

(19)



(11)

**EP 2 375 086 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.10.2011 Patentblatt 2011/41**

(51) Int Cl.:  
**F15B 21/04 (2006.01) F15B 1/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11002616.8**

(22) Anmeldetag: **30.03.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **HYDAC FILTERTECHNIK GMBH**  
**66280 Sulzbach/Saar (DE)**

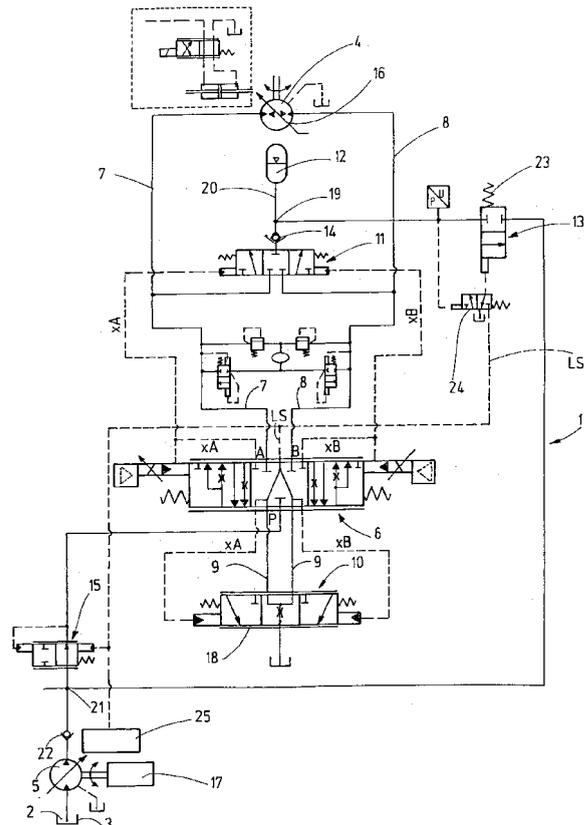
(72) Erfinder: **Sellen, Stephan**  
**66693 Mettlach (DE)**

(74) Vertreter: **Bartels & Partner**  
**Lange Strasse 51**  
**70174 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **07.04.2010 DE 102010014071**

(54) **Hydraulische Anlage**

(57) 2. Eine hydraulische Anlage, insbesondere für ein Nutzfahrzeug oder eine Arbeitsmaschine, mit einer Druckmittel (2) von einem Druckmittelbehälter (3) zu einem Verbraucher (4) fördernden Druckmittelpumpe (5), wobei ein stetig verstellbares Wegeventil (6) einen Pumpenanschluß (P) mit Verbraucheranschlüssen (A,B) verbindet, wobei der Verbraucher (4) über Arbeitsleitungen (7,8) an das Wegeventil (6) angeschlossen ist, und wobei ein Ablaufvolumenstrom (9) des Druckmittels (2) über eine Drosseleinrichtung (10) einstellbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Speicherladeventil (11) zur Zufuhr von Druckmittel (2) in einen Druckmittelspeicher (12) vorgesehen ist, das in Abhängigkeit von einem Steuerdruck (xA, xB) von dem Wegeventil (6) angesteuert ist, und den Ablaufvolumenstrom (9) von dem Verbraucher (4) zu dem Druckmittelspeicher (12) in Abhängigkeit von der Schaltposition der Drosseleinrichtung (10) ohne Durchströmung der Drosseleinrichtung (10) und des Wegeventils (6) in den Druckmittelspeicher (12) leitet.



**EP 2 375 086 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine hydraulische Anlage, insbesondere für ein Nutzfahrzeug oder eine Arbeitsmaschine, mit einer Druckmittel von einem Druckmittelbehälter zu mindestens einem Verbraucher fördernden Druckmittelpumpe, wobei ein stetig verstellbares Wegeventil einen Pumpenanschluß mit Verbraucheranschlüssen verbindet, wobei der Verbraucher über Arbeitsleitungen an das Wegeventil angeschlossen ist, und wobei ein Ablaufvolumenstrom des Druckmittels über eine Drosseleinrichtung einstellbar ist.

**[0002]** In hydraulischen Anlagen, wie Antrieben für Arbeitsmaschinen, beispielsweise in Form von Baggern, sind Schwenkbewegungen, die von hydrostatischen Zylindern vorgenommen werden, sowie Fahrbewegungen und Drehbewegungen, die von hydrostatischen Rotationsantrieben oder Drehwerken erzeugt werden, regelmäßig vorgesehen. Die Bereitstellung hydraulischer Energie einschließlich der Druckmittelversorgung übernehmen in der Regel Druckmittelpumpen mit variablem Förder volumen, die von einem Fahrmotor der Arbeitsmaschine, beispielsweise von einer Diesel-Verbrennungskraftmaschine, angetrieben sind.

