



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2014 113 880.5

(51) Int Cl.: **B62D 5/26 (2006.01)**

(22) Anmelddatag: 25.09.2014

**B62D 5/065 (2006.01)**

(43) Offenlegungstag: 31.03.2016

**B62D 5/30 (2006.01)**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 31.03.2022

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Eckmann, Kai, 73557 Mutlangen, DE; Häußler, Stefan, 73575 Leinzell, DE; Hofmann, Falk, 74426 Bühlerzell, DE; Hägele, Michael, 73432 Aalen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

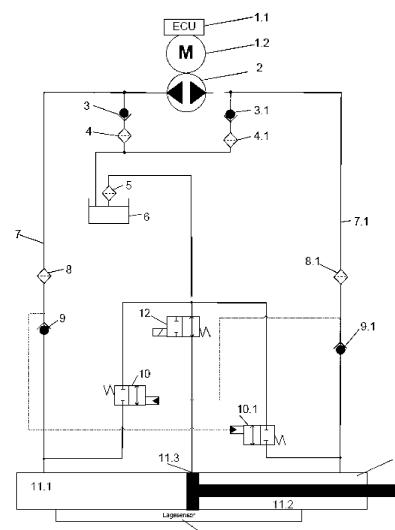
|    |                 |    |
|----|-----------------|----|
| DE | 44 14 161       | C1 |
| DE | 10 2006 047 706 | B3 |
| DE | 103 51 482      | A1 |
| DE | 198 03 745      | A1 |
| DE | 10 2006 008 436 | A1 |
| DE | 10 2006 036 081 | A1 |
| DE | 10 2012 105 976 | A1 |
| DE | 10 2014 111 133 | A1 |
| EP | 2 272 736       | A1 |

(54) Bezeichnung: **Lenksystem für eine Nachlaufachse eines Fahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Lenksystem für wenigstens eine Nachlaufachse eines Fahrzeugs, umfassend:

- einen Lenkwinkelsensor  $S_\alpha$  zur Messung eines Lenkwinkels von Laufrädern einer Vorderachse des Fahrzeugs,
- einen Fahrgeschwindigkeitssensor  $S_v$  zur Messung einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs,
- einen elektrischen Motor (1.2), der eine hydraulische Pumpe (2) antreibt,
- einen Arbeitszylinder (11) zum Anlenken der Laufräder der Nachlaufachse, der über Zuleitungen (7 und 7.1) mit der hydraulischen Pumpe (2) verbunden ist,
- ein Steuergerät (1.1), welches mit Hilfe der Daten des Lenkwinkelsensors und des Fahrgeschwindigkeitssensors einen Nachlaufwinkel von Laufrädern an der Nachlaufachse des Fahrzeugs bestimmt und den elektrischen Motor (1.2) entsprechend ansteuert,
- wobei der Arbeitszylinder (11) eine Mittelstellungsbohrung (11.3) aufweist, über welche Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitszylinder (11) abgabbar ist und wobei ein Kolben in der Geradeausstellung der Laufräder der Nachlaufachse die Mittelstellungsbohrung (11.3) verschließt, dadurch gekennzeichnet,
- dass der Arbeitszylinder (11) mit Rückflussventilen (10 und 10.1) verbunden ist, über welche Hydraulikflüssigkeit zurück in einen Tank (6) fließen kann,

- dass die Mittelstellungsbohrung (11.3) des Arbeitszylinders (11) mit einem Mittelstellungsventil (12) verbunden ist, über welche Hydraulikflüssigkeit zurück in einen Tank (6) fließen kann, und
- dass die Rückflussventile (10 und 10.1) und das Mittelstellungsventil (12) als Sitzventil ausgeführt sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lenksystem für eine Nachlaufachse eines Fahrzeugs nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

### Stand der Technik

**[0002]** Schwere Fahrzeuge - insbesondere Nutzfahrzeuge - verfügen oft über mehr als zwei Achsen, sogenannte Nachlaufachsen (NLA). Sind die NLA starr ausgeführt, haben die Fahrzeuge einen großen Wendekreis. Daher wird oft neben einer Vorderachslenkung zusätzlich eine lenkbare NLA eingebaut. Die NLA kann dabei zwangsgelenkt oder adhäsionsgelenkt, d.h. durch die Rückstellbewegung der Räder selbst gelenkt sein. Diese zusätzliche NLA-Lenkung ermöglicht kleinere Kurvenradien, wodurch eine höhere Manövriertbarkeit erreicht wird. Zusätzlich reduziert sich der Schräglauwinkel an den Reifen, wodurch der Reifenverschleiß des Fahrzeuges reduziert wird.

