



(11) **EP 3 336 050 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

(51) Int Cl.:
B66F 9/22^(2006.01) B66F 9/24^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17207698.6**

(22) Anmeldetag: **15.12.2017**

(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 TN

(72) Erfinder:
• **Lechnitz, Dr., Julia**
22339 Hamburg (DE)
• **Mänken, Dr. Frank**
24558 Henstedt-Ulzburg (DE)
• **Scharf, Dr. Stephan**
22087 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **15.12.2016 DE 102016124505**

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

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

(54) **FLURFÖRDERZEUG MIT EINER STEUEREINHEIT ZUR REGELUNG DER BEWEGUNG EINER KOLBENSTANGE EINES HYDRAULIKZYLINDERS SOWIE EIN SOLCHES VERFAHREN**

(57) Flurförderzeug, umfassend ein Hubgerüst mit einem Lastteil zum Tragen einer Last, ein hydraulisches System, umfassend mindestens einen Hydraulikzylinder mit einer Kolbenstange und einem Zylindergehäuse sowie ein Hydraulikaggregat, wobei der mindestens eine Hydraulikzylinder über die Kolbenstange auf das Hubgerüst wirkt, mindestens eine Sensoreinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit und/oder eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders zu ermitteln, eine Steuereinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit

und/oder eine Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders vorzugeben, eine Regelabweichung der durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit und/oder der durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung zu regeln.

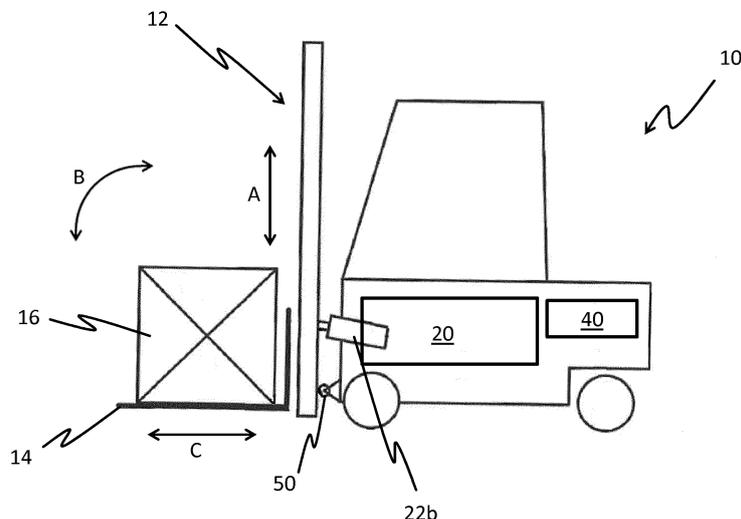


Fig. 1

EP 3 336 050 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug mit einer Steuereinheit zur Regelung der Bewegung einer Kolbenstange mindestens eines Hydraulikzylinders sowie ein Verfahren zur Regelung der Bewegung einer Kolbenstange mindestens eines Hydraulikzylinders eines Flurförderzeugs.

[0002] Bekannte Flurförderzeuge weisen üblicherweise einen Fahrzeugrahmen, ein Hubgerüst sowie einen Antrieb zur Bewegung des Hubgerüsts relativ zu dem Fahrzeugrahmen auf. Über den Antrieb kann beispielsweise eine Hubvorrichtung des Flurförderzeugs angesteuert werden und somit eine auf einem Lastteil des Hubgerüsts befindliche Last gehoben werden. Auch kann das Lastteil oder das gesamte Hubgerüst über eine Schubvorrichtung relativ zum Fahrzeugrahmen auf einer horizontalen Achse verschoben werden. Weiterhin sind Neigevorrichtungen bekannt, um das Lastteil oder das gesamte Hubgerüst gegenüber dem Fahrzeugrahmen zu neigen. Das Heben, das Schieben sowie das Neigen des Hubgerüsts bzw. des Lastteils wird üblicherweise durch das Ein- bzw. Ausfahren von hydraulischen Zylindern erreicht.

[0003] Die gewünschte Bewegung einer auf dem Lastteil befindlichen Last erfolgt durch eine Ansteuerung der entsprechenden Hydraulikzylinder. Die Ausfahrgeschwindigkeit bzw. Einfahrgeschwindigkeit der Hydraulikzylinder und somit die Bewegungsgeschwindigkeit der Last wird üblicherweise über eine Regelung des Volumenstroms im hydraulischen System des Flurförderzeugs geregelt. Dies geschieht bspw. durch eine Veränderung der Drehzahl der hydraulischen Pumpe oder durch eine Veränderung der Ventilöffnungen der Ventile des hydraulischen Systems. So kann bspw. eine gewünschte Hubgeschwindigkeit des Lastteils durch eine erhöhte Pumpendrehzahl und ein entsprechendes Öffnen der zu den Hubzylindern führenden Hubventile erreicht werden. Häufig sind solche Geschwindigkeitsregelungen der hydraulischen Systeme jedoch nicht ausreichend präzise. So kann es durch unterschiedliche äußere Einflüsse zu einer Abweichung der tatsächlichen Bewegungsgeschwindigkeit der Last von der gewünschten Bewegungsgeschwindigkeit kommen. Derartige Störgrößen können in hydraulischen Systemen bspw. ziehende Lasten, Ölviskositäten, Temperaturänderungen oder eine nicht konstante Durchflussaufteilung aufgrund unterschiedlicher Belastungen am Hydraulikzylinder sein.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine durch ein Flurförderzeug transportierte Last präziser in der Bewegung zu regeln als dies mit bekannten hydraulischen Systemen möglich ist.