**[0003]** Die WO 2009/108830 A1 offenbart einen Hydraulikantrieb, insbesondere für ein Drehwerk eines Oberwagens eines Baggers. Der Hydraulikkreislauf weist eine Pumpe und einen hydraulischen Motor auf, der über ein Ventil mit der Pumpe verbunden ist. Bei einer Verzögerung des von dem Motor angetriebenen Oberwagens des Baggers wird Druckmittel über ein Selektionsventil, ein elektro-proportional einstellbares Drosselventil sowie über ein Rückschlagventil einem Druckmittelspeicher zugeführt und bei einer erneuten Beschleunigung wieder über dieselbe Anzahl an Ventilen rückgeführt. Nachteilig sind hierbei die erheblichen Druckverluste durch die Reihenschaltung der genannten Ventile. Zudem ist das Motor-Schluckvolumen des hydraulischen Antriebes für den Oberwagen konstant gehalten. Inso weit steht das Drehwerk hierbei als ein anpaßbares Bremsmoment aufbringendes Bauelement der hydraulischen Anlage nicht zur Verfügung.

**[0004]** Da der Druck in dem Druckmittelspeicher in Abhängigkeit von seinem Füllgrad schwankt, ist das Proportionalventil zur Erzeugung eines zusätzlichen Druckabfalles notwendig. Dies bedingt Verluste und weitere konstruktive Maßnahmen, wie etwa das Vorsehen eines Wärmetauschers. Der Betrieb einer solchen hydraulischen Anlage kann ferner von schlagartigen Druckschwankungen begleitet sein, wenn beispielsweise von einem Betrieb mit der Druckmittelpumpe auf einen Betrieb mit dem Druckmittelspeicher umgeschaltet wird.

**[0005]** Diese, ohne durch Übergänge im Druckmittelfluß gekennzeichnete hydraulische Anlage wird durch ein hydraulisches Antriebssystem zum Antrieb einer rotierenden Vorrichtung verbessert, wie es beispielhaft in der DE 10 2007 046 696 A1 offenbart ist. Das Drehwerk weist dabei einen 4-Quadranten-Verstellmotor auf, des-

sen Schluckvolumen somit an die verschiedenen Betriebsphasen anpaßbar ist und der homogene Übergänge vom Betrieb der hydraulischen Anlage mit dem Druckmittelspeicher und mit der Druckmittelpumpe ermöglicht. Das hydraulische Antriebssystem weist zumindest in der offenbarten Ausführung keine sitzdichten Ventile auf, welche eine Entleerung des Druckmittelspeichers aufgrund von Leckagen in dem 4-Quadranten-Verstellmotor verhindern könnten. Zudem baut das hydraulische Antriebssystem mit zwei Verstellmotoren in der praktischen Realisierung komplex auf.

**[0006]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Anlage zum Antrieb von Verbrauchern anzugeben, die energie-effizient arbeitet und während des Betriebes funktionssicher ist.

**[0007]** Eine dahingehende Aufgabe wird von einer hydraulischen Anlage mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 in seiner Gesamtheit gelöst.

**[0008]** Die erfindungsgemäße hydraulische Anlage weist eine energie-effiziente Schaltbauweise unter Einbeziehung eines Wegeventils als Hauptsteuerventil zwischen der Druckmittelpumpe und dem Verbraucher dahingehend auf, dass eine Durchströmung möglichst weniger Ventile und Komponenten bei einem Befüllvorgang und Entleervorgang des Druckmittelspeichers erreicht ist, was auch die Funktionssicherheit der Anlage im Betrieb erhöht. Zu diesem Zweck ist ein Speicherladeventil vorgesehen, dessen Ansteuerung in Abhängigkeit von Steuerdrücken, insbesondere in Abhängigkeit eines Steuerdruckes auf der Zulaufseite eines Wegeventils, und weiter in Abhängigkeit von der Schaltstellung einer Drosseleinrichtung, etwa in Ausgestaltung eines Bremschiebers in dem Wegeventil, erfolgt.