**[0003]** Ein aktives Lenken der NLA ist jedoch nur bei niedrigen Geschwindigkeiten erwünscht. Bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten ist kein Lenken der NLA erwünscht, da dies ein stabiles Fahren negativ beeinflusst. Die NLA muss ab einer bestimmten, vom Fahrzeug abhängigen Geschwindigkeit fixiert werden, um keinen instabilen Fahrzustand hervorzurufen.

**[0004]** Bei solchen Systemen ist es vorteilhaft, dass bei einem Ausfall oder bei höheren Fahrgeschwindigkeiten die Achse in Geradeausstellung gehalten werden kann.

**[0005]** Stand der Technik ist, dass die NLA über einen Hydraulik-Zylinder angelenkt wird. Das Öl wird über eine Pumpe, die über den Verbrennungsmotor angetrieben wird, in die eine oder andere Zylinderkammer gepumpt, abhängig davon, wie die Ventile geschaltet sind. Deshalb würde gerade bei der Geradeausfahrt, in welcher sich das Fahrzeug lange Zeit befindet, die Hydraulikpumpe ständig angetrieben, obwohl dies nicht erforderlich ist. In diesem Betriebszustand erzeugt die Hydraulik Verluste, denen kein Mehrwert entgegen steht. Dies steht der Forderung nach einem niedrigeren Kraftstoffbedarf des Fahrzeugs entgegen.

**[0006]** Das Problem wird dadurch gelöst, indem die Lenkungspumpe nicht über den Verbrennungsmotor angetrieben wird, sondern über einen Elektromotor. Da der Elektromotor in beide Richtungen gleichwertig antreiben kann, kann mit einer reversierbaren Pumpe je nach Drehrichtung der eine oder der andere Zylinderraum beaufschlagt werden.

**[0007]** In der deutschen Patentschrift DE 44 14 161 C1 wird eine Mehrachslenkanlage beschrieben, in welcher ein Geberzylinder angesteuert wird. Je nach Stellung des Geberzylinders an der vorderen Achse reagiert der Nehmerzylinder an der hinteren Achse. Nachteilig an diesem System ist aber die direkte Abhängigkeit von der jeweiligen Stellung des Geberzylinders. So besteht mit diesem System keine Möglichkeit einer geschwindigkeitsabhängigen Einflussnahme auf die hintere Achse.

**[0008]** Die DE 103 51 482 A1 zeigt ein Lenksystem, bei dem eine hydraulische angelenkte Fahrzeughinterachse mit einer zusätzlichen Blockievorrichtung in der aktuellen Stellung gehalten bzw. adhäsionsgelenkt in eine Mittenstellung zurückgelenkt und dann arretiert wird. Dies erfordert jedoch weitere Bauteile, benötigt zusätzlichen Bauraum und ist somit teuer.

**[0009]** Die DE 10 2006 008 436 A1 zeigt eine mechanisch gekoppelte Mehrachslenkanlage, bei der nur dann eine Lenkkraft auf die zusätzliche Lenkachse aufgebracht wird, wenn diese auch aktiv - also beim Lenkeinschlag - benötigt wird. Jedoch ist dieses System für eine Hinterachslenkung, welche ab einem gewissen Geschwindigkeitsbereich in Geradeausfahrt gesperrt werden soll, nur mit sehr viel Aufwand realisierbar.

**[0010]** Schließlich offenbart die DE 10 2012 105 976 A1 als gattungsbildende Schrift ein Lenksystem für eine Nachlaufachse mit einer elektronischen Steuerung bei dem das Anlenken der Nachlaufachse unabhängig von der Vorderachse stattfindet. Die Pumpe wird über einen Elektromotor angetrieben, wodurch das System energieeffizient arbeitet. Die Blockierfunktion ist in einfachster Weise dadurch realisiert, dass bei der adhäsionsgetriebenen Rückbewegung des Kolbens Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitszylinder durch eine Mittenbohrung abgegeben wird. Erreicht der Kolben diese Mittenbohrung, verschließt er sie und blockiert damit eine weitere Bewegung.

**[0011]** In der Fluidverbindung zwischen Mittenbohrung und Pumpe ist ein Ventil geschaltet, welches in der Arbeitsstellung einen Fluidfluss dort unterbindet. Das Ventil wird im Fehlerfall stromlos geschaltet und ermöglicht dann einen Fluidfluss. Dieses Ventil ist als Schieberventil ausgeführt.

**[0012]** Schieberventile sind allerdings schmutzanfällig. Beispielsweise können bei dem Lenksystem in der Hydraulikflüssigkeit herumschwimmende Metallpartikel den Kolben verklemmen.

