(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 526513 A4 2024-04-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50374/2023
(22) Anmeldetag: 12.05.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2024

(51) Int. Cl.:

B62D 6/00	(2006.01)
B62D 5/09	(2006.01)
B62D 7/14	(2006.01)
B62D 5/00	(2006.01)
B62D 5/06	(2006.01)
B60K 17/36	(2006.01)
B60K 17/34	(2006.01)
B62D 61/10	(2006.01)
B66F 9/075	(2006.01)
B66F 9/22	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4042153 A1
DE 102020129275 A1
US 2014318209 A1
DE 102010001744 A1
AT 504540 B1

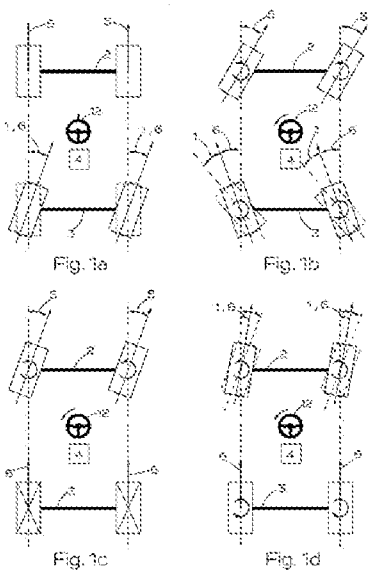
(71) Patentanmelder:
Reform-Werke Bauer & Co Gesellschaft m.b.H.
4600 Wels (AT)

(72) Erfinder:
Mayr Johannes
4550 Kremsmünster (AT)
Weitersberger Johanna
4020 Linz (AT)
Hundstorfer Andreas
4642 Sattledt (AT)
Maier Michael
4050 Traun (AT)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) Verfahren und Computerprogramm zur Kompensation einer Lenkwinkelabweichung eines Fahrzeugs

(57) Verfahren und Computerprogramm zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung (1) zwischen Vorderachse (2) und Hinterachse (3) bei einem Fahrzeug mit einem einkreisigen, vollhydraulischen Lenksystem, das von einer Steuerungseinrichtung (4) des Fahrzeugs wahlweise in einen Einachsmodus, also einen Modus zur Vorderradlenkung oder zur Hinterradlenkung, oder in einen Zweiachsmodus, also einen Modus zur Allradlenkung oder zur Hundeganglenkung, versetzt werden kann, wobei die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem in einem Kompensationsmodus derart vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus oder vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus umschaltet, dass die Lenkwinkelabweichung (1) durch die Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkte kontinuierliche Lenkwinkelveränderung verringert wird.



AT 526513 A4 2024-04-15

Zusammenfassung

Verfahren und Computerprogramm zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung (1) zwischen Vorderachse (2) und Hinterachse (3) bei einem Fahrzeug mit einem einkreisigen, vollhydraulischen Lenksystem, das von einer Steuerungseinrichtung (4) des Fahrzeugs wahlweise in einen Einachsmodus, also einen Modus zur Vorderradlenkung oder zur Hinterradlenkung, oder in einen Zweiachsmodus, also einen Modus zur Allradlenkung oder zur Hundeganglenkung, versetzt werden kann, wobei die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem in einem Kompensationsmodus derart vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus oder vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus umschaltet, dass die Lenkwinkelabweichung (1) durch die Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkte kontinuierliche Lenkwinkelveränderung verringert wird.

Fig. 1

Verfahren und Computerprogramm zur Kompensation einer Lenkwinkelabweichung eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, ein Computerprogramm und ein Fahrzeug gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung zwischen Vorderachse und Hinterachse bei einem Fahrzeug mit einem einkreisigen, vollhydraulischen Lenksystem.

Ein vollhydraulisches Lenksystem ist ein Lenksystem, bei dem die Lenkbewegung der Räder hydraulisch, insbesondere rein hydraulisch, betätigt wird. Derartige Lenkungen sind beispielsweise bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen und bei Kommunalfahrzeugen mit Vierradlenkung bekannt.

Gemäß Stand der Technik ist bei derartigen Lenksystemen für die Hinterachse und für die Vorderachse jeweils ein hydraulischer Lenkzylinder vorgesehen. Die beiden Lenkzylinder werden über ein sogenanntes Lenkorbitrol hydraulisch angesteuert. Durch Betätigung des Lenkrades kann dadurch der Lenkwinkel der Räder der beiden Achsen

eingestellt werden. Herkömmliche Lenksysteme für gattungsgemäße Fahrzeuge weisen dabei meist einen einzigen Hydraulikkreis auf.

