



(11)

EP 4 321 471 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
14.02.2024 Patentblatt 2024/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B66F 9/22 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 23186618.7

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B66F 9/22**

(22) Anmeldetag: 20.07.2023

(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 ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(30) Priorität: 09.08.2022 DE 102022120009

(71) Anmelder:  
• **Linde Material Handling GmbH  
63743 Aschaffenburg (DE)**

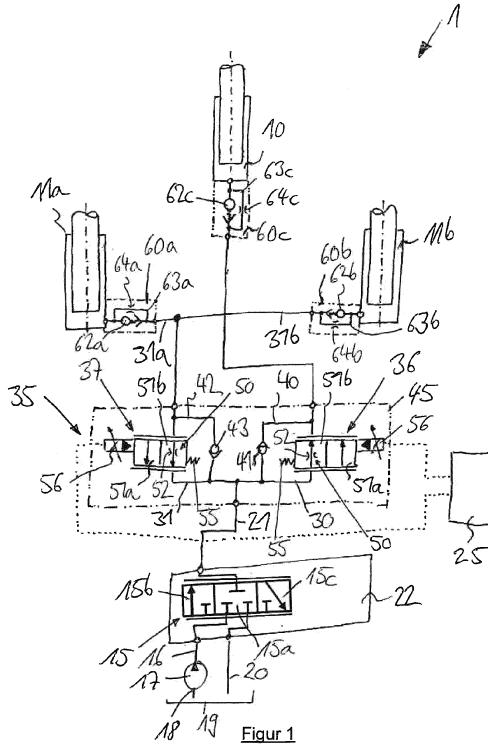
• **STILL GmbH  
22113 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **SCHWAB, Markus  
23879 Mölln (DE)**  
• **KNECHTEL, Hans-Ulrich  
63785 Obernburg (DE)**

(74) Vertreter: **Patentship Patentanwaltsgesellschaft  
Scherlinstraße 29  
86159 Augsburg (DE)**

## (54) HYDRAULISCHES SYSTEM FÜR EIN FLURFÖRDERZEUG

(57) Die Erfindung betrifft ein hydraulisches System (1) für ein Flurförderzeug mit einem Hubgerüst, das mindestens einen in einem Standmast anhebbaren und absenkbaren Ausfahrmast und ein in dem Ausfahrmast anhebbares und absenkbares Lastaufnahmemittel aufweist, wobei das hydraulische System einen Freihubzylinder (10) zum Anheben und Absenken des Lastaufnahmemittels und mindestens einen Masthubzylinder (11a; 11b) zum Anheben und Absenken des Ausfahrmastes aufweist, wobei eine Steuerventileinrichtung (15) zur Steuerung des Hebenbetriebs und des Senkenbetriebs des Freihubzylinders (10) und des Masthubzylinders (11a; 11b) vorgesehen ist und wobei eine Mastübergangsdämpfungsvorrichtung (35) vorgesehen ist, die mindestens ein elektrisch betätigtes Proportionalventil (36; 37; 37a; 37b) umfasst. Das Proportionalventil (36; 37; 37a; 37b) der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung (35) weist im nicht angesteuerten Zustand eine einen gedrosselten Volumenstrom bewirkende Drosselverbindung (50) auf und ist bei einer elektrischen Ansteuerung in Richtung einer Durchflusststellung (51a) betätigbar.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein hydraulisches System für ein Flurförderzeug mit einem Hubgerüst, das mindestens einen in einem Standmast anhebbaren und absenkbarer Ausfahrmast und ein in dem Ausfahrmast anhebbares und absenkbares Lastaufnahmemittel aufweist, wobei das hydraulische System einen Freihubzylinder zum Anheben und Absenken des Lastaufnahmemittels und mindestens einen Masthubzylinder zum Anheben und Absenken des Ausfahrmastes aufweist, wobei eine Steuerventileinrichtung zur Steuerung des Hebenbetriebs und des Senkenbetriebs des Freihubzylinders und des Masthubzylinders vorgesehen ist und wobei eine Mastübergangsdämpfungsvorrichtung vorgesehen ist, die mindestens ein elektrisch betätigtes Proportionalventil umfasst.

**[0002]** Bei Flurförderzeugen mit einem Mehrfachhubgerüst, das einen Standmast und mindestens einen Ausfahrmast umfasst, ist es bekannt, einen Freihub für das in dem Ausfahrmast anhebbare und absenkbares Lastaufnahmemittel vorzusehen. Mit dem Freihub kann das Lastaufnahmemittel in dem Ausfahrmast angehoben werden ohne dass der Ausfahrmast angehoben wird. Hierzu ist bei bekannten Hubgerüsten ein Freihubzylinder vorgesehen, mittels dem das Lastaufnahmemittel in dem Ausfahrmast angehoben und abgesenkt werden kann, und ein Masthubzylinder vorgesehen, mittels dem der Ausfahrmast in einem Standmast des Hubgerüsts angehoben und abgesenkt werden kann. Der Masthubzylinder bildet einen Masthub, bei dem der Ausfahrmast in dem Standmast angehoben und abgesenkt wird.

**[0003]** Aufgrund der Verwendung eines Freihubzylinders und des Masthubzylinders treten am Übergang von dem Freihub in den Masthub und umgekehrt Stöße auf, die zu Belastungen an den Bauteilen des Hubgerüsts und einer aufgenommenen Last führen.

**[0004]** Um den Übergang von dem Freihub in den Masthub und umgekehrt zu verbessern, ist es bereits bekannt, eine Mastübergangsdämpfungsvorrichtung vorzusehen, die mindestens ein elektrisch betätigtes Proportionalventil umfasst. Ein gattungsgemäßes hydraulisches System mit einer Mastübergangsdämpfungsvorrichtung, die mindestens ein elektrisch betätigtes Proportionalventil umfasst, ist aus der Figur 3a der DE 10 2016 103 256 A1 bekannt.

**[0005]** Mit dem mindestens einen elektrisch betätigten Proportionalventil kann im Bereich des Übergangs zwischen Freihub und Masthub die Hubgeschwindigkeit bzw. die Senkengeschwindigkeit des Freihubzylinders bzw. des Masthubzylinders derart gesteuert werden, dass ein nahezu sanftes/ schlagfreies Durchfahren des Mastüberganges ermöglicht wird und eine nahezu gleichbleibende Heben- bzw. Senkengeschwindigkeit im Übergangsbereich zwischen Freihub und Masthub erreicht wird.

**[0006]** Bei der aus der Figur 3a der DE 10 2016 103 256 A1 bekannten Mastübergangsdämpfungsvorrich-

tung weisen die elektrisch betätigten Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung im nicht angesteuerten, d.h. stromlosen, Zustand eine als Sperrstellung ausgebildete Grundstellung auf, in der kein Druckmittel aus dem Freihubzylinder bzw. dem Masthubzylinder abströmen kann. Tritt bei einer derartigen Mastübergangsdämpfungsvorrichtung im Senkenbetrieb während des Absenkens einer Last, beispielsweise mit Nennlast,

ein Fehlerfall der Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung auf, werden die Proportionalventile schlagartig in die als Sperrstellung ausgebildete Grundstellung betätigt, in der die Verbindung des Freihubzylinders und des Masthubzylinders mit dem Behälter abgesperrt ist. Ein derartiger Fehlerfall der elektrisch betätigten Proportionalventile kann bei einem Verlust der elektrischen Energie, beispielsweise aufgrund eines Stromausfall des elektrischen Ansteuersignals der Proportionalventile und/oder durch einen Steckerabriß eines elektrischen Kabels, das mit einer elektrischen Betätigungsseinrichtung des entsprechenden Proportionalventils verbunden ist, auftreten. Infolge der schlagartigen Betätigung der Proportionalventile in die Sperrstellung bei einem derartigen Fehlerfall der Proportionalventile wird die Last auf dem Lastaufnahmemittel schlagartig angehalten und je nach vorangegangener Senkengeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels und Gewicht der auf dem Lastaufnahmemittel aufgenommen Last wird ein Impuls über eine Druckspitze in das Hubgerüst eingeleitet. Insbesondere bei hohen Senkengeschwindigkeiten des Lastaufnahmemittels im Bereich von größer 1 m/s, beispielsweise 1,2 m/s, wird bei einem derartigen Fehlerfall, beispielsweise bei einem Steckerabriß eines elektrischen Kabels, das mit der elektrischen Betätigungsseinrichtung des entsprechenden Proportionalventils verbunden ist, beim Senken des Lastaufnahmemittels ein großer Impuls in Form einer Druckspitze in das Hubgerüst eingeleitet, der zu einer Schädigung der mechanischen Struktur des Hubgerüsts führen kann und die Kippstabilität des Flurförderzeugs beeinflussen kann.

Weiterhin ist nach einem derartigen Fehlerfall, durch den die Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung in die als Sperrstellung ausgebildete Grundstellung betätigt wurden, d.h. im energielosen Zustand des hydraulischen Systems, ein weiteres Absenken der

Last nicht mehr möglich.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein hydraulisches Steuerungssystem und ein Flurförderzeug mit einem hydraulischen Steuerungssystem zur Verfügung zu stellen, das hinsichtlich der genannten Nachteile verbessert ist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß dadurch gelöst, dass das Proportionalventil der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung im nicht angesteuerten Zustand eine einen gedrosselten Volumenstrom bewirkende Drosselverbindung aufweist und bei einer elektrischen Ansteuerung in Richtung einer Durchflusststellung betätigbar ist.