**[0013]** Die Pumpe ist mit jeweils einer Verbindungsleitung mit den beiden Zylinderräumen des Arbeitszylinders verbunden. Wird der erste Zylinderraum mit Hydraulikflüssigkeit gefüllt, drückt der Kolben die

Hydraulikflüssigkeit aus dem zweiten Zylinderraum über die Verbindungsleitung in Richtung Pumpe. Die beiden Verbindungsleitungen sind damit gleichzeitig Zu- und Rückleitung. Die Hydraulikflüssigkeit wird in dem Kreislauf praktisch immer hin und her geschoben. Dadurch entstehen mehrere Nachteile, da Lufteinschlüsse in der Hydraulikflüssigkeit nicht herausgeleitet werden können. Insbesondere bei der Erstbefüllung kann das System schlecht entlüftet werden. Weiterhin kann in den Kreislauf kein Filter zum Herausfiltern von Schmutzteilchen aus der Hydraulikflüssigkeit eingebaut werden, da die Hydraulikflüssigkeit in beiden Richtungen fließt.

**[0014]** Die DE 10 2006 036 081 A1 offenbart ein Lenksystem, bei dem Schmutzstoffe und Verunreinigungen aus dem Arbeitsfluid, das in eine umkehrbare Pumpe hineingezogen wird, effektiv herausgefiltert werden. Zudem wird vermieden, dass die Schmutzstoffe wieder in die Pumpe hineingezogen werden.

**[0015]** Die DE 198 03 745 A1 offenbart Vorrichtung zur Steuerung der Lenkbarkeit einer selbstlenkenden Schlepp- oder Vorlaufachse eines Fahrzeuges mit einer Arretiereinrichtung zur Arretierung der Schlepp- oder Vorlaufachse in ihrer Geradeausstellung.

**[0016]** Die DE 10 2014 111 133 A1 offenbart eine reversierbare Pumpe, bei der eine Filterung des Fluids ermöglicht wird.

**[0017]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Lenksystem für eine Nachlaufachse bereitzustellen, bei dem die oben genannten Nachteile beseitigt sind. Ein Ausfall des Systems durch Verklemmen des Ventilkolbens oder durch Leitungsbruch soll vermieden werden. Darüber hinaus soll es möglich sein, dass das System einfach entlüftet und die Hydraulikflüssigkeit durch Filterung gesäubert werden kann.

**[0018]** Die Aufgabe wird durch ein Lenksystem gemäß Anspruch 1 gelöst. Statt eines Schieberventils werden mehrere Sitzventile verwendet. Diese haben den Vorteil, dass Metallpartikel in der Hydraulikflüssigkeit die Funktion des Ventils nicht beeinträchtigen können, sondern wieder heraus geschwemmt werden. Die Sitzventile sind im Gehäuse eingebaut und über feste stabile Leitungen an den Arbeitszylinder angeschlossen. Diese festen Leitungen können gebohrte Ölkanäle im Gehäuse oder am Gehäuse verlaufende Metallrohre sein. Dadurch wird ein Ausfall des Systems durch Leitungsbruch verhindert, welcher in bisherigen Systemen, bei denen die Komponenten durch Schläuche miteinander verbunden waren, vorkommen konnte.

**[0019]** Weiterhin ist nun eine Rückleitung vom Arbeitszylinder zu einem Öltank vorgesehen. Die

hydraulische Pumpe saugt zunächst immer aus dem Öltank und leitet das Öl zum Arbeitszylinder. Der Arbeitszylinder schiebt das Öl dann über die Rückleitung wieder zum Tank, wo sich dann mögliche Lufteinschlüsse absetzen können. Damit ist die Ölflußrichtung eindeutig in jeder Leitung definiert. Somit ist es nun auch möglich, Filter einzubauen, um das Öl von Schmutzteilchen zu reinigen.

**[0020]** **Fig. 1** zeigt ein Funktionsschaubild eines Fahrzeugs. Zum Detektieren eines Lenkwinkels von Laufrädern einer Vorderachse ist hier ein Lenkwinkelsensor  $S_a$ , und zum Detektieren einer Fahrgeschwindigkeit  $v$  ein Fahrgeschwindigkeitssensor  $S_v$  vorgesehen. Deren Signale werden über eine Signalleitung an das Lenksystem LS der Nachlaufachse übermittelt.

**[0021]** Die **Fig. 2** zeigt den hydraulischen Schaltplan des gesamten Lenksystems. Die von einem Lenkwinkelsensor, welcher den Lenkwinkel an der Vorderachse misst, und von einem Fahrgeschwindigkeitssensor ermittelten Daten werden in ein Steuergerät 1.1 eingegeben. Das Steuergerät 1.1 berechnet aus den Daten einen Nachlaufwinkel von Laufrädern an der Nachlaufachse des Fahrzeugs und steuert entsprechend einen elektrischen Motor 1.2 an.