**[0009]** So ist in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform das Speicherladeventil als stetig verstellbares, hydraulisch von den Steuerdrücken an dem Wegeventil angesteuertes Ventil ausgebildet. Das Speicherladeventil ist erfindungsgemäß über den Steuerdruck an dem Wegeventil dahingehend angesteuert, dass es bei einem Betrieb des Verbrauchers in Teillast oder Vollast unabhängig durch den Lastdruck an der Verbraucher-Zulaufseite des Wegeventils in eine geöffnete Schaltposition gebracht ist, in der ein Ablaufvolumenstrom von dem Verbraucher zwischen diesem und dem Wegeventil einem Druckmittelspeicher zugeführt werden kann. Während dieser Betriebsphase ist allerdings auch die Drosseleinrichtung, die bevorzugt ein Bremschieber oder Bremsventil ist, das vorzugsweise in dem Wegeventil integriert ist, in einer geöffneten Position gehalten, in der Druckmittel von dem Verbraucher über das Wegeventil und die Drosseleinrichtung in den Druckmittelbehälter, vorzugsweise in Form eines Tanks, strömen kann.

**[0010]** Die Drosseleinrichtung ist insoweit unabhängig von der Schaltposition eines Ventilelements des Wegeventils angesteuert und bei derartigen Beschleunigungsvorgängen des Verbrauchers in einer geöffneten Schalt-

position gehalten.

**[0011]** Mit Einleitung eines Bremsvorganges des Wegeventils wird die Drosseleinrichtung, insbesondere ein Bremsschieber eines Bremsventils, welcher den Ablaufvolumenstrom androsselt, vorzugsweise ganz geschlossen. Gleichzeitig verbleibt das Speicherladeventil in der von der Beschleunigungsphase herrührenden Position und das Schluckvolumen des Drehwerkmotors nimmt vorzugsweise gleichzeitig einen kleinen Wert ein, um ein minimales Bremsmoment bei der Einleitung des Bremsvorganges sowie einen stetigen Übergang zur Verzögerung zu gewährleisten. Das Speicherladeventil ist dabei zur Ablaufseite des Motors offen. In vorteilhafter Weise ist vorgesehen, dass durch eine Steuer- und/oder Regleinrichtung, in der in einem elektronischen Speicher unter anderem ein Algorithmus für den Zusammenhang zwischen der Drehzahldifferenz der Sollwertvorgabe und des als Drehwerk ausgebildeten Verbrauchers abgespeichert ist, in Abhängigkeit von dem gewählten Bremsmoment den Schwenkwinkel oder das Fördervolumen des Verstellmotors derart zu wählen, dass ein aktueller Speicherdruck in dem Druckmittelspeicher berücksichtigt werden kann.

**[0012]** Bei einer Zunahme des Druckmittelstromes an der jeweiligen, von der Drehrichtung des Drehwerkes abhängigen Zulaufseite des Wegeventils im Zuge eines Beschleunigungsvorganges des Drehwerkes oder des Verbrauchers und dem Anstieg des Lastsignals an der Zulaufseite des Wegeventils, öffnet ein Speicherentladeventil zur Druckseite der Pumpe und die Druckmittelpumpe verringert derart ihr Fördervolumen an einem zwischen dem Wegeventil und der Druckmittelpumpe angeordneten Knotenpunkt, dass in dem Druckmittelspeicher gespeichertes Druckmittel in Richtung auf den Verbraucher in den hydraulischen Kreislauf eingegeben werden kann. Dies führt zu einem Beschleunigungsvorgang (Boost-Funktion), der die Druckmittelpumpe entsprechend entlastet. Diese Beschleunigung und der Betrieb des Verbrauchers mit Druckmittel aus dem Druckmittelspeicher hält so lange an, bis ein vorzugsweise vorgehener Regler für die Druckmittelpumpe einen entsprechenden Druckabfall ermittelt und die Fördermenge der Druckmittelpumpe wieder erhöht wird.

**[0013]** Die hydraulische Anlage läßt sich um eine Druckwaagenfunktion dahingehend erweitern, dass diese dem Wegeventil vorgeschaltet ist und insgesamt eine Lastanpassung des dem Wegeventil zugeführten Druckmittelstromes ermöglicht. Mit Hilfe der Druckwaage läßt sich auch ein stabiler Parallelbetrieb von mehreren, über das Wegeventil gesteuerten Verbrauchern erzielen.

**[0014]** Im Folgenden wird die erfindungsgemäße hydraulische Anlage anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt die einzige Figur eine schematische Darstellung in der Art eines hydraulischen Schaltplans, betreffend die hydraulische Anlage zum Betrieb eines hydraulischen Rotationsantriebes für einen Bagger-Oberwagen.

