



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

(51) Int Cl.:
B66F 9/10 (2006.01) B66F 9/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17207695.2**

(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

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

(72) Erfinder: **Puke, Christian**
21079 Hamburg (DE)

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

(30) Priorität: **15.12.2016 DE 102016124506**

(54) **FLURFÖRDERZEUG MIT EINER STEUEREINHEIT ZUR REGELUNG DER BEWEGUNG EINER LAST SOWIE EIN ENTSPRECHENDES VERFAHREN**

(57) Flurförderzeug, umfassend ein Hubgerüst mit einem Lastteil zum Tragen einer Last, einen auf das Hubgerüst wirkenden Schubschlitten zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts, mindestens einen Sensor, der dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens zu messen, sowie eine Steuereinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit

für den Schubschlitten vorzugeben, eine Regelabweichung der durch den mindestens einen Sensor gemessenen Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung zu regeln.

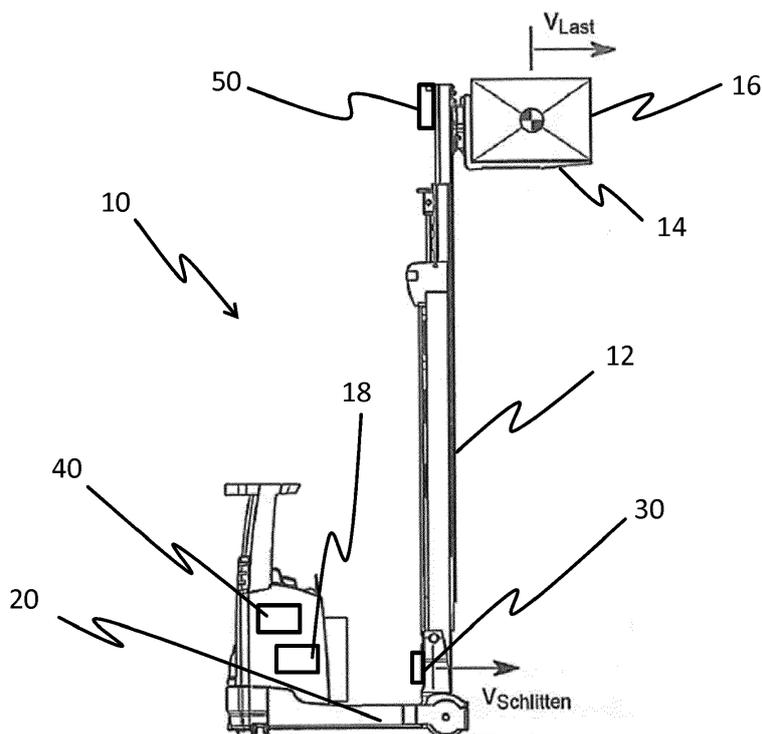


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug mit einer Steuereinheit zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst eines Flurförderzeugs wirkenden Schubschlittens sowie ein solches Verfahren.

[0002] Bekannte Flurförderzeuge weisen üblicherweise einen Fahrzeughahmen und einen Hubmast mit einem Lastteil auf. Das Lastteil sowie die einzelnen Maststufen des Hubmastes können aus- und eingefahren sowie der Hubmast um eine senkrechte Fahrzeugachse vor- und zurückgeneigt oder auch über einen Schubschlitten vor- und zurückgeschoben werden. Flurförderzeuge mit einem Schubschlitten werden üblicherweise Schubmaststapler genannt. Bekannte Flurförderzeuge weisen zudem eine Steuerung auf, über die eine von einer Bedienperson vorgegebene Geschwindigkeit als entsprechende Stellgröße an einen Antrieb weitergegeben werden kann. Über den Antrieb können dann beispielsweise die Hubfunktion, die Neigefunktion sowie die Schubfunktion des Flurförderzeugs realisiert werden. Zumeist handelt es sich um einen hydraulischen Antrieb mit einem oder mehreren Hydraulikzylindern. Beispielsweise zur Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens des Hubgerüsts übersetzt die Steuerung eine Geschwindigkeitsvorgabe entsprechend der Kennlinie des Hydraulikventils in eine Stellgröße. Entsprechend dieser Stellgröße wird der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit gesteuert. Über den Hydraulikzylinder wird der Schubschlitten am Fußpunkt des Hubgerüsts bewegt, was zu einer Bewegung des Hubgerüsts und somit letztlich der Last führt. Aufgrund äußerer Einflüsse, beispielsweise aufgrund von Fertigungstoleranzen, schwankenden Reibungskräften, Materialverschleiß oder sonstigen statischen oder dynamischen Kräften, kann die Geschwindigkeit des Schubschlittens jedoch von der Geschwindigkeitsvorgabe abweichen.

[0003] Weiterhin kann es durch eine Bewegung des Schubschlittens zu einem unerwünschten Schwingen des Schubgerüsts und somit der Last kommen. Derartige Schwingungen können zumindest verringert werden, indem der Schubmast in vordefinierten Betriebspositionen besonders sanft beschleunigt bzw. verzögert wird. Ein solches Verfahren ist beispielsweise aus WO 2008 006 928 A1 bekannt. Hierbei auf Grundlage unterschiedlicher Betriebsparameter des Flurförderzeugs, wie beispielsweise der Hubhöhe und der Masse der transportierten Last, die erste Eigenfrequenz des Schubgerüsts ermittelt.

[0004] Auch sind aktive Mastschwingungsdämpfungen bekannt, welche zur Schwingung proportionale Größen, wie beispielsweise eine Beschleunigung oder eine Dehnung des Hubgerüsts, messen und auf Grundlage dieser Messgrößen die Bewegung des Schubmastes regeln. Eine solche aktive Schwingungsdämpfung ist beispielsweise aus DE 10 2007 024 817 A1 bekannt, wobei hier eine Regelung gemäß einer in der Steuervorrichtung

gespeicherten Bewegungscharakteristik des Stellglieds des Schubmastes für unterschiedliche Betriebsituationen des Flurförderzeugs erfolgt. Methoden zur aktiven Schwingungsdämpfung sind des Weiteren auch aus EP 1 975 114 A1 sowie aus DE 10 2006 012 982 A1 bekannt.

[0005] Die erläuterten Steuerungen bzw. Regelungen können jedoch nicht sicherstellen, dass der Schubschlitten und somit die auf dem Hubgerüst befindliche Last auch tatsächlich eine durch die Bedienperson vorgegebene Geschwindigkeit erreicht.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Flurförderzeug zur Verfügung zu stellen, welches eine genaue Einhaltung der Vorgabegeschwindigkeit des Schubschlittens ermöglicht. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst eines Flurförderzeugs wirkenden Schubschlittens zur Verfügung zu stellen, welches die Einhaltung der Geschwindigkeitsvorgabe ermöglicht.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Flurförderzeug gemäß Anspruch 1. Weiterhin wird die Erfindung gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 5. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie den Figuren.