[0005] Die Erfindung löst die Aufgabe durch ein Flurförderzeug gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren gemäß Anspruch 9.

[0006] Das erfindungsgemäße Flurförderzeug umfasst ein Hubgerüst mit einem Lastteil zum Tragen einer

Last, ein hydraulisches System umfassend mindestens einen Hydraulikzylinder mit einer Kolbenstange und einem Zylindergehäuse, sowie ein Hydraulikaggregat, wobei der mindestens eine Hydraulikzylinder über die Kolbenstange auf das Hubgerüst wirkt, mindestens eine Sensoreinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit und/oder eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders zu ermitteln sowie eine Steuereinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit und/oder eine Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders vorzugeben, eine Regelabweichung der durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit und/oder der durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung zu regeln.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Regelung der Bewegung einer auf ein Hubgerüst eines Flurförderzeugs wirkenden Kolbenstange mindestens eines Hydraulikzylinders weist die folgenden Schritte auf: Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit und/oder einer Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders durch eine Steuereinheit des Flurförderzeugs, Ermitteln der Ist-Geschwindigkeit und/oder der Ist-Beschleunigung der Kolbenstange durch mindestens eine Sensoreinheit des Flurförderzeugs, Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit und/oder der Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung durch die Steuereinheit, Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder der Beschleunigung der Kolbenstange auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung durch die Steuereinheit.

[0008] Erfindungsgemäß wird also eine Soll-Geschwindigkeit, eine Soll-Beschleunigung oder eine Soll-Geschwindigkeit und eine Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders vorgegeben. Entsprechend einer gewünschten Bewegung einer auf dem Lastteil befindlichen Last erhält die Steuereinheit bspw. durch eine Bedienperson eine Vorgabe zur Ansteuerung der entsprechenden Hydraulikzylinder. Die Steuereinheit steuert das hydraulische System des Flurförderzeugs entsprechend der Vorgabe derart an, dass der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders die Soll-Geschwindigkeit und/oder Soll-Beschleunigung vorgegeben wird. Die Kolbenstange des Hydraulikzylinders wirkt dabei auf das Hubgerüst und/oder auf das Lastteil des Hubgerüsts. Weiterhin ist erfindungsgemäß mindestens eine Sensoreinheit vorgesehen, die eine Ist-Geschwindigkeit, eine Ist-Beschleunigung oder eine Ist-Geschwindigkeit und eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders misst. Die mindestens eine Sensoreinheit kann bspw. einen Geschwindigkeitssensor um-

fassen, der direkt die Geschwindigkeit der Kolbenstange misst. Auch kann die mindestens eine Sensoreinheit einen Beschleunigungssensor umfassen, der direkt die Beschleunigung der Kolbenstange misst. Auch kann die mindestens eine Sensoreinheit einen Positionssensor umfassen, wobei dann die Sensoreinheit oder die Steuereinheit aus der Veränderung der Position der Kolbenstange die aktuelle Ist-Geschwindigkeit bzw. Ist-Beschleunigung der Kolbenstange ermittelt. Die mindestens eine Sensoreinheit kann insbesondere mehrere Sensoren, beispielsweise einen Geschwindigkeitssensor und einen Beschleunigungssensor aufweisen. Die mindestens eine Sensoreinheit kann bspw. an dem Hydraulikzylinder, insbesondere an der Kolbenstange des Hydraulikzylinders angeordnet sein. Die gemessene Ist-Geschwindigkeit und/oder Ist-Beschleunigung der Kolbenstange wird an die Steuereinheit übertragen, welche daraufhin die Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit und/oder der Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung ermittelt. Die Regelabweichung kann also eine Differenz zwischen Ist- und Soll-Geschwindigkeit sowie zwischen Ist- und Soll-Beschleunigung umfassen. Natürlich können die Differenzen auch als separate Regelabweichungen für Geschwindigkeit und Beschleunigung vorliegen. Anschließend regelt die Steuereinheit erfindungsgemäß die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung nach. Die Steuereinheit prüft also, ob die für die Bewegungsanforderung notwendigen Soll-Werte der Bewegungsgrößen Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Kolbenstange tatsächlich erreicht sind und regelt die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung nach, falls die jeweiligen Ist-Werte und die Soll-Werte der Bewegungsgrößen der Kolbenstange des Hydraulikzylinders nicht übereinstimmen sollten. Über das Hydraulikaggregat erfolgt dabei die Versorgung des mindestens einen Hydraulikzylinders mit Hydraulikflüssigkeit. Das Hydraulikaggregat kann mindestens eine Hydraulikpumpe und einen mit der Hydraulikpumpe verbundenen Hydrauliktank umfassen.

[0009] Es erfolgt erfindungsgemäß somit nicht lediglich eine Vorgabe der Bewegungsparameter, also der Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung, für die Last, sondern eine Informationsverarbeitung über die tatsächliche Bewegung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders und somit der Last und eine entsprechende Nachregelung. Durch die erfindungsgemäße Regelung der Bewegung der Kolbenstange des Hydraulikzylinders und somit der Bewegung der Last auf dem Lastteil kann eine gewünschte Lastbewegung wesentlich präziser und zuverlässiger erreicht und eingehalten werden. Insbesondere können so äußere Störgrößen wie bspw. ziehende Lasten bedingt durch Bremsvorgänge oder Beschleunigungen des Flurförderzeugs sowie Öltemperaturänderungen ausgeglichen werden. Auch ist so eine gleichzeitige Bewegung mehrerer Hydraulikzylinder, insbesondere entlang unterschiedlicher Achsen,

bspw. bei gleichzeitigem Hubvorgang und Schubvorgang, zuverlässiger und stabiler möglich. Weiterhin vereinfacht die erfindungsgemäße Regelung den Aufbau des Hydrauliksystems. Gegenüber dem Stand der Technik kann bspw. auf Load-Sensing-Systeme und auf Druckwaagen verzichtet werden.