In der Praxis tritt hierbei das Problem auf, dass durch Fehler im Hydrauliksystem, insbesondere durch Druckverluste oder Leckagen, eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung zwischen Vorderachse und Hinterachse entsteht. Lenkt der Fahrer die Vorderachse, also deren Räder, in die Nullstellung, so sollte die Vierradlenkung auch die Hinterachse bzw. deren Räder in die Nullstellung lenken. Eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung führt aber dazu, dass sich die Hinterachse nicht in der Nullposition befindet, wenn die Vorderachse geradegestellt ist. Das Fahrzeug fährt dann aufgrund der Fehlstellung der Hinterachse trotz geradeaus gerichteter Vorderräder eine Kurve.

Um diesen Effekt zu vermeiden, wurde bisher versucht, die Lenkwinkelabweichung durch die Verwendung hochwertiger Hydraulikkomponenten und insbesondere durch Verbesserung der Dichtheit des Hydrauliksystems zu verhindern. In der Praxis ist dies mit einem sehr hohen Aufwand und dadurch auch mit erhöhten Herstellungskosten des Fahrzeugs verbunden. Eine hundertprozentige Dichtheit ist aber selbst dadurch nicht zu erreichen.

Alternativ zum Versuch, Leckagen bzw. Druckverluste gänzlich auszuschalten, gibt es Fahrzeuge, die für die Vorderachse und die Hinterachse jeweils einen eigenen Hydraulikkreis umfassen. Diese Hydraulikkreise können dann getrennt voneinander angesteuert werden, um eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung zu kompensieren. Derartige Systeme sind aber ebenfalls mit einem erhöhten technischen Aufwand und dadurch mit hohen Herstellungskosten des Fahrzeugs verbunden.

Gemäß Stand der Technik ist es auch bekannt, bei einkreisigen, vollhydraulischen Lenksystemen zusätzliche Stellglieder vorzusehen, die bei einer Kalibrierung des Lenksystems die beiden Achsen wieder ohne Lenkwinkelabweichung ausrichten können. Auch derartige Systeme sind mit einem erhöhten Aufwand und daher erhöhten Kosten bei der Herstellung des Fahrzeugs verbunden.

Die Kosten des Fahrzeugs haben als Investitionskosten unmittelbaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines derartigen Fahrzeugs.
Die Wirtschaftlichkeit des Fahrzeugs wird aber auch dadurch bestimmt, wie oft und wie lange ein Fahrzeug in einem Wartungs- oder Kalibriermodus betrieben werden muss, um eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung zu kompensieren. Das Geradestellen der Räder in einem Wartungsmodus ist hierfür natürlich nachteilig. In der Praxis bedeutet dies nämlich, dass der Fahrer den normalen Betrieb des Fahrzeugs unterbrechen muss, um das Lenksystem zu kalibrieren. Dies verringert die Arbeitseffizienz und dadurch die Wirtschaftlichkeit des Fahrzeugs.

Allem voran müssen gattungsgemäße Fahrzeuge zu jedem Betriebszeitpunkt sicher im Betrieb sein. Verfahren zum Kalibrieren eines Lenksystems sollten folglich derart ablaufen, dass die Sicherheit des Fahrers nicht gefährdet ist. Zudem setzen auch komplizierte und aufwendige Ausgleichssysteme für hydraulische Lenksysteme die Ausfallssicherheit und damit die allgemeine Sicherheit des Gesamtsystems herab.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Dies umfasst insbesondere, dass das Verfahren bzw. das Fahrzeug einfach und dennoch sicher aufgebaut sind. Gegebenenfalls hat es Vorteile, wenn keine mechanischen Komponenten bei Fahrzeugen vorgesehen werden müssen, um eine Kompensation bewirken zu können. Zudem kann es vorteilhaft sein, wenn die Kompensation während des Normalbetriebs des Fahrzeugs erfolgt. Dabei ist es wichtig, dass der Fahrer beim Betrieb des Fahrzeugs zu jedem Zeitpunkt die Lenkkontrolle über sein Fahrzeug behält.

Die Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung zwischen Vorderachse und Hinterachse bei einem Fahrzeug mit einem bevorzugt einkreisigen, vollhydraulischen Lenksystem, das von einer Steuerungseinrichtung des Fahrzeugs wahlweise in einen Einachsmodus, also einen Modus zur Vorderradlenkung oder zur Hinterradlenkung, oder in einen Zweiachsmodus,

also einen Modus zur Allradlenkung oder zur Hundeganglenkung, versetzt werden kann.