**[0009]** Erfindungsgemäß ermöglichen somit die Pro-

portionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung im nicht angesteuerten Zustand, d.h. im stromlosen Zustand, jeweils eine Drosselverbindung, mit der ein gedrosselter Volumenstrom aus dem Freihubzylinder bzw. dem Masthubzylinder abströmen kann. Tritt bei den erfindungsgemäßen Proportionalventilen der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung ein Fehlerfall der elektrisch betätigten Proportionalventile auf mit einem Verlust der elektrischen Energie, beispielweise aufgrund eines Stromausfall des elektrischen Ansteuersignals der Proportionalventile und/oder durch einen Steckerabriß eines elektrischen Kabels, das mit einer elektrischen Betätigungseinrichtung des entsprechenden Proportionalventils verbunden ist, kann somit über die Drosselverbindung ein gedrosselter Volumenstrom aus dem Freihubzylinder bzw. dem Masthubzylinder abströmen, wodurch ein schlagartiger Stopp der Heben- bzw. Senkenbewegung der Last vermieden wird und eine Schädigung der mechanischen Struktur des Hubgerüsts in einfacher Weise vermieden werden kann und die Kippstabilität des Flurförderzeugs verbessert wird. Darüber hinaus ist es im energielosen Zustand des hydraulischen Systems möglich, die Last weiter abzusenken, da über die Drosselverbindung im nicht angesteuerten Zustand, d.h. im stromlosen Zustand, der Proportionalventile Druckmittel aus dem Freihubzylinder und dem Masthubzylinder abströmen kann.

**[0010]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere das Proportionalventil im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung betätigt, die mit der Drosselverbindung versehen ist. Die Grundstellung ist somit als Drosselstellung ausgebildet. Das Proportionalventil der Mastübergangsdämpfungseinrichtung ist somit als elektrisch betätigtes Proportional-Drosselventil ausgebildet. Mit einer eine Drosselverbindung aufweisenden stromlosen Grundstellung des Proportionalventils der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung kann in einfacher Weise im nicht angesteuerten, stromlosen Zustand des Proportionalventils ein gedrosselter Volumenstrom aus dem Freihubzylinder bzw. dem Masthubzylinder abströmen.

**[0011]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung ist insbesondere das Proportionalventil in der Grundstellung mit einer Drosselöffnung, insbesondere einer Drosselbohrung, versehen. Mit einer beispielsweise als Drosselbohrung ausgebildeten Drosselöffnung kann in einfacher Weise in der Grundstellung des Proportionalventil eine Drosselverbindung erzielt werden, mittels der im nicht angesteuerten, stromlosen Zustand des Proportionalventils ein gedrosselter Volumenstrom aus dem Freihubzylinder bzw. dem Masthubzylinder abströmen kann.

**[0012]** Gemäß einer alternativen und ebenfalls vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere das Proportionalventil in einem Gehäuse angeordnet, wobei das Proportionalventil im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung betätigt ist, die als Sperrstellung ausgebildet ist, und die Drosselverbindung von einer

im Gehäuse des Proportionalventils ausgebildeten Umgehungsleitung gebildet ist, in der eine Drosseleinrichtung angeordnet ist. Mit einer Drosselverbindung, die von einer im Gehäuse des Proportionalventils ausgebildeten

5 Umgehungsleitung gebildet ist, in der eine Drosseleinrichtung angeordnet ist, kann in Verbindung mit einem Proportionalventil, dessen Grundstellung als Sperrstellung ausgebildet ist, in einfacher Weise erzielt werden, dass im nicht angesteuerten, stromlosen Zustand des  
10 Proportionalventils ein gedrosselter Volumenstrom aus dem Freihubzylinder bzw. dem Masthubzylinder abströmen kann.

**[0013]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere der Freihubzylinder mittels einer ersten Zweigleitung mit der Steuerventileinrichtung verbunden und der mindestens eine Masthubzylinder mittels einer zweiten Zweigleitung mit der Steuerventileinrichtung verbunden, wobei in der ersten Zweigleitung eine erstes Proportionalventil der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung angeordnet ist und in der zweiten Zweigleitung ein zweites Proportionalventil der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung angeordnet ist. Bei einem hydraulischen System mit einem Freihubzylinder und einem oder mehreren Masthubzylinder kann mit zwei

25 derartigen Proportionalventilen in einfacher Weise im Hebenbetrieb vor dem Ende des Freihubes des Freihubzylinders durch Ansteuern des in der ersten Zweigleitung angeordneten Proportionalventils der Druckmittelstrom in den Freihubzylinder verringert werden und der Druckmittelstrom in den Masthubzylinder durch Druckerhöhung eingeleitet werden und im Senkenbetrieb vor dem Ende des Masthubes des Masthubzylinders durch Ansteuern des in der zweiten Zweigleitung angeordneten Proportionalventils der Druckmittelstrom aus dem Masthubzylinderzylinder verringert werden und der Druckmittelstrom aus dem Freihubzylinder durch Drucksenkung eingeleitet werden, so dass ein stoßfreier Übergang zwischen Freihub und Masthub des Hubgerüsts ohne Geschwindigkeitsverlust mit geringem zusätzlichen Bauaufwand erzielbar ist.

**[0014]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere an dem ersten Proportionalventil eine Umgehungsleitung angeordnet, in der ein in Richtung zur Steuerventileinrichtung öffnendes Sperrventil, insbesondere ein Rückschlagventil, angeordnet ist. Mit einem derartigen Sperrventil wird es ermöglicht, dass im Senkenbetrieb beim Übergang vom Masthub in den Freihub Druckmittel aus dem Freihubzylinder abströmen kann ohne das in der ersten Zweigleitung angeordnete Proportionalventil ansteuern zu müssen.

**[0015]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere an dem zweiten Proportionalventil eine Umgehungsleitung angeordnet, in der ein in Richtung zu dem mindestens einen Masthubzylinder öffnendes Sperrventil, insbesondere ein Rückschlagventil, angeordnet ist. Mit einem derartigen Sperrventil wird es ermöglicht, dass im Hebenbetrieb beim Übergang vom Freihub in den Masthub Druckmittel in den

Masthubzylinder einströmen kann ohne das in der zweiten Zweigleitung angeordnete Proportionalventil ansteuern zu müssen.

**[0016]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere an jedem Masthubzylinder eine mechanische Leitungsbruchsicherungseinrichtung angebaut. Die mechanische Leitungsbruchsicherungseinrichtung umfasst jeweils insbesondere ein in Richtung zu dem Masthubzylinder öffnendes Sperrventil, beispielsweise ein Rückschlagventil, und eine Umgehungsleitung mit einer in der Umgehungsleitung angeordneten Drosselleinrichtung. Mit einer derartigen Leitungsbruchsicherungseinrichtung an jedem Masthubzylinder kann in einfacher Weise bei einem Fehlerfall die Senkengeschwindigkeit der Masthubzylinder auf zulässige Werte beschränkt werden.

**[0017]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere an dem Freihubzylinder eine mechanische Leitungsbruchsicherungseinrichtung angebaut. Die mechanische Leitungsbruchsicherungseinrichtung umfasst insbesondere ein in Richtung zu dem Freihubzylinder öffnendes Sperrventil, beispielsweise ein Rückschlagventil, und eine Umgehungsleitung mit einer in der Umgehungsleitung angeordneten Drosselleinrichtung. Mit einer derartigen Leitungsbruchsicherungseinrichtung an dem Freihubzylinder kann in einfacher Weise bei einem Fehlerfall die Senkengeschwindigkeit des Freihubzylinders auf zulässige Werte beschränkt werden.

**[0018]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere das erste Proportionalventil an dem Freihubzylinder angebaut und weist die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung auf. Durch den Anbau des erfindungsgemäßen ersten Proportionalventils an den Freihubzylinder kann in einfacher Weise mit dem ersten Proportionalventil die Funktion einer Mastübergangsdämpfung und die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung erzielt werden, da das erste, am Freihubzylinder angebaute Proportionalventil im stromlosen Zustand durch die Drosselverbindung in einfacher Weise die Funktion einer Leitungsbruchsicherungseinrichtung übernehmen kann und die Senkengeschwindigkeit des Freihubzylinders auf zulässige Werte beschränken kann.

**[0019]** Gemäß einer alternativen und ebenfalls vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere der Freihubzylinder mittels einer ersten Zweigleitung mit der Steuerventileinrichtung verbunden und jeder Masthubzylinder mittels einer Zweigleitung mit der Steuerventileinrichtung verbunden, wobei in jeder Zweigleitung ein Proportionalventil der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung angeordnet ist. Bei einem hydraulischen System mit einem Freihubzylinder und insbesondere mindestens zwei Masthubzylinder kann mit derartigen Proportionalventilen, wobei jedem Hubzylinder ein Proportionalventil zugeordnet ist, in einfacher Weise im Hebenbetrieb vor dem Ende eines Freihubes des Freihubzylinders durch Ansteuern des in der Zweigleitung des Freihubzylinders

angeordneten Proportionalventils der Druckmittelstrom in den Freihubzylinder verringert werden und der Druckmittelstrom in den Masthubzylinder durch Druckerhöhung eingeleitet werden und im Senkenbetrieb vor dem Ende eines Masthubs des Masthubzylinders durch Ansteuern der in den Zweigleitungen der Masthubzylinder angeordneten Proportionalventile der Druckmittelstrom aus den Masthubzylinderzylindern verringert werden und der Druckmittelstrom aus dem Freihubzylinder durch

5 Drucksenkung eingeleitet werden, so dass ein stoßfreier Übergang zwischen Freihub und Masthub des Hubgerüstes ohne Geschwindigkeitsverlust mit geringem zusätzlichen Bauaufwand erzielbar ist.