**[0022]** Der elektrische Motor 1.2 dient zum Antrieben einer hydraulischen Pumpe 2, die wiederum mit wenigstens einem Arbeitszylinder 11 zum Anlenken der Laufräder der Nachlaufachse verbunden ist. Der Arbeitszylinder 11 verfügt über eine Mittenbohrung 11.3, über welche Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitszylinder 11 abgebbar ist, so dass der Kolben adhäsionsgetrieben bis in eine Mittenstellung bewegbar ist, in welcher er die Mittenbohrung verschließt, und die Laufräder der Nachlaufachse in einer Geradeausstellung blockiert sind.

**[0023]** Bei diesem elektrohydraulischen Lenksystem erfolgt das Anlenken der Nachlaufachse unabhängig von der Vorderachse da das Lenkrad nicht mechanisch mit der zu lenkenden Achse verbunden ist. Zudem ist dieses System vom Verbrennungsmotor entkoppelt, so dass einerseits eine bedarfsgerechte Regelung und andererseits - durch die wenigen und zudem frei plazierbaren Bauteile - eine hohe räumliche Flexibilität bei dessen Verbau gewährleistet ist. Bei niedrigen Geschwindigkeiten sowie im Stand ist mit diesem System ein aktives Lenken abhängig vom Lenkwinkel der Vorderachse und von der Fahrgeschwindigkeit möglich. Insbesondere sind die Räder der Nachlaufachse auch bei einem Ausfall der Elektronik und/oder der Hydraulik jederzeit automatisch, d.h. adhäsionsgetrieben aus jedem Auslenkungswinkel in ihre Geradeausstellung bringbar und dort auch zuverlässig blockierbar, ohne dass dazu

eine zusätzliche Elektronik und/oder Hydraulik notwendig wäre.

**[0024]** Bei der adhäsionsgetriebenen Bewegung des Kolbens in Richtung der Mittenbohrung wird die Hydraulikflüssigkeit aus einem Zylinderraum in Richtung Öltank hin abgegeben, während in den anderen Zylinderraum - ohne Pumpeneinsatz - Flüssigkeit nachgesogen wird. Sobald die Mittenbohrung durch den Kolben verschlossen wird, ist dessen weitere Bewegung durch die beidseitig sozusagen eingesperrte Hydraulikflüssigkeit blockiert, so dass die Räder der Nachlaufachse sicher in ihrer Geradeausstellung gehalten werden. Bei einem Ausfall der Hydraulik und/oder Elektrik bei niedrigen Geschwindigkeiten besteht somit die Möglichkeit, dass die Nachlaufachse gedämpft adhäsionsgelenkt in die Mittenstellung gefahren und dort gehalten wird.

**[0025]** Unter einer Nachlaufachse soll dabei jede Achse verstanden werden, die dem Ausschlag einer gelenkten Achse folgt, und die einer starren Hinter- oder Vorderachse nach- oder vorlaufend, also auch als Vorlaufachse, angeordnet sein kann. Das erfindungsgemäße Lenksystem kann damit auch bei Anhängern, Aufliegern oder einer zweiten gelenkten Vorderachse eingesetzt werden.

**[0026]** Das erfindungsgemäße Lenksystem weist ein Ventil auf, das in eine Fluidverbindung zwischen der Mittenbohrung und dem Öltank geschaltet ist, und das in einer Grundstellung einen Fluidfluss zwischen der Mittenbohrung des Arbeitszylinders und dem Öltank freigibt, und das in einer Arbeitsstellung einen Fluidfluss zwischen der Mittenbohrung des Arbeitszylinders und dem Öltank unterbindet, und bei dem das Steuergerät zum Erkennen von Störungen und im Fall einer Störung zum Schalten des Ventils in seine Grundstellung ausgebildet ist, so dass der Kolben adhäsionsgetrieben bis in seine Mittenstellung bewegbar ist, in welcher der Kolben die Mittenbohrung verschließt, und die Laufräder der Nachlaufachse in einer Geradeausstellung blockiert sind. Bei einem Ausfall z.B. der Pumpe kann das System durch entsprechende Schaltung des Ventils in einen sicheren Zustand überführt werden. Während das Ventil z.B. im störungsfreien Betrieb des Lenksystems in seiner Arbeitsstellung steht, in welcher der Kolben nur über die Pumpe bewegbar ist, kann es dann, wenn es zu einer Störung kommt, durch Öffnen der Mittenbohrung dessen Bewegung in die Mittenstellung zulassen. In dieser Grundstellung ist das Ventil stromlos geschaltet und lässt sich damit energielos und somit besonders zuverlässig halten, wobei auch die deaktivierte Pumpe keine zusätzliche Energie mehr benötigt. Die Mittenstellung des Kolbens kann zuverlässig gehalten werden, da dieser die Mittenbohrung des Arbeitszylinders verschließt und ein weiterer Austritt von Hydraulikflüssigkeit nicht mehr möglich ist.

