



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 193 211 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(51) Int Cl.7: **B66F 9/22**

(21) Anmeldenummer: **01122968.9**

(22) Anmeldetag: **25.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Mebert, Ralf**
72622 Nürtingen (DE)

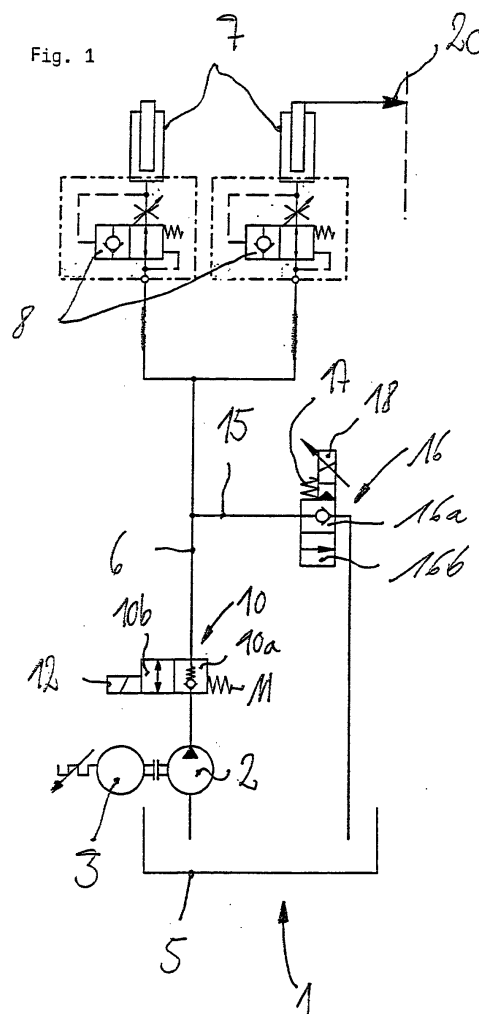
(74) Vertreter: **Lang, Michael (DE)**
Linde AG
Zentrale Patentabteilung
D-82049 Höllriegelskreuth (DE)

(30) Priorität: **28.09.2000 DE 10048215**

(71) Anmelder: **STILL WAGNER GmbH & Co KG**
72766 Reutlingen-Mittelstadt (DE)

(54) **Hydraulische Hubvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine hydraulische Hubvorrichtung (1) für eine batterie-elektrisch betriebene Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, wobei die Hubvorrichtung (1) ein vertikal bewegbares Lastaufnahmemittel aufweist, das mit zumindest einem hydraulischen Hubzylinder (7) in Wirkverbindung steht, wobei der Hubzylinder (7) mittels einer Druckmittelleitung (6) mit einem im Hebenbetrieb als Pumpe und im Senkenbetrieb als Motor arbeitenden hydraulischen Aggregat (2) in Verbindung steht, das mit einer im Hebenbetrieb als Motor und im Senkenbetrieb als Generator arbeitenden elektrischen Maschine (3) in trieblicher Verbindung steht. Die Aufgabe, im Feinsteuerbereich bei geringen Senkengeschwindigkeiten eine genaue Einstellung der Senkengeschwindigkeit und bei hohen Senkengeschwindigkeiten eine effektive Energierückgewinnung zu ermöglichen, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass von der Druckmittelleitung (6) eine zu einem Behälter (5) geführte Zweigleitung (15) abzweigt, in der ein Senkenventil (16) zur Steuerung der Senkenbewegung im Feinsteuerbereich angeordnet ist. Das Senkenventil (16) ist als Proportionalventil ausgebildet und im Feinsteuerbereich in eine Durchflussstellung (16b) beaufschlagbar. Bei Erreichen einer Senkgrenzgeschwindigkeit ist ein Lasthalteventil (10) in eine Öffnungsstellung aufsteuerbar und die elektrische Maschine (3) im Generatorbetrieb betreibbar.



EP 1 193 211 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Hubvorrichtung für eine batterie-elektrisch betriebene Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, wobei die Hubvorrichtung ein vertikal bewegbares Lastaufnahmemittel aufweist, das mit zumindest einem hydraulischen Hubzylinder in Wirkverbindung steht, wobei der Hubzylinder mittels einer Druckmittelleitung mit einem im Hebenbetrieb als Pumpe und im Senkenbetrieb als Motor arbeitenden hydraulischen Aggregat in Verbindung steht, das mit einer im Hebenbetrieb als Motor und im Senkenbetrieb als Generator arbeitenden elektrischen Maschine in trieblicher Verbindung steht.