**[0015]** Die in der Figur gezeigte hydraulische Anlage

1 dient der Ansteuerung und Versorgung eines hydraulischen Verbrauchers 4 mit einem Druckmittel 2, beispielsweise in Form eines üblichen Hydrauliköls. Der Verbraucher 4 wird mit Hilfe einer in ihrem Fördervolumen einstellbaren Druckmittelpumpe 5 in einem sog. offenen Hydraulikkreis von einem Druckmittelbehälter 3, insbesondere in Form eines üblichen hydraulischen Tanks, mit dem genannten Druckmittel 2 versorgt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Verbraucher 4 als hydraulischer Rotationsantrieb oder Drehwerk 16 ausgebildet, dessen Drehrichtung variabel ist. Das Drehwerk 16 soll in dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Antrieb für einen sog. Oberwagen eines Baggers (nicht dargestellt) dienen. Selbstverständlich können hier auch andere Einsatzgebiete angesprochen sein. Die Druckmittelpumpe 5 wird von einer Verbrennungskraftmaschine 17 in der Art eines Dieselmotors angetrieben, wobei das Fördervolumen der Druckmittelpumpe 5 durch ein Lastdrucksignal LS an einem, den Druckmittelfluß steuernden Wegeventil 6 als Hauptsteuerventil der Anlage 1 verändert werden kann. Das Wegeventil 6 ist von der Grundkonzeption her als stetig verstellbares 4/3-Wegeventil ausgebildet, von dem in der Figur lediglich exemplarisch ein Ausführungsbeispiel gezeigt ist und unter Einbezug des gezeigten Load-Sensing-Anschlusses LS stellt das Wegeventil 6 ein 5/3-Wegeventil dar und wird derart im Folgenden als solches auch weiter bezeichnet.

**[0016]** Das Wegeventil 6 ist mit zwei Arbeitsleitungen 7,8 mit dem Verbraucher 4 fluidführend verbunden. Parallel zu dem Wegeventil 6 ist ein Speicherladeventil 11 in die beiden Arbeitsleitungen 7,8 eingebracht, wodurch ein Druckmittelspeicher 12 aufladbar ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Speicherladeventil 11 als federzentriertes 3/3-Wegeventil ausgebildet, dessen verfahrbares Ventilelement in Abhängigkeit von Steuerdrücken xA, xB an den Pilotköpfen des 5/3-Wegeventils 6 angesteuert ist. In der in der Figur gezeigten Schaltposition ist das Speicherladeventil 11 in seiner Sperrposition, in der auch der Verbraucher 4 dann drucklos ist. Wird der Verbraucher 4 jedoch in einer Richtung durch Druckmittelzufuhr beschleunigt, so bewirkt der Steuerdruck an dem Wegeventil 6, dass der Rücklauf des Verbrauchers 4 oder der Ablaufvolumenstrom 9 in den Druckmittelspeicher 12 führbar ist und der Druckmittelspeicher 12 derart aufgeladen wird. Dies wird über das Speicherladeventil 11 bewirkt, und zwar unabhängig von der jeweiligen Drehrichtung des Verbrauchers 4, im Hinblick auf seine prinzipiell symmetrische Ausgestaltung des zugeordneten Ventilelements und seiner Schalt-Verknüpfungen. Für die dahingehende Funktion ist eine Drossel-einrichtung 10, die mit dem Wegeventil 6 zusammenwirkt, in eine den Ablaufvolumenstrom 9 zu dem Druckmittelbehälter 3 (Tank) sperrende Position zu bringen. Erst dann ist ein Schließdruck eines Rückschlagventils 14, welches zwischen dem Speicherladeventil 11 und dem Druckmittelspeicher 12 angeordnet ist, überwindbar und der Druckmittelspeicher 12 kann mit Druckmittel 2 aus dem Ablaufvolumenstrom 9 des Verbrau-

chers 4 befüllt werden.

**[0017]** Die Drosseleinrichtung 10 ist als Bremsventil 18 mit einem, in einem Steuerschieber des Wegeventils 6 integrierten und koaxial unabhängig von der Schaltposition des Steuerschiebers verfahrbaren Bremsschieber ausgebildet. Eine detaillierte Beschreibung der Funktion und des Aufbaues einer solchen Drosseleinrichtung 10 ist beispielhaft in der nachveröffentlichten Voranmeldung DE 10 2009 058 371 der Schutzrechtsinhaberin offenbart.

Das Bremsventil 18 stellt eine, den Ablaufvolumenstrom 9 des Druckmittels 2 von dem Verbraucher 4 sehr stabil steuernde Drosseleinrichtung 10 dar.

**[0018]** Neben dem Speicherladeventil 11 ist noch ein Speicherentladeventil 13 innerhalb der Anlage 1 vorhanden, das ein von dem Lastdruck LS an dem Wegeventil 6 angesteuertes Wegeventil ausbildet. Das Speicherentladeventil 13 stellt eine fluidführende Verbindung zwischen einem Knotenpunkt 19 und einem Knotenpunkt 21 her. Der Knotenpunkt 19 ist in eine Druckmittelleitung 20 zwischen dem Rückschlagventil 14 und dem Druckmittelspeicher 12 angeordnet und der Knotenpunkt 21 ist zwischen einem Rückschlagventil 22 in einer Druckmittelleitung stromauf der Druckmittelpumpe 5 und dem Pumpenanschluß P an dem Wegeventil 6 angeordnet.

