



(11) **EP 1 293 669 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.04.2007 Patentblatt 2007/15**

(51) Int Cl.:  
**F04B 23/02** (2006.01) **F04B 17/05** (2006.01)  
**F15B 1/02** (2006.01) **B62D 5/06** (2006.01)  
**B66F 9/22** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02019785.1**

(22) Anmeldetag: **04.09.2002**

(54) **Von einem Verbrennungsmotor angetriebene hydraulische Lenkpumpe**

Hydraulic vehicle steering pump driven by combustion engine

Pompe de direction hydraulique entraînée par moteur à combustion

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT SE**

(30) Priorität: **18.09.2001 DE 10145992**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.03.2003 Patentblatt 2003/12**

(73) Patentinhaber: **STILL GMBH**  
**D-22113 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Neuf, Ottmar**  
**21465 Reinbek (DE)**
- **Bavendiek, Rainer Dr.**  
**21465 Wentorf (DE)**

- **Macit, Recep**  
**40625 Düsseldorf (DE)**
- **Hübner, Jörg**  
**21037 Hamburg (DE)**
- **Bauer, Stefan**  
**34127 Kassel (DE)**
- **Hoffmockel, Berndt**  
**22397 Hamburg (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 525 329** **DE-A1- 19 955 312**  
**GB-A- 876 727**

**EP 1 293 669 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine mobile Arbeitmaschine, insbesondere Flurförderzeug, mit einem Verbrennungsmotor und einer davon angetriebenen hydraulischen Lenkpumpe zur Speisung eines Lenkaktuators.

**[0002]** Die Versorgung der Lenkanlage von verbrennungsmotorisch betriebenen Gabelstaplern mit hydraulischer Energie erfolgt durch eine Lenkpumpe, deren Fördervolumen an der unteren Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors bemessen ist. Bei dieser Drehzahl fördert die Lenkpumpe bereits ausreichend Druckmittel, um den Lenkaktor so weit versorgen zu können, dass eine Mindestlenkgeschwindigkeit erreicht wird. Prinzipbedingt führt dies zu großvolumigen Lenkpumpen, die einen hohen Drehmomentbedarf aufweisen. Bei ansteigender Betriebsdrehzahl des Verbrennungsmotors entstehen erhebliche Energieverluste, da mehr Druckmittel von der Lenkpumpe gefördert wird als der Lenkaktor benötigt. In Gabelstaplern, in denen die hydraulische Pumpe nicht nur den Lenkzylinder sondern auch eine Arbeitshydraulik versorgt (Prioritätsventilschaltung), wird immer das gesamte Druckmittel, also auch die für die Arbeitshydraulik benötigte Menge, unter Druck gesetzt. Auch dies führt zu Energieverlusten und zum Aufheizen des gesamten Hydrauliksystems.

**[0003]** Aus der DE 199 55 312 A1 ist es bekannt, bei einem hydraulischen Getriebe für den Fahrantrieb eines Flurförderzeugs zwischen Pumpe und Motor einen Druckspeicher vorzusehen, der es ermöglicht, den hydraulischen Antrieb auch bei abgeschaltetem Verbrennungsmotor zu betreiben.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine mobile Arbeitmaschine der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, bei der die Energieverluste, die vom Lenksystem verursacht werden, minimiert sind.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein hydraulischer Speicher an die Lenkpumpe und den Lenkaktor angeschlossen ist und dass das spezifische Fördervolumen der Lenkpumpe so bemessen ist, dass der Betrieb des Lenkaktuators bei geringen Betriebsdrehzahlen des Verbrennungsmotors das Einspeisen von Druckmittel aus der Lenkpumpe und dem Speicher erfordert und bei Überschreiten einer Schwellendrehzahl der Betrieb des Lenkzylinders durch alleiniges Einspeisen von Druckmittel aus der Lenkpumpe möglich ist.

**[0006]** Der erfindungswesentliche Gedanke besteht demnach darin, das spezifische Fördervolumen der Lenkpumpe, also das Fördervolumen pro Umdrehung, deutlich zu reduzieren und als Ausgleich einen ausreichend groß dimensionierten Speicher vorzusehen, der durch die Lenkpumpe geladen wird und aus dem in bestimmten Betriebszuständen, nämlich bei niedrigen Betriebsdrehzahlen des Verbrennungsmotors, zusätzlich zur Lenkpumpe Druckmittel in den Lenkaktor eingespeist wird. Im Idealfall kann dadurch das Fördervolumen

der Lenkpumpe halbiert bis gedrittelt werden. Damit werden die Energieverluste und der Drehmomentbedarf der Lenkpumpe im gleichen Maße reduziert. Die Lenkpumpe baut kleiner und benötigt weniger Platz in der Arbeitmaschine.

