks und eine elektronische Steuereinheit (70) aufweist, der die von den Drucksensoren (19, 20) erfassten Drücke zugeführt werden und von der das Druckventil (35) ansteuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Steuereinheit (70) dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 11 auszuführen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

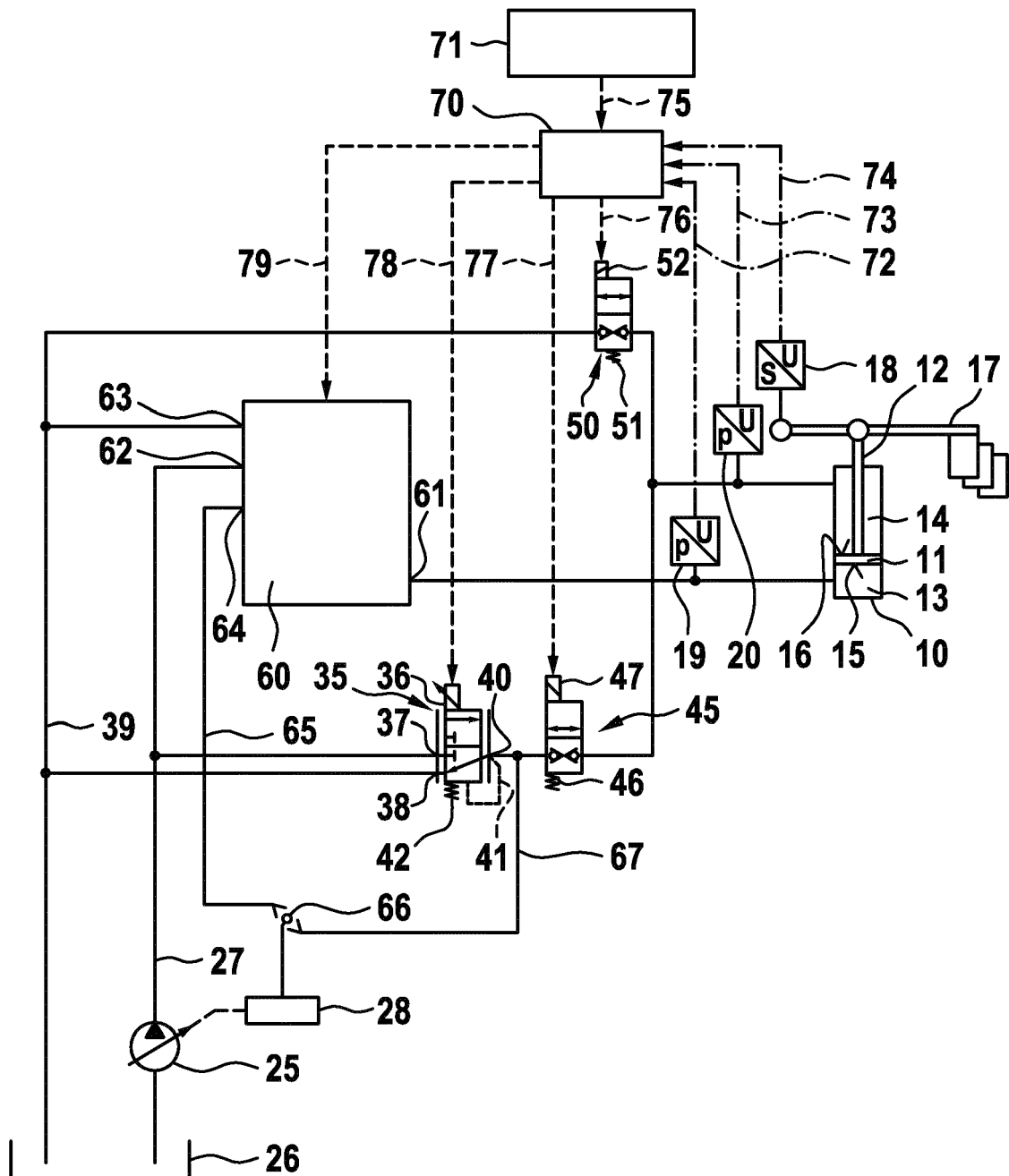


Fig. 2

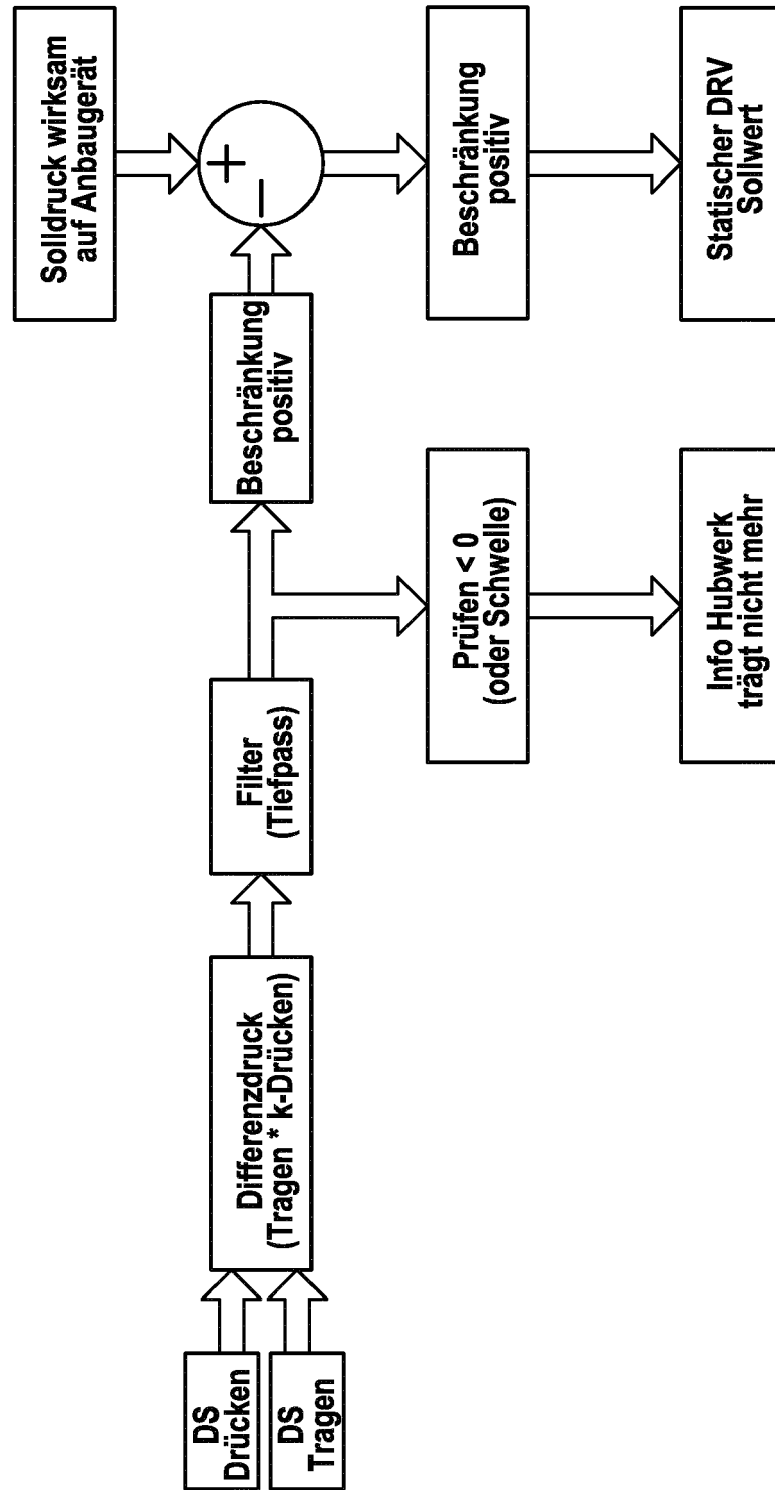


Fig. 3

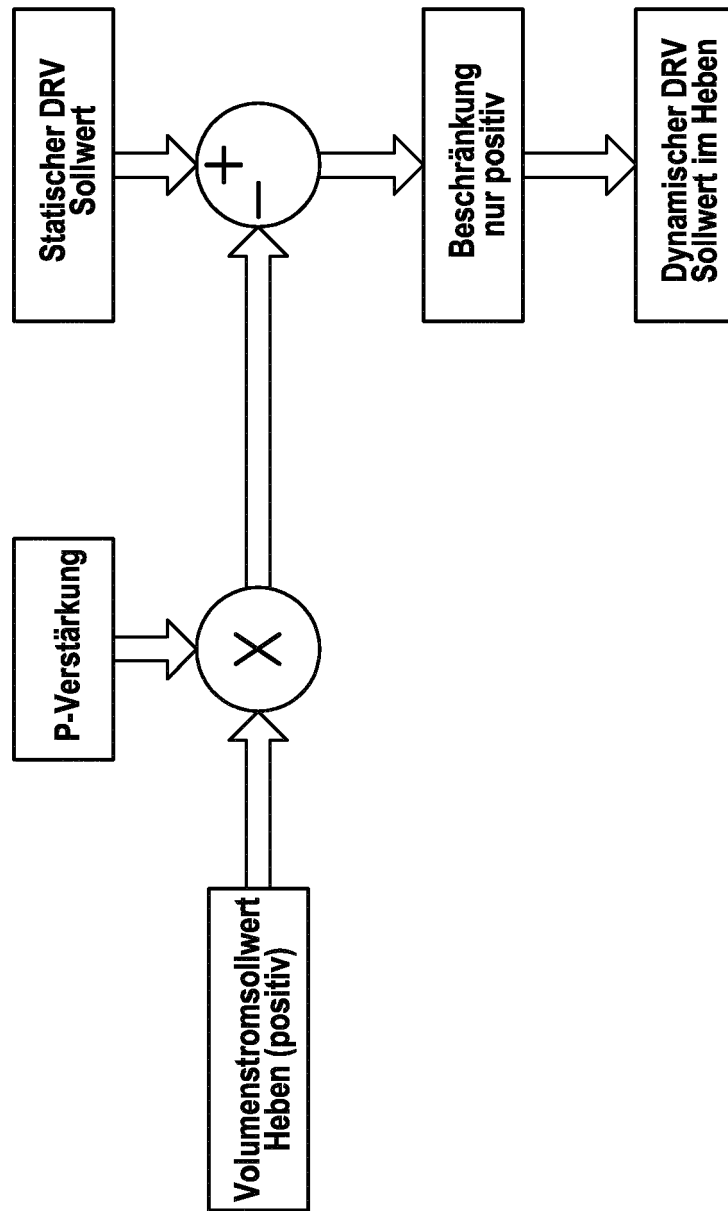
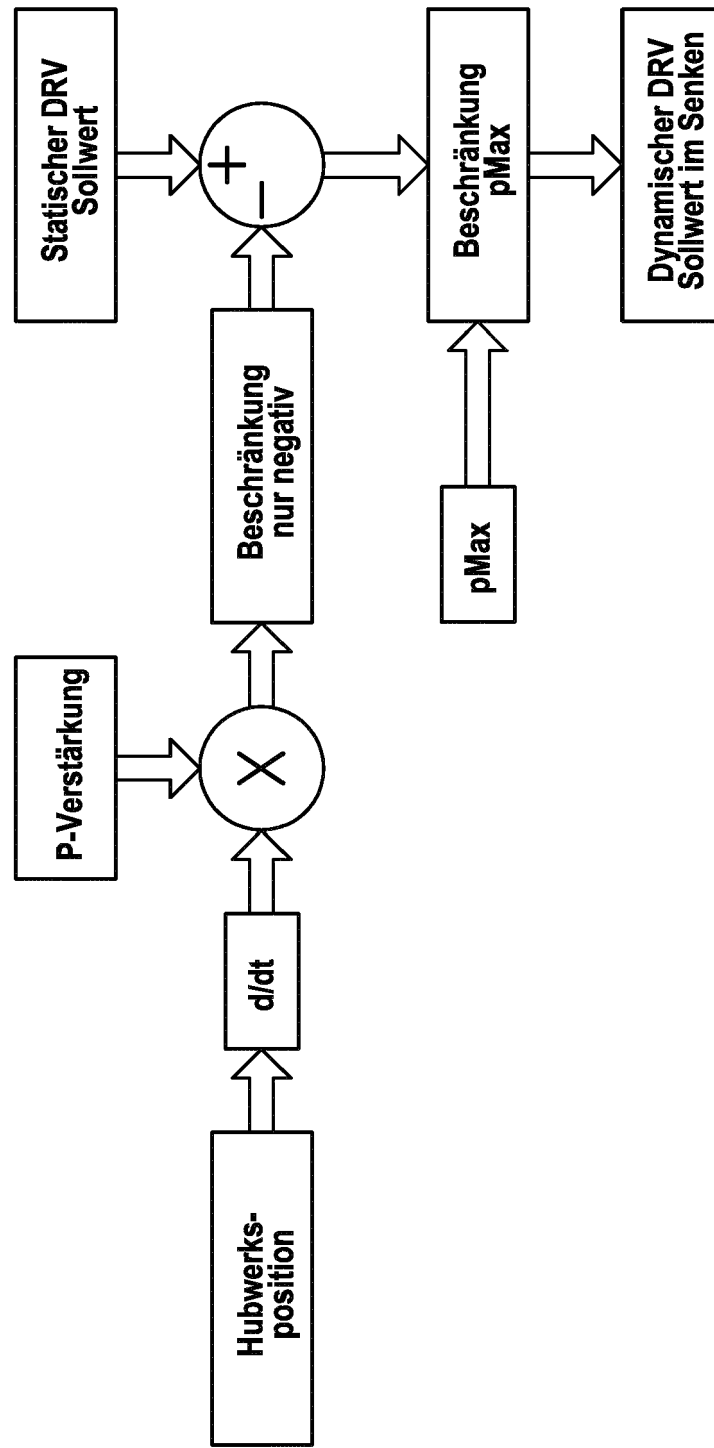


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 15 8718

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)
X,D	DE 101 38 389 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. Februar 2003 (2003-02-20)	1-4,9, 11,12	INV. F15B11/028
Y	* Absatz [0026] *	1-4,9, 11,12	
Y	----- EP 3 281 508 A1 (DEERE & CO [US]) 14. Februar 2018 (2018-02-14) * Spalte 4, Zeilen 31-37 * -----	1-4,9, 11,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Juli 2019	Prüfer Toffolo, Olivier
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 15 8718

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.

23-07-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	DE 10138389	A1	20-02-2003	AT 298843	T	15-07-2005
				DE 10138389	A1	20-02-2003
15				DE 50203482	D1	04-08-2005
				DK 1281872	T3	03-10-2005
				EP 1281872	A1	05-02-2003

	EP 3281508	A1	14-02-2018	AU 2017204729	A1	01-03-2018
20				CA 2972760	A1	11-02-2018
				EP 3281508	A1	14-02-2018
				US 2018042167	A1	15-02-2018

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

- EP 2884118 A1 [0002] [0003] [0008]
- EP 2884118 A [0002]
- DE 10138389 A1 [0004]