Das Verfahren umfasst insbesondere folgende Schritte:
- Detektieren einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung zwischen Vorderachse und Hinterachse durch die Steuerungseinrichtung,
- Detektieren einer durch eine Lenkbewegung des Fahrers bewirkte kontinuierliche Lenkwinkelveränderung, insbesondere Lenkwinkelverkleinerung, durch die Steuerungseinrichtung.

Das Verfahren ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung das Lenksystem in einem Kompensationsmodus betreibt wenn sie eine Lenkwinkelabweichung und eine kontinuierliche Lenkwinkelveränderung detektiert.

Das Verfahren ist bevorzugt dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus derart vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus oder vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus umschaltet, dass die Lenkwinkelabweichung durch die Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkte kontinuierliche Lenkwinkelveränderung verringert wird.

Das bedeutet insbesondere, dass die Steuerungseinrichtung im Kompensationsmodus die Lenkung der einzelnen Achse entweder sperrt oder zulässt, um die Lenkwinkelabweichung durch die kontinuierliche Lenkwinkelveränderung des Fahrers zu verringern.

Das bedeutet insbesondere, dass die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus oder vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus zu einem Zeitpunkt umschaltet, sodass die kontinuierliche Lenkwinkelveränderung des Fahrers die Lenkwinkelabweichung verringert.

Es kann vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung den Kompensationsmodus selbsttätig während des normalen Betriebs des Fahrzeugs und der Lenkung durch den Fahrer ausführt.

Bevorzugt ist das Verfahren derart ausgestaltet, dass die Steuerungseinrichtung die Lenkwinkelabweichung im Kompensationsmodus ausschließlich:
- durch Umschalten vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus und/oder vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus
- und durch die Lenkbewegung(en) des Fahrers verringert.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung die fehlerhafte Lenkwinkelabweichung dadurch detektiert,
- dass der gemessene Lenkwinkel der einen Achse ungleich null ist, wenn der Lenkwinkel der anderen Achse gleich null ist und insbesondere die Nullstellung durchläuft,
- bevorzugt, dass der Hinterachslenkwinkel gemessen wird, wenn der Vorderachsenlenkwinkel null beträgt.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Vorderachslenkwinkel gemessen wird, wenn der Hinterachslenkwinkel null beträgt.

Bevorzugt werden die Lenkwinkel von mindestens zwei mit der Steuerungseinrichtung verbundene Lenkwinkelsensoren gemessen.

Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung das Lenksystem nur dann im Kompensationsmodus betreibt,
- wenn der Vorderachslenkwinkel durch die Lenkbewegung des Fahrers über eine bestimmte Zeitdauer oder über einen bestimmten Winkelbereich, kontinuierlich abnimmt.
Insbesondere nur dann, wenn der Lenkwinkel eine bestimmte Zeitdauer vorher einen gewissen Wert überschritten hat.

Gegebenenfalls nur dann, wenn der Vorderachslenkwinkel kleiner ist als 10°, bevorzugt kleiner ist als 5°. Dies entspricht der Fahrsituation eines Kurvenausganges. Die Zeitdauer kann beispielsweise 0,5 Sekunden betragen.

Gegebenenfalls wird im Modus zur Hinterradlenkung oder im Zweiachsmodus statt dem Vorderachslenkwinkel der Hinterachslenkwinkel überwacht.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung das Lenksystem nur dann in dem Kompensationsmodus betreibt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner ist als ein bestimmter Wert, insbesondere kleiner ist als 30 km/h und bevorzugt kleiner ist als 20 km/h.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass ein mit der Steuerungseinrichtung verbundenes Eingabegerät vorgesehen ist, über das der Fahrer das Lenksystem wahlweise in den Einachsmodus oder in den Zweiachsmodus, insbesondere in den Modus zur Vorderradlenkung, den Modus zur Hinterradlenkung, den Modus zur Allradlenkung oder den Modus zur Hundeganglenkung, versetzen kann.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus immer nur für eine bestimmte Kompensationszeit vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus oder vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus umschaltet und das Lenksystem nach der Kompensationszeit wieder in jenen Modus zurückversetzt, in dem das Lenksystem zuvor betrieben wurde, und insbesondere wieder in jenen Modus zurückversetzt, der vom Fahrer über das Eingabegerät zuletzt gewählt wurde.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Kompensationszeit bevorzugt kleiner ist als 800ms, gegebenenfalls kleiner ist als 400ms, gegebenenfalls zwischen 100ms und 300ms beträgt und bevorzugt 200ms beträgt.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass das Lenksystem ein hydraulisches Lenkorbitrol, einen hydraulischen Vorderachslenkzylinder für die Räder der