[0002] Derartige Hubvorrichtungen werden in batterie-elektrisch betriebenen Arbeitsmaschinen, beispielsweise Flurförderzeugen, eingesetzt. Das Anheben des vertikal bewegbaren Lastaufnahmemittels erfolgt hierbei mittels zumindest eines Hubzylinders, der mit dem hydraulischen Aggregat verbunden ist, das im Hebenbetrieb als Pumpe arbeitet, Druckmittel zum Hubzylinder fördert und von der als Motor arbeitenden elektrischen Maschine angetrieben wird. Während des Absenkens wird der aus dem Hubzylinder ausströmende Druckmittelstrom durch das hydraulische Aggregat geleitet, das im Senkenbetrieb als Pumpe arbeitet und die als Generator arbeitende elektrische Maschine antreibt. Hierdurch kann die beim Absenken des Lastaufnahmemittels freiwerdende potentielle Energie der Last zurückgewonnen werden, indem die potentielle Energie von der als Generator arbeitenden elektrischen Maschine in elektrische Energie umgewandelt und in die Batterie eingespeist wird. Durch die Energierückgewinnung beim Senken ergibt sich eine längere Betriebsdauer einer Batterieladung, wodurch das Flurförderzeug mit einer Batterieladung eine höhere Umschlagleistung aufweist.

[0003] Aus der EP 0 630 853 B1 ist eine derartige Hubvorrichtung bekannt. Die Regelung der Senkgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels im Senkenbetrieb und der Hubgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels im Hebenbetrieb erfolgt über den gesamten Arbeitsbereich mittels einer Drehzahlregelung der elektrischen Maschine. Hierbei wird aus dem Signal einer Sollwertvorgabeeinrichtung ein Drehzahlsollwert für die elektrische Maschine gebildet. Der Drehzahlsollwert wird mit einem mittels eines an der elektrischen Maschine angeordneten Drehzahlsensors gemessenen Drehzahlwert verglichen, wobei die aus dem Drehzahlwert und dem Drehzahlsollwert gebildete Regelabweichung auf einen Drehzahlregler der elektrischen Maschine gegeben wird.

[0004] Mit einer derartigen Hubvorrichtung kann ohne wesentliche Hydraulikverluste eine optimale Energierückgewinnung im Senkenbetrieb erzielt werden.

[0005] Beim Senken stützt sich hierbei jedoch die Last nach Öffnen eines zwischen dem Hubzylinder und dem hydraulischen Aggregat angeordneten Lasthalte-

ventils ausschließlich auf dem hydraulischen Aggregat und der mit dieser gekoppelten elektrischen Maschine ab. Im Feinsteuerbereich bei geringen Senkgeschwindigkeiten kann es bei einer derartigen Drehzahlregelung der elektrischen Maschine zu einer ungenauen Einstellung der Senkgeschwindigkeit kommen, da die an der hydraulischen Maschine auftretende Leckage von dem Drehzahlsensor der elektrischen Maschine nicht erfasst wird und somit die Leckage der hydraulischen Maschine bei der Einstellung der Senkgeschwindigkeit nicht berücksichtigt wird.

[0006] Zudem können aufgrund der Massenkräfte des hydraulischen Aggregats und der elektrischen Maschine zu Beginn des Senkenbetriebs zeitliche Verzögerungen bei der Istwerterfassung der Senkgeschwindigkeit auftreten, die in dem Drehzahlregelkreis zu Verfälschungen des Messergebnisses und zu Schwingungen führen können, wodurch es zu einer ungenauen Einstellung der Senkgeschwindigkeit im Feinsteuerbereich kommen kann.