**[0020]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform 15 der Erfindung ist hierbei insbesondere an dem Freihubzylinder ein Proportionalventil angebaut und/oder an jedem Masthubzylinder ein Proportionalventil angebaut, wobei die Proportionalventile jeweils die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung aufweisen. Bei einem hydraulischen System, bei dem in jeder zu einem Hubzylinder geführten Zweigleitung ein Proportionalventil angeordnet ist und somit jedem Hubzylinder ein Proportionalventil zugeordnet ist, kann durch einen Anbau der entsprechenden Proportionalventile an 20 den Freihubzylinder und/oder an die Masthubzylinder in einfacher Weise mit den Proportionalventilen die Funktion einer Mastübergangsdämpfung und die Funktion von elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtungen erzielt werden, da das an dem entsprechenden Hubzylinder angebaute Proportionalventil im stromlosen Zustand durch die Drosselverbindung in einfacher Weise die Funktion einer Leitungsbruchsicherungseinrichtung übernehmen kann und die Senkengeschwindigkeit des entsprechenden Hubzylinders auf zulässige Werte beschränken kann.

**[0021]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Flurförderzeug mit einem erfindungsgemäßen hydraulischen System.

**[0022]** Die Erfindung weist eine Reihe von Vorteilen 40 auf.

**[0023]** Mit den erfindungsgemäßen Proportionalventilen der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung kann der Mastübergang zwischen Freihub und Masthub ohne Geschwindigkeitsreduzierung sowohl im Hebenbetrieb als 45 auch Senkenbetrieb des Lastaufnahmemittels durchfahren werden, wodurch eine hohe Umschlagsleitung des Flurförderzeugs erzielbar ist.

**[0024]** Mit den erfindungsgemäßen Proportionalventilen der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung kann der 50 volle mechanische Hub des Freihubzylinders und des oder der Masthubzylinder ausgenutzt werden.

**[0025]** Im Falle eines Energieverlustes, beispielsweise infolge eines Steckerabisses, wird die Bewegung des Lastaufnahmemittels aufgrund der Drosselverbindung 55 der Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung nicht schlagartig gestoppt. Dies führt zu einer geringeren Belastung des Hubgerüstes und einer reduzierten Kippgefahr des Flurförderzeugs.

**[0026]** Im Falle eines Energieverlustes, beispielsweise infolge eines Steckerabisses, ist aufgrund der Drosselverbindung der Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung ein Notabsenken der Last möglich, beispielsweise mit Hilfe einer geeigneten Einrichtung an der Steuerventileinrichtung.

**[0027]** Bei der Ausführung der Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung als elektrische Leitungsbruchsicherungseinrichtung können in einem Fehlerfall die Proportionalventile über eine zeitlich gesteuerte Bewegung (Rampe) in die Grundstellung gebracht werden. Dadurch wird eine schlagartige Geschwindigkeitsreduzierung der Last vermieden.

**[0028]** Bei der Ausführung der Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung als elektrische Leitungsbruchsicherungseinrichtung sind die Proportionalventile der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung im unbetätigten, stromlosen Zustand immer in der Grundstellung und somit ist die Leitungsbruchsicherungseinrichtung immer eingefallen bzw. aktiv. Dies bietet eine erhöhte Sicherheit des Flurförderzeugs.

**[0029]** Mit den erfindungsgemäßen Proportionalventilen der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung wird weiterhin ermöglicht, den Freihubzylinder mit kleinerem Kolbendurchmesser auszuführen, wodurch eine höhere Geschwindigkeit beim Heben und Senken ermöglicht wird.

**[0030]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden beispielsweise anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 einen schematischen Schaltplan einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen hydraulischen Systems,

Figur 2 einen schematischen Schaltplan einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen hydraulischen Systems,

Figur 3 einen schematischen Schaltplan einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen hydraulischen Systems und

Figur 4 einen schematischen Schaltplan einer vierten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen hydraulischen Systems.

**[0031]** In den Figuren 1 bis 4 ist jeweils ein schematischer Aufbau eines hydraulischen Systems 1 eines Flurförderzeugs eines nicht näher dargestellten Flurförderzeugs dargestellt. Gleiche Bauteile sind hierbei mit gleichen Bezugsziffern versehen.

**[0032]** Das Flurförderzeug weist ein nicht näher dargestelltes Hubgerüst auf, an dem ein Lastaufnahmemittel anhebbar und absenkbar angeordnet ist. Das Lastaufnahmemittel besteht insbesondere aus einem an einem Hubgerüst vertikal bewegbaren Hubschlitten, an dem beispielsweise eine von Gabelzinken gebildete

Lastgabel als Anbaugerät befestigt ist.

**[0033]** Das Hubgerüst besteht insbesondere aus einem Standmast und mindestens einem an dem Standmast anhebbar und absenkbar angeordneten Ausfahrmast, an dem das Lastaufnahmemittel anhebbar und absenkbar angeordnet ist.

**[0034]** Das Hubgerüst weist mindestens zwei Hubstufen auf. Zum Anheben und Absenken des Lastaufnahmemittels relativ zu dem Ausfahrmast weist das hydraulische System einen Freihubzylinder 10 auf. Der Freihubzylinder 10 bildet eine erste Hubstufe (Freihub). Zum Anheben und Absenken des Lastaufnahmemittels ist insbesondere ein nicht näher dargestelltes flexibles Zugmittel, beispielsweise eine Hubkette, vorgesehen, das mit

15 einem ersten Ende an dem Hubschlitten befestigt ist, über eine Umlenkrolle an der ausfahrbaren Kolbenstange des Freihubzylinders 10 geführt ist und mit einem zweiten Ende an dem Ausfahrmast befestigt ist. Zum Anheben und Absenken des Ausfahrmastes relativ zum

20 Standmast weist das hydraulische System 1 mindestens einen Masthubzylinder 11a, 11b auf. Der Masthubzylinder 11a, 11b bildet eine zweite Hubstufe (Masthub). In den dargestellten Ausführungsbeispielen sind zwei Masthubzylinder 11a, 11b vorgesehen.

**[0035]** Zur Steuerung des Hebenbetriebs und des Senkenbetriebs des Freihubzylinders 10 und der Masthubzylinder 11a, 11b ist eine Steuerventileinrichtung 15 vorgesehen.

**[0036]** Die Steuerventileinrichtung 15 ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen als in Zwischenstellungen drosselndes Proportionalventil mit einer als Neutralstellung ausgebildeten Sperrstellung 15a, einer Hebenstellung 15b und einer Senkenstellung 15c ausgebildet. Die Steuerventileinrichtung 15 ist hierzu an eine Förderleitung 16 einer Pumpe 17, die mittels einer Ansaugleitung 18 Druckmittel aus einem Behälter 19 ansaugt, an eine zu dem Behälter 19 geführte Behälterleitung 20 und an eine Verbraucherleitung 21 angeschlossen, die mit dem Freihubzylinder 10 und den Masthubzylindern 11a, 11b verbunden ist.

**[0037]** In der Sperrstellung 15a der Steuerventileinrichtung 15 ist die Verbindung der Verbraucherleitung 21 mit der Förderleitung 16 und der Behälterleitung 20 abgesperrt. In der Hebenstellung 15b der Steuerventileinrichtung 15 ist die Förderleitung 16 mit der Verbraucherleitung 21 verbunden. In der Senkenstellung 15c der Steuerventileinrichtung 15 steht die Verbraucherleitung 21 mit der Behälterleitung 20 in Verbindung.

**[0038]** Die Steuerventileinrichtung 15 ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen in einem Steuerwegeventilblock 22 angeordnet.

**[0039]** Die Steuerventileinrichtung 15 ist beispielsweise elektrisch mittels einer elektronischen Steuereinrichtung 25 betätigbar.

**[0040]** Alternativ kann die Steuerventileinrichtung 15 ein separates Hebenventil zur Steuerung des Hebenbetriebs des Lastaufnahmemittels und ein separates Senkenventil zur Steuerung des Senkenbetriebs des Last-

aufnahmemittels aufweisen.

**[0041]** Der Freihubzylinder 10 und die Masthubzylinder 11a, 11b sind in den Figuren 1 bis 4 derart ausgeführt, dass im Hebenbetrieb des Lastaufnahmemittels zuerst der Freihubzylinder 10 ausfährt und anschließend die Masthubzylinder 11a, 11b ausfahren und dass im Senkenbetrieb des Lastaufnahmemittels zuerst die Masthubzylinder 11a, 11b einfahren und anschließend der Freihubzylinder 10 einfährt.

**[0042]** Das hydraulische System 1 der Figuren 1 bis 4 weist weiterhin eine Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 auf, die mindestens ein elektrisch betätigtes Proportionalventil umfasst.

**[0043]** In der Figur 1 ist der Freihubzylinder 10 mittels einer ersten, von der Verbraucherleitung 21 abzweigenden Zweigleitung 30 mit der Steuerventileinrichtung 15 verbunden und der mindestens eine Masthubzylinder 11a, 11b mittels einer zweiten, von der Verbraucherleitung 21 abzweigenden Zweigleitung 31 mit der Steuerventileinrichtung 15 verbunden. Die Zweigleitung 31 steht hierbei mittels einer ersten Anschlussleitung 31a mit dem Masthubzylinder 11a und mittels einer ersten Anschlussleitung 31b mit dem Masthubzylinder 11b in Verbindung.

**[0044]** In der Figur 1 weist die Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 zwei elektrisch betätigbare Proportionalventile 36, 37 auf, wobei das erste Proportionalventil 36 in der ersten Zweigleitung 30 angeordnet ist und das zweite Proportionalventil 37 in der zweiten Zweigleitung 31 angeordnet ist.

**[0045]** An dem ersten Proportionalventil 36 ist eine Umgehungsleitung 40 angeordnet, in der ein in Richtung zur Steuerventileinrichtung 15 öffnendes Sperrventil 41, insbesondere ein Rückschlagventil, angeordnet ist.