**[0007]** Die Drehmomentanforderung an den Verbrennungsmotor sind besonders im Bereich niedriger Betriebsdrehzahlen verringert, was den Einsatz von klein bauenden Turbo-Motoren ermöglicht, die gerade in diesem Betriebsbereich eher drehmomentschwach sind. Insgesamt sind die Energieverluste im Lenkungskreislauf deutlich herabgesetzt.

**[0008]** Zweckmäßigerweise ist das Volumen des Speichers so bemessen, dass bei alleiniger Speisung des Lenkaktuators durch Druckmittel aus dem vollen Speicher ein mehrfaches Betätigen des Lenkaktuators von Anschlag zu Anschlag möglich ist. Dadurch ist eine Notenergieversorgung des Lenkaktuators bei Ausfall des Verbrennungsmotors oder der Lenkpumpe sichergestellt. Es bedarf dabei keiner zusätzlichen Kraftanstrengung des Fahrers der Arbeitmaschine, um die Notenergieversorgung einzusetzen.

**[0009]** Es erweist sich als günstig, wenn ein den Druck im Speicher direkt oder indirekt erfassender Drucksensor vorgesehen ist, der in Wirkverbindung mit einer Bremsanlage der Arbeitmaschine steht, wobei bei Unterschreiten eines Druck-Grenzwertes ein zwangsgesteuerter Bremsvorgang auslösbar ist. Bei Druckverlust im Lenkungskreislauf wird die Arbeitmaschine somit in einen sicheren Zustand gebracht.

**[0010]** Die Schwellendrehzahl des Verbrennungsmotors liegt mit Vorteil im Bereich der mittleren Betriebsdrehzahlen. Hierbei reicht der von der Lenkpumpe zur Verfügung gestellte Volumenstrom (Produkt aus spezifischem Fördervolumen und Drehzahl des Verbrennungsmotors) aus, um ohne Einsatz des Speichers den Lenkaktor zu versorgen. Das spezifische Fördervolumen der Lenkpumpe bemisst sich dabei beispielsweise im Falle eines Gabelstaplers nach dem Volumenstrom, den der Lenkaktor bei einem

**[0011]** Staplerarbeitsspiel im Bereich dieser mittleren Betriebsdrehzahl des Verbrennungsmotors erfordert.

**[0012]** Um die Energieverluste weiter zu minimieren, kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die Lenkpumpe als Konstantpumpe ausgebildet sein, der eine förderdruckgesteuerte, zwischen zwei Schaltstellungen bewegliche Druckwaage nachgeschaltet ist, wobei die Lenkpumpe in der ersten Schaltstellung der Druckwaage mit dem Lenkaktor und in der zweiten Schaltstellung mit einem Tank verbunden ist.

**[0013]** Eine andere, nicht minder günstige Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Lenkpumpe als Verstellpumpe ausgebildet ist. Hierbei ermöglicht eine Bedarfsstromregelung der Verstellpumpe die Minimierung von Umlaufverlusten.

**[0014]** Sofern eine Arbeitshydraulik mit vorgeschalteter Steuerventilanordnung an die Lenkpumpe und den Lenkaktor angeschlossen ist, kann unter bestimmten

Bedingungen Energie aus der Arbeitshydraulik in die Lenkhydraulik einspeist werden. So ist es beispielsweise bei einem Gabelstapler möglich, potentielle Energie des höhenbeweglichen Lastträgers und/oder der Last zu nutzen, um den Speicher zu laden und/oder den Lenkaktuator zu betätigen..

**[0015]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 einen Schaltplan einer hydraulischen Lenkanlage einer erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine,

Figur 2 eine erste Variante der Schaltung gemäß Figur 1 und

Figur 3 eine zweite Variante der Schaltung gemäß Figur 1.

**[0016]** Die erfindungsgemäße mobile Arbeitsmaschine kann beispielsweise als Gabelstapler ausgebildet sein. Ein Verbrennungsmotor 1 treibt eine Lenkpumpe 2 an, deren Förderleitung 3 ein beispielsweise als Lenkzylinder ausgebildeter hydraulischer Lenkaktuator 4 angeschlossen ist, der durch ein vorgeschaltetes Lenksteuerventil 5 betätigbar ist.