[0007] Aus der DE 30 18 156 C2 ist eine Hubvorrichtung bekannt, bei der ein Proportionalventil zur Steuerung der Senkenbewegung vorgesehen ist. Im Senkenbetrieb im Feinsteuerbereich befindet sich das Proportionalventil in einer Durchflussstellung. Bei hohen Senkgeschwindigkeiten wird das Proportionalventil in eine Durchflussstellung aufgesteuert. Sowohl im Feinsteuerbereich wie auch bei hohen Senkgeschwindigkeiten wird das hydraulische Aggregat von dem aus dem Hubzylinder ausströmenden Druckmittel angetrieben, wodurch eine Energierückgewinnung ermöglicht wird. Das Proportionalventil ist jedoch im gesamten Senkenbetrieb durchströmt, wodurch insbesondere bei hohen Senkgeschwindigkeiten am Proportionalventil aufgrund des hohen Druckmitteldurchflusses ein hoher Druckverlust auftritt. Mit einer derartigen Hubvorrichtung kann die Senkgeschwindigkeit im Feinsteuerbereich genau eingestellt werden, durch den am Proportionalventil auftretenden Druckverlust bei hohen Senkgeschwindigkeiten vermindert sich jedoch der Anteil der zurückgewinnbaren Energie.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hubvorrichtung der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, die im Feinsteuerbereich bei geringen Senkgeschwindigkeiten eine genaue Einstellung der Senkgeschwindigkeit und bei hohen Senkgeschwindigkeiten eine effektive Energierückgewinnung ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass von der Druckmittelleitung eine zu einem Behälter geführte Zweigleitung abzweigt, in der ein Senkenventil zur Steuerung der Senkenbewegung im Feinsteuerbereich angeordnet ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird somit beim Senken im Feinsteuerbereich die Senkenbewegung durch das Senkenventil gesteuert, wobei das vom Hubzylinder abströmende Druckmittel über das Senkenventil zum Behälter strömt. Hierdurch kann die Senkgeschwindig-

keit im Feinsteuerbereich auf einfache Weise eingestellt werden. Durch die geringen Druckmittelströme im Feinsteuerbereich ist das Senkenventil auf geringe Volumenströme auszulegen und weist daher einen geringen Bauaufwand und Bauraumbedarf auf.

[0011] Gemäß einer Ausgestaltungsform der Erfindung ist das Senkenventil als Proportionalventil ausgebildet und zur Steuerung der Senkenbewegung im Feinsteuerbereich in eine Durchflussstellung beaufschlagbar. Mit einem Proportionalventil kann auf einfache Weise im Senkenbetrieb im Feinsteuerbereich die Senkengeschwindigkeit genau eingestellt werden, wobei der gesamte Proportionalbereich des Senkenventils zur Steuerung der Senkenbewegung im Feinsteuerbereich verwendet werden kann.

[0012] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn das Senkenventil eine als Sitzventil ausgebildete Sperrstellung aufweist. In der Sperrstellung wird somit ein Druckmittelstrom zum Behälter vermieden. Dadurch kann in der Neutralstellung oder im Hebenbetrieb ein Druckmittelstrom vom Hubzylinder über die Zweigleitung zum Behälter auf einfache Weise verhindert werden.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist in der Druckmittelleitung zwischen dem hydraulischen Aggregat und dem Anschluss der Zweigleitung ein Lasthalteventil angeordnet ist. Hierdurch kann auf einfache Weise ein unbeabsichtigtes Absinken der Last in der Neutralstellung der Hubvorrichtung vermieden werden.

[0014] Zweckmäßigerweise ist bei Erreichen einer Senkgrenzgeschwindigkeit das Lasthalteventil in eine Öffnungsstellung aufsteuerbar und die elektrische Maschine im Generatorbetrieb betreibbar. Die Senkenbewegung bei hohen Senkengeschwindigkeiten erfolgt somit durch die als Generator betriebene elektrische Maschine, wobei eine Energierückgewinnung erfolgt. Durch die Anordnung des Senkenventils in der von der Druckmittelleitung abzweigenden Zweigleitung tritt bei hohen Senkengeschwindigkeiten kein durch das Senkenventil bedingter Druckverlust zwischen dem Hubzylinder und dem hydraulischen Aggregat auf. In der von dem Hubzylinder zu dem hydraulischen Aggregat geführten Druckmittelleitung ist hierbei lediglich das Lasthalteventil angeordnet, das von dem aus dem Hubzylinder zum hydraulischen Aggregat strömenden Druckmittelstrom durchströmt wird, wodurch geringe Druckverluste auftreten und somit die potentielle Energie der Last bei hohen Senkengeschwindigkeiten ohne nennenswerte Verluste als elektrische Energie zurückgewonnen werden kann.