**[0046]** An dem zweiten Proportionalventil 37 ist eine Umgehungsleitung 42 angeordnet, in der ein in Richtung zu den Masthubzylindern 11a, 11b öffnendes Sperrventil 43, insbesondere ein Rückschlagventil, angeordnet ist.

**[0047]** In der Figur 1 sind die Proportionalventile 36, 37 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 mit den Umgehungsleitungen 40, 42 und den darin angeordneten Sperrventilen 41, 43 in einem Ventilblock 45 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 angeordnet.

**[0048]** In der Figur 1 ist an jedem Masthubzylinder 11a, 11b eine mechanische Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60a, 60b angebaut. Die an dem Masthubzylinder 11a angebaute Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60a umfasst ein in Richtung zu dem Masthubzylinder 11a öffnendes Sperrventil 62a, beispielsweise ein Rückschlagventil, und eine Umgehungsleitung 63a mit einer in der Umgehungsleitung 63a angeordneten Drosseleinrichtung 64a. Die an dem Masthubzylinder 11b angebaute Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60b umfasst ein in Richtung zu dem Masthubzylinder 11b öffnendes Sperrventil 62b, beispielsweise ein Rückschlagventil, und eine Umgehungsleitung 63b mit einer in der Umgehungsleitung 63b angeordneten Drosseleinrichtung 64b.

**[0049]** In der Figur 1 ist weiterhin an dem Freihubzy-

linder 10 eine mechanische Leitungsbruchsicherungsventileinrichtung 60c angebaut. Die an dem Freihubzylinder 10 angebaute Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60c umfasst ein in Richtung zu dem Freihubzylinder 10 öffnendes Sperrventil 62c, beispielsweise ein Rückschlagventil, und eine Umgehungsleitung 63c mit einer in der Umgehungsleitung 63c angeordneten Drosseleinrichtung 64c.

**[0050]** Das elektrisch betätigbare Proportionalventil 36 bzw. 37 der Mastübergangsdämpfungseinrichtung 35 weist im nicht angesteuerten Zustand eine einen gedrosselten Volumenstrom bewirkende Drosselverbindung 50 auf und ist bei einer elektrischen Ansteuerung in Richtung einer Durchflussstellung 51a betätigbar.

**[0051]** In der Figur 1 ist das Proportionalventil 36 bzw. 37 im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung 51b betätigt, die mit der Drosselverbindung 50 versehen ist. Die Drosselverbindung 50 ist beispielsweise von einer in der Grundstellung 51b wirkenden Drosselöffnung 52, beispielsweise einer Drosselbohrung, gebildet. Die Grundstellung 51b ist somit als Drosselstellung ausgebildet.

**[0052]** Das Proportionalventil 36 bzw. 37 ist jeweils von einer Federeinrichtung 55 in die Grundstellung 51b betätigt und mittels einer elektrischen Betätigseinrichtung 56, beispielsweise eines Proportionalmagneten, in Richtung der Durchflussstellung 51a betätigbar. Die Betätigseinrichtungen 56 stehen zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung 25 in Verbindung.

**[0053]** Das hydraulische System 1 der Figur 1 weist somit eine von den beiden elektrisch betätigten Proportionalventilen 36, 37 gebildete Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 in Kombination mit mechanischen Leitungsbruchsicherungseinrichtungen 60a, 60b, 60c an dem Freihubzylinder 10 und an den Masthubzylindern 11a, 11b auf.

**[0054]** Die elektronische Steuereinrichtung 25 steht in den Figuren 1 bis 4 mit einer nicht näher dargestellten Sensoreinrichtung, beispielsweise einem Hubhöhensensor oder einem Hubhöhenhalschalter, in Verbindung, mit dem der Mastübergangsbereich zwischen dem Freihub und dem Masthub ermittelbar ist.

**[0055]** Das hydraulische System 1 der Figur 1 funktioniert wie folgt.

**[0056]** Zum Heben des Lastaufnahmemittels, wobei die Steuerventileinrichtung 15 in die Hebenstellung 15b betätigt ist, wird Druckmittel von der Steuerventileinrichtung 15 in die Verbraucherleitung 21 zu dem Ventilblock 45 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 gefördert. Von der Steuereinrichtung 25 ist das Proportionalventil 36 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 in die Durchflussstellung 51a betätig, so dass Druckmittel über das in die Durchflussstellung 51a betätigte Proportionalventil 36 und die Zweigleitung 30 in den Freihubzylinder 10 strömt. Aufgrund des Flächenverhältnisses des Freihubzylinders 10 zu den Masthubzylindern 11a, 11b fließt zunächst kein Druckmittel über das Sperrventil 43 in die Masthubzylinder 11a, 11b. Sobald sich der Frei-

hubzylinder 10 dem Mastübergangsbereich nähert, der von der Steuereinrichtung 25 mittels der Sensoreinrichtung erkannt wird, beginnt die elektronische Steuereinrichtung 25 das Proportionalventil 36 in die als Drosselstellung ausgebildete Grundstellung 51b zu betätigen. Infolgedessen wird der Volumenstrom vor dem Proportionalventil 36 soweit angestaut, dass über das sich öffnende Sperrventil 43 Druckmittel von der Steuerventileinrichtung 15 in die Masthubzylinder 11a, 11b strömt.

**[0057]** Zum Senken des Lastaufnahmemittels, wobei die Steuerventileinrichtung 15 in die Senkenstellung 15c betätigt ist, wird Druckmittel aus den Masthubzylindern 11a, 11b über die Zweigleitung 31 in den Ventilblock 45 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 geführt. Von der Steuereinrichtung 25 ist das Proportionalventil 37 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 in die Durchflusststellung 51a betätigt, sodass Druckmittel über das in Durchflusststellung 51a betätigtes Proportionalventil 37 in die Verbraucherleitung 21 und über die in die Senkenstellung 15c betätigtes Steuerventileinrichtung 15 zu dem Behälter 19 abströmt. Aufgrund des Flächenverhältnisses des Freihubzylinders 10 zu den Masthubzylindern 11a, 11b fließt zunächst kein Druckmittel aus dem Freihubzylinder 10 über das Sperrventil 41 zu der Steuerventileinrichtung 15. Sobald sich die Masthubzylinder 11a, 11b dem Mastübergangsbereich nähern, der von der Steuereinrichtung 25 mittels der Sensoreinrichtung erkannt wird, beginnt die elektronische Steuereinrichtung 25 das Proportionalventil 37 in die als Drosselstellung ausgebildete Grundstellung 51b zu betätigen. Infolgedessen wird der Volumenstrom vor dem Proportionalventil 37 soweit angestaut, dass über das sich öffnende Sperrventil 41 Druckmittel aus dem Freihubzylinder 10 zu der Steuerventileinrichtung 15 strömt.

**[0058]** In der Figur 2 ist der Freihubzylinder 10 mittels einer ersten, von der Verbraucherleitung 21 abzweigenden Zweigleitung 30 mit der Steuerventileinrichtung 15 verbunden, der erste Masthubzylinder 11a mittels einer zweiten, von der Verbraucherleitung 21 abzweigenden Zweigleitung 31a mit der Steuerventileinrichtung 15 verbunden und der zweite Masthubzylinder 11b mittels einer dritten, von der Verbraucherleitung 21 abzweigenden Zweigleitung 31b mit der Steuerventileinrichtung 15 verbunden

**[0059]** In der Figur 2 weist die Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 drei elektrisch betätigbare Proportionalventile 36, 37a, 37b auf, wobei in jeder Zweigleitung 30, 31a, 31b ein Proportionalventil 36, 37a, 37b der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 angeordnet ist. Das erste Proportionalventil 36 ist in der ersten Zweigleitung 30 angeordnet, das zweite Proportionalventil 37a in der zweiten Zweigleitung 31a angeordnet und das dritte Proportionalventil 37b in der dritten Zweigleitung 31b angeordnet.

**[0060]** Das Proportionalventil 36 ist an dem Freihubzylinder 10 angebaut, wobei das Proportionalventil 36 der Mastübergangsdämpfungseinrichtung 35 weiterhin die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsiche-

rungseinrichtung 60c des Freihubzylinders 10 aufweist. Das Proportionalventil 37a ist an dem Masthubzylinder 11a angebaut, wobei das Proportionalventil 37a der Mastübergangsdämpfungseinrichtung 35 weiterhin die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60a des Masthubzylinders 11a aufweist. Das Proportionalventil 37b ist an dem Masthubzylinder 11b angebaut, wobei das Proportionalventil 37b der Mastübergangsdämpfungseinrichtung 35 weiterhin die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60b des Masthubzylinders 11b aufweist.

**[0061]** Die elektrisch betätigbaren Proportionalventile 36, 37a, 37b der Mastübergangsdämpfungseinrichtung 35 weisen im nicht angesteuerten Zustand jeweils eine einen gedrosselten Volumenstrom bewirkende Drosselverbindung 50 auf und sind bei einer elektrischen Ansteuerung in Richtung einer Durchflusststellung 51a betätigbar.

**[0062]** In der Figur 2 ist das Proportionalventil 36, 37a, 37b jeweils im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung 51b betätigt, die mit der Drosselverbindung 50 versehen ist. Die Drosselverbindung 50 ist beispielsweise von einer in der Grundstellung 51b wirkenden Drosselöffnung 52, beispielsweise einer Drosselbohrung, gebildet. Die Grundstellung 51b ist somit als Drosselstellung ausgebildet.

