



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 009 460 A1** 2008.08.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 009 460.6**

(22) Anmeldetag: **27.02.2007**

(43) Offenlegungstag: **28.08.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B62D 5/06** (2006.01)

B62D 5/08 (2006.01)

F15B 13/01 (2006.01)

F15B 13/042 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

**Bootz, Andreas, Dr., 80804 München, DE;
Verkoyen, Torsten, Dipl.-Ing., 41372
Niederkrüchten, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 29 777 C2

DE10 2006 009092 A1

DE10 2005 051664 A1

DE 100 55 381 A1

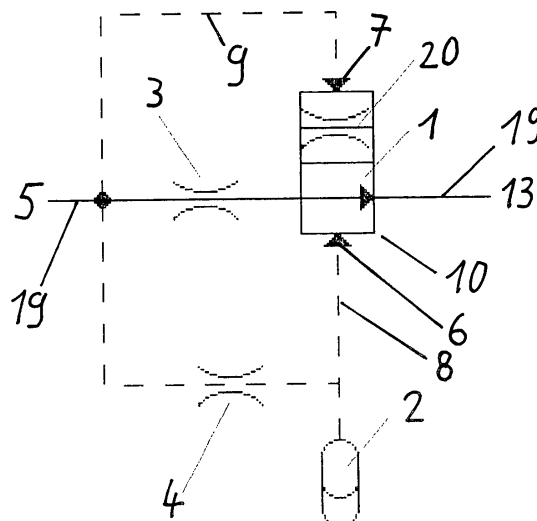
DE20 2004012 963 U9

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Hydraulisches Lenksystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Lenksystem mit einem Lenkgestänge und einem das Lenkgestänge betätigenden Aktuator, dem unter Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar und von dem das Hydraulikfluid durch eine Rücklaufleitung abführbar ist. In die Rücklaufleitung ist eine durch Aufstau des Hydraulikfluidrücklaufs Volumenstrompulsationen entgegenwirkende Einrichtung eingebaut, die sich dadurch auszeichnet, dass sie das Hydraulikfluid ausschließlich beim Auftreten einer Volumenstrompulsation aufstaut.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Lenksystem mit einem Lenkgestänge und einem das Lenkgestänge betätigenden Aktuator, dem unter Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar und von dem das Hydraulikfluid durch eine Rücklaufleitung abführbar ist nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

[0002] Ein hydraulisches Lenksystem kann als Zahnstangenhydrolenkung gestaltet sein und eine Pumpe umfassen, mittels derer Hydraulikfluid unter Druck zu einem Aktuator der Zahnstangenhydrolenkung gefördert werden kann. Auf diese Weise kann die vom Fahrer eines Fahrzeugs aufzubringende Lenkkraft verringert werden. Die Pumpe ist mittels einer Zuflussleitung mit der Zahnstangenhydrolenkung verbunden und es ist ferner eine Rücklaufleitung vorgesehen, mittels derer Hydraulikfluid von der Zahnstangenhydrolenkung in einen Vorratsbehälter zurückgeführt werden kann.

[0003] Bei derartigen hydraulischen Open-Center-Lenksystemen führen Achsschwingungen, die beim Überfahren von Bodenunebenheiten im eingelenkten Zustand entstehen, zu schnellen Bewegungen der Zahnstange der Zahnstangenhydrolenkung. Durch diese Bewegungen, sowie durch die damit verbundenen Lastschwingungen, werden hohe Volumenstromspitzen im Lenksystem hervorgerufen.

[0004] Die Pumpe fördert hingegen einen konstanten Volumenstrom in das Lenksystem, so dass sich anschließend an die Volumenstromspitzen Volumensenkungen ergeben. In der Rücklaufleitung des Lenksystems führen diese Volumensenkungen zu sehr starken Druckabsenkungen bis unter den Umgebungsdruck. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass der Volumenstrom abreißt und aufgrund der Masseneigenschaften des Fluids eine "Zugspannung" in der strömenden Fluidsäule auftritt. So können in der Rücklaufleitung Kavitationsblasen entstehen, in denen Hydraulikfluid verdampft. Diese kollabieren mit sehr hoher Geschwindigkeit und erzeugen dabei hochfrequente Druckspitzen. Diese Druckspitzen führen zu einer Körperschallanregung der das Hydraulikfluid leitenden Bauteile, was im Fahrzeug deutlich hörbar ist und ein akustisches Qualitätsproblem darstellt.