[0015] Das Senkenventil kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bei Erreichen einer Grensenkgeschwindigkeit in die Sperrstellung beaufschlagt werden. Bei hohen Senkengeschwindigkeiten befindet sich somit das Proportionalventil in einer Sperrstellung, wodurch ein Abströmen von Druckmittel zum Behälter vermieden wird und erzielt wird, dass das vom Hubzylinder abströmende Druckmittel über das als Motor be-

triebene hydraulische Aggregat strömt und die als Generator arbeitende elektrische Maschine antreibt.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann das Senkenventil bei Erreichen der Senkgrenzgeschwindigkeit in der Durchflussstellung beaufschlagt bleiben. Bei hohen Senkgeschwindigkeiten bleibt somit das Proportionalventil in der vollständig geöffneten Durchflussstellung. Hierdurch ergibt sich ein einfacher steuerungstechnischer Übergang vom Senken im Feinsteuerbereich über das Proportionalventil zum generatorischen Senken bei hohen Senkengeschwindigkeiten über das hydraulische Aggregat. Aufgrund des geringen Druckmittelflusses in der Zweigleitung ist hierbei der aus dem zum Behälter abströmende Druckmittelstrom im Verhältnis zu dem dem hydraulischen Aggregat zuströmenden Druckmittelstrom gering, wodurch eine wirksame Energierückgewinnung bei hohen Senkgeschwindigkeiten erzielt wird.

[0017] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung eine Messeinrichtung zur Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels vorgesehen ist. Durch eine die Bewegungsgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels erfassende Messeinrichtung kann auf einfache Weise ein Rückkopplungssignal zur Steuerung des Senkenventils im Senkenbetrieb im Feinsteuerbereich bzw. zur Steuerung der elektrischen Maschine im Senkenbetrieb bei hohen Senkengeschwindigkeiten sowie im Hebenbetrieb erzeugt werden.

[0018] Zweckmäßigerweise ist die Messeinrichtung als Wegsensor ausgebildet ist. Mit einem beispielsweise am Hubzylinder angeordneten Wegsensor kann auf einfache Weise die Bewegungsgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels erfasst werden.

[0019] Sofern im Hebenbetrieb im Feinsteuerbereich die elektrische Maschine mit einer minimalen Drehzahl betreibbar ist, ergeben sich besondere Vorteile, wenn das Senkenventil in eine Durchflussstellung beaufschlagbar ist. Der im Hebenbetrieb im Feinsteuerbereich von dem als Pumpe betriebene hydraulische Aggregat durch den Betrieb mit einer minimalen Drehzahl überschüssig geförderte Druckmittelstrom kann hierdurch auf einfache Weise über das Senkenventil zum Behälter abströmen. Hierdurch wird ohne zusätzlichen Aufwand erzielt, dass die Hubgeschwindigkeit im Hebenbetrieb im Feinsteuerbereich genau eingestellt werden kann.

[0020] Die elektrische Maschine kann als Gleichstrommaschine ausgebildet sein. Besondere Vorteile ergeben sich, wenn die elektrische Maschine als Asynchronmaschine ausgebildet ist. Mit einer Asynchronmaschine ergibt sich im Senkenbetrieb eine automatische Rückspeisung von elektrischer Energie in die Batterie, wodurch sich ein geringer Bauaufwand für die Hubvorrichtung ergibt.

[0021] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in der schematischen Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0022] In der Figur ist eine erfindungsgemäße Hubvorrichtung 1 für ein nicht mehr dargestelltes Flurförderzeug gezeigt. Die Hubvorrichtung 1 weist ein hydraulisches Aggregat 2 auf, das mit einer elektrischen Maschine 3, beispielsweise einer Gleichstrom- oder Asynchronmaschine, in trieblicher Verbindung steht. Die elektrische Maschine 3 steht hierbei zur Versorgung mit elektrischer Energie mit einer nicht mehr dargestellten Batterie in Wirkverbindung.

[0023] Das hydraulische Aggregat 2 steht mit einem Behälter 5 und einer Druckmittelleitung 6 in Verbindung, die zu Hubzylindern 7 geführt ist. An den Hubzylindern 7 ist jeweils eine Rohrbruchsicherung 8 angeordnet.