**[0017]** Stromab eines in Richtung zum Lenkaktuator 4 öffnenden Rückschlagventils 6 ist ein Speicher 7 an die Förderleitung 3 und somit an die Lenkpumpe 2 und an den Lenkaktuator 4 angeschlossen. Die Schaltung wird durch ein Druckbegrenzungsventil 8 und ein Filter 9 am Ausgang der Lenkpumpe 2 ergänzt. Ferner ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Drucksensor 10 vorgesehen, der den Druck in der Förderleitung 3 stromab des Rückschlagventils 6 misst und damit auch den Druck im Speicher 7. Der Drucksensor 10 steht mit einer in den Figuren nicht dargestellten Bremsanlage der Arbeitsmaschine in Wirkverbindung.

**[0018]** Das spezifische Fördervolumen der Lenkpumpe 2, also das Fördervolumen pro Umdrehung, ist so dimensioniert, dass der Betrieb des Lenkactuators 4 unterhalb einer bestimmten Schwellendrehzahl des Verbrennungsmotors 1 nur durch parallele Einspeisung von Druckmittel sowohl aus der Lenkpumpe 2 als auch aus dem Speicher 7 erfolgt. Bei nicht betätigter Lenkung wird in diesem Betriebszustand der Speicher 7 von der Lenkpumpe 2 geladen.

**[0019]** Bei Erreichen der Schwellendrehzahl fördert die Lenkpumpe 2 einen Volumenstrom, der ausreicht, um den Lenkaktuator 4 ohne Druckmittel aus dem Speicher 7 zu speisen. Bei höheren Betriebsdrehzahlen (oberhalb der Schwellendrehzahl) wird von der Lenkpumpe 2 mehr Druckmittel gefördert als zur Betätigung des Lenkactuators 4 nötig. Das überschüssige Druckmittel lädt den Speicher 7 oder wird über das Druckbegrenzungsventil 8 in den Tank abgelassen.

**[0020]** Fällt die Lenkpumpe 2 aus, so ist es bei vollem Speicher 7 noch möglich, den Lenkaktuator 4 mehrmals von Anschlag zu Anschlag zu betätigen. Aus Sicherheitsgründen ist es auch empfehlenswert, wie in Figur 1 dargestellt, die Energieversorgung des elektromagnetisch betätigbaren Lenksteuerventils 4 durch den Einsatz von Doppelmagneten  $M_1$ ,  $M_2$  zweikreisig auszuführen.

**[0021]** Sofern ein bestimmtes Druckniveau in der Förderleitung 3 unterschritten wird, löst das von dem Drucksensor 10 erfasste Drucksignal eine Zwangsbremmung der Arbeitsmaschine aus, um sicher zu stellen, dass keine gefährlichen Fahrzustände entstehen.

**[0022]** Bei der Variante gemäß Figur 2 ist der als Konstantpumpe ausgebildeten Lenkpumpe 2 eine vom Druck in der Förderleitung 3 gesteuerte Druckwaage 11 nachgeschaltet, die zwischen zwei Schaltstellungen beweglich ist. Hierbei ist die Lenkpumpe 2 in der ersten Schaltstellung mit dem Lenkaktuator 4 und in der zweiten Schaltstellung mit einem Tank T verbunden. Dadurch werden bei nicht betätigtem Lenkaktuator 4 die Verluste reduziert. Alternativ dazu ist es auch möglich, die Lenkpumpe 2 als Verstellpumpe auszubilden und mit einer Bedarfsstromregelung zu versehen. Hierbei wird die Pumpe stets auf ein möglichst geringes Fördervolumen eingestellt.

**[0023]** Figur 3 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der stromab des Rückschlagventils 6 von der Förderleitung 3 eine Leitung 12 abzweigt, die zu einem Zylinder einer Arbeitshydraulik 13 führt. Dabei kann es sich beispielsweise um den Hubzylinder eines Gabelstaplers handeln. Der Arbeitshydraulik 13 ist eine Steuerventilanordnung 14 vorgeschaltet. Mit dieser Variante der Erfindung ist es im Prinzip möglich, Energie aus der Arbeitshydraulik 13 (z. B. potentielle Energie einer Last) zum Betreiben der Lenkung und/oder zum Laden des Speichers 7 zu nutzen.