[0010] Der mindestens eine Hydraulikzylinder kann bspw. ein Hubzylinder zum Heben und Senken des Lastteils sein. Folglich kann durch die erfindungsgemäße Regelung der Bewegung der Kolbenstange des Hubzylinders das Heben und Senken des Lastteils gesteuert werden. Gemeinsam mit dem Lastteil kann dabei auch das Hubgerüst gehoben oder gesenkt und somit der Masthub durchfahren werden. Wird lediglich das Lastteil gehoben oder gesenkt, so wird der Freihub durchfahren. Auch kann der mindestens eine Hydraulikzylinder ein Neigezylinder zum Vorneigen und Zurückneigen des gesamten Hubgerüsts oder des Lastteils sein. Entsprechend kann durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange des Neigezylinders das Vorneigen und Zurückneigen des gesamten Hubgerüsts oder des Lastteils gesteuert werden. Auch kann der mindestens eine Hydraulikzylinder ein Schubzylinder zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts oder des Lastteils sein, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange des Schubzylinders die Vorbewegung und Rückbewegung des Hubgerüsts gesteuert wird. Über den mindestens einen Hydraulikzylinder kann also entweder ein Hubvorgang, ein Neigevorgang oder ein Schubvorgang durchgeführt werden. Das Flurförderzeug kann auch mehrere der genannten Hydraulikzylinder aufweisen. Bspw. kann das Flurförderzeug drei Hydraulikzylinder umfassen, wobei ein erster Hydraulikzylinder ein Hubzylinder zum Heben und Senken des Lastteils, ein zweiter Hydraulikzylinder ein Neigezylinder zum Vorneigen und Zurückneigen des Hubgerüsts bzw. des Lastteils und ein dritter Hydraulikzylinder ein Schubzylinder zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts bzw. des Lastteils ist. Somit kann eine auf dem Lastteil befindliche Last in mehreren Bewegungsrichtungen besonders präzise bewegt werden. Grundsätzlich kann es sich bei dem mindestens einen Hydraulikzylinder um einen einfach wirkenden Hydraulikzylinder oder einen doppelt wirkenden Hydraulikzylinder, insbesondere einen Differentialzylinder, handeln.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist die Steuereinheit des Flurförderzeugs weiterhin dazu ausgebildet, eine Ist-Beschleunigung aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Geschwindigkeit zu ermitteln und/oder eine Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Beschleunigung zu ermitteln. Umfasst die Sensoreinheit beispielsweise einen Geschwindigkeitssensor, so kann die Ist-Beschleunigung der Kolbenstange durch die Steuereinheit aus der Ist-Geschwindigkeit, die der Geschwindigkeitssensor gemessen hat, errechnet werden, insbesondere durch Differenzierung nach der Zeit. Umfasst die Sensoreinheit

beispielsweise einen Beschleunigungssensor, so kann die Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange durch die Steuereinheit aus der Ist-Beschleunigung, die der Beschleunigungssensor gemessen hat, errechnet werden, insbesondere durch eine Integration über die Zeit. Wird die Geschwindigkeit der Kolbenstange aus einer gemessenen Beschleunigung der Kolbenstange errechnet, kann zudem auch vorgesehen sein, dass die Beschleunigung oder Verzögerung des gesamten Flurförderzeugs ermittelt und bei der Berechnung berücksichtigt wird.

[0012] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann das Flurförderzeug mindestens einen Verformungssensor umfassen, der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts zu messen, wobei die Steuereinheit weiterhin dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts zu regeln. Entsprechend kann das Verfahren weiterhin den Schritt des Messens der Verformung des Hubgerüsts durch mindestens einen Verformungssensor und das Regeln der Bewegung der Kolbenstange auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts umfassen. Ein solcher Verformungssensor kann bspw. ein Dehnungssensor sein. Über den Verformungssensor kann eine Biegung des Hubgerüsts, insbesondere des Hubmastes, ermittelt werden. Diese Informationen über die Biegung des Hubmastes können ebenso der Steuereinheit zugeführt werden, welche den mindestens einen Hydraulikzylinder ansteuert. Somit können Schwingungen oder Vibrationen des Mastes ausgeglichen werden.

[0013] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann die Steuereinheit dazu ausgebildet sein, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders durch Veränderung des durch das Hydraulikaggregat erzeugten Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit zu steuern. Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das hydraulische System mindestens ein Steuerventil umfasst, das der Steuerung der Versorgung des mindestens einen Hydraulikzylinders mit Hydraulikflüssigkeit aus dem Hydraulikaggregat dient. Entsprechend kann also die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange des mindestens einen Hydraulikzylinders durch die Veränderung des durch das Hydraulikaggregat, insbesondere durch eine Hydraulikpumpe des Hydraulikaggregats, erzeugten Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit oder durch Veränderung der Ventilstellung eines dem mindestens einen Hydraulikzylinder vorgeschalteten Steuerventils erfolgen. Auch kann das Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit bzw. der Beschleunigung der Kolbenstange sowohl durch eine Veränderung des Volumenstroms durch das Hydraulikaggregat wie auch durch ein Verändern der Ventilstellung erfolgen. So kann bspw. die Steuereinheit der Kolbenstange des Hydraulikzylinders eine Soll-Geschwindigkeit durch einen definierten Volumenstrom an Hydraulikflüssigkeit und/oder eine definierte