[0024] In der Druckmittelleitung 6 ist ein Lasthalteventil 10 angeordnet. Das Lasthalteventil 10 weist eine als Sitzventil ausgebildete Sperrstellung 10a und eine Durchflussstellung 10b auf. In Richtung der Sperrstellung 10a ist das Lasthalteventil 10 durch eine Feder 11 beaufschlagt. Mittels einer Betätigungseinrichtung 12, beispielsweise einem Schaltmagnet, ist das Lasthalteventil 10 in die Durchflussstellung 10b beaufschlagbar.

[0025] Von der Druckmittelleitung 6 zweigt zwischen dem Lasthalteventil 10 und den Hubzylindern 7 eine Zweigleitung 15 ab, die zum Behälter 5 geführt ist, wobei in der Zweigleitung 15 ein Senkenventil 16 angeordnet ist. Das Senkenventil 16 ist als in Zwischenstellungen drosselndes Proportionalventil ausgebildet und weist eine als Sitzventil ausgebildete Sperrstellung 16a und eine Durchflussstellung 16b auf. In Richtung der Sperrstellung 16a ist das Senkenventil 16 mittels einer Feder 17 beaufschlagt. Durch eine Betätigungseinrichtung 18, beispielsweise einen Proportionalmagneten, ist das Senkenventil 16 in Richtung der Durchflussstellung 16b beaufschlagbar.

[0026] An den Hubzylindern 7 ist eine Messeinrichtung 20, beispielsweise ein Wegsensor, zur Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit angeordnet.

[0027] In der dargestellten Neutralstellung der Hubvorrichtung 1 befindet sich das Lasthalteventil 10 in der Sperrstellung 10a. Das Senkenventil 16 befindet sich ebenfalls in der Sperrstellung 16a. Die Hubzylinder 7 sind somit leckölfrei abgesperrt, wodurch ein unbeabsichtigtes Absinken der an den Hubzylindern 7 anstehende Last vermieden wird.

[0028] Zum Heben wird die elektrische Maschine 3 entsprechend der Vorgabe einer Sollwertvorgabeeinrichtung, beispielsweise einem Joystick, betrieben, wodurch das als Pumpe betriebene hydraulische Aggregat 2 die zur Erzielung der vorgegebenen Hebengeschwindigkeit erforderliche Druckmittelmenge liefert. Mittels der Messeinrichtung 20 kann hierbei ein Rückkopplungssignal zur Drehzahlregelung der elektrischen Maschine 3 erzeugt werden.

[0029] Die elektrische Maschine 3 kann hierbei mit einer vorbestimmten minimalen Drehzahl betrieben werden, wodurch beim Hebenbetrieb im Feinsteuerbereich von dem als Pumpe arbeitenden hydraulischen Aggregat 2 ein den Druckmittelbedarf der Hubzylinder 7 über-

steigender Druckmittelstrom gefördert wird. Durch eine Ansteuerung des Senkenventils 16 in die Durchflussstellung 16b kann hierbei auf einfache Weise der von dem als Pumpe arbeitenden hydraulischen Aggregat 2 geförderte überschüssige Druckmittelstrom zum Behälter 5 abströmen. Hierdurch wird auf einfache Weise ermöglicht, dass die Hubzylinder 7 beim Heben im Feinsteuerbereich mit der vorgegebenen Hebengeschwindigkeit betrieben werden.

[0030] Im Senkenbetrieb wird durch die Sollwertvorgabeeinrichtung eine Senkengeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels vorgegeben.

[0031] Im Feinsteuerbereich bei geringen Senkengeschwindigkeiten wird durch eine entsprechende Ansteuerung der Betätigungseinrichtung 18 des Senkenventils 16 das Senkenventil 16 in Abhängigkeit von der Vorgabe der Sollwertvorgabeeinrichtung in die Durchflussstellung 16b beaufschlagt. Druckmittel strömt somit von den Hubzylindern 7 über das in eine Durchflussstellung 16b beaufschlagte Senkenventil 16 zum Behälter. Im Feinsteuerbereich wird somit die Senkengeschwindigkeit durch das Senkenventil 16 eingestellt, wobei der gesamte Proportionalbereich des Senkenventils 16 zur Steuerung der Senkenbewegung im Feinsteuerbereich verwendet wird. Das Signal der Messeinrichtung 20 kann hierbei als Rückkopplungssignal zur Steuerung des Senkenventils 16 verwendet werden.