**[0063]** Das Proportionalventil 36, 37a, 37b ist jeweils von einer Federeinrichtung 55 in die Grundstellung 51b betätigt und mittels einer elektrischen Betätigseinrichtung 56, beispielsweise eines Proportionalmagneten, in Richtung der Durchflusststellung 51a betätigbar. Die Betätigseinrichtungen 56 stehen zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung 25 in Verbindung.

**[0064]** Das hydraulische System 1 der Figur 2 weist somit eine von den drei elektrisch betätigten Proportionalventilen 36, 37a, 37b gebildete Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 in Kombination mit elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtungen 60a, 60b, 60c an dem Freihubzylinder 10 und an den Masthubzylindern 11a, 11b auf, wobei die an den entsprechenden Hubzylindern angebauten Proportionalventile 36, 37a, 37b der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 jeweils die Funktion einer Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60a, 60b, 60c aufweisen.

**[0065]** Das hydraulische System 1 der Figur 2 funktioniert wie folgt.

**[0066]** Zum Heben des Lastaufnahmemittels, wobei die Steuerventileinrichtung 15 in die Hebenstellung 15b betätigt ist, wird Druckmittel von der Steuerventileinrichtung 15 in die Verbraucherleitung 21 und in die an die Verbraucherleitung 21 angeschlossenen Zweigleitungen 30, 31a, 31b gefördert. Von der Steuereinrichtung 25 ist das Proportionalventil 36 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 in die Durchflusststellung 51a betätigt, so dass Druckmittel über das in die Durchflusststellung 51a betätigtes Proportionalventil 36 und die Zweigleitung 30 in den Freihubzylinder 10 strömt. Aufgrund

des Flächenverhältnisses des Freihubzylinders 10 zu den Masthubzylindern 11a, 11b fließt zunächst kein Druckmittel in die Masthubzylinder 11a, 11b. Sobald sich der Freihubzylinder 10 dem Mastübergangsbereich nähert, der von der Steuereinrichtung 25 mittels der Sensoreinrichtung erkannt wird, beginnt die elektronische Steuereinrichtung 25 das Proportionalventil 36 in die als Drosselstellung ausgebildete Grundstellung 51b zu betätigen und die Proportionalventile 37a, 37b jeweils in die Durchflussstellung 51a zu betätigen. Infolgedessen wird der Volumenstrom vor dem Proportionalventil 36 soweit angestaut, dass über die in Richtung der Durchflussstellung 51a betätigten Proportionalventile 37a, 37b Druckmittel von der Steuerventileinrichtung 15 in die Masthubzylinder 11a, 11b strömt.

**[0067]** Zum Senken des Lastaufnahmemittels, wobei die Steuerventileinrichtung 15 in die Senkenstellung 15c betätigt ist, werden von der Steuereinrichtung 25 die Proportionalventile 37a, 37b jeweils in die Durchflussstellung 51a betätigt, wodurch Druckmittel aus den Masthubzylindern 11a, 11b über die geöffneten Proportionalventile 37a, 37b in die Verbraucherleitung 21 und über die in die Senkenstellung 15c betätigten Steuerventileinrichtung 15 zu dem Behälter 19 abströmt. Aufgrund des Flächenverhältnisses des Freihubzylinders 10 zu den Masthubzylindern 11a, 11b fließt zunächst kein Druckmittel aus dem Freihubzylinder 10 und das in der Grundstellung 51b befindliche Proportionalventil 36 zu der Steuerventileinrichtung 15. Sobald sich die Masthubzylinder 11a, 11b dem Mastübergangsbereich nähern, der von der Steuereinrichtung 25 mittels der Sensoreinrichtung erkannt wird, beginnt die elektronische Steuereinrichtung 15 die Proportionalventile 37a, 37b in die als Drosselstellung ausgebildete Grundstellung 51b zu betätigen und das Proportionalventil 36 in die Durchflussstellung 51a zu betätigen. Infolgedessen wird der Volumenstrom vor den Proportionalventilen 37a, 37b soweit angestaut, dass der Druck in der Verbraucherleitung 21 zunehmend sinkt, so dass aus dem Freihubzylinder 10 über das in die Durchflussstellung 51a aufgesteuerte Proportionalventil 36 zunehmend mehr Druckmittel aus dem Freihubzylinder 10 zu der Steuerventileinrichtung 15 strömt.

**[0068]** Die elektrisch betätigten Proportionalventile 36, 37a, 37b der Figur 2 weisen weiterhin die Funktion der Leitungsbruchsicherungseinrichtungen 60a, 60b, 60c auf. Sofern kein Heben- bzw. Senkvorgang des Lastaufnahmemittels durchgeführt wird und die Proportionalventile 36, 37a, 37b nicht angesteuert sind, befinden sich die Proportionalventile 36, 37a, 37b in der als Drosselstellung ausgebildeten Grundstellung 51b. Dies entspricht dem Zustand einer eingefallenen Leitungsbruchsicherungseinrichtung. Bei einem Leitungsbruch wird somit die Senkgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels mittels der in der Grundstellung 51b wirksamen Drosselverbindung 50 des Proportionalventils 36, 37a, 37b auf einen zulässigen Wert beschränkt.

**[0069]** Sofern während eines Hub- bzw. Senkvor-

gangs des Lastaufnahmemittels von der Steuereinrichtung 25 eine Abweichung bzw. ein Fehler, beispielsweise ein Leitungsbruch erkannt wird, steuert die Steuereinrichtung 25 die Proportionalventile 36, 37a, 37b jeweils in die als Drosselstellung ausgebildete Grundstellung 51b. Dadurch wird sichergestellt, dass die Senkgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels mittels der in der Grundstellung 51b wirksamen Drosselverbindung 50 auf einen zulässigen Wert beschränkt ist.

**[0070]** In der Figur 3 ist analog zur Figur 1 der Freihubzylinder 10 mittels einer ersten, von der Verbraucherleitung 21 abzweigenden Zweigleitung 30 mit der Steuerventileinrichtung 15 verbunden und der mindestens eine Masthubzylinder 11a, 11b mittels einer zweiten, von der Verbraucherleitung 21 abzweigenden Zweigleitung 31 mit der Steuerventileinrichtung 15 verbunden. Die Zweigleitung 31 steht hierbei mittels einer ersten Anschlussleitung 31a mit dem Masthubzylinder 11a und mittels einer ersten Anschlussleitung 31b mit dem Masthubzylinder 11b in Verbindung.

**[0071]** In der Figur 3 weist die Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 zwei elektrisch betätigbare Proportionalventile 36, 37 auf, wobei das erste Proportionalventil 36 in der ersten Zweigleitung 30 angeordnet ist und das zweite Proportionalventil 37 in der zweiten Zweigleitung 31 angeordnet ist.

**[0072]** Das Proportionalventil 36 ist analog zu der Figur 2 an dem Freihubzylinder 10 angebaut, wobei das Proportionalventil 36 der Mastübergangsdämpfungseinrichtung 35 weiterhin die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60c des Freihubzylinders 10 aufweist.

**[0073]** An dem zweiten Proportionalventil 37 ist analog zur Figur 1 eine Umgehungsleitung 42 angeordnet, in der ein in Richtung zu den Masthubzylindern 11a, 11b öffnendes Sperrventil 43, insbesondere ein Rückschlagventil, angeordnet ist.

**[0074]** In der Figur 3 ist analog zur Figur 1 an jedem Masthubzylinder 11a, 11b eine mechanische Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60a, 60b angebaut. Die an dem Masthubzylinder 11a angebaute Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60a umfasst ein in Richtung zu dem Masthubzylinder 11a öffnendes Sperrventil 62a, beispielsweise ein Rückschlagventil, und eine Umgehungsleitung 63a mit einer in der Umgehungsleitung 63a angeordneten Drosseleinrichtung 64a. Die an dem Masthubzylinder 11b angebaute Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60b umfasst ein in Richtung zu dem Masthubzylinder 11b öffnendes Sperrventil 62b, beispielsweise ein Rückschlagventil, und eine Umgehungsleitung 63b mit einer in der Umgehungsleitung 63b angeordneten Drosseleinrichtung 64b.

**[0075]** Das elektrisch betätigbare Proportionalventil 36 bzw. 37 der Mastübergangsdämpfungseinrichtung 35 weist im nicht angesteuerten Zustand eine einen gedrosselten Volumenstrom bewirkende Drosselverbindung 50 auf und ist bei einer elektrischen Ansteuerung in Richtung einer Durchflussstellung 51a betätigbar.

**[0076]** In der Figur 3 ist das Proportionalventil 36 bzw. 37 im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung 51b betätigt, die mit der Drosselverbindung 50 versehen ist. Die Drosselverbindung 50 ist beispielsweise von einer in der Grundstellung 51b wirkenden Drosselöffnung 52, beispielsweise einer Drosselbohrung, gebildet. Die Grundstellung 51b ist somit als Drosselstellung ausgebildet.

**[0077]** Das Proportionalventil 36 bzw. 37 ist jeweils von einer Federeinrichtung 55 in die Grundstellung 51b betätigt und mittels einer elektrischen Betätigungsseinrichtung 56, beispielsweise eines Proportionalmagneten, in Richtung der Durchflusssstellung 51a betätigbar. Die Betätigungsseinrichtung 56 stehen zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung 25 in Verbindung.

**[0078]** Das hydraulische System 1 der Figur 3 weist somit eine von den beiden elektrisch betätigten Proportionalventilen 36, 37 gebildete Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 in Kombination mit den mechanischen Leitungsbruchsicherungseinrichtungen 60a, 60b an den Masthubzylindern 11a, 11b und mit der elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung 60c an dem Freihubzylinder 10 auf.