**[0027]** Das Steuergerät kann dabei dazu ausgebildet sein, bei Überschreiten einer vorgebbaren Fahrgeschwindigkeit auch den Motor stromlos zu schalten. Die Nachlaufachse wird damit - ab einer gewissen voreinstellbaren Geschwindigkeit - automatisch, d.h. adhäsionsgetrieben in ihre Mittenstellung gefahren und dort gehalten, so dass sich deren Laufräder in Geradeausfahrtstellung befinden. Da diese Mittenstellung ohne weiteren Energieaufwand gehalten werden kann, ist die Leistungsaufnahme des Systems minimal.

**[0028]** In bevorzugter Weise ist die hydraulische Pumpe als reversierbar betreibbare Pumpe oder als eine Kombination aus einer einsinnig betreibbaren Pumpe mit einem Ventilblock ausgeführt. Eine reversierbar betreibbare Pumpe stellt dabei die geringsten Anforderungen an den Platzbedarf des Lenksystems, während eine einsinnig betreibbare Pumpe einen einfacheren elektrischen Antrieb benötigt.

**[0029]** Die hydraulische Pumpe 2 saugt über die Nachsaugventile 3, 3.1 Öl aus dem Tank 6. Da grober Schmutz im Tank 6 sein kann, sind zur Absicherung zwei weitere Filter 4, 4.1 in der Saugleitung angeordnet.

**[0030]** Beim Lenkvorgang fördert die hydraulische Pumpe 2 über die Zuleitung 7, 7.1 durch die anderen Filter 8, 8.1 und die Rückschlagventile 9, 9.1 Öl in einen Zylinderraum 11.1, 11.2.

**[0031]** Jedem Zylinderraum 11.1, 11.2 ist ein Rückflussventil 10, 10.1 zugeordnet, welches beim Befüllen des Zylinderraumes 11.1, 11.2 geschlossen ist. Durch den Druckaufbau in einem Zylinderraum 11.1, 11.2 wird das Rückflussventil 10, 10.1 des jeweils anderen Zylinderraumes 11.1, 11.2 geöffnet und dadurch der Rückfluss aus dem anderen Zylinderraum 11.1, 11.2 durch den Filter 5 zum Tank 6 ermöglicht.

**[0032]** Das Mittelstellungsventil 12 weist für die geöffnete Schaltstellung einen definierten Durchflussquerschnitt auf, wodurch die Rückstellgeschwindigkeit der Nachlaufachse genau eingestellt werden kann.

**[0033]** Im Folgenden werden die verschiedenen Betriebszustände beschrieben.

#### Geradeausfahrt, höhere Fahrgeschwindigkeit

**[0034]** Bei der Geradeausfahrt mit höherer Fahrgeschwindigkeit wird die Nachlaufachse nicht angelemt sondern muss in der Geradeausstellung gehalten werden.

**[0035]** Die Achse kann hier aktiv durch den Motor gehalten werden, wodurch aber Energie verbraucht wird.

**[0036]** Bevorzugt wird daher die Achse durch im Arbeitszylinder 11 eingeschlossenes Öl gehalten. Hierbei wird die Achse aktiv vom Motor auf Geradeausfahrtposition zurückgeführt und anschließend das Lenksystem passiv geschaltet, d.h. das Mittelstellungsventil 12 wird geschlossen und sperrt somit zusammen mit den Rückschlagventilen 9 und 9.1 die Zylinderräume ein. Vorteil hierbei ist, dass keine Energie mehr vom Motor benötigt wird.

Aktives Lenken, niedrige Fahrgeschwindigkeit

**[0037]** Bei aktivem Lenken wird der Lenkeinschlag der Vorderachse messtechnisch detektiert und an das Steuergerät 1.1 der Hinterachslenkung übermittelt. Mit diesen und weiteren Parametern z.B. der Fahrzeuggeschwindigkeit wird der Sollwert der Hinterachse berechnet und der elektrische Motor 1.2 vom Steuergerät 1.1 angesteuert. Über den Lagesensor 13 wird der Istwert detektiert und zur Regelung verwendet.

**[0038]** Dieser treibt direkt eine reversierbare hydraulische Pumpe 2 an. Diese fördert z.B. in Richtung Zuleitung 7 zur Zylinderseite 11.1. Die hydraulische Pumpe 2 saugt immer über die Nachsaugventile 3 und 3.1 gefiltertes Öl aus dem Tank 6. Durch den Druckaufbau in Zylinderkammer 11.1 wird das Rückflussventil 10.1 geschaltet und der Rückstrom aus Zylinderkammer 11.2 durch den Filter 5 zum Tank 6 ermöglicht.