Ventilstellung des Steuerventils vorgeben. Auch kann die Nachregelung der Geschwindigkeit zur Anpassung an die Soll-Vorgabe so erfolgen. Eine Beschleunigung der Kolbenstange kann beispielsweise durch eine Änderung des Volumenstroms an Hydraulikflüssigkeit erreicht werden. Bei dem mindestens einen Steuerventil kann es sich bspw. um ein Proportionalventil oder ein diskretes Schaltventil handeln. Das Proportionalventil unterscheidet sich dabei von dem diskreten Schaltventil darin, dass es auch Zwischenzustände zwischen den Ventilstellungen einnehmen kann. Das Steuerventil kann bspw. ein 2/2-Wege-Proportionalventil oder ein 2/2-Wege-Schaltventil oder ein 3/3-Wege-Proportionalventil oder ein 3/3-Wege-Schaltventil oder ein 4/3-Wege-Proportionalventil oder ein 4/3-Wege-Schaltventil sein. Insbesondere können mehrere Steuerventile vorgesehen sein, die den Zufluss und Rückfluss von Hydraulikflüssigkeit zu mehreren Hydraulikzylindern regeln. Auch können separate Steuerventile für den Zufluss und den Rückfluss vorgesehen sein.

[0014] Das erfindungsgemäße Flurförderzeug ist zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit dem erfindungsgemäßen Flurförderzeug durchgeführt werden.

[0015] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von drei Figuren erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Flurförderzeug in einer schematischen Ansicht,

Figur 2 das hydraulische System des erfindungsgemäßen Flurförderzeugs in einer Ausgestaltung,

Figur 3 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Regelkreises.

[0016] Figur 1 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Flurförderzeugs 10. Es ist ein Hubgerüst 12 mit einem Lastteil 14 ersichtlich, sowie ein hydraulisches System 20 und eine Steuereinheit 40. Das in Figur 1 gezeigte hydraulische System 20 umfasst einen Neigezylinder 22b als Hydraulikzylinder. Zur Messung der Geschwindigkeit bzw. der Beschleunigung der Kolbenstange des Neigezylinders 22b weist der Neigezylinder 22b einen in Figur 2 gezeigten Sensor auf. Über den Neigezylinder 22b kann das gesamte Hubgerüst 12 entlang der mit B gekennzeichneten Bewegungsrichtung geneigt werden. Weiterhin kann das Flurförderzeug einen oder mehrere Hubzylinder zum Ausfahren des Hubgerüsts 12 bzw. des Lastteils 14 entlang der mit A gekennzeichneten Bewegungsrichtung verfügen. Auch kann das Flurförderzeug über einen oder mehrere Schubzylinder zur Bewegung des Hubgerüsts 12 bzw. des Lastteils 14 entlang der mit C gekennzeichneten Bewegungsrichtung verfügen. Zudem ist in Figur 1 mit dem Bezugszeichen 50 ein Verformungssensor zur Erkennung

nung einer Biegung des Mastes ersichtlich.

[0017] In Figur 2 ist eine mögliche Ausgestaltung des hydraulischen Systems 20 und dessen Zusammenwirken mit der Steuereinheit 40 dargestellt. Das hydraulische System 20 umfasst drei Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c, vier Steuerventile 60a, 60b, 60c, 61a sowie ein aus einem Hydrauliktank 29 und einer Hydraulikpumpe 28 bestehendes Hydraulikaggregat. Die Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c weisen jeweils eine Kolbenstange 24a, 24b, 24c sowie ein Zylindergehäuse 26a, 26b, 26c und einen an dem jeweiligen Zylindergehäuse angeordneten Sensor 30a, 30b, 30c zur Messung der Geschwindigkeit bzw. der Beschleunigung der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c auf. Zudem können weitere Verbraucher 70 an das hydraulische System 20 angeschlossen sein. In dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Hydraulikzylinder 22a ein Hubzylinder, der Hydraulikzylinder 22b ein Neigezylinder und der Hydraulikzylinder 22c ein Schubzylinder. Der Hubzylinder 22a ist hierbei ein einfach wirkender Zylinder mit lediglich einem Leitungsanschluss und einem getrenntem Zuführventil 60a und Rückführventil 61a. Beide Ventile 60a, 61a sind 2/2-Wege-Ventile mit zwei möglichen Ventilstellungen, Durchflussstellung und Sperrstellung. Der Neigezylinder 22b sowie der Schubzylinder 22c sind doppelt wirkende Zylinder und verfügen somit über zwei Leitungsanschlüsse. Über die Ventile 60b, 60c wird der Zufluss sowie die Rückführung von Hydraulikflüssigkeit zu dem Neigezylinder 22b bzw. dem Schubzylinder 22c geregelt. Durch die Steuereinheit 40 sind die Ventile 60a, 60b, 60c, 61a elektrisch betätigbar. Dabei stellen die gestrichelten Linien elektrische Verbindungsleitungen dar. Die durchgezogenen Linien stellen Hydraulikleitungen dar. Die Ventile 60b, 60c sind 3/3-Wege-Ventile mit drei möglichen Ventilstellungen: Eine erste Durchflussstellung zum Herausbewegen der jeweiligen Kolbenstange aus dem jeweiligen Zylindergehäuse, eine Sperrstellung sowie eine zweite Durchflussstellung zum Hineinbewegen der jeweiligen Kolbenstange in das jeweilige Zylindergehäuse.