**[0019]** Während einer Beschleunigungsphase des Verbrauchers 4 steigt der Lastdruck LS an dem Wegeventil 6 an und führt dadurch zu einem geöffneten Schaltzustand des Ventilelementes des Speicherentladeventils 13 entgegen der Kraft seiner Einstellfeder 23, die das Ventilelement des Speicherentladeventils 13 in Richtung seiner geschlossenen Position zu halten sucht gemäß der in der Figur gezeigten Grundstellung.

**[0020]** Stromauf der Druckmittelpumpe 5 und zwischen dem Knotenpunkt 21 und dem Pumpenanschluß P des Wegeventils 6 ist eine Druckwaage 15 zur Volumenstromregelung des Verbrauchers 4 sowie zur Vergleichmäßigung eines etwa vorgesehenen Parallelbetriebes von mehreren Verbrauchern (nicht dargestellt) in die Druckmittelzufuhrleitung zu dem Wegeventil 6 eingebracht.

**[0021]** Die Funktion der hydraulischen Anlage 1 und insbesondere ihrer Ventile gegenüber denjenigen Anlagen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, sei hier an grundsätzlichen Betriebsphasen nachfolgend näher erläutert.

**[0022]** Durch die Druckmittelzufuhr zu dem Drehwerk 16 beschleunigt dieses und der Ablaufvolumenstrom 9 wird über das Wegeventil 6 mit Bremsventil 18 in den Druckmittelbehälter 3 geführt. Das Drehwerk 16 ist während des Beschleunigens auf größtmögliches Schluckvolumen eingestellt. Durch den Anstieg des Steuerdruckes an dem Wegeventil 6 erfolgt eine parallele Ansteuerung des Speicherladeventils 11 dahingehend, dass das Speicherladeventil 11 die Verbindung zwischen der Drehwerk-Rücklaufseite und dem Druckmittelspeicher 12 öffnet. Jedoch fließt in dieser Betriebsphase das Druckmittel von dem Drehwerk 16 über das Wegeventil

6 und das geöffnete Bremsventil 18 und insoweit über die Drosseleinrichtung 10 in den Druckmittelbehälter 3. Das Bremsventil 18 ist im Betrieb unabhängig von der Position des Wegeventils 6 und ist während Beschleunigungsphasen des Drehwerkes 16 regelmäßig geöffnet.

**[0023]** Ein Abbremsvorgang des Drehwerkes 16 wird bei der gezeigten hydraulischen Anlage 1 durch elektromagnetische Ansteuerung des Wegeventils 6 eingeleitet, wozu eine nicht näher dargestellte Steuer- und Regleinrichtung in üblicher Weise eingesetzt ist, die auch Eingaben über einen Handbetätigungshebel (Joystick) mit einbezieht. So kann der Verfahrweg des Ventilelementes oder Steuerschiebers des Wegeventils 6 durch die Abfrage in einem gespeicherten Kennfeld der genannten elektronischen Steuer- und/oder Regelungseinrichtung der hydraulischen Anlage 1 vorgegeben werden. Das Ventilelement der Drosseleinrichtung 10 bzw. der Bremsschieber des Bremsventils 18 drosselt den Ablaufvolumenstrom 9 ab. Das Speicherladeventil 11 verharrt in seiner geöffneten Schaltposition und das Schluckvolumen des Drehwerkes 16 wird auf ein Kleinstmaß reduziert. Dadurch wird ein kleinst mögliches Bremsmoment zu Beginn des Bremsvorganges gewährleistet, das allmählich ansteigen kann und homogene Übergänge der Bewegungsabläufe sind ermöglicht. Zusätzlich kann die in ihrem Fördervolumen veränderbare Druckmittelpumpe 5 in Abhängigkeit, vorzugsweise von dem aktuellen Speicherdruck in dem Druckmittelspeicher 12, in ihrem Fördervolumen eingestellt und insbesondere gedrosselt werden. Mit der Einleitung des Bremsvorganges sinkt auch der Lastdruck an der Zulaufseite und somit bleibt das Speicherentladeventil 13 in einer geschlossenen Schaltposition.

**[0024]** Ein zusätzliches Steuerventil 24, das von dem Lastdruck an dem Wegeventil 6 und von dem Druck in dem Druckmittelspeicher 12 angesteuert ist, kann das Speicherentladeventil 13 dahingehend übersteuern, dass eine vollständige Entladung des Druckmittelspeichers 12 verhindert ist. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Druckmittelspeicher 12 als Membranspeicher ausgebildet ist und dadurch eine Überdehnung der Speichermembran verhindert werden kann.