[0008] Das erfindungsgemäße Flurförderzeug umfasst

- ein Hubgerüst mit einem Lastteil zum Tragen einer Last,
- einen auf das Hubgerüst wirkenden Schubschlitten zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts,
- mindestens einem Sensor, der dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens zu messen, sowie
- eine Steuereinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten vorzugeben, eine Regelabweichung der durch den mindestens einen Sensor gemessenen Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung zu regeln.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst eines Flurförderzeugs wirkenden Schubschlittens weist die folgenden Schritte auf:

- Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten durch eine Steuereinheit des Flurförderzeugs,
- Messen der Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens durch mindestens einen Sensor des Flurförderzeugs,
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit durch die Steuereinheit,

- Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung durch die Steuereinheit.

[0010] Das Flurförderzeug kann beispielsweise ein Gabelstapler, insbesondere ein Schubmaststapler sein. Erfindungsgemäß umfasst das Flurförderzeug ein Hubgerüst mit einem Lastteil. Das Hubgerüst kann einen Hubmast mit einer oder mehreren Maststufen aufweisen und mit einem einen Antriebsteil umfassenden Chassis des Flurförderzeugs verbunden sein. Das Lastteil kann beispielsweise eine Lastgabel sein. Das Lastteil dient der Aufnahme einer durch das Flurförderzeug zu transportierenden Last, beispielsweise einer Palette. Über einen Schubschlitten kann das Hubgerüst vor- und zurückbewegt werden, wobei darunter eine Bewegung in der Fahrtrichtung oder entgegen der Fahrtrichtung des Flurförderzeugs zu verstehen ist. Der Schubschlitten kann dabei an einem Fußpunkt des Hubgerüsts auf das Hubgerüst wirken, insbesondere mit diesem verbunden sein. Durch ein Einfahren bzw. Ausfahren des Schubschlittens kann somit das Hubgerüst nach zurück- bzw. vorbewegt werden. Der Schubschlitten wird dabei mit einer vorgegebenen Soll-Geschwindigkeit bewegt. Die Soll-Geschwindigkeit kann durch eine Bedienperson des Flurförderzeugs vorgeben werden, beispielsweise über einen an dem Flurförderzeug angeordneten Bedienhebel.

[0011] Weiterhin umfasst das Flurförderzeug einen Sensor zur Geschwindigkeitsmessung des Schubschlittens. Da der Schubschlitten auf das Hubgerüst wirkt, kann so die tatsächliche Geschwindigkeit des Hubgerüsts ermittelt werden. Der Sensor kann beispielsweise an dem Schubschlitten angeordnet sein. Auch kann der Sensor an einem auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzylinder angeordnet sein. Diese Ist-Geschwindigkeit wird an die Steuereinheit übermittelt oder von dieser abgefragt. Die Steuereinheit vergleicht daraufhin die vorgegebene Soll-Geschwindigkeit des Schubschlittens mit der durch den Sensor gemessenen Ist-Geschwindigkeit und ermittelt so eine eventuelle Regelabweichung. Basierend auf dieser Regelabweichung wird die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens nachgeregelt. Beispielsweise kann hierfür eine Differenz zwischen der Soll-Geschwindigkeit und der Ist-Geschwindigkeit gebildet werden. Der Geschwindigkeitssensor kann die Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens beispielsweise aus einer Wegmessung ableiten. Beim Vor- und Zurückbewegen des Hubgerüsts gegenüber einem Antriebsteil bzw. Chassis des Flurförderzeugs wird eine gewisse Wegstrecke zurückgelegt. Diese Wegstrecke kann beispielsweise über eine Kodierung verfügen, sodass ein Inkrement zählendes Messverfahren zur Geschwindigkeitsmessung verwendet werden kann.

[0012] Erfindungsgemäß gibt die Steuereinheit des Flurförderzeugs also nicht nur eine Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten vor, sondern regelt die Geschwindigkeit des Schubschlittens nach, falls diese nicht der Soll-Geschwindigkeit entsprechen sollte. Eine derartige

Messung und Nachregelung der tatsächlichen Geschwindigkeit des Schubschlittens ermöglicht eine zuverlässige Einhaltung der Geschwindigkeitsvorgabe, die durch den Bediener des Flurförderzeugs vorgegeben wurde. Somit kann der Einfluss äußerer Störfaktoren, wie beispielsweise Fertigungstoleranzen, schwankende Reibungskräfte und Materialverschleiß oder sonstige statische oder dynamische Kräfte, ausgeglichen werden. Wie einleitend erläutert, wird ein vorgegebener Geschwindigkeitswert bei bekannten Steuerungen aufgrund der genannten Störfaktoren häufig nicht exakt erreicht. Stattdessen kann es zu einer Unterschreitung oder einem Übertreffen der Geschwindigkeitsvorgabe kommen. Bei Übertreffen der Vorgabe kann es zu einer gefährlich hohen Geschwindigkeit kommen, die gegebenenfalls sogar die vom Hersteller vorgegebene Maximalgeschwindigkeit überschreiten kann. Bei einem Unterschreiten der Vorgabe unterschritten, wird der Arbeitsablauf verlangsamt. Durch die erfindungsgemäße Geschwindigkeitsregelung hingegen wird der Vorgabewert mit hoher Genauigkeit erreicht, was ein hohes Arbeitstempo bei gleichzeitiger Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen ermöglicht.

[0013] Nach einer Ausgestaltung umfasst das Flurförderzeug weiterhin mindestens einen Verformungssensor, der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts zu messen, wobei die Steuereinheit weiterhin dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts zu regeln. Nach dieser Ausgestaltung wird also eine Verformung des Hubgerüsts durch mindestens einen Verformungssensor gemessen und entweder durch die erste Steuereinheit, welche auch für die Geschwindigkeitsregelung zuständig ist, oder durch eine separate, zweite Steuereinheit die Bewegung des Schubschlittens auf Basis der gemessenen Verformung geregelt. Der Verformungssensor des Hubgerüsts kann die Verformung des Hubgerüsts beispielsweise über eine relative Beschleunigung eines oberen Endes des Hubgerüsts gegenüber dem Fußpunkt des Hubgerüsts ermitteln. Der Verformungssensor kann ein Beschleunigungssensor sein, der beispielsweise an einem oberen Ende des Hubgerüsts angeordnet ist. Auch kann der Verformungssensor als ein Dehnungssensor, beispielsweise als Dehnungsmesstreifen, ausgebildet sein. Der Verformungssensor kann dann eine Dehnung des Hubgerüsts messen, wobei die Dehnung beispielsweise durch eine Verbiegung des Hubgerüsts bedingt sein kann. Insbesondere kann dabei eine Veränderung der Dehnung gemessen werden. Informationen über die durch den Verformungssensor gemessene Verformung des Hubgerüsts werden an die Steuereinheit weitergegeben bzw. durch diese abgefragt, welche daraufhin die Geschwindigkeit des Schubschlittens derart regelt, dass die Verformung des Hubmastes ausgeglichen wird. Es können insbesondere zwei Verformungssensoren, bevorzugt Beschleunigungssensoren vorgesehen sein. Ein erster der beiden Verformungssensoren kann dabei an