[0018] Im Folgenden wird die Funktionsweise der Erfindung anhand der Figuren 2 und 3 erläutert. Entsprechend einer Bewegungsanforderung der durch das Flurförderzeug transportierten Last 16 erhält die Steuereinheit 40 bspw. durch eine Bedienperson eine Anforderung für die Bewegung einer auf dem Lastteil 14 befindlichen Last. Entsprechend dieser Vorgabe gibt die Steuereinrichtung 40 der hydraulischen Pumpe 28 sowie den Zuführventilen 60a, 60b, 60c eine Soll-Geschwindigkeit v_S bzw. eine Soll-Beschleunigung a_S vor. Dies kann beispielsweise durch Vorgabe entsprechender Steuerströme geschehen. Durch die Hydraulikpumpe 28 wird ein für die gewünschte Bewegungsgeschwindigkeit der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c der Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c notwendiger Volumenstrom erzeugt. Die Ventile 60a, 60b, 60c teilen diesen Volumenstrom entsprechend der Bewegungsanforderung auf die Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22c auf. Da es sich bei allen Ventilen

60a, 60b, 60c, 61a um Proportionalventile handelt, kann der Zufluss und Rückfluss von Hydraulikflüssigkeit zu den Zylindern präzise gesteuert werden. Handelt es sich bspw. um eine Hubanforderung, so werden die Ventile 60b und 60c in die Sperrstellung geschaltet, während das Ventil 60a in die Durchflussstellung schaltet. Somit wird lediglich der Hubzylinder 22a mit Hydraulikflüssigkeit versorgt. Das Rückführventil 61a ist hierbei ebenfalls in der Sperrstellung. Es erfolgt somit ein Anheben der Last durch Ausfahren des Hubgerüsts. Soll zusätzlich zu dem Hubvorgang die Last auch nach vorne bewegt werden, so schaltet zudem das Ventil 60c in die erste Durchflussstellung, um die Kolbenstange 24c des Schubzylinders 22c aus dem Gehäuse 26c herauszuschieben.

[0019] Eine Ansteuerung der Hydraulikpumpe 28 sowie der Ventile 60a, 60b, 60c erfolgt, wie erwähnt, elektrisch. Die Steuereinheit 40 kann also die entsprechende Soll-Geschwindigkeit bzw. Soll-Beschleunigung als elektrischen Strom an die Hydraulikpumpe 28 bzw. als elektrische Ströme an die jeweiligen Ventile 60a, 60b, 60c weitergeben. Der sich dadurch einstellende Volumenstrom zu den Hydraulikzylindern 22a, 22b, 22c führt zu einer entsprechenden Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung der Kolbenstange der jeweiligen Hydraulikzylinder wodurch wiederum das Hubgerüst 12 bzw. das Lastteil 14 bewegt werden. Während der Bewegung der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c der entsprechenden Hydraulikzylinder 22a, 22b, 22b messen die Sensoren 30a, 30b, 30c die Geschwindigkeit bzw. die Beschleunigung der Kolbenstangen 24a, 24b, 24c gegenüber dem Zylindergehäuse 26a, 26b, 26c. Die ermittelten Ist-Geschwindigkeiten bzw. Ist-Beschleunigungen werden zurück an die Steuereinheit 40 gegeben, welche daraufhin die Stellgrößen Vorgabegeschwindigkeit v_S bzw. Vorgabebeschleunigung a_S anpasst. Durch diesen kontinuierlichen Regelkreis kann eine angeforderte Geschwindigkeit oder Beschleunigung der Last wesentlich präziser erreicht und eingehalten werden. Insbesondere können durch diesen Regelkreis externe Störgrößen, welche zu einer Abweichung der Ist-Geschwindigkeit bzw. der Ist-Beschleunigung von der Soll-Geschwindigkeit bzw. der Soll-Beschleunigung führen, ausgeglichen werden.

[0020] Auch das Rückführventil 61a wird elektrisch angesteuert, um eine erfindungsgemäße Regelung auch beim Senken des über den Hubzylinder 22a angesteuerten Hubgerüsts 12 bzw. Lastteils 14 zu ermöglichen. Im Gegensatz zu den Ventilen 60b, 60c muss die Pumpe 28 nicht arbeiten, um die Kolbenstange 24a zurückzuführen, da es sich bei dem Zylinder 22a um einen einfach wirkenden Zylinder handelt. Dies erspart eine aufwändige und teure hydraulische Regelung und bietet die Möglichkeit, die Senkgeschwindigkeit ggf. auch abhängig von Last, Hubhöhe oder anderen Parametern zu regeln.

[0021] Außerdem kann in den Endbereichen des Hydraulikzylinders, also nahe der maximalen oder minimalen Ausfahrposition der Kolbenstange, eine optimierte Bewegung stattfinden. Beispielsweise kann eine Be-

grenzung der Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerte in den Endbereichen vorgesehen sein, um sanft in die Anschlagposition zu gelangen. Auch kann die Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung der Kolbenstange abhängig von der Lage der über die Kolbenstange bewegten Achse, der Hubhöhe, der Biegung des Mastes und/oder der Masse der Last geregelt werden.

Patentansprüche

1. Flurförderzeug (10), umfassend

- ein Hubgerüst (12) mit einem Lastteil (14) zum Tragen einer Last (16),
- ein hydraulisches System (20), umfassend mindestens einen Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) mit einer Kolbenstange (24a, 24b, 24c) und einem Zylindergehäuse (26a, 26b, 26c), sowie ein Hydraulikaggregat (28, 29), wobei der mindestens eine Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) über die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf das Hubgerüst (12) wirkt,
- mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c), die dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit und/oder eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) zu ermitteln,
- eine Steuereinheit (40), die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit und/oder eine Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) vorzugeben, eine Regelabweichung der durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit und/oder der durch die mindestens eine Sensoreinheit ermittelten Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung zu regeln.

2. Flurförderzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Hubzylinder (22a) zum Heben und Senken des Lastteils (14) ist oder dass der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Neigezylinder (22b) zum Vorneigen und Zurückneigen des Hubgerüsts (12) ist oder dass der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Schubzylinder (22c) zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts (12) ist.

3. Flurförderzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) ein einfach wirkender

Hydraulikzylinder oder ein doppelt wirkender Hydraulikzylinder, insbesondere ein Differentialzylinder, ist.

4. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (40) weiterhin dazu ausgebildet ist, eine Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) zu ermitteln und/oder eine Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist-Beschleunigung zu ermitteln.

5. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Verformungssensor (50), der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts (12) zu messen, wobei die Steuereinheit (40) weiterhin dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12) zu regeln.

6. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (40) dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch Veränderung des durch das Hydraulikaggregat (28, 29), insbesondere durch eine Hydraulikpumpe (28) des Hydraulikaggregats (28, 29), erzeugten Volumensstroms der Hydraulikflüssigkeit zu steuern.

7. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das hydraulische System (20) mindestens ein Steuerventil (60a, 60b, 60c), insbesondere ein Proportionalventil und/oder ein diskretes Schaltventil, zur Steuerung der Versorgung des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) mit Hydraulikflüssigkeit aus dem Hydraulikaggregat (28, 29) umfasst.

8. Flurförderzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (40) dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit und/oder die Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch Verändern der Ventilstellung des mindestens einen Steuerventils (60a, 60b, 60c) zu regeln.

9. Verfahren zur Regelung der Bewegung einer auf ein Hubgerüst (12) eines Flurförderzeugs (10) wirken-

den Kolbenstange (24a, 24b, 24c) mindestens eines Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) des Flurförderzeugs (10), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist

- Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit und/oder einer Soll-Beschleunigung für die Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch eine Steuereinheit (40) des Flurförderzeugs (10),
- Ermitteln der Ist-Geschwindigkeit und/oder der Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) durch mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) des Flurförderzeugs,
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit und/oder der Ist-Beschleunigung von der Soll-Beschleunigung durch die Steuereinheit (40),
- Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder der Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der ermittelten Regelabweichung durch die Steuereinheit (40).

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Hubzylinder (22a) ist, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24a) des Hubzylinders (22a) das Heben und Senken des Lastteils (14) gesteuert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Neigezylinder (22b) ist, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24b) des Neigezylinders (22b) das Vorneigen und Zurückneigen des Hubgerüsts (12) gesteuert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Hydraulikzylinder mindestens ein Schubzylinder (22c) ist, sodass durch das Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24c) des Schubzylinders (22c) die Vorbewegung und Rückbewegung des Hubgerüsts (12) gesteuert wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren weiterhin die Schritte umfasst: Ermitteln einer Ist-Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) und/oder Ermitteln einer Ist-Geschwindigkeit der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) aus einer durch die mindestens eine Sensoreinheit (30a, 30b, 30c) ermittelten Ist-Beschleunigung durch die Steuereinheit (40).

14. Verfahren nach einem der 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren weiterhin die folgenden Schritte umfasst: Messen der Verformung des Hubgerüsts (12) durch mindestens einen Verformungssensor (50), Regeln der Bewegung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12).

15. Verfahren nach einem der 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder der Beschleunigung der Kolbenstange (24a, 24b, 24c) des mindestens einen Hydraulikzylinders (22a, 22b, 22c) durch Veränderung des durch ein Hydraulikaggregat (28, 29) erzeugten Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit und/oder durch Verändern der Ventilstellung eines dem mindestens einen Hydraulikzylinder (22a, 22b, 22c) vorgeschalteten Steuerventils (60a, 60b, 60c) erfolgt.