**[0025]** In einer möglichen folgenden erneuten Beschleunigungsphase steigt bei gleichzeitigem Anstieg des Last- oder Steuerdruckes an der Zulaufseite des Wegeventils 6, die in Abhängigkeit der gewünschten Drehrichtung des Drehwerkes 16 sich ändern kann, ein Druckmittelstrom auf seiten der Druckmittelpumpe 5 über einen von einem Load-Sensing-Regler 25 bestimmten Maximaldruck an. Übersteigt der Vorlaufdruck den Maximaldruck, so öffnet das Speicherentladeventil 13 mit der Folge, dass die Druckmittelpumpe 5 ihr Fördervolumen reduziert und Druckmittel aus dem Druckmittelspeicher 12 in den Knotenpunkt 21 abgibt. Dies bewirkt ein kurzzeitiges Beschleunigungs- oder Boostverhalten und eine Entlastung der Verbrennungskraftmaschine 17 nebst der Druckmittelpumpe 5. Nach der Entleerung des Druckmittelspeichers 12 wird die Fördermenge der Druckmittel-

pumpe 5 wieder angehoben.

**[0026]** Die erfindungsgemäße hydraulische Anlage 1 zeichnet sich bei dem Speicherladevorgang und bei dem Speicherentladevorgang durch kurze Strömungswege für das Druckmittel 2 aus, die direkt von dem Verbraucher 4 über das Speicherladeventil 11 und das Rückschlagventil 14 in den Druckmittelspeicher 12 führen, ohne dass dabei das Wegeventil 6 und die Drosseleinrichtung 10 zu durchströmen wären. Beim Entladevorgang des Druckmittelspeichers 12 ist lediglich das Speicherentladeventil 13 zu durchströmen. Ansonsten kann das Druckmittel 2 direkt von dem Druckmittelspeicher 12 an den Knotenpunkt 21 vor den Pumpenanschluß P des Wegeventils 6 gelangen.

**[0027]** Grundsätzlich beschleunigt also das Drehwerk 16 in einem offenen hydraulischen Kreislauf, wobei das Hydrauliköl als Druckmittel 2 der Rücklaufseite in dem als Tank ausgebildeten Druckmittelbehälter 3 fließt. Hier besteht eine direkte Verbindung zwischen dem als Wegeventil 6 ausgebildeten Hauptsteuerventil und dem Drehwerksmotor als hydraulischem Verbraucher 4, welcher während der Beschleunigungsphase ein maximales Schluckvolumen aufweist, um einerseits den bestmöglichen Wirkungsgrad und andererseits maximales Beschleunigungsmoment zu erzielen. Somit verhält sich der Motor 4 in dieser Phase wie ein gewöhnlicher Konstantmotor. Durch die Ansteuerung des Hauptventils 6 erfolgt über eine Steuerdruckweiterleitung synchron das Öffnen des Speicherladeventils 11, wodurch eine Verbindung zwischen der Motorrücklaufseite und dem Speicher 12 entsteht. Zusätzlich befindet sich zwischen Speicherladeventil 11 und dem Speicher 12 das Rückschlagventil 14, welches den Ölfluß nur in Richtung des Speichers 12 zuläßt. Aufgrund des gegebenen Vorspanndruckes des Speichers 12 fließt das Rücklauföl vom Motor 4 kommend den Weg des geringsten Widerstandes über das Wegeventil 6 mit integriertem Bremsschieber 18 in den Druckmittelbehälter 3. Dieser Bremsschieber 18 agiert unabhängig von der Zulaufkante des 5/3-Wegeventils 6 und ist während Beschleunigungsphasen vollständig geöffnet.

**[0028]** Mit der Einleitung des Bremsvorganges wird anhand der Drehzahldifferenz zwischen Ist- und Soll-Drehzahl (Ist-Drehzahl = momentane Oberwagendrehzahl, Soll-Drehzahl = Drehzahlvorgabe durch die Handeingabe "Joystick") ein freizugebender Öffnungsquerschnitt für den Rücklauf in einem Kennfeld der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (nicht dargestellt) abgefragt. Das Stellsignal verändert die Position des Bremsschiebers 18, welcher dann den Rücklauf androsselt, optimalerweise sofort schaltend schließt. Gleichzeitig verharzt das Speicherladeventil 11 in der seit der Beschleunigungsphase geschalteten Position und das Schluckvolumen des Motors 4 nimmt einen minimalen Wert an, um ein minimales Bremsmoment mit der Einleitung der Bremsung zu gewährleisten und einen stetigen Übergang zur Verzögerung zu garantieren. Über einen formalen Zusammenhang zwischen der Drehzahldifferenz