Vorderachse und einen hydraulischen Hinterachslenkzylinder für die Räder Hinterachse aufweist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass das Lenkorbitrol im Zweiachsmodus sowohl den hydraulischen Vorderachslenkzylinder als auch den hydraulischen Hinterachslenkzylinder antreibt bzw. einstellt.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass das Lenksystem zur Betätigung des hydraulischen Vorderachslenkzylinders und des hydraulischen Hinterachslenkzylinder nur einen einzigen Hydraulikkreis aufweist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass:
- wenn sich das Lenksystem im Zweiachsmodus, insbesondere im Modus zur Vierradlenkung, befindet,
- die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus derart vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus umschaltet, dass bei der Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkten kontinuierlichen Lenkwinkelveränderung der Lenkwinkel einer der Achsen festgehalten wird und der Lenkwinkel der anderen Achse weiter kontinuierlich verändert und dadurch die Lenkwinkelabweichung verringert wird.

In analoger Weise könnte auch in den Modus zur Hinterradlenkung umschaltet werden, um die Lenkwinkelabweichung zu kompensieren.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass:
- wenn sich das Lenksystem im Einachsmodus, insbesondere im Modus zur Vorderradlenkung, befindet,
- die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus derart vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus umschaltet, dass bei der Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkten kontinuierlichen Lenkwinkelveränderung der Lenkwinkel der im Einachsmodus ungelenkten Achse Richtung Nullstellung verkleinert wird.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass:
- wenn sich das Lenksystem im Einachsmodus, insbesondere im Modus zur Hinterradlenkung, befindet,
- die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus derart vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus umschaltet, dass bei der Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkten kontinuierlichen Lenkwinkelveränderung der Lenkwinkel der im Einachsmodus ungelenkten Achse Richtung Nullstellung verkleinert wird.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass:
- wenn sich das Lenksystem im Zweiachsmodus, insbesondere im Modus zur Vierradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung ein Hinterachsversatz nach links erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem Vorderachslenkwinkel von null durch die Lenkwinkelabweichung der Hinterachse eine Linkskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Rechtskurve des Fahrzeugs vom Zweiachsmodus auf den Modus zur Vorderradlenkung umschaltet, die Hinterachse somit trotz der durch den Fahrer bewirkten Lenkwinkelverkleinerung festhält, und damit die Lenkwinkelabweichung verringert,
- bzw. wenn sich das Lenksystem im Zweiachsmodus, insbesondere im Modus zur Vierradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung ein Hinterachsversatz nach rechts erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem Vorderachslenkwinkel von null durch die Lenkwinkelabweichung der Hinterachse eine Rechtskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Linkskurve des Fahrzeugs vom Zweiachsmodus auf den Modus zur Vorderradlenkung umschaltet, die Hinterachse somit trotz der durch den Fahrer bewirkten Lenkwinkelverkleinerung festhält, und damit die Lenkwinkelabweichung verringert.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass:
- wenn sich das Lenksystem im Einachsmodus, insbesondere im Modus zur Vorderradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung ein Hinterachsversatz nach links erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem

Vorderachslenkwinkel von null durch die Lenkwinkelabweichung der Hinterachse eine Linkskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Linkskurve des Fahrzeugs vom Einachsmodus auf den Modus zur Vierradlenkung umschaltet, die Hinterachse somit durch die vom Fahrer bewirkte Lenkwinkelverkleinerung Richtung Nullstellung lenkt, und damit die Lenkwinkelabweichung verringert,
- bzw. wenn sich das Lenksystem im Einachsmodus, insbesondere im Modus zur Vorderradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung ein Hinterachsversatz nach rechts erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem Vorderachslenkwinkel von null durch eine Lenkwinkelabweichung der Hinterachse eine Rechtskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Rechtskurve des Fahrzeugs vom Einachsmodus auf den Modus zur Vierradlenkung umschaltet, die Hinterachse somit durch die vom Fahrer bewirkte Lenkwinkelverkleinerung Richtung Nullstellung lenkt, und damit die Lenkwinkelabweichung verringert.

Gegebenenfalls betrifft die Erfindung ein Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch die Steuerungseinrichtung des Fahrzeugs diese