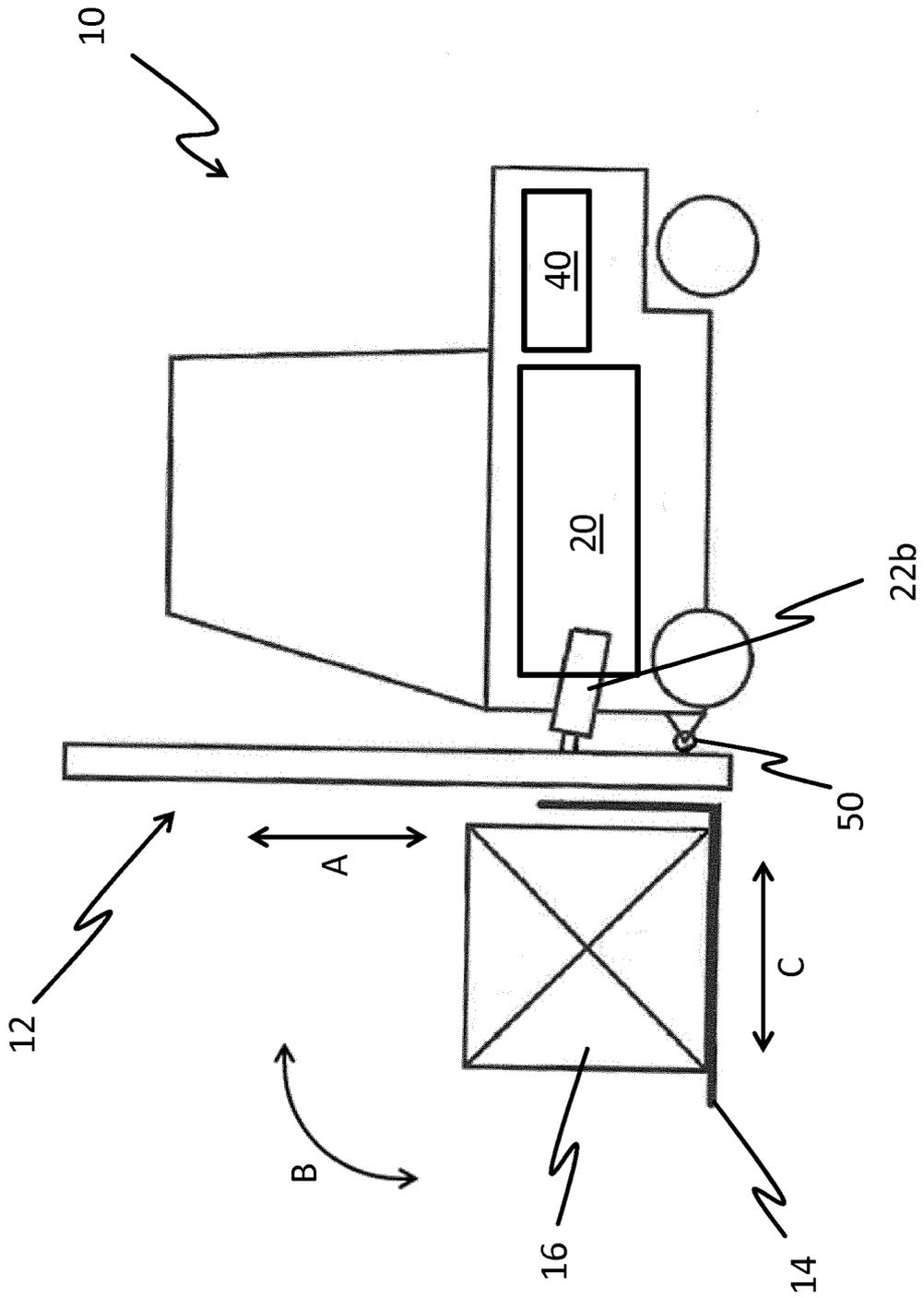


Fig. 1

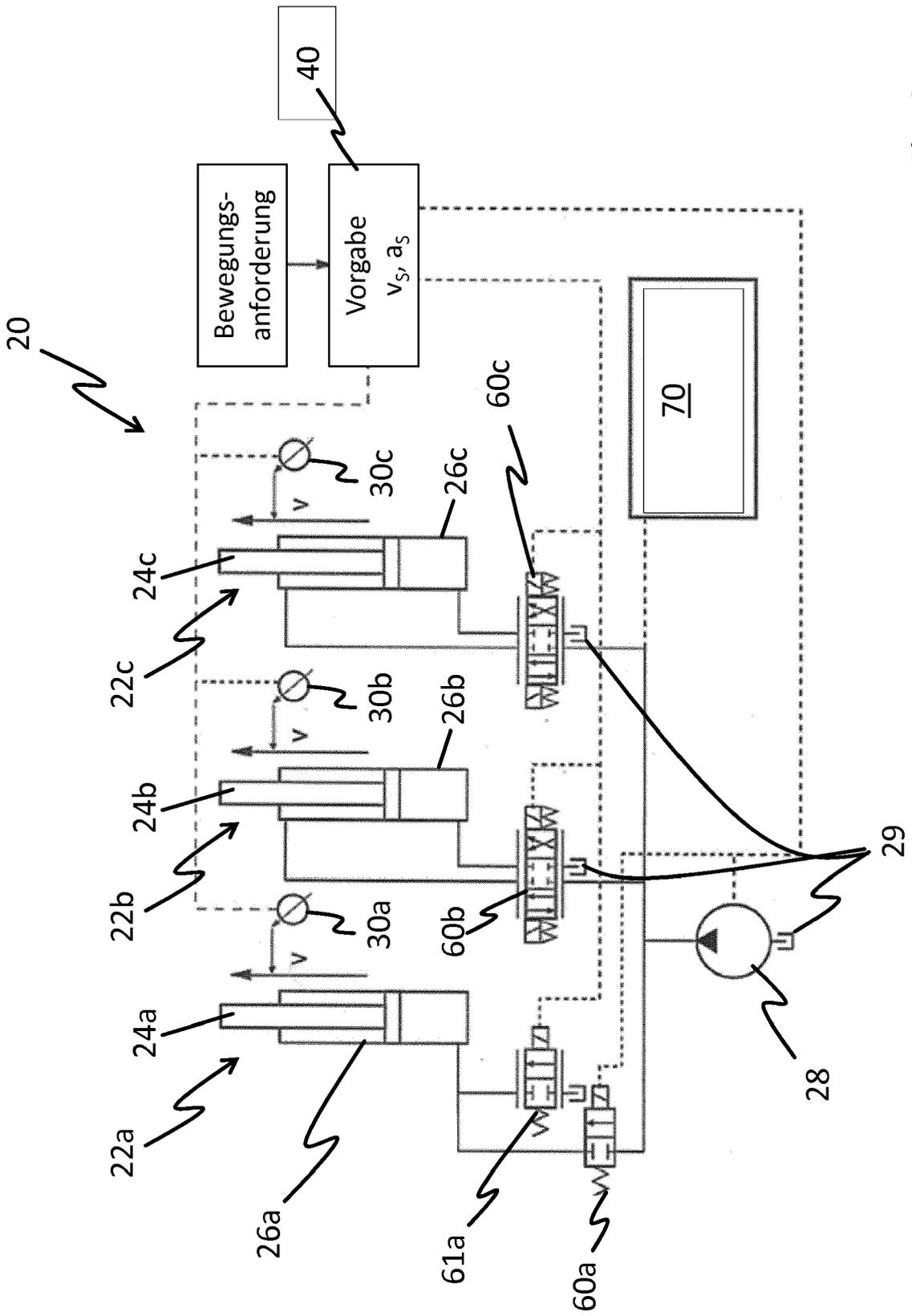


Fig. 2

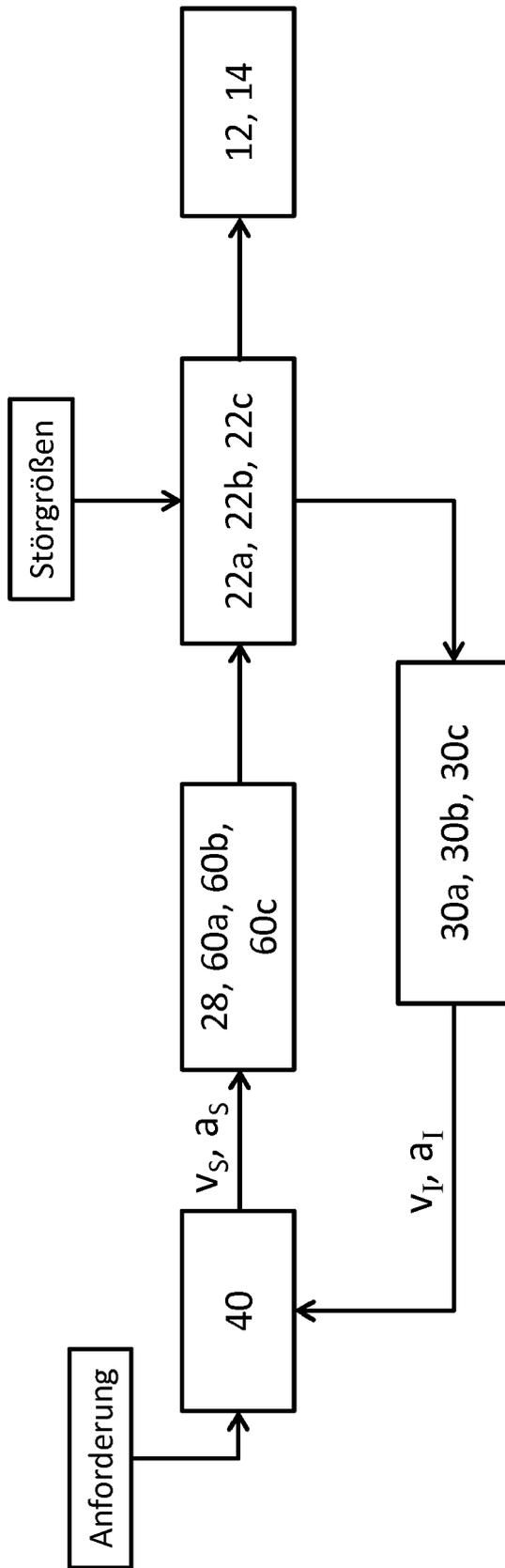


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7698

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	DE 100 21 822 A1 (LINDE AG [DE]) 8. November 2001 (2001-11-08)	1-3,6,7, 9,10,15	INV. B66F9/22 B66F9/24
Y A	* Absätze [0028], [0030]; Anspruch 1 *	5,14 4,13	
X	DE 10 2014 115152 A1 (JUNGHEINRICH AG [DE]) 21. April 2016 (2016-04-21)	1-3,7-9, 12,15	
X	DE 199 09 745 A1 (LINDE AG [DE]) 7. September 2000 (2000-09-07)	1-3,9, 11,15	
Y	DE 10 2007 015488 A1 (STILL WAGNER GMBH [DE]) 2. Oktober 2008 (2008-10-02)	5,14	
X	DE 100 21 823 A1 (LINDE AG [DE]) 8. November 2001 (2001-11-08)	1,9	
X	EP 0 990 802 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. April 2000 (2000-04-05)	1,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B66F
A	EP 2 636 637 A1 (LINDE MATERIAL HANDLING GMBH [DE]) 11. September 2013 (2013-09-11)	1-15	
A	EP 2 123 594 A1 (BT PRODUCTS AB [SE]) 25. November 2009 (2009-11-25)	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. April 2018	Prüfer Serôdio, Renato
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 20 7698

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.

09-04-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10021822 A1	08-11-2001	KEINE	
DE 102014115152 A1	21-04-2016	KEINE	
DE 19909745 A1	07-09-2000	KEINE	
DE 102007015488 A1	02-10-2008	DE 102007015488 A1 EP 1975114 A1	02-10-2008 01-10-2008
DE 10021823 A1	08-11-2001	KEINE	
EP 0990802 A2	05-04-2000	DE 19844795 A1 EP 0990802 A2	13-04-2000 05-04-2000
EP 2636637 A1	11-09-2013	CN 103303845 A DE 102012101949 A1 EP 2636637 A1	18-09-2013 12-09-2013 11-09-2013
EP 2123594 A1	25-11-2009	EP 2123594 A1 WO 2009141242 A1	25-11-2009 26-11-2009

EPO FORM P0461

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