einem oberen Mastende und ein zweiter Verformungssensor an einem unteren Mastende angeordnet sein. Das Vorsehen mindestens eines zweiten Verformungssensors erlaubt das Ermitteln einer Referenzbeschleunigung. Durch diese Ausgestaltung kann somit zusätzlich eine aktive Mastdämpfung, also ein Ausgleich von unerwünschten Mastschwingungen, erreicht werden. Es wird somit sichergestellt, dass auch bei auftretenden Mastschwingungen die durch die Bedienperson vorgegebene Geschwindigkeit des Schubschlittens zuverlässig eingehalten werden kann.

[0014] Auch kann eine zweite Steuereinheit vorgesehen sein, die dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts zu regeln. Es können also zwei Steuereinheiten vorgesehen sein, wobei die erste Steuereinheit die durch den Sensor gemessene Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens verarbeitet, während die zweite Steuereinheit die durch den Verformungssensor gemessene Verformung des Hubgerüsts verarbeitet. Auf Grundlage der Messdaten beider Sensoren kann dann die erste und/oder die zweite Steuereinheit die Geschwindigkeit regeln. Zwei separate Steuereinheiten haben den Vorteil, dass diese beide unabhängig voneinander ausgelegt werden können. Es ist dabei jedoch auch möglich die beiden Steuereinheiten als unabhängige Softwaremodule einer einzigen physischen Steuereinheit zu realisieren.

[0015] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist das Flurförderzeug ein Hydraulikaggregat mit mindestens einem auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzylinder auf, wobei die Steuereinheit ist dazu ausgebildet, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens durch Veränderung des Volumenstroms der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit zu steuern. Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Steuereinheit ein Hydraulikaggregat des Flurförderzeugs ansteuern. Dieses Hydraulikaggregat kann einen oder mehrere Hydraulikzylinder umfassen, die auf den Schubschlitten wirken. Der Schubschlitten kann also durch einen Hydraulikzylinder bewegt werden. Durch eine Regelung des Volumenstroms in bzw. aus dem mindestens einen Hydraulikzylinder kann dieser ausgefahren bzw. eingefahren werden, was zu einer entsprechenden Bewegung des Schubschlittens führt. Über die Bewegung des Schubschlittens werden dann das Hubgerüst sowie die auf dem Lastteil des Hubgerüsts befindliche Last bewegt. Auch kann das Hydraulikaggregat weitere Hydraulikzylinder umfassen, über welche beispielsweise eine Hubfunktion und/oder eine Neigefunktion des Lastteils bzw. des Hubgerüsts ermöglicht werden. Stellt die Steuereinheit eine Abweichung zwischen Soll- und Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens fest, so kann diese den Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit derart nachregeln, dass die gewünschte Soll-Geschwindigkeit erreicht wird. Es kann dabei vorgesehen sein, den erfindungsgemäßen Geschwindigkeitssensor an dem auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzy-

linder anzuordnen. Beispielsweise kann der Sensor die Bewegungsgeschwindigkeit einer Kolbenstange des Hydraulikzylinders gegenüber einem Zylindergehäuse des Hydraulikzylinders messen. Hierfür kann insbesondere ein inkrementelles Messverfahren vorgesehen sein, wobei die Kolbenstange dann in gleichmäßigen Abständen eine Kodierung aufweist.

[0016] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist das Hydraulikaggregat eine Hydraulikpumpe und/oder mindestens ein Steuerventil auf, wobei der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit durch die Hydraulikpumpe und/oder das mindestens ein Steuerventil geregelt werden wird. Die Steuereinheit kann dann bei einer eventuellen Geschwindigkeitsabweichung des Schubschlittens den Volumenstrom über die Hydraulikpumpe erhöhen oder verringern. Auch kann die Steuereinheit zur Regelung des Volumenstroms das mindestens ein Steuerventil weiter öffnen oder schließen.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Flurförderzeug,

Fig. 2 ein Schema zur Geschwindigkeitssteuerung des Schubschlittens,

Fig. 3 ein Regelungsschema zum Ausgleich von Mastschwingungen,

Fig. 4 ein Regelungsschema zur Geschwindigkeitsregelung des Schubschlittens,

Fig. 5 das Regelschema aus Fig. 4 in Kombination mit einer aktiven Mastdämpfung,

Fig. 6 eine kaskadierte Kombination der Geschwindigkeitssteuerung einschließlich einer aktiven Mastdämpfung, und

Fig. 7 ein Diagramm des schematisch dargestellten Verhaltens der Lastgeschwindigkeit über der Zeit.

[0018] In Fig. 1 ist ein Flurförderzeug 10 mit einem Hubgerüst 12, einem Schubschlitten 20, einem Sensor 30 sowie einer Steuereinheit 40 dargestellt. Der Sensor 30 ist an einem Fußpunkt des Hubgerüsts 12 angeordnet. Das Hubgerüst 12 umfasst ein Lastteil 14 mit einer darauf befindlichen Last 16. In dem Fahrzeugrahmen des Flurförderzeugs 10 ist zudem ein Hydraulikaggregat 18 angeordnet, welches eine nicht dargestellte Hydraulikpumpe und zumindest einen auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzylinder umfasst. An der Spitze des Hubgerüsts 12 ist ein Verformungssensor 50 angeordnet. Bei dem Flurförderzeug 10 handelt es sich um einen Schubmaststapler, dessen Hubgerüst 12 über den Schubschlitten 20 in Richtung des mit $v_{\text{Schlitten}}$ gekenn-

zeichneten Pfeils ausgefahren sowie in die entgegengesetzte Richtung eingefahren werden kann. Entsprechend wird die auf dem Lastteil 14 befindliche Last 16 mit einer Geschwindigkeit v_{Last} nach vorne bzw. zurück bewegt.