**[0079]** Das hydraulische System 1 der Figur 3 funktioniert wie folgt.

**[0080]** Zum Heben des Lastaufnahmemittels, wobei die Steuerventileinrichtung 15 in die Hebenstellung 15b betätigt ist, wird Druckmittel von der Steuerventileinrichtung 15 in die Verbraucherleitung 21 und die Zweigleitungen 30, 31 gefördert. Von der Steuereinrichtung 25 ist das am Freihubzylinder 10 angeordnete Proportionalventil 36 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 in die Durchflusssstellung 51a betätigt, so dass Druckmittel über das in die Durchflusssstellung 51a betätigte Proportionalventil 36 und die Zweigleitung 30 in den Freihubzylinder 10 strömt. Aufgrund des Flächenverhältnisses des Freihubzylinders 10 zu den Masthubzylindern 11a, 11b fließt zunächst kein Druckmittel über das Sperrventil 43 in die Masthubzylinder 11a, 11b. Sobald sich der Freihubzylinder 10 dem Mastübergangsbereich nähert, der von der Steuereinrichtung 25 mittels der Sensoreinrichtung erkannt wird, beginnt die elektronische Steuereinrichtung 25 das am Freihubzylinder 10 angeordnete Proportionalventil 36 in die als Drosselstellung ausgebildete Grundstellung 51b zu betätigen. Infolgedessen wird der Volumenstrom vor dem Proportionalventil 36 soweit angestaut, dass über das sich öffnende Sperrventil 43 Druckmittel von der Steuerventileinrichtung 15 in die Masthubzylinder 11a, 11b strömt.

**[0081]** Zum Senken des Lastaufnahmemittels, wobei die Steuerventileinrichtung 15 in die Senkenstellung 15c betätigt ist, wird von der Steuereinrichtung 25 das Proportionalventil 37 in die Durchflusssstellung 51a betätigt, wodurch Druckmittel aus den Masthubzylindern 11a, 11b über das geöffneten Proportionalventil 37 in die Verbraucherleitung 21 und über die in die Senkenstellung 15c betätigten Steuerventileinrichtung 15 zu dem Behälter 19 abströmt. Aufgrund des Flächenverhältnisses des Frei-

hubzylinders 10 zu den Masthubzylindern 11a, 11b fließt zunächst kein Druckmittel aus dem Freihubzylinder 10 und das in der Grundstellung 51b befindliche, am Freihubzylinder 10 angebaute Proportionalventil 36 zu der Steuerventileinrichtung 15. Sobald sich die Masthubzylinder 11a, 11b dem Mastübergangsbereich nähern, der von der Steuereinrichtung 25 mittels der Sensoreinrichtung erkannt wird, beginnt die elektronische Steuereinrichtung 15 das Proportionalventil 37 in die als Drosselstellung ausgebildete Grundstellung 51b zu betätigen und das am Freihubzylinder 10 angebaute Proportionalventil 36 in die Durchflusssstellung 51a zu betätigen. Infolgedessen wird der Volumenstrom vor dem Proportionalventilen 37 soweit angestaut, dass der Druck in der

Verbraucherleitung 21 zunehmend sinkt, so dass aus dem Freihubzylinder 10 über das in die Durchflusssstellung 51a aufgesteuerte Proportionalventil 36 zunehmend mehr Druckmittel aus dem Freihubzylinder 10 zu der Steuerventileinrichtung 15 strömt.

**[0082]** In der Figur 4 ist eine Variante der Figur 2 dargestellt.

**[0083]** In der Figur 4 weisen die Proportionalventile 36, 37a, 37b jeweils ein Gehäuse 70 auf, in dem das entsprechende Proportionalventil 36, 37a, 37b eingebaut ist. Das Proportionalventil 36, 37a, 37b ist jeweils im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung 51b betätigt ist, die als Sperrstellung ausgebildet ist. Die Drosselverbindung 50 des Proportionalventils 36, 37a, 37b ist jeweils von einer im Gehäuse 70 des entsprechenden Proportionalventils 36, 37a, 37b ausgebildeten Umgehungsleitung 71 gebildet, in der eine Drosselleinrichtung 72 angeordnet ist.

**[0084]** Das Proportionalventil 36, 37a, 37b der Figur 4 ist jeweils von einer Federeinrichtung 55 in die Grundstellung 51b betätigt und mittels einer elektrischen Betätigungsseinrichtung 56, beispielsweise eines Proportionalmagneten, in Richtung der Durchflusssstellung 51a betätigbar. Die Betätigungsseinrichtung 56 stehen zur Ansteuerung mit der elektronischen Steuereinrichtung 25 in Verbindung.

**[0085]** Von der Steuereinrichtung 25 werden in den Figuren 1 bis 4 die entsprechenden Proportionalventile 36, 37a, 37b der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 derart angesteuert, dass im Hebenbetrieb des Lastaufnahmemittels beim Mastübergang vom Freihub in den Masthub und im Senkenbetrieb des Lastaufnahmemittels beim Mastübergang vom Masthub in den Freihub jeweils eine gleichmäßige Bewegung des Lastaufnahmemittels ohne eine Geschwindigkeitsänderung oder Stöße im Mastübergang erzielt wird.

**[0086]** Im Hebenbetrieb wird hierzu durch entsprechende Ansteuerung des Proportionalventils 36 der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung 35 der Volumenstrom in den Freihubzylinder 10 im Mastübergangsbereich zunehmend angedrosselt, wodurch eine kontinuierliche Abnahme der Ausfahrgeschwindigkeit des Freihubzylinders 10 erzielt wird. Die Proportionalventile 37a, 37b sind jeweils in die Durchflusssstellung 51a betätigt.

Der durch das Androsseln anwachsende Staudruck führt zu einem kontinuierlich schnelleren Ausfahren der Masthubzylinder 11a, 11b. Die überschneidende Bewegung des Freihubzylinders 10 und der Masthubzylinder 11a, 11b ist bevorzugt derart ausgeführt, dass die Hubgeschwindigkeit der Last im Mastübergangsbereich konstant bleibt.

**[0087]** Im Senkenbetrieb wird hierzu durch entsprechende Ansteuerung der Proportionalventile 37a, 37b in die Grundstellung 51b der Mastübergangsdämpfungs- vorrichtung 35 der Volumenstrom aus den Masthubzy- lindern 11a, 11b im Mastübergangsbereich zunehmend angedrosselt, wodurch eine kontinuierliche Abnahme der Einfahrgeschwindigkeit der Masthubzylinder 11a, 11b erzielt wird. Das Proportionalventil 36 ist in die Durch- flusstellung 51a betätigt. Der durch das Androsseln sich verringende Druck in der Verbraucherleitung 31 führt zu einem kontinuierlich schnelleren Einfahren des Freihub- zylinders 10. Die überschneidende Bewegung des Frei- hubzylinders 10 und der Masthubzylinder 11a, 11b ist bevorzugt derart ausgeführt, dass die Senkengeschwin- digkeit der Last im Mastübergangsbereich konstant bleibt.

**[0088]** Durch die Mastübergangsdämpfung fahren der Freihubzylinder 10 sowie die Masthubzylinder 11a, 11b sowohl im Hebenbetrieb als auch im Senkenbetrieb mit einer sehr geringen Geschwindigkeit in ihre mechani- sche Endlage.

## Patentansprüche

1. Hydraulisches System (1) für ein Flurförderzeug mit einem Hubgerüst, das mindestens einen in einem Standmast anhebbaren und absenkbaren Ausfahrmast und ein in dem Ausfahrmast anhebbares und absenkbare Lastaufnahmemittel aufweist, wobei das hydraulische System einen Freihubzylinder (10) zum Anheben und Absenken des Lastaufnahmemittels und mindestens einen Masthubzylinder (11a; 11b) zum Anheben und Absenken des Ausfahrmastes aufweist, wobei eine Steuerventileinrichtung (15) zur Steuerung des Hebenbetriebs und des Senken- betriebs des Freihubzylinders (10) und des Mast- hubzylinders (11a; 11b) vorgesehen ist und wobei eine Mastübergangsdämpfungs- vorrichtung (35) vorgesehen ist, die mindestens ein elektrisch betätigtes Proportionalventil (36; 37; 37a; 37b) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Proportional- ventil (36; 37; 37a; 37b) der Mastübergangsdämp- fungsvorrichtung (35) im nicht angesteuerten Zu- stand eine einen gedrosselten Volumenstrom bewir- kende Drosselverbindung (50) aufweist und bei ei- ner elektrischen Ansteuerung in Richtung einer Durchflusstellung (51a) betätigbar ist.
2. Hydraulisches System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Proportionalventil (36;

37; 37a; 37b) im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung (51b) betätigt ist, die mit der Drossel- verbindung (50) versehen ist.