**[0039]** Die Ansteuerung des elektrischen Motors 1.2 erfolgt über einen entsprechenden Regelalgorithmus bis der Sollwert der Hinterachse erreicht ist.

#### Ausfall des Lenksystems

**[0040]** Kommt es zu einem Ausfall des Lenksystems (z.B. ein Fehler des elektrischen Motors 1.2, Sensors 13 oder des Steuergerätes 1.1) wird der elektrische Motor 1.2 abgeschaltet, das Mittelstellungsventil 12 geht in seine Grundstellung und die Achse wird über die Radkräfte und die gewünschte Dämpfung über die Mittenbohrung 11.3 in die Geradeausfahrtstellung zurückgeführt, d.h. sicherer Zustand. Dort wird die Achse wie nachfolgend erläutert gehalten.

#### Ausfall bei Geradeausfahrt, höhere Fahrgeschwindigkeit

**[0041]** Fällt das System bei der Geradeausfahrt aus, so hat dies keine Auswirkungen, da die Kolbendich tung die Mittelstellungsbohrung verschlossen hat und die Rückschlagventile 9 und 9.1 keinen Rückfluss des Öls aus dem Arbeitszylinder 11 ermöglichen, d.h. der Arbeitszylinder ist hydraulisch blockiert.

Ausfall beim unterstützten Lenken, niedrige Fahrgeschwindigkeit

**[0042]** Fällt das System bei aktivem Lenken aus, so wird der Magnet des Mittelstellungsventils 12 stromlos geschaltet, wodurch es seine Grundstellung einnimmt. Befindet sich der Kolben in der Geradeausfahrtposition, so kann dieser nicht weiter bewegt werden - demnach bleibt die Achse gehalten.

**[0043]** Ist die Achse ausgelenkt, so besteht bei vielen Fehlerfällen nicht die Möglichkeit die Achse aktiv in Mittelstellung zu bringen. Bei einer Kurvenfahrt wird durch das Stromlosschalten des Mittelstellungsventils 12 verhindert, dass die Achse weiter ausgelenkt, als sie in diesem Moment befindet. Die Achsrückstellkräfte versuchen den Arbeitszylinder in Richtung Geradeausfahrt zu bewegen, diese Bewegung wird durch die Mittelstellungsbohrung 11.3 im Arbeitszylinder ermöglicht, bis der Kolben die Mittenposition erreicht. Nach Erreichen der Mittenposition wird die Achse in dieser Stellung gehalten, da der Kolben die Mittelstellungsbohrung 11.3 verschließt.

**[0044]** Durch die Mittelstellungsbohrung 11.3 bzw. einer Drossel im Mittelstellungsventil 12 kann die Geschwindigkeit der Achsbewegung im Falle des Ausfalls so eingestellt werden, dass kein kritischer Fahrzustand entsteht.

**[0045]** Für die Zurückbewegung des Kolbens in Richtung der Mittelstellung muss aus dem Tank 6 Öl nachgesaugt werden. Dies erfolgt über die Nachsaugventile 3 und 3.1 sowie die Rückschlagventile 9 und 9.1.

#### Bezugszeichenliste

|           |                    |
|-----------|--------------------|
| 1.1       | Steuergerät        |
| 1.2       | Elektrischer Motor |
| 2         | Hydraulische Pumpe |
| 3/3.1     | Nachsaugventil     |
| 4/4.1     | weitere Filter     |
| 5         | Filter             |
| 6         | Tank               |
| 7/7.1     | Zuleitung          |
| 8/8.1     | andere Filter      |
| 9/9.1     | Rückschlagventil   |
| 10/10.1   | Rückflussventil    |
| 11        | Arbeitszylinder    |
| 11.1/11.2 | Zylinderraum       |

|            |                            |  |
|------------|----------------------------|--|
| 11.3       | Mittelstellungsbohrung     | (7 und 7.1) andere Filter (8 und 8.1) angeordnet sind. |
| 13         | Lagesensor                 |  |
| LS         | Lenksystem                 | Es folgen 2 Seiten Zeichnungen                         |
| $S_\alpha$ | Lenkwinkelsensor           |  |
| $S_v$      | Fahrgeschwindigkeitssensor |  |