[0005] Dieses Akustikphänomen tritt je nach Eigenfrequenz der gesamten Achskinematik des Lenksystems mehrmals hintereinander mit einer Frequenz von ca. 10 bis 20 Hz auf. Die einzelnen Ereignisse folgen also in kurzen Abständen aufeinander und erzeugen somit ein klapperndes Geräusch. Vom Fahrer des Fahrzeugs werden solche Geräusche als besonders störend empfunden.

[0006] Die DE 197 29 777 C2 beschreibt Dämpfungsventile für eine wie beschrieben aufgebaute Servolenkung. Jeweils ein Dämpfungsventil befindet sich hier am Zu- bzw. Abfluss des Aktuators, zwischen diesem und dem Lenkventil. Die beiden Dämpfungsventile wirken wechselseitig jedes in einer Durchflussrichtung.

[0007] Bei weiteren bekannten Lenksystemen begegnet man dem Geräuschproblem durch ein Aufstauen der Rücklaufleitung mit Hilfe einer Blende, welche in der Mitte bzw. am Ende der Rücklaufleitung angeordnet ist. Mit der Blende ergibt sich in der Rücklaufleitung ein erhöhter Druck, mit dem ein Entstehen von Kavitationen verhindert wird. Zugleich ergibt sich aber auch ein unerwünschter Druckverlust, mit dem die Leistungsaufnahme des Lenksystems erhöht wird. Der Kraftstoffverbrauchsanteil für das Lenksystem steigt somit an. Darüber hinaus ist eine höhere Kühlleistung in extremen Fahrsituationen mit hoher thermischer Belastung (z. B. bei Hochgeschwindigkeitsfahrt oder Bergfahrt) erforderlich.

[0008] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein hydraulisches Lenksystem bereitzustellen, das bei einfachem Aufbau eine solch exakte Dosierung des Zeitverhaltens erlaubt, dass die genannten akustischen Probleme nicht auftreten. Außerdem soll nur ein geringer Energieaufwand für das Lenksystem erforderlich sein.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem hydraulischen Lenksystem nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0010] Gemäß der Erfindung ist ein hydraulisches Lenksystem mit einem Lenkgestänge und einem das Lenkgestänge betätigenden Aktuator, dem unter Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar und von dem das Hydraulikfluid durch eine Rücklaufleitung abführbar ist, in die eine durch Aufstau des Hydraulikfluidrücklaufs Volumestrompulsationen entgegenwirkende Einrichtung eingebaut ist, dadurch gekennzeichnet, dass diese Einrichtung so ausgebildet ist, dass sie das Hydraulikfluid ausschließlich beim Auftreten einer Volumestrompulsation aufstaut.

[0011] Wird in die Rücklaufleitung vom Aktuator zu einem Vorratsbehälter, insbesondere vor diesem und nach dem Lenkventil, ein druckabhängig veränderbarer Durchflusswiderstand dem abgeführten Hydraulikfluidstrom entgegengesetzt, zum Beispiel ausgebildet als Dämpfungsventil, das den Rücklauf ausschließlich beim Auftreten einer Volumestrompulsation, also nur bei Bedarf aufstaut, hat das den Vorteil, dass permanenter Druckverlust bei guter Akustik vermieden wird. Der Kraftstoffverbrauchsanteil der Lenkung wird reduziert.