[0019] Eine den Schubmaststapler 10 bedienende Person kann über eine nicht dargestellte Bedieneinheit eine Geschwindigkeitsvorgabe r an die Steuereinheit 40 übermitteln. Die Steuereinheit 40 übermittelt daraufhin eine der Geschwindigkeitsvorgabe r entsprechende Stellgröße u an das Hydraulikaggregat 18, insbesondere an die Hydraulikpumpe bzw. den mindestens einen Hydraulikzylinder, und somit an den Schubschlitten 20. Der Schubschlitten 20 wird so mit der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ bewegt. Über den Schubschlitten 20 wird folglich das Hubgerüst 12 und somit die Last 16 bewegt. Dies ist in Fig. 2 dargestellt. Hierbei kann die tatsächliche Schubschlittengeschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$, also die Geschwindigkeit des Fußpunktes des Hubgerüsts, von der Geschwindigkeitsvorgabe r abweichen. Dies ist, wie erläutert, äußeren Einflüsse wie beispielsweise Fertigungstoleranzen, schwankenden Reibungskräften sowie Materialverschleiß geschuldet.

[0020] Wie ebenfalls eingangs erwähnt, kann es durch eine Bewegung des Schubschlittens 20 auch zu unerwünschten Schwingungen der auf dem Lastteil 14 befindlichen Last 16 kommen. Hierbei tritt eine Abweichung zwischen der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 und der Geschwindigkeit v_{Last} der Last 16 auf. In Fig. 3 ist ein Schema zur aktiven Mastdämpfung dargestellt, das solche Schwingungen unterdrückt. Gegenüber der in Fig. 2 dargestellten Steuerung werden hier zum einen Betriebsgrößen des Flurförderzeugs und zum anderen eine Verformung des Hubgerüsts 12 berücksichtigt. Betriebsgrößen können beispielsweise die Masse der Last 16 sowie die Hubhöhe des Hubgerüsts 12 sein. Der Verformungssensor 50 ist vorliegend ein Beschleunigungssensor, der die Beschleunigung des oberen Endes des Hubgerüsts 12 gegenüber dem Fußpunkt des Hubgerüsts 12 misst. Der Beschleunigungsmesswert sowie die gemessenen Betriebsgrößen gehen in die Steuereinheit 40 ein. Zudem ist ein weiterer Beschleunigungssensor 51 am unteren Mastende vorgesehen sein, um eine Referenzbeschleunigung ermitteln zu können. Auch dessen Messwert geht in die Steuereinheit 40 ein, was durch die von dem Hubgerüst 12 zu der Steuereinheit 40 verlaufende Doppellinie dargestellt ist. Die Steuereinheit 40 regelt dann über das Hydraulikaggregat 18 die Bewegung des Schubschlittens 20 derart, dass die Schwingung der Last 16 ausgeglichen wird.

[0021] In Fig. 4 ist die erfindungsgemäße Regelung der Geschwindigkeit des Schubschlittens gezeigt. Wie bei der Steuerung in Fig. 2 geht eine Geschwindigkeitsvorgabe r einer Bedienperson in die Steuereinheit 40 ein, welche daraufhin über eine Stellgröße u das Hydraulikaggregat 18 und darüber den Schubschlitten 20 ansteuert. Über den Schubschlitten 20 wird das Hubgerüst 12

und somit die Last 16 mit der Geschwindigkeit v_{Last} bewegt. Ein Sensor 30 misst hierbei die tatsächliche Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 und übermittelt diese an die Steuereinheit 40. Die Steuereinheit 40 ermittelt daraufhin eine eventuelle Abweichung zwischen der Soll-Geschwindigkeit, also der Geschwindigkeitsvorgabe r , und der Ist-Geschwindigkeit, also der Schlittengeschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$, und passt gegebenenfalls die Stellgröße u an. Durch das Anpassen der Stellgröße u erfolgt eine entsprechende Regelung der hydraulischen Antriebseinheit 18 folglich eine Anpassung der Geschwindigkeit des Schubschlittens 20. Diese Messung und Nachregelung der Geschwindigkeit des Schlittens 20 kann kontinuierlich oder in Schritten erfolgen. In der Ausgestaltung aus Fig. 4 werden zudem weitere Betriebsgrößen des Fahrzeugs ermittelt, welche ebenso in die Steuereinheit 40 eingehen. So kann beispielsweise abhängig von der Hubhöhe sowie der Masse der Last der Schubschlitten 20 und somit das Hubgerüst 12 möglichst sanft beschleunigt oder verzögert werden, um eine eventuelle Mastschwingung möglichst zu verhindern.

[0022] Die Ausgestaltung in Fig. 5 ist eine Weiterbildung der Ausgestaltung der Fig. 4, erweitert um eine aktive Mastdämpfung. Zur aktiven Mastdämpfung wird hierbei, wie bereits zu Fig. 3 erläutert, über zwei Beschleunigungssensoren 50, 51 eine Verformung des Hubgerüsts 12 ermittelt und an die Steuereinheit 40 weitergegeben. Nach dieser Ausgestaltung wird also die erfindungsgemäße Geschwindigkeitsregelung mit einer aktiven Mastdämpfung kombiniert. Während die Geschwindigkeitsregelung über den Sensor 30 die Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens 20 ermittelt und so sicherstellt, dass die Ist-Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 der Geschwindigkeitsvorgabe r entspricht, sorgt der zweite Regelkreis (die aktive Mastdämpfung) dafür, dass die Geschwindigkeit v_{Last} des Hubgerüsts 12 und damit der bewegten Last 16 der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 entspricht. Wenn die durch die Beschleunigungssensoren 50, 51 gemessene Größe einen konstanten Wert erreicht, ist folglich die Geschwindigkeit v_{Last} gleich der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$. Entspricht zudem die gemessene Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 der Vorgabegeschwindigkeit r , so ist sichergestellt, dass auch die Last 16 sich mit der vorgegebenen Geschwindigkeit r bewegt.

[0023] In Fig. 6 ist ebenfalls eine erfindungsgemäße Geschwindigkeitsregelung gemeinsam mit einer Schwingungsdämpfung dargestellt. Im Gegensatz zu der Ausgestaltung aus Fig. 5 handelt es sich hierbei jedoch um eine kaskadierte Regelung. Hierfür wird wiederum eine Geschwindigkeitsvorgabe r der Steuereinheit 40 vorgegeben, welche daraufhin eine entsprechende Regelgröße u_1 an eine zweite Steuereinheit 42 weitergibt. Die zweite Steuereinheit 42 gibt die Vorgabe wiederum als Regelgröße u_2 an das Hydraulikaggregat 18 und darüber an den Schubschlitten 20 weiter, was zu