## Patentansprüche

1. Mobile Arbeitmaschine, insbesondere Flurförderzeug, mit einem Verbrennungsmotor und einer davon angetriebenen hydraulischen Lenkpumpe zur Speisung mindestens eines Lenkactuators, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein hydraulischer Speicher (7) an die Lenkpumpe (2) und den Lenkaktuator (4) angeschlossen ist und dass das spezifische Fördervolumen der Lenkpumpe (2) so bemessen ist, dass der Betrieb des Lenkactuators (4) bei geringen Betriebsdrehzahlen des Verbrennungsmotors (1) das Einspeisen von Druckmittel aus der Lenkpumpe (2) und dem Speicher (7) erfordert und bei Überschreiten einer Schwellendrehzahl der Betrieb des Lenkactuators (4) durch alleiniges Einspeisen von Druckmittel aus der Lenkpumpe (2) möglich ist.
2. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch**

- gekennzeichnet, dass** das Volumen des Speichers (7) so bemessen ist, dass bei alleiniger Speisung des Lenkactuators (4) durch Druckmittel aus dem vollen Speicher (7) ein mehrfaches Betätigen des Lenkactuators (4) von Anschlag zu Anschlag möglich ist.
3. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein den Druck im Speicher (7) direkt oder indirekt erfassender Drucksensor (10) vorgesehen ist, der in Wirkverbindung mit einer Bremsanlage der Arbeitsmaschine steht, wobei bei Unterschreiten eines Druck-Grenzwertes ein zwangsgesteuerter Bremsvorgang auslösbar ist.
  4. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwellendrehzahl des Verbrennungsmotors (1) im Bereich der mittleren Betriebsdrehzahlen liegt.
  5. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lenkpumpe (2) als Konstantpumpe ausgebildet ist, der eine förderdruckgesteuerte, zwischen zwei Schaltstellungen bewegliche Druckwaage (11) nachgeschaltet ist, wobei die Lenkpumpe (2) in der ersten Schaltstellung der Druckwaage (11) mit dem Lenkaktor (4) und in der zweiten Schaltstellung mit einem Tank (T) verbunden ist.
  6. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lenkpumpe (2) als Verstellpumpe ausgebildet ist.
  7. Mobile Arbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Arbeitshydraulik (13) mit vorgeschalteter Steuerventilanordnung (14) an die Lenkpumpe (2) und den Lenkzylinder (4) angeschlossen ist.
2. Mobile working machine according to Claim 1, **characterized in that** the volume of the accumulator (7) is dimensioned such that, when the steering actuator (4) is fed alone by pressure medium from the full accumulator (7), it is possible to actuate the steering actuator (4) a plurality of times from stop to stop.
  3. Mobile working machine according to Claim 1 or 2, **characterized in that** a pressure sensor (10), which senses the pressure in the accumulator (7) directly or indirectly and is operatively connected to a braking system of the working machine, is provided, it being possible for a positively controlled braking operation to be triggered when the pressure falls below a pressure limit value.
  4. Mobile working machine according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the threshold speed of the internal combustion engine (1) is in the region of the mean operating speeds.
  5. Mobile working machine according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the steering pump (2) is in the form of a fixed displacement pump, downstream of which a pressure balance (11), which is controlled by delivery pressure and can move between two switching positions, is connected, the steering pump (2) being connected to the steering actuator (4) in the first switching position of the pressure balance (11) and to a tank (T) in the second switching position.
  6. Mobile working machine according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the steering pump (2) is in the form of a variable displacement pump.
  7. Mobile working machine according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** working hydraulics (13) with an upstream control valve arrangement (14) are connected to the steering pump (2) and the steering cylinder (4).

## Claims

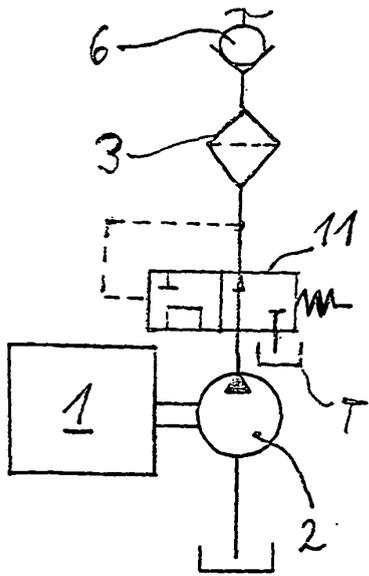
1. Mobile working machine, in particular industrial truck, having an internal combustion engine and a hydraulic steering pump driven thereby for feeding at least one steering actuator, **characterized in that** a hydraulic accumulator (7) is connected to the steering pump (2) and the steering actuator (4), and **in that** the specific delivery volume of the steering pump (2) is dimensioned such that the operation of the steering actuator (4) at low operating speeds of the internal combustion engine (1) requires pressure medium to be fed in from the steering pump (2) and the accumulator (7) and, when a threshold speed is exceeded, the operation of the steering actuator (4) is possible merely by feeding in pressure medium from the steering pump (2).