[0012] Wenn bei dem derart verbesserten Lenksystem eine Volumenstromspitze im Hydrauliksystem auftritt, die deutlich über den Nennvolumenstrom hinausgeht, so wird der Rücklauf erfindungsgemäß aufgestaut. Dadurch steigt der Druckverlust in der Rücklaufleitung und es stellt sich bedarfsgerecht eine dämpfende Wirkung ein, ohne dass es andauernd zu einem Aufstauen von Hydraulikfluid und einem damit verbundenen Energieverbrauch kommt.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung besteht die Volumenstrompulsationen entgegen wirkende Einrichtung bevorzugt aus einem gegen eine Rückstellkraft vergrößerbaren Hydraulikfluid-Speichervolumen, das über einen als Drossel wirkenden Widerstand im Ventilschieber befüll- und entleerbar ist, wobei ein Ventilgehäuse mit einem Haupt- und mit einem Nebendurchflussquerschnitt in die Rücklaufleitung eingebaut ist, das den Ventilschieber zum Verschließen des Hauptdurchflussquerschnitts verschiebbar lagert, wobei der Ventilschieber zwei auf den Druck im Hydraulikfluid ansprechende, sich in Verschieberichtung gegenüberliegende Kolbenflächen besitzt, eine mit einer größeren wirksamen Fläche im Speichervolumen und eine mit einer kleineren wirksamen Fläche im Durchströmquerschnitt des Rücklaufs und die Kolbenflächen so ausgewählt sind, dass der Ventilschieber einerseits bei pulsationsfreiem Hydraulikfluidrücklauf im Ventilgehäuse mit offenem Hauptdurchflussquerschnitt gehalten wird und sich andererseits durch das Auftreten von Volumenstrompulsationen in eine den Hauptdurchflussquerschnitt verschließende Stellung verschiebt, dass nachfolgend die Drossel, der Nebendurchflussquerschnitt und das Rückstellkraft belastete Speichervolumen mit dem Ventilschieber ein passiv schaltendes Zeitverzögerungselement bilden, das das selbsttätige axiale Verschieben des Ventilschiebers in Öffnungsstellung für den Hauptdurchflussquerschnitt erst dann zulässt, wenn die Volumenstrompulsationen gedämpft und/oder abgeklungen sind.

[0014] Eine solche Einrichtung ist vorteilhafterweise von ihrer mechanisch hydraulischen Wirkungsweise her mit wenigen Teilen auszuführen und ohne großen Aufwand in die Rücklaufleitung zu integrieren, da sie quasi als ein Teil eingebaut werden kann und keine weiteren Teile anzubringen sind.

[0015] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Volumenstrompulsationen entgegen wirkenden Einrichtung beschrieben. Es zeigen:

[0016] [Fig. 1](#): einen Hydraulikschaltplan eines erfindungsgemäßen in die Rücklaufleitung eines hydraulischen Lenksystems einzubauenden Dämpfungsventils und

[0017] [Fig. 2](#): ein Schnittbild eines ausgeführten Dämpfungsventils nach [Fig. 1](#).

[0018] In den Figuren ist ein Dämpfungsventil gezeigt, welches für ein weiter nicht dargestelltes hydraulisches Lenksystem gemäß dem Stand der Technik in einem Kraftfahrzeug vorgesehen ist. Das Lenksystem besteht zum Beispiel aus einem Lenkgestänge, welches mittels eines Aktuators hydraulisch betätigbar ist, sowie aus einer Hydraulikdruck bereitstellenden Pumpe. In das hydraulische Lenksystem ist ein Lenkventil integriert, mittels dessen wahlweise eine Strömung von unter Druck stehendem Hydraulikfluid von der Pumpe zum Lenkgestänge und/oder durch eine Rücklaufleitung zu einem Vorratsbehälter geschaltet werden kann. In diese Rücklaufleitung ist das in den Figuren dargestellte Dämpfungsventil eingebaut.