### Patentansprüche

1. Lenksystem für wenigstens eine Nachlaufachse eines Fahrzeuges, umfassend:

- einen Lenkwinkelsensor  $S_\alpha$  zur Messung eines Lenkwinkels von Laufrädern einer Vorderachse des Fahrzeugs,
- einen Fahrgeschwindigkeitssensor  $S_v$  zur Messung einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs,
- einen elektrischen Motor (1.2), der eine hydraulische Pumpe (2) antreibt,
- einen Arbeitszylinder (11) zum Anlenken der Laufräder der Nachlaufachse, der über Zuleitungen (7 und 7.1) mit der hydraulischen Pumpe (2) verbunden ist,
- ein Steuergerät (1.1), welches mit Hilfe der Daten des Lenkwinkelsensors und des Fahrgeschwindigkeitssensors einen Nachlaufwinkel von Laufrädern an der Nachlaufachse des Fahrzeuges bestimmt und den elektrischen Motor (1.2) entsprechend ansteuert,
- wobei der Arbeitszylinder (11) eine Mittelstellungsbohrung (11.3) aufweist, über welche Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitszylinder (11) abgabbar ist und wobei ein Kolben in der Geradeausstellung der Laufräder der Nachlaufachse die Mittelstellungsbohrung (11.3) verschließt, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass der Arbeitszylinder (11) mit Rückflussventilen (10 und 10.1) verbunden ist, über welche Hydraulikflüssigkeit zurück in einen Tank (6) fließen kann,
- dass die Mittelstellungsbohrung (11.3) des Arbeitszylinders (11) mit einem Mittelstellungsventil (12) verbunden ist, über welche Hydraulikflüssigkeit zurück in einen Tank (6) fließen kann, und
- dass die Rückflussventile (10 und 10.1) und das Mittelstellungsventil (12) als Sitzventil ausgeführt sind.

2. Lenksystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer Rücklaufleitung vom Arbeitszylinder (11) zum Tank (6) ein Filter (5) zur Reinigung der Hydraulikflüssigkeit angeordnet ist.

3. Lenksystem nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Saugleitungen weitere Filter (4 und 4.1) angeordnet sind.