## Revendications

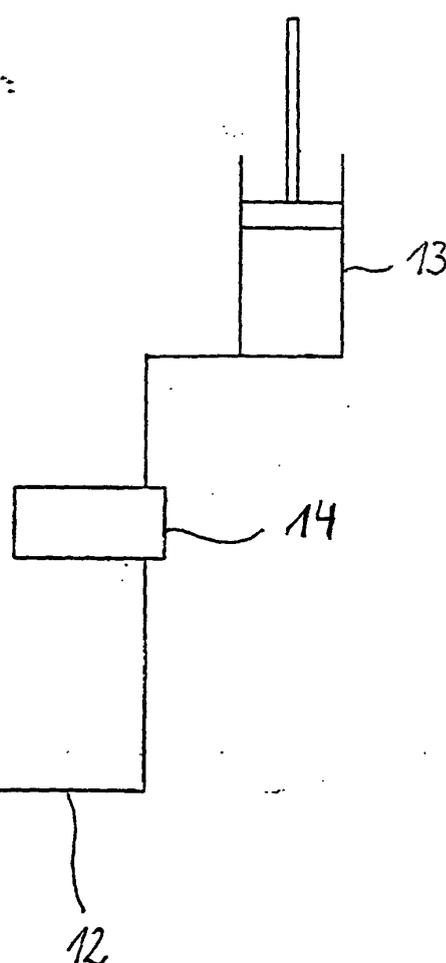
1. Machine de travail mobile, notamment chariot de manutention, comprenant un moteur à combustion interne et une pompe de direction hydraulique entraînée par celui-ci pour alimenter au moins un actionneur de direction, **caractérisée en ce qu'**un accumulateur hydraulique (7) est raccordé à la pompe de direction (2) et à l'actionneur de direction (4) et **en ce que** le volume refoulé spécifique de la pompe de direction (2) est dimensionné de telle sorte que le fonctionnement de l'actionneur de direction (4), à de faibles régimes de service du moteur à combustion interne (1), nécessite l'injection d'un fluide sous pression depuis la pompe de direction (2) et l'accu-

- mulateur (7) et, en cas de dépassement d'un régime de seuil, le fonctionnement de l'actionneur de direction (4) soit possible uniquement par l'injection du fluide sous pression depuis la pompe de direction (2). 5
2. Machine de travail mobile selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le volume de l'accumulateur (7) est dimensionné de telle sorte que, lors de l'alimentation de l'actionneur de direction (4) uniquement avec du fluide sous pression en provenance de l'accumulateur (7) plein, il est possible d'actionner plusieurs fois l'actionneur de direction (4) de butée à butée. 10 15
3. Machine de travail mobile selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**il est prévu un capteur de pression (10) qui détecte directement ou indirectement la pression dans l'accumulateur (7), lequel est en liaison active avec l'équipement de freinage de la machine de travail, une opération de freinage à commande forcée pouvant être déclenchée en cas de franchissement vers le bas d'une valeur limite de la pression. 20 25
4. Machine de travail mobile selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le régime de seuil du moteur à combustion interne (1) est de l'ordre des régimes de service moyens. 30
5. Machine de travail mobile selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la pompe de direction (2) est réalisée sous la forme d'une pompe à cylindrée constante qui est branchée à la suite d'une balance de pression (11) commandée par la pression de refoulement et mobile entre deux positions de commutation, la pompe de direction (2) étant reliée à l'actionneur de direction (4) dans la première position de commutation de la balance de pression (11) et à un réservoir (T) dans la deuxième position de commutation. 35 40
6. Machine de travail mobile selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la pompe de direction (2) est réalisée sous la forme d'une pompe à cylindrée variable. 45
7. Machine de travail mobile selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce qu'**un circuit hydraulique de travail (13) en amont duquel est branché un arrangement de vannes pilotes (14) est raccordé à la pompe de direction (2) et au vérin de direction (4). 50 55





Figur 2



Figur 3