und dem gewünschten Bremsmoment kann der Schwenkwinkel der Verstelleinheit des Motors 4 über die zusätzlich beeinflussende Größe Speicherdruck variiert werden. Mit der Einleitung der Bremsung bricht dann der Lastdruck in der Zulaufseite ein, somit bleibt das Speicherentladeventil 13, welches über den Lastdruck der Zulaufseite geöffnet wird, in einer geschlossenen Stellung. Das zusätzliche optionale Steuerventil 24 verhindert dabei, wie bereits vorgestellt, die vollständige Entleerung des Speichers 12, um dergestalt die Dauerfestigkeit der Gummimembran für den Fall eines Einsatzes eines Membranspeichers zu gewährleisten.

**[0029]** In einer folgenden Beschleunigungsphase steigt das Lastsignal der Zulaufseite aufgrund der enormen Massenträgheit des gesamten Baggeroberwagens an. Der Load-Sensing-Regler 25 der Verstellpumpe 5 ist dabei auf einen bestimmten Maximaldruck begrenzt. Das Druckniveau des Speichers 12 beginnt etwa bei einem eingestellten Maximaldruck der Pumpe 5. Erreicht der Lastdruck diese Höhe, öffnet das Speicherentladeventil 13 mit der Folge, dass die Pumpe 5 zurückverschwenkt und der Speicher 12 im Knotenpunkt 19 zwischen Pumpe 5 inklusive Rückschlagventil 22 und dem Hauptsteuerventil 6 das zwischengespeicherte Öl an das System abgibt. Erreicht der Speicher 12 während der Entleerung wieder sein minimales Füllvolumen und somit seinen Vorspanndruck, meldet der Pumpenregler keine Überlast mehr und erhöht dann die Fördermenge, was zu der Zuschaltung des Speichers 12 im Sinne einer Boostfunktion führt.

**[0030]** Ferner kann die Schaltung, wie dargestellt, um die Individualdruckwaage 15 beim Parallelbetrieb von mehreren Verbrauchern (nicht dargestellt) im Sinne einer Kompensation oder zur Lastanpassung beim Beschleunigen eingesetzt werden.

**[0031]** Das in der Art eines Schaltventils ausgebildete Speicherladeventil 11 basiert auf dem Prinzip, dass in einer federzentrierten Neutralstellung die drei Anschlüsse Speicher 12, sowie A und B als Verbraucheranschlüsse voneinander isoliert sind. Die zum Einsatz kommenden Einstellfedern bringen einen Ansteuerdruck von 3 bis 5 bar auf und das Ventil 11 wird durch die aus den Pilotköpfen des 5/3-Wegeventils 6 abgegriffenen Steuerdrücken xA und xB angesteuert. Sobald das Drehwerk 16 in eine Richtung beschleunigt wird, also ein Steuerdruck vorhanden ist, schaltet das Speicherladeventil 11 den Motorrücklauf zum Speicher 12. Folglich besteht nun die Möglichkeit, bei geschlossenem Bremsschieber 18 in den Speicher 12 zu fördern.

**[0032]** Das integrierte Rückschlagventil 14 verhindert einen Rückfluß der Speicherfüllung 12 zum Motor 4, so dass dieser nicht bei anliegendem Steuerdruck in die verkehrte Richtung nach einem Stillstand drehen kann. Das weiter zentral eingesetzte Speicherentladeventil 13 ist in seinem Ausgangszustand durch die Einstellfeder 23 in der geschlossenen Schaltstellung gehalten. Übersteigt der Lastdruck im Zulauf einen gewissen Wert, schaltet das Ventil 13 und stellt eine Verbindung von Speicher 12

und Pumpenzulaufseite des Hauptsteuerventils 6 frei. Konstruktiv könnte man dieses Ventil auch als doppelt entsperbares Rückschlagventil (nicht dargestellt) ausführen.

**[0033]** Insgesamt ergibt sich durch die Anlage 1 ein höherer Wirkungsgrad. Hierdurch kann die installierte Leistung der Verbrennungskraftmaschine 17 im Sinne eines "Downsizing" verringert werden. Durch die geregelten Übergänge bei Beschleunigungs- oder Verzögerungsvorgängen wird ein sog. "Schaltrucken", wie es bei den bekannten hydraulischen Anlagen unvermeidbar ist, vermieden. Das Drehwerk 16 kann trotz der konstruktiven Maßnahmen der Energierückgewinnung im offenen Kreis betrieben werden, wodurch beispielsweise ein Ausspeiseventil an dem Verbraucher 4 sich erübrigt. Das Druckmittel 2 erwärmt sich nicht so wie bei Anlagen nach dem Stand der Technik, so dass kleinere Kühler für das Druckmittel 2 im Bedarfsfall zum Einsatz kommen können. Neben einer modularen Baukastenerweiterung für das Drehwerk 16 läßt sich die Anlage 1 insgesamt bei momentgesteuerten Antrieben sowie bei geschwindigkeitsgeregelten Fahrtrieben ohne weiteres einsetzen.