4. Lenksystem nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Zuleitungen

Anhängende Zeichnungen

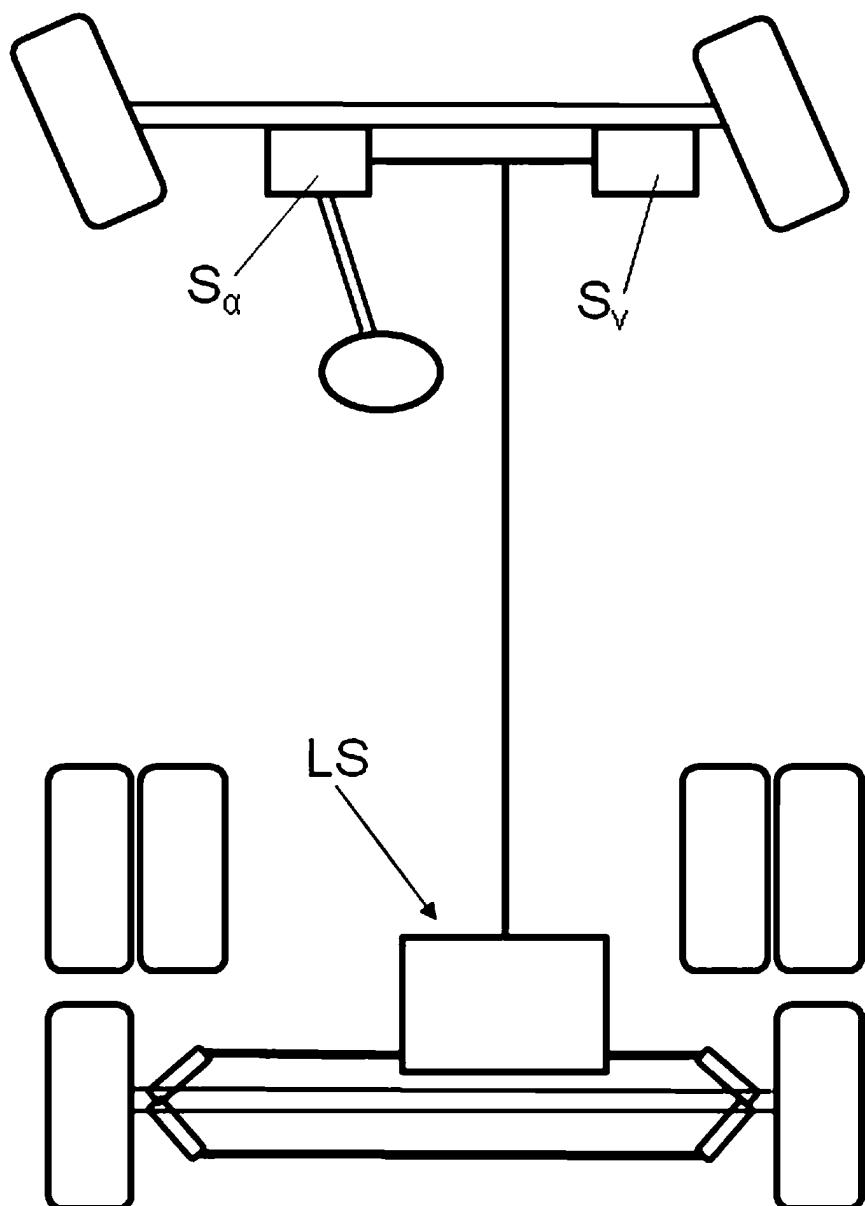


Fig. 1

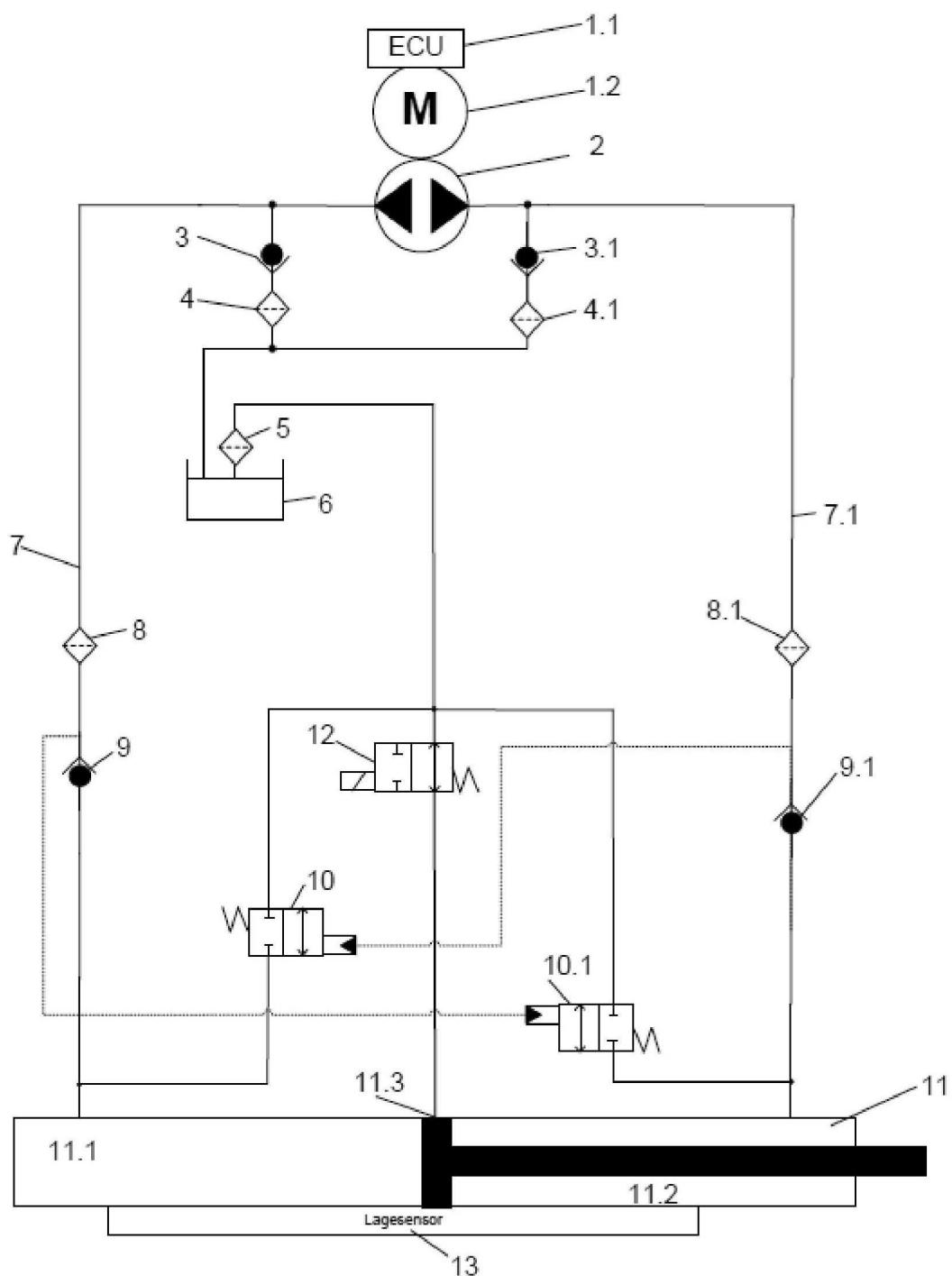


Fig. 2