3. Hydraulisches System nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Proportionalventil (36; 37; 37a; 37b) in der Grundstellung (51b) mit einer Drosselöffnung (52), insbesondere einer Drossel- bohrung, versehen ist.
4. Hydraulisches System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Proportionalventil (36; 37; 37a; 37b) in einem Gehäuse (70) angeordnet ist, wobei das Proportionalventil (36; 37; 37a; 37b) im nicht angesteuerten Zustand in eine Grundstellung (51b) betätigt ist, die als Sperrstellung ausgebildet ist, und die Drosselverbindung (50) von einer im Ge- häuse (70) des Proportionalventils (36; 37; 37a; 37b) ausgebildeten Umgehungsleitung (71) gebildet ist, in der eine Drosselleinrichtung (72) angeordnet ist.
5. Hydraulisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Freihub- zylinder (10) mittels einer ersten Zweigleitung (30) mit der Steuerventileinrichtung (15) verbunden ist und der mindestens eine Masthubzylinder (11a; 11b) mittels einer zweiten Zweigleitung (31) mit der Steu- erventileinrichtung (15) verbunden ist, wobei in der ersten Zweigleitung (30) eine erstes Proportional- ventil (36) der Mastübergangsdämpfungs- vorrichtung (35) angeordnet ist und in der zweiten Zweigleitung (31) ein zweites Proportionalventil (37) der Mastübergangsdämpfungs- vorrichtung (35) ange- ordnet ist.
6. Hydraulisches System nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem ersten Proportional- ventil (36) eine Umgehungsleitung (40) angeordnet ist, in der ein in Richtung zur Steuerventileinrichtung (15) öffnendes Sperrventil (41), insbesondere ein Rückschlagventil, angeordnet ist.
7. Hydraulisches System nach Anspruch 5 oder 6, **da- durch gekennzeichnet, dass** an dem zweiten Pro- portionalventil (37) eine Umgehungsleitung (42) an- geordnet ist, in der ein in Richtung zu dem mindes- tens einen Masthubzylinder (11a; 11b) öffnendes Sperrventil (43), insbesondere ein Rückschlagventil, angeordnet ist.
8. Hydraulisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an jedem Masthubzylinder (11a; 11b) eine mechanische Le- tungsbruchsicherungseinrichtung (60a; 60b) ange- baut ist.
9. Hydraulisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Frei-

hubzylinder (10) eine mechanische Leitungsbruch-sicherungseinrichtung (60c) angebaut ist.

10. Hydraulisches System nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Proportionalventil (36) an dem Freihubzylinder (10) angebaut ist und die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsiche-rungseinrichtung (60c) aufweist. 5
11. Hydraulisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Freihub-zylinder (10) mittels einer ersten Zweigleitung (30) mit der Steuerventileinrichtung (15) verbunden ist und jeder Masthubzylinder (11a; 11b) mittels einer Zweigleitung (31a; 31b) mit der Steuerventileinrich-tung (15) verbunden ist, wobei in jeder Zweigleitung (30; 31a; 31b) ein Proportionalventil (36; 37a; 37b) der Mastübergangsdämpfungsvorrichtung (35) an-geordnet ist. 10 15 20
12. Hydraulisches System nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Freihubzylinder (10) ein Proportionalventil (36) angebaut ist und/oder an jedem Masthubzylinder (11a; 11b) ein Proportional-ventil (37a; 37b) angebaut ist, wobei die Proportio-nalventile (36; 37a; 37b) jeweils die Funktion einer elektrischen Leitungsbruchsicherungseinrichtung (60a; 60b; 60c) aufweisen. 25
13. Flurförderzeug mit einem hydraulischen System (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche. 30