#### Patentansprüche

1. Hydraulische Anlage, insbesondere für ein Nutzfahrzeug oder eine Arbeitsmaschine, mit einer Druckmittel (2) von einem Druckmittelbehälter (3) zu einem Verbraucher (4) fördernden Druckmittelpumpe (5), wobei ein stetig verstellbares Wegeventil (6) einen Pumpenanschluß (P) mit Verbraucheranschlüssen (A,B) verbindet, wobei der Verbraucher (4) über Arbeitsleitungen (7,8) an das Wegeventil (6) angeschlossen ist, und wobei ein Ablaufvolumenstrom (9) des Druckmittels (2) über eine Drosseleinrichtung (10) einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Speicherladeventil (11) zur Zufuhr von Druckmittel (2) in einen Druckmittelspeicher (12) vorgesehen ist, das in Abhängigkeit von einem Steuerdruck (xA, xB) von dem Wegeventil (6) angesteuert ist, und den Ablaufvolumenstrom (9) von dem Verbraucher (4) zu dem Druckmittelspeicher (12) in Abhängigkeit von der Schaltposition der Drosseleinrichtung (10) ohne Durchströmung der Drosseleinrichtung (10) und des Wegeventils (6) in den Druckmittelspeicher (12) leitet.
2. Hydraulische Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Speicherentladeventil (13) vorgesehen ist, das von einem Lastdruck (LS) an der Verbraucher-Zulaufseite des Wegeventils (6) geöffnet oder geschlossen wird, und dass bei einer geöffneten Schaltposition des Speicherentladeventils (13) Druckmittel (2) von dem Druckmittelspeicher (12) zu dem Pumpenanschluß (P) des Wegeventils (6) geführt ist.
3. Hydraulische Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rückschlagventil (14) zwischen dem Speicherladeventil (11) und dem Druckmittelspeicher (12) und ausgehend von dem Druckmittelspeicher (12) in Richtung des Speicherladeventils (11) in seiner sperrenden Stellung ist.
4. Hydraulische Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Verbraucher-Versorgungsphase mit Druckmittel (2) das Speicherladeventil (11) durch den Steuerdruck (xA, xB) in eine geöffnete Schaltposition gebracht ist, in der eine fluidführende Verbindung zwischen der Verbraucher-Rücklaufseite (A,B) und dem Druckmittelspeicher (12) geöffnet ist und durch die Drosseleinrichtung (10) der Ablaufvolumenstrom (9) in den Druckmittelbehälter (3) geführt ist.
5. Hydraulische Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Verringerung des Druckmittelstromes zu dem Verbraucher (4) und einer Zunahme des Ablaufvolumenstromes (9) die Drosseleinrichtung (10) in eine den Ablaufvolumenstrom (9) über das Wegeventil (6) schließende Position und das Speicherladeventil (11) in eine geöffnete Schaltposition gebracht sind.
6. Hydraulische Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Verringerung des Druckmittelstromes zu dem Verbraucher (4) und einer Zunahme des Ablaufvolumenstromes (9) das Speicherentladeventil (13) in eine geschlossene Schaltposition gebracht ist.
7. Hydraulische Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Zunahme des Druckmittelstromes zu dem Verbraucher (4) durch einen Anstieg des Lastdruckes (LS) an der Zulaufseite des Wegeventils (6) das Speicherentladeventil (13) in eine geöffnete Schaltposition gebracht ist und Druckmittel (2) aus dem Druckmittelspeicher (12) über das Wegeventil (6) zu dem Verbraucher (4) geführt ist.
8. Hydraulische Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckmittelpumpe (5) eine Verstellpumpe ist, deren Fördervolumen bei einer Entleerphase des Druckmittelspeichers (12) verringert ist.
9. Hydraulische Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördermenge der Druckmittelpumpe (5) nach der Entleerung des Druckmittelspeichers (12) wieder angehoben ist.
10. Hydraulische Anlage nach einem der vorhergehenden

den Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckwaage (15) dem Wegeventil (6) vorgeschaltet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2009108830 A1 **[0003]**
- DE 102007046696 A1 **[0005]**
- DE 102009058371 **[0017]**