[0019] Nach [Fig. 1](#) besteht das Dämpfungsventil aus einem hydraulisch gesteuerten, das heißt hier öffnen- und schließbaren, Hauptdurchflussquerschnitt **1**, einem Druckspeicher **2**, einer Blende **3**, die den Durchflusswiderstand des Hauptdurchflussquerschnitts **1** mit einem Nebendurchflussquerschnitt (Bohrungen **15**, [Fig. 2](#)) wiedergibt und einem als Drossel **4** wirkenden Widerstand im Ventilschieber **10**. Während der Hauptdurchflussquerschnitt **1** ständig durchströmt wird, ist der Druckspeicher **2** nur über die Drossel **4** von kleinem Querschnitt mit dem Zulauf **5** verbunden. Der Ventilschieber **10** zum Öffnen und Schließen des Hauptdurchflussquerschnitts **1** ist beidseitig druckbelastet, wobei die wirksamen Steuerflächen **6**, **7** beider Seiten unterschiedlich sind, was im stationären Zustand bei gleichen Druckverhältnissen auf beiden Seiten zu einer definierten Position des Ventilschiebers **10**, wie dargestellt im offenen Zustand, führt. Die größere wirksame Steuerfläche **6** wird vom Druckspeicher **12** beaufschlagt.

[0020] Beim Auftreten einer Volumenstrompulsation steigt der Druck im Zulauf **5** des Dämpfungsventils an, da bei größer werdendem Volumenstrom der Druckabfall über dem Widerstand der Blende **3** im Hauptdurchflussquerschnitt **1** ansteigt. Die hier als Drossel gezeichnete Blende **3** ergibt sich aus dem Strömungswiderstand des Hauptdurchflussquerschnitts **1** und des Nebendurchflussquerschnitts **15** ([Fig. 2](#)), die einen definierten Strömungswiderstand im offenen Zustand besitzen. Der Druck im Druckspeicher **2** kann jedoch nicht so schnell ansteigen, da sich dieser gegen den großen Widerstand der Drossel **4** erst einmal aufladen muss. Der Ventilschieber **10** schließt somit den Hauptdurchflussquerschnitt **1** aufgrund der vorhandenen Druckdifferenz an den wirksamen Steuerflächen **6**, **7** der beiden Steuerleitungen **8**, **9**. Im Zulauf **5** stellt sich dann ein konstanter Staudruck ein, der sich über den Nebendurchflussquerschnitt, die Bohrungen **15** ([Fig. 2](#)), variieren lässt. Dessen Strömungswiderstand wird in [Fig. 1](#)

dargestellt durch die jetzt in den Hauptdurchflussquerschnitt **1** eingeschaltete zusätzliche Blende **20** zusammen mit der Blende **3**.

[0021] Erreicht der Druck im Druckspeicher **2** nach einer gewissen Zeit annähernd das Staudruckniveau des Zulaufs **5**, schaltet der Ventilschieber **10** aufgrund der unterschiedlichen Flächenverhältnisse der wirksamen Steuerflächen **6**, **7**, auf denen die Steuerdrücke lasten, zurück in die gezeichnete Ausgangsposition. Im Moment des Öffnens des Hauptdurchflussquerschnitts **1** tritt sogar ein sich selber verstärkender Effekt auf, weil der Druck im Zulauf **5** aufgrund geeigneter Speicher- und Blendencharakteristik schneller sinkt als der im Druckspeicher **2** und dadurch die Kraft, die den Hauptdurchflussquerschnitt **1** öffnet, mit dessen zunehmendem Öffnungsquerschnitt ansteigt. Ist der Hauptdurchflussquerschnitt **1** wieder freigegeben, kann sich der Druckspeicher **2** über die Drossel **4** wieder entladen und somit ebenfalls wieder in seinen Ausgangszustand gelangen.