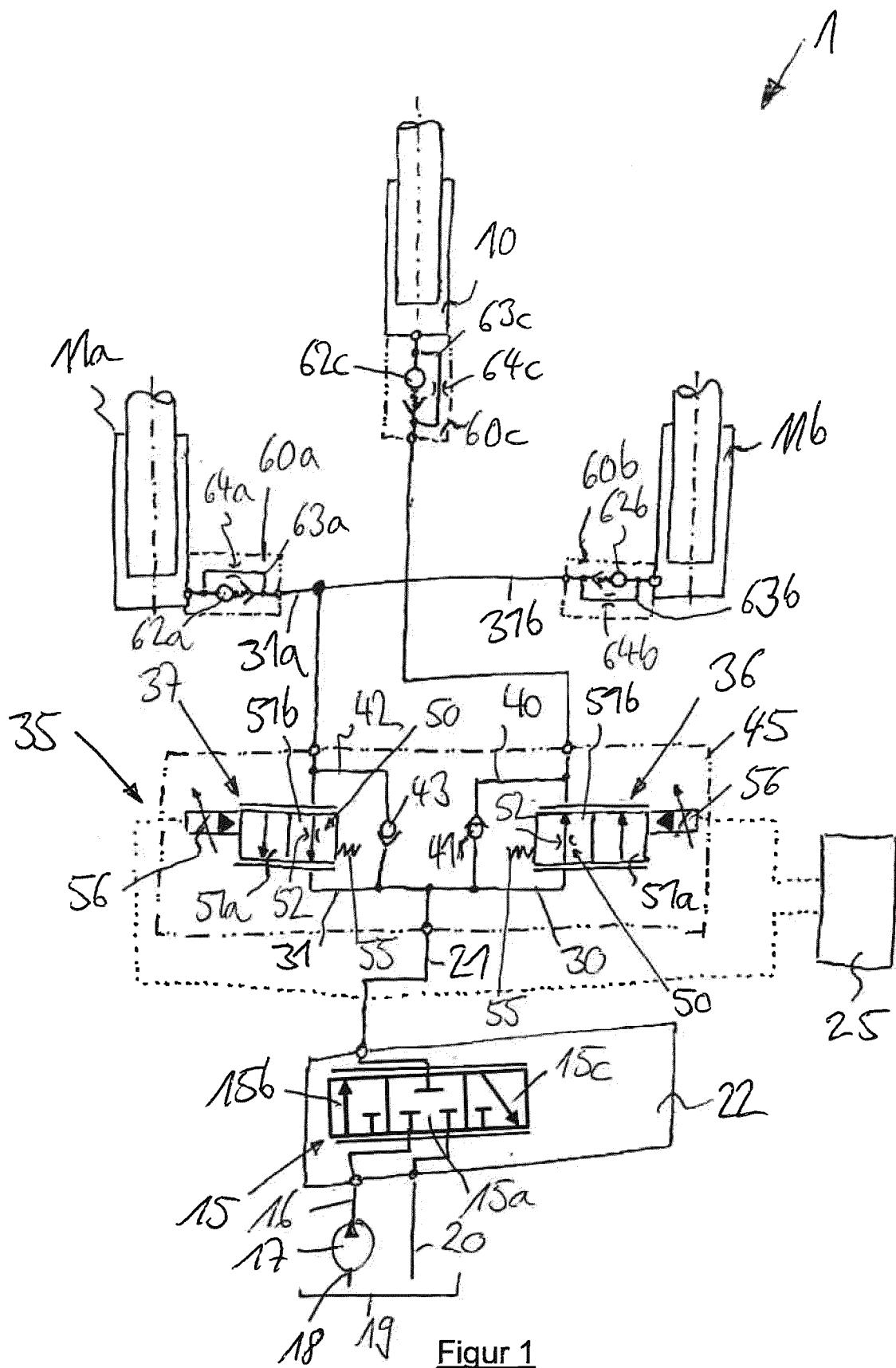
35

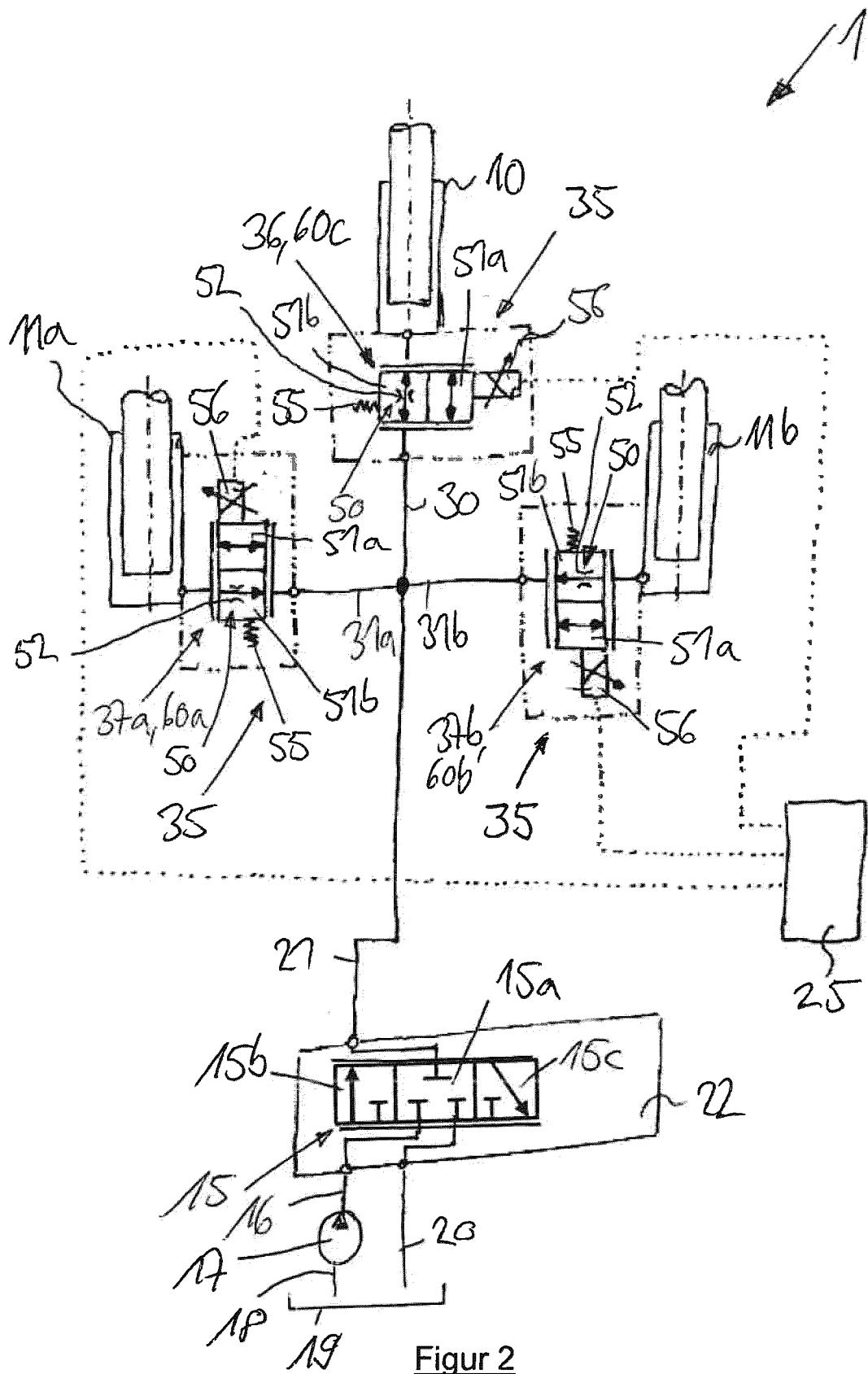
40

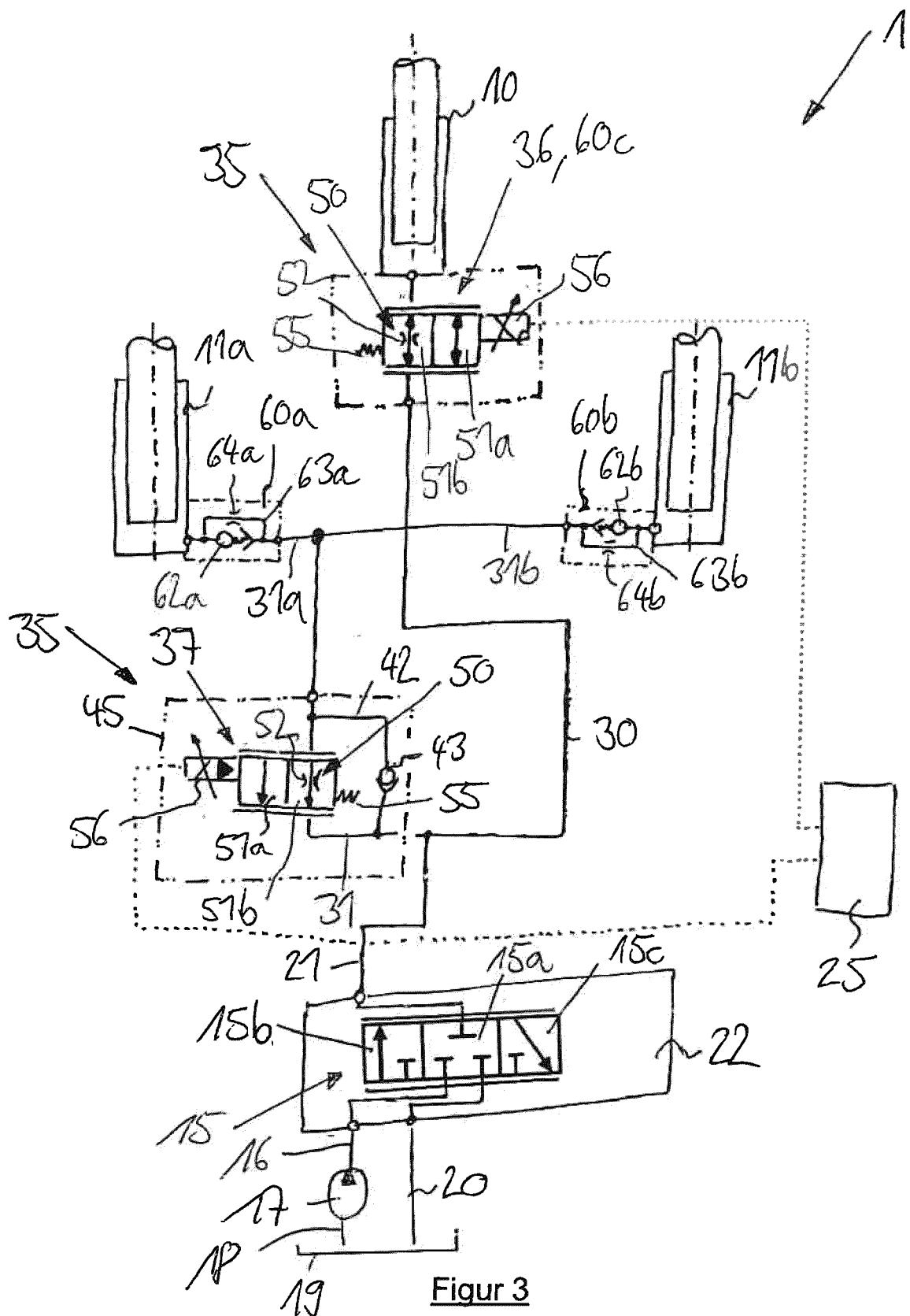
45

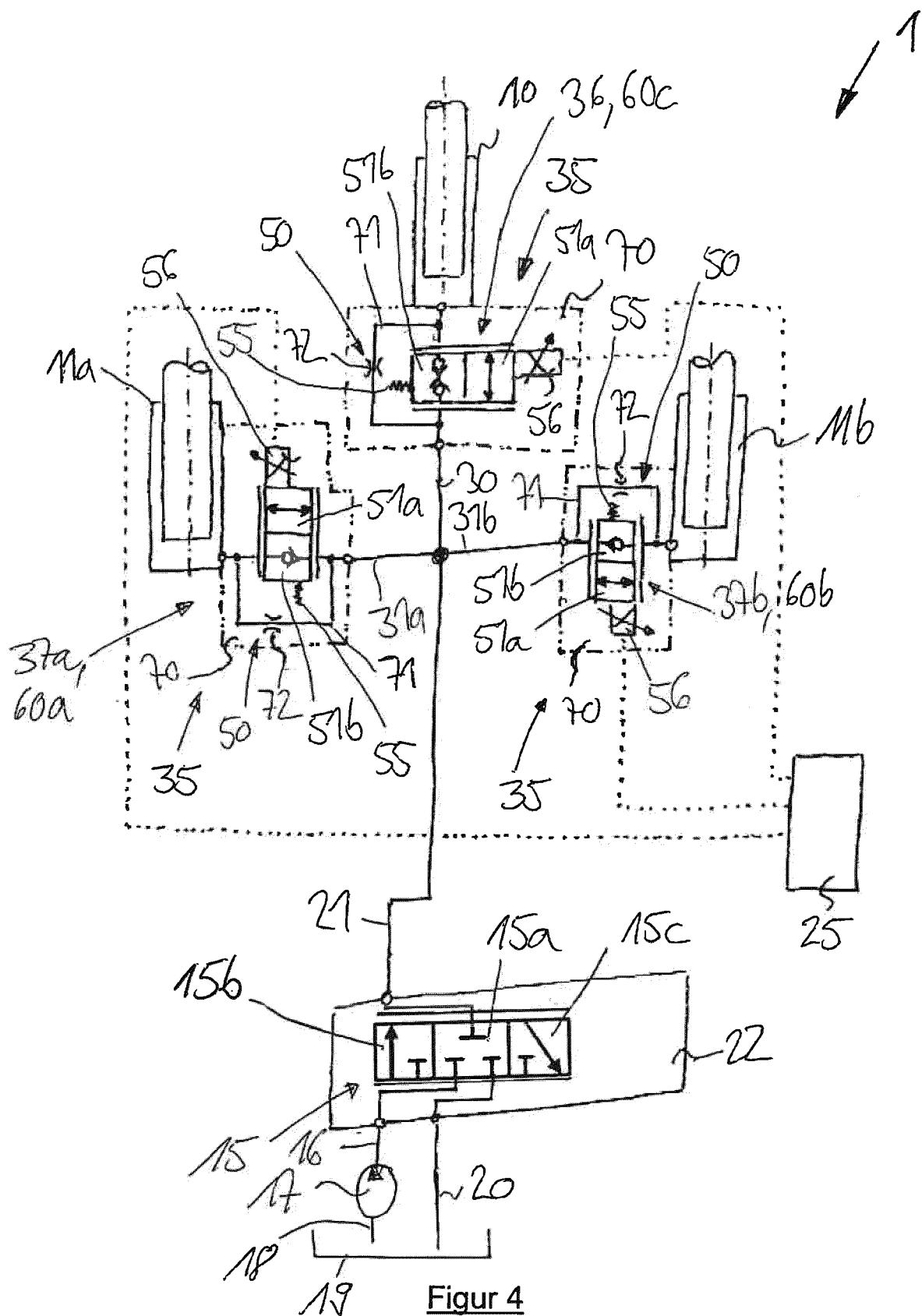
50

55











## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 6618

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
		Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
10	Y, D	DE 10 2016 103256 A1 (STILL GMBH [DE]) 29. Juni 2017 (2017-06-29) * Absatz [0001]; Abbildungen 1-5 * -----	1-5, 7-13 INV. B66F9/22	
15	Y	DE 10 2018 119347 A1 (LINDE MATERIAL HANDLING GMBH [DE]) 13. Februar 2020 (2020-02-13) * Absätze [0011], [0063]; Abbildungen 2, 3 * -----	1, 2, 5, 7, 10-13	
20	Y	DE 100 21 609 A1 (LINDE AG [DE]) 8. November 2001 (2001-11-08) * Absätze [0001], [0022], [0031]; Abbildungen 1, 2 * -----	1, 3, 8, 9	
25	Y	EP 0 546 300 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. Juni 1993 (1993-06-16) * Abbildungen 1, 2 * -----	4	
30			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)	
35			B66F	
40				
45				
50	2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 12. Dezember 2023	Prüfer Güzel, Ahmet
		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
		X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
		Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist	
		A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
		O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 18 6618

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

12-12-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102016103256 A1	29-06-2017	KEINE	
15	DE 102018119347 A1	13-02-2020	DE 102018119347 A1 EP 3608286 A1	13-02-2020 12-02-2020
	DE 10021609 A1	08-11-2001	KEINE	
20	EP 0546300 A1	16-06-1993	DE 4140409 A1 EP 0546300 A1	09-06-1993 16-06-1993
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102016103256 A1 **[0004] [0006]**