einer Übertragung der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ auf das Hubgerüst 12 und somit zu einer Bewegungsgeschwindigkeit v_{Last} der Last 16 führt. Mit einem ersten Regelkreis wird hierbei die Geschwindigkeit geregelt, indem ein Geschwindigkeitssensor 30 die tatsächliche Geschwindigkeit $v_{m,\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 ermittelt und die erste Steuereinheit 40 eine eventuelle Regelabweichung zwischen der Geschwindigkeitsvorgabe r und der gemessenen Schlittengeschwindigkeit $v_{m,\text{Schlitten}}$ ermittelt. Entsprechend der Regelabweichung gibt die Steuereinheit 40 eine veränderte Stellgröße u_1 an die zweite Steuereinheit 42 weiter. Die zweite Steuereinheit 42 erhält darüber hinaus von den als Beschleunigungssensoren ausgebildeten Verformungssensoren 50, 51 die tatsächliche Beschleunigung $a_{m,\text{Last}}$ der Last 16. Es kann jedoch auch nur ein Verformungssensor vorgesehen sein. Entsprechend der Stellgrößen u_1 sowie $a_{m,\text{Last}}$ gibt die zweite Steuereinheit 42 eine veränderte Stellgröße u_2 an das Hydraulikaggregat 18 weiter, was zu einer Anpassung der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 führt. Zum einen wird somit die Geschwindigkeit des Schubschlittens 20 auf die Geschwindigkeitsvorgabe r geregelt und zum anderen wird die Lastgeschwindigkeit v_{Last} auf die Schlittengeschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ geregelt. Somit ist sichergestellt, dass die Geschwindigkeit der Last auch tatsächlich der Geschwindigkeitsvorgabe entspricht. Die Ausgestaltung aus Fig. 6 hat gegenüber der Ausgestaltung aus Fig. 5 den Vorteil, dass die beiden voneinander unabhängigen Steuereinheiten 40, 42 beliebig und unabhängig voneinander ausgelegt werden können. Es ist dabei auch möglich die beiden Steuereinheiten 40, 42 als unabhängige Softwaremodule einer einzigen physischen Steuereinheit zu realisieren.

[0024] Fig. 7 zeigt das Verhalten der Lastgeschwindigkeit v_{Last} mit der Zeit. Zum Zeitpunkt t_0 beginnt eine Bedienperson eine Geschwindigkeit vorzugeben. Diese Geschwindigkeitsvorgabe entspricht der mit "Vorgabe" gekennzeichneten Kurve. Bis zum Zeitpunkt t_1 wird steigt die Geschwindigkeit kontinuierlich an, danach ist die Vorgabegeschwindigkeit konstant. Ein ungedämpftes System verhält sich bei einer derartigen Geschwindigkeitsvorgabe entsprechend der durchgezogenen Linie, die mit "ungedämpft" gekennzeichnet ist. Dies entspräche einer Steuerung gemäß Fig. 2. Die Geschwindigkeit der Last steigt dabei zunächst langsam und dann immer schneller an und schießt aufgrund einer Schwingung des Hubgerüsts über die Vorgabegeschwindigkeit hinaus. Durch ein darauf folgendes Zurückschwingen des Hubgerüsts sinkt die Lastgeschwindigkeit v_{Last} kurz danach wiederum weit unterhalb die Vorgabegeschwindigkeit, um anschließend aufgrund eines erneuten Nachvorneuschwingens des Hubmastes wieder anzusteigen. In einer lang andauernden Schwingung nähert sich somit die

Lastgeschwindigkeit v_{Last} der Vorgabegeschwindigkeit an. Flurförderzeuge mit einer Betriebsgrößenregelung bzw. einer aktiven Mastdämpfung, wie in den Fig. 3 bzw. 4, gezeigt weisen ein deutlich geringeres Schwingungsverhalten auf. Aufgrund der Rückkopplung der Betriebsgrößen bzw. der Beschleunigung der Last kann die Lastgeschwindigkeit in erläuterter Weise derart geregelt werden, dass die Schwingung des Hubgerüsts eine wesentlich geringere Amplitude aufweist und schneller einen konstanten Wert erreicht. Da diese Systeme jedoch, wie ebenfalls erläutert, keine Geschwindigkeitsregelung aufweisen, wird der vorgegebene Geschwindigkeitswert häufig nicht exakt erreicht, sondern unterschritten oder übertroffen. Wird die Vorgabe übertroffen, so kann es zu einer gefährlich hohen Geschwindigkeit kommen, die gegebenenfalls sogar die vom Hersteller vorgegebene Maximalgeschwindigkeit überschreiten kann. Wird die Vorgabe unterschritten, so wird der Arbeitsablauf verlangsamt. In Fig. 7 pendelt die Lastgeschwindigkeit v_{Last} auf einen Wert geringer als die Vorgabe ein, was zu besagter Verzögerung des Arbeitsablaufes führt.

[0025] Durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. Flurförderzeug zur Geschwindigkeitsregelung des Schubschlittens kann jedoch die mit "Geschwindigkeitsregelung" gekennzeichnete Kurve erreicht werden. Dies entspricht den in den Fig. 4 und 5 dargestellten Regelkreisen. Zusätzlich zu einer starken Verringerung der Schwingung wird nun auch die Lastgeschwindigkeit innerhalb kurzer Zeit auf die tatsächlich gewünschte Vorgabegeschwindigkeit geregelt. Es kann somit ein hohes Arbeitstempo erreicht und gleichzeitig die erforderliche Sicherheit gewährleistet werden.

35 Patentansprüche

1. Flurförderzeug (10), umfassend

- ein Hubgerüst (12) mit einem Lastteil (14) zum Tragen einer Last (16),
- einen auf das Hubgerüst wirkenden Schubschlitten (20) zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts (12),
- mindestens einen Sensor (30), der dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens (20) zu messen, sowie
- eine Steuereinheit (40), die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten (20) vorzugeben, eine Regelabweichung der durch den mindestens einen Sensor (30) gemessenen Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung zu regeln.

2. Flurförderzeug nach Anspruch 1, **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 des Schubschlittens (20) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12) zu regeln.
- 5
3. Flurförderzeug nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Verformungssensor (50), der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts (12) zu messen, sowie durch eine zweite Steuereinheit (42), wobei die zweite Steuereinheit (42) dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12) zu regeln.
- 10
4. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flurförderzeug ein Hydraulikaggregat (18) mit mindestens einem auf den Schubschlitten (20) wirkenden Hydraulikzylinder umfasst, wobei die Steuereinheit dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) durch Veränderung des Volumenstroms der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit zu steuern.
- 15
- 20
- 25
5. Flurförderzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Hydraulikpumpe und/oder mindestens ein Steuerventil vorgesehen ist, wobei der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit durch die Hydraulikpumpe und/oder das mindestens eine Steuerventil geregelt wird.
- 30
- 35
6. Verfahren zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst (12) eines Flurförderzeugs (10) wirkenden Schubschlittens (20), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
- 40
- Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten (20) durch eine Steuereinheit (40) des Flurförderzeugs (10),
 - Messen der Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens (20) durch mindestens einen Sensor (30) des Flurförderzeugs (10),
 - Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit durch die Steuereinheit (40),
 - Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung durch die Steuereinheit (40).
- 45
- 50
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren weiterhin die folgenden Schritte umfasst: Messen einer Verformung des Hubgerüsts
- 55
- (12) durch mindestens einen Verformungssensor (50), Regeln der Bewegung des Schubschlittens (20) durch die Steuereinheit (40) oder durch eine zweite Steuereinheit (42) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12).
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) durch Veränderung des Volumenstroms der in einen Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit erfolgt, wobei der Hydraulikzylinder auf den Schubschlitten (20) wirkt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit durch eine Hydraulikpumpe und/oder mindestens ein Steuerventil geregelt wird.