[0032] Überschreitet die an der Sollwertvorgabeeinrichtung vorgegebene Senkengeschwindigkeit eine eingestellte Grenzsenkgeschwindigkeit, wird das Lasthalteventil 10 durch eine entsprechende Ansteuerung der Betätigungseinrichtung 12 in die Durchflussstellung 10b aufgesteuert. Druckmittel strömt somit aus den Hubzylindern 7 zum hydraulischen Aggregat 2, das als Motor betrieben wird und die als Generator arbeitende elektrische Maschine 3 antreibt. Die potentielle Energie der Last bei hohen Senkengeschwindigkeit kann somit durch den Generatorbetrieb der elektrischen Maschine 2 zurückgewonnen und in die Batterie eingespeist werden.

[0033] Das Signal der Messeinrichtung 20 kann hierbei als Rückkopplungssignal zur Drehzahlregelung der elektrischen Maschine verwendet werden.

[0034] Bei hohen Senkgeschwindigkeiten kann das Senkenventil 16 vollständig in die Durchflussstellung 16b aufgesteuert sein oder in die Sperrstellung 16 beaufschlagt werden.

[0035] Im Senkenbetrieb bei hohen Senkengeschwindigkeiten liegt außer dem Lasthalteventil 10 und der Rohrbruchsicherung 8 kein ein Druckverlust verursachendes Bauteil in der Druckmittelleitung 6, wodurch die potentielle Energie der Last ohne nennenswerte Druckverluste als elektrische Energie zurückgewonnen werden kann.

Patentansprüche

1. Hydraulische Hubvorrichtung für eine batterie-elektrisch betriebene Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, wobei die Hubvorrichtung ein vertikal bewegbares Lastaufnahmemittel aufweist, das mit zumindest einem hydraulischen Hubzylinder in Wirkverbindung steht, wobei der Hubzylinder mittels einer Druckmittelleitung mit einem im Hebenbetrieb als Pumpe und im Senkenbetrieb als Motor arbeitenden hydraulischen Aggregat in Verbindung steht, das mit einer im Hebenbetrieb als Motor und im Senkenbetrieb als Generator arbeitenden elektrischen Maschine in trieblicher Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Druckmittelleitung (6) eine zu einem Behälter (5) geführte Zweigleitung (15) abzweigt, in der ein Senkenventil (16) zur Steuerung der Senkenbewegung im Feinsteuerbereich angeordnet ist. 5
2. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Senkenventil (16) als Proportionalventil ausgebildet und zur Steuerung der Senkenbewegung im Feinsteuerbereich in eine Durchflussstellung (16b) beaufschlagbar ist. 10
3. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Senkenventil (16) eine als Sitzventil ausgebildete Sperrstellung (16a) aufweist. 15
4. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Druckmittelleitung (6) zwischen dem hydraulischen Aggregat (2) und dem Anschluss der Zweigleitung (15) ein Lasthalteventil (10) angeordnet ist. 20
5. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen einer Senkgrenzgeschwindigkeit das Lasthalteventil (10) in eine Öffnungsstellung aufsteuerbar und die elektrische Maschine (3) im Generatorbetrieb betreibbar ist. 25
6. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Senkenventil (16) bei Erreichen der Senkgrenzgeschwindigkeit in die Sperrstellung (16a) beaufschlagt ist. 30
7. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen der Senkgrenzgeschwindigkeit das Senkenventil (16) in die Durchflussstellung (16b) beaufschlagt ist. 35
8. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Messeinrichtung (20) zur Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels vorgesehen ist. 40
9. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messeinrichtung (20) als Wegsensor ausgebildet ist. 45
10. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei im Hebenbetrieb im Feinsteuerbereich die elektrische Maschine (3) mit einer minimalen Drehzahl betreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Senkenventil (16) in eine Durchflussstellung (16b) beaufschlagbar ist. 50
11. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Maschine (3) als Gleichstrommaschine ausgebildet ist. 55
12. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Maschine (3) als Asynchronmaschine ausgebildet ist.

Fig. 1