[0022] In [Fig. 2](#) ist eine technische Ausführung des erfindungsgemäßen hydraulischen Dämpferventils in der Rücklaufleitung **19** ([Fig. 1](#)) dargestellt. Dieses besteht aus einem gegen eine Rückstellkraft einer Feder **11** vergrößerbaren Hydraulikfluid-Speichervolumen **12**, dem Druckspeicher **2**. Über den, durch den Widerstand als Drossel **4** wirkenden, Ventilschieber **10** ist das Hydraulikfluid-Speichervolumen **12** befüll- und entleerbar. In die in dieser Figur nicht gezeichnete Rücklaufleitung, zwischen den Zulauf **5** und den Ablauf **13**, ist ein Ventilgehäuse **14** mit einem Haupt-**1** und mit einem Nebendurchflussquerschnitt eingebaut, das den Ventilschieber **10** zum Verschließen und Öffnen des Hauptdurchflussquerschnitts **1** verschiebbar lagert. Dazu besitzt der Ventilschieber **10** zwei auf den Druck im Hydraulikfluid ansprechende, sich in Verschieberichtung gegenüberliegende Kolbenflächen, eine mit einer größeren wirksamen Steuerfläche **6** im Speichervolumen **12** und eine mit einer kleineren wirksamen Steuerfläche **7** im Durchströmquerschnitt des Rücklaufs. Die Steuerflächen **6**, **7** sind so ausgewählt, dass der Ventilschieber **10** einerseits bei pulsationsfreiem Hydraulikfluidrücklauf im Ventilgehäuse **14** mit offenem Hauptdurchflussquerschnitt **1** gehalten wird und sich andererseits durch das Auftreten von Volumenstrompulsationen in eine den Hauptdurchflussquerschnitt **1** verschließende Stellung verschiebt, dass nachfolgend die Drossel **4**, der Nebendurchflussquerschnitt und das durch die Feder **11** Rückstellkraft belastete Speichervolumen **12** mit dem Ventilschieber **10** ein passiv schaltendes Zeitverzögerungselement bilden, das das selbsttätige axiale Verschieben des Ventilschiebers **10** in Öffnungsstellung für den Hauptdurchflussquerschnitt **1** erst dann zulässt, wenn die Volumenstrompulsationen gedämpft und/oder abgeklungen sind.

[0023] Bei einem stationären Volumenstrom ist der

Hauptdurchflussquerschnitt **1** in geöffneter Stellung, der Druckspeicher **2** steht unter dem Druck, der vor dem Hauptdurchflussquerschnitt **1** im Zulauf **5** des Dämpfungsventils herrscht. Da die Steuerfläche **6** des vom Druckspeicher **2** beaufschlagten Kolbens des Ventilschiebers **10** größer ist als die gegenüber im Zulauf **5** platzierte, wird der Ventilschieber **10** bei gleichen Drücken auf beiden Seiten nach links, also in die offene Stellung für Haupt- **1** und Nebendurchflussquerschnitt, gedrückt. Bei einer Volumenstrompulsation steigt der Druck im Zulauf **5** an, da in diesem Moment mehr Volumenstrom über den Hauptdurchströmquerschnitt **1** fließen muss, was einen größeren Druckabfall am Hauptdurchströmquerschnitt **1** verursacht. Da der Druck im Druckspeicher **2** bei einer Verschiebung des federbelasteten Druckspeicherkolbens **16** um nur wenige Millimeter nicht signifikant ansteigt und über den Nebendurchflussquerschnitt, ausgebildet als Bohrungen **15** im Ventil Sitz des Ventilschiebers **10**, kein großer Volumenstrom fließen kann, stellt sich somit ein Zustand ein, bei dem im Zulauf **5** ein höherer Druck anliegt als im Druckspeicher **2**, wodurch sich der Ventilschieber **10** trotz der unterschiedlich großen Steuerflächen **6**, **7**, nach rechts verschiebt und den Hauptdurchflussquerschnitt **1** verschließt. Dieser Effekt wird durch Strömungskräfte am Ventilschieber **10** weiter verstärkt.

[0024] Bei geschlossenem Hauptdurchflussquerschnitt **1** kann das Hydraulikfluid nur noch über den Nebendurchflussquerschnitt, die Bohrungen **15** im Ventil Sitz des Ventilschiebers **10** abfließen. Dadurch stellt sich im Zulauf **5** ein höherer Druck ein als zuvor. Dieser Staudruck führt dazu, dass ein Teil des Hydraulikfluids durch die Drossel **4** im Ventilschieber **10** in das Speichervolumen **12** fließt und allmählich den Druck im Druckspeicher **2** erhöht, was den Speicherkolben **16** aufgrund der Vergrößerung des Speichervolumens **12** verschiebt.

[0025] Erreicht nun der Druck im Druckspeicher **2** annähernd dasselbe Niveau wie im Zulauf **5**, sind die Kraftverhältnisse wieder wie im stationären Zustand, bei offenem Hauptdurchflussquerschnitt **1**. Dieser öffnet sich daher wieder durch Verschieben des Ventilschiebers **10** aufgrund der unterschiedlich großen Steuerflächen **6**, **7**. Das Öffnen des Hauptdurchflussquerschnitts **1** führt zu einer Absenkung des Staudruckniveaus. Gleichzeitig wird auch die Schließkraft am Ventil Sitz minimiert, während die den Ventilschieber **10** öffnende Kraft nur geringfügig abnimmt, da im Druckspeicher **2** durch den großen Widerstand der Drossel **4** der Druck länger aufrecht erhalten bleibt. Dies hat den wichtigen Vorteil, dass der Ventilschieber **10** nicht ins Schwingen kommt, sondern direkt in die offene Position verfährt. Anschließend kann der Druckspeicher **2** über die Drossel **4** wieder entladen werden, bis sich der gleiche Druck wie im Zulauf **5** einstellt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 1972977702 C2 [\[0006\]](#)

Patentansprüche

1. Hydraulisches Lenksystem mit einem Lenkgestänge und einem das Lenkgestänge betätigenden Aktuator, dem unter Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar und von dem das Hydraulikfluid durch eine Rücklaufleitung (19) abführbar ist, in die eine durch Aufstau des Hydraulikfluidrücklaufs Volumenstrompulsationen entgegen wirkende Einrichtung eingebaut ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese Einrichtung so ausgebildet ist, dass sie das Hydraulikfluid ausschließlich beim Auftreten einer Volumenstrompulsation aufstaut.

2. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Volumenstrompulsationen entgegen wirkende Einrichtung aus einem gegen eine Rückstellkraft vergrößerbaren Hydraulikfluid-Speichervolumen (12) besteht, das über einen als Drossel (4) wirkenden Widerstand im Ventilschieber (10) befüll- und entleerbar ist, wobei ein Ventilgehäuse (14) mit einem Haupt- (1) und mit einem Nebendurchflussquerschnitt in die Rücklaufleitung (19) eingebaut ist, das den Ventilschieber (10) zum Verschließen des Hauptdurchflussquerschnitts (1) verschiebbar lagert, wobei der Ventilschieber (10) zwei auf den Druck im Hydraulikfluid ansprechende, sich in Verschieberichtung gegenüberliegende Kolbenflächen (6, 7) besitzt, eine mit einer größeren wirksamen Fläche (6) im Speichervolumen (12) und eine mit einer kleineren wirksamen Fläche (7) im Durchströmquerschnitt des Rücklaufs und die Kolbenflächen (6, 7) so ausgewählt sind, dass der Ventilschieber (10) einerseits bei pulsationsfreiem Hydraulikfluidrücklauf im Ventilgehäuse (14) mit offenem Hauptdurchflussquerschnitt (1) gehalten wird und sich andererseits durch das Auftreten von Volumenstrompulsationen in eine den Hauptdurchflussquerschnitt (1) verschließende Stellung verschiebt, dass nachfolgend die Drossel (4), der Nebendurchflussquerschnitt und das Rückstellkraft belastete Speichervolumen (12) mit dem Ventilschieber (10) ein passiv schaltendes Zeitverzögerungselement bilden, das das selbsttätige axiale Verschieben des Ventilschiebers (10) in Öffnungsstellung für den Hauptdurchflussquerschnitt (1) erst dann zulässt, wenn die Volumenstrompulsationen gedämpft und/oder abgeklungen sind.

3. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Speichervolumen (12) im Ventilgehäuse (14) untergebracht ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