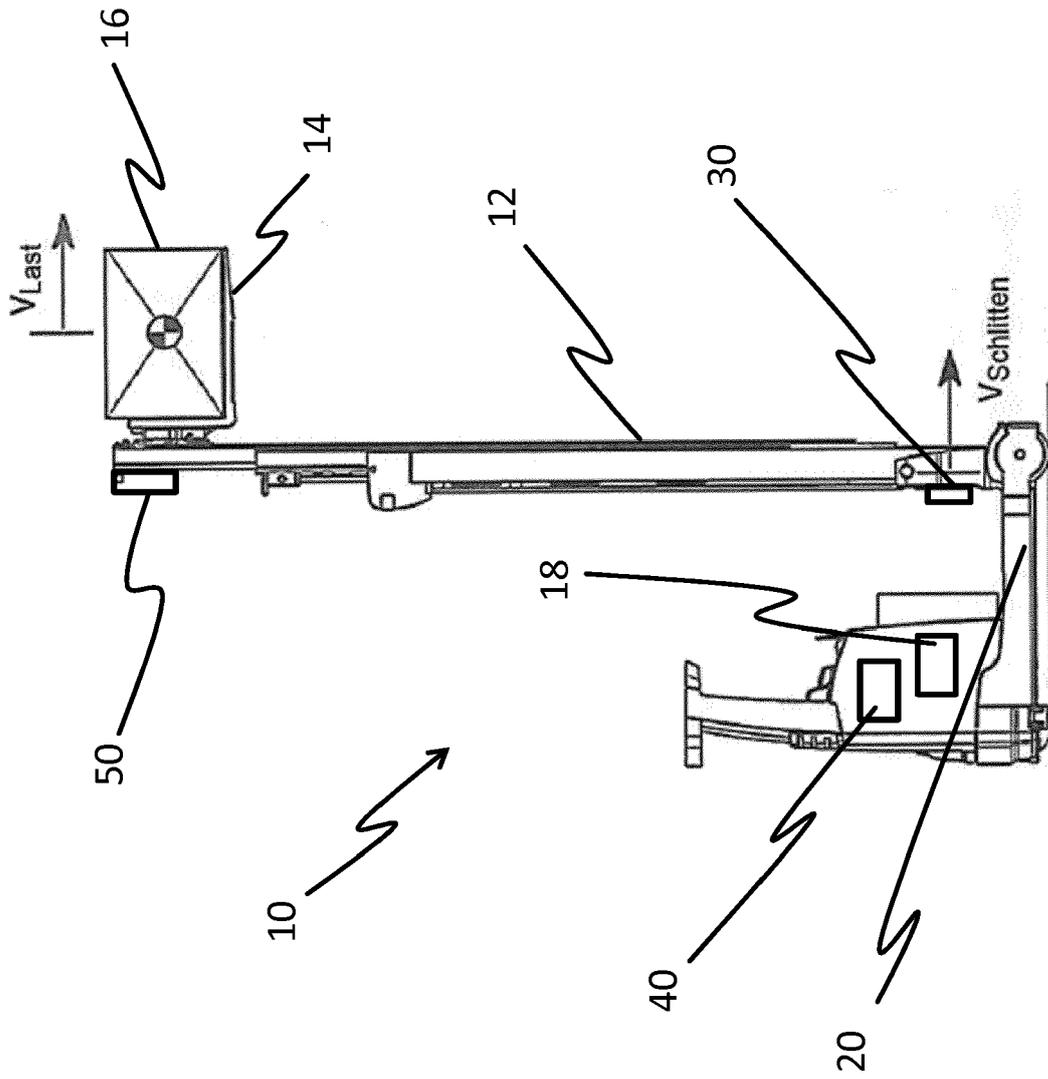


Fig. 1

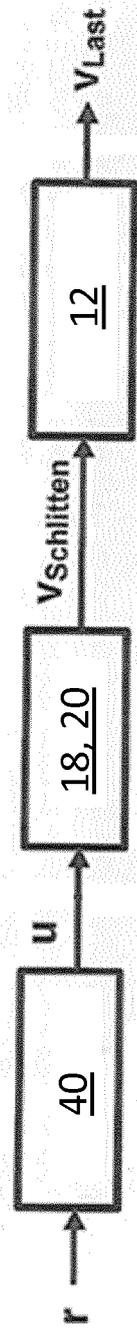


Fig. 2

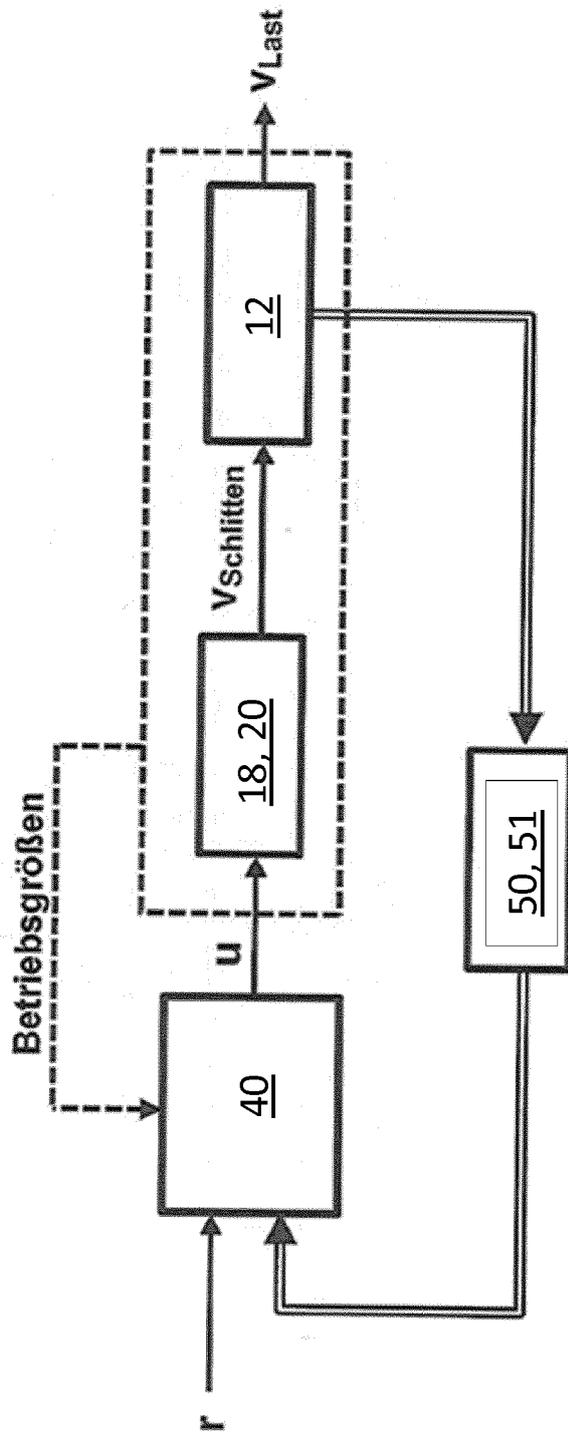


Fig. 3

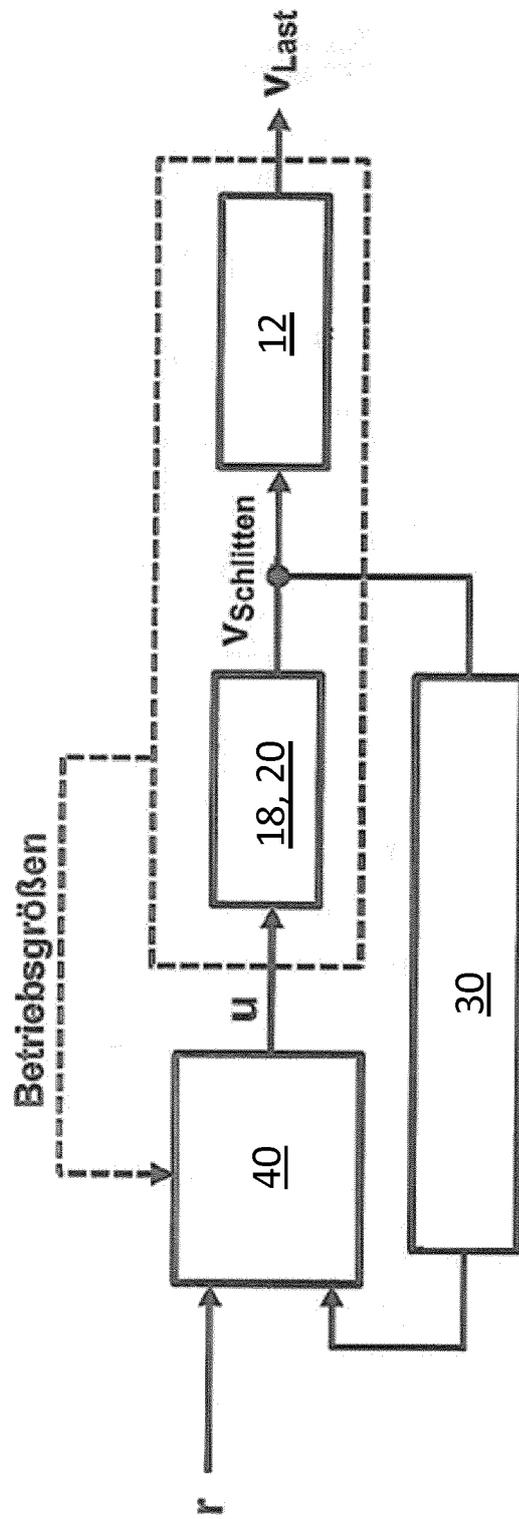


Fig. 4

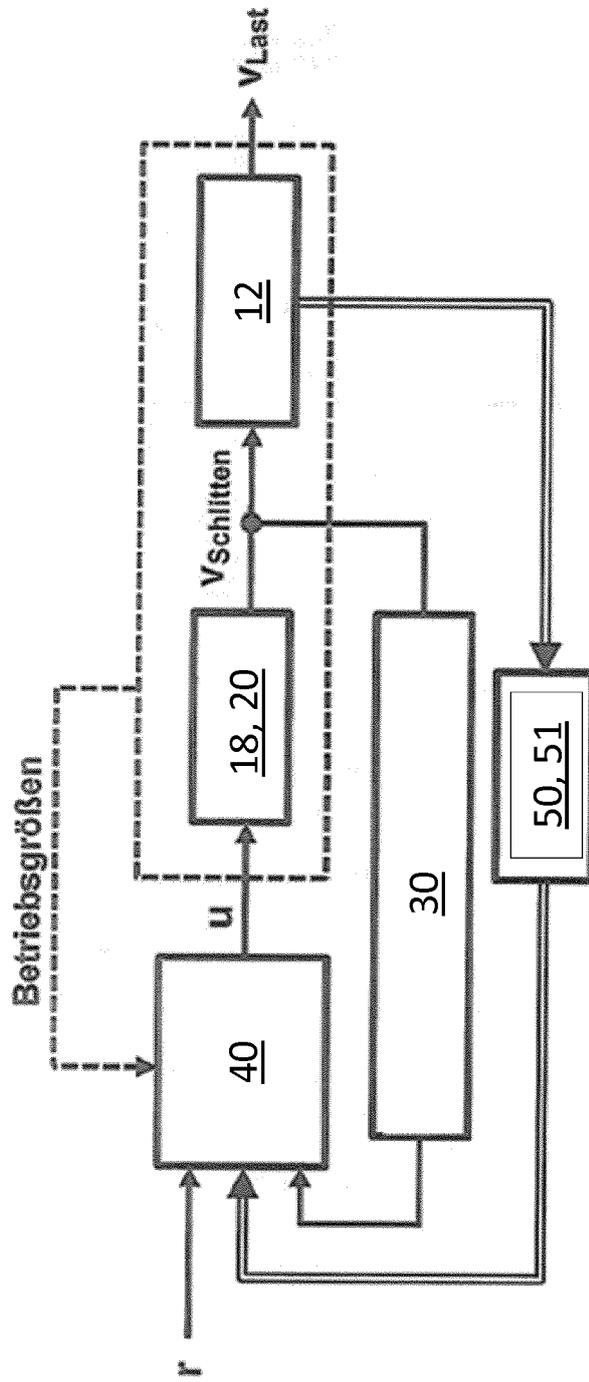


Fig. 5

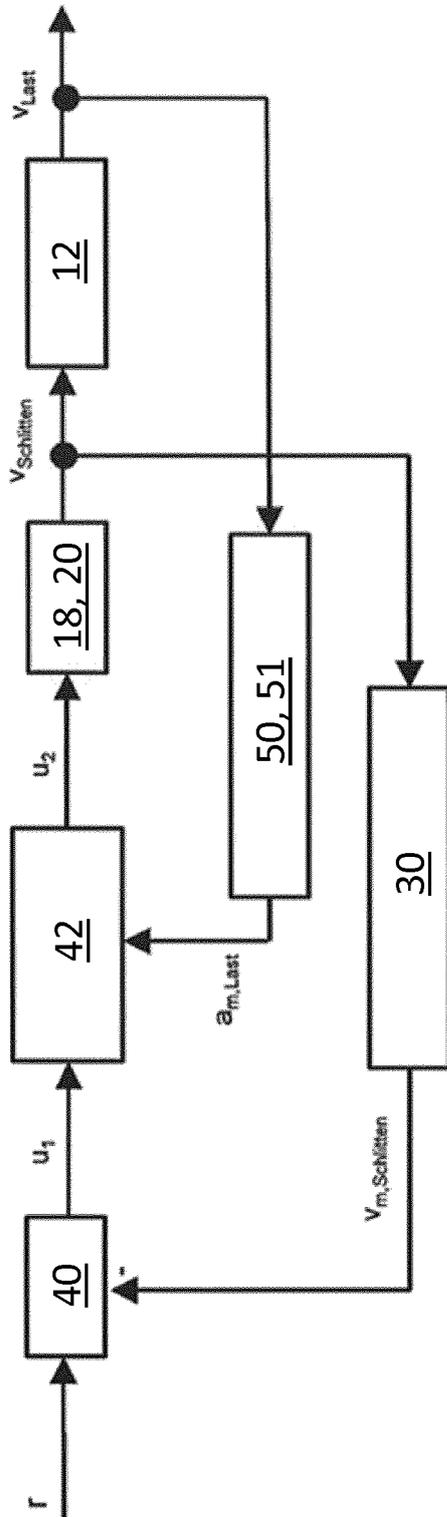


Fig. 6

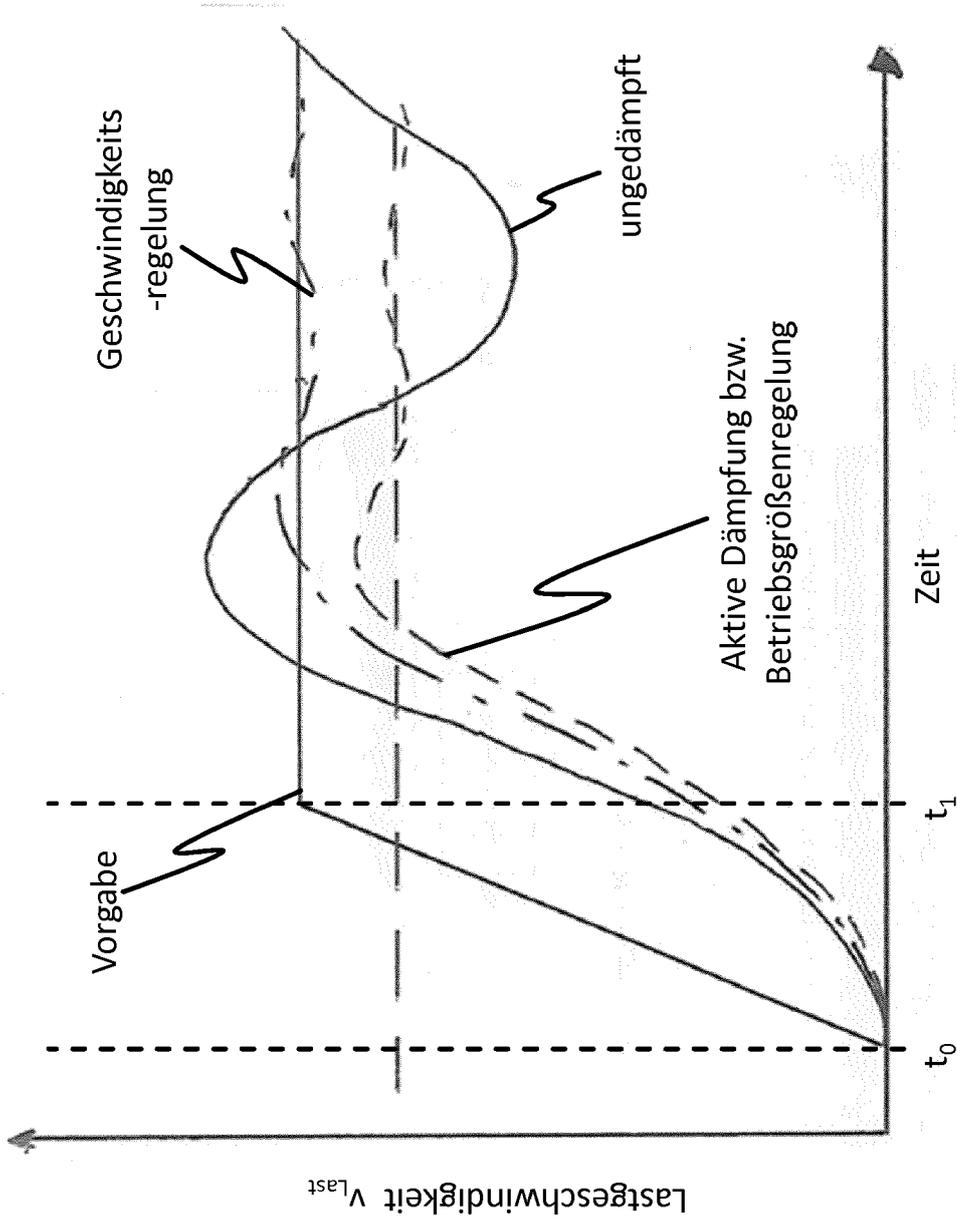


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7695

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 10 2014 115152 A1 (JUNGHEINRICH AG [DE]) 21. April 2016 (2016-04-21)	1,4-6,8,9	INV. B66F9/10
Y	* Absätze [0008], [0019]; Abbildung 2 * -----	2,3,7	B66F9/24
Y	DE 10 2007 015488 A1 (STILL WAGNER GMBH [DE]) 2. Oktober 2008 (2008-10-02) * Absätze [0028], [0030] * -----	2,3,7	
A	EP 1 447 373 A1 (JUNGHEINRICH AG [DE]) 18. August 2004 (2004-08-18) * Absätze [0021], [0023] * -----	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B66F
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 7695

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

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014115152 A1	21-04-2016	KEINE	

DE 102007015488 A1	02-10-2008	DE 102007015488 A1	02-10-2008
		EP 1975114 A1	01-10-2008

EP 1447373 A1	18-08-2004	CN 1526635 A	08-09-2004
		DE 10305902 A1	02-09-2004
		EP 1447373 A1	18-08-2004

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

- WO 2008006928 A1 [0003]
- DE 102007024817 A1 [0004]
- EP 1975114 A1 [0004]
- DE 102006012982 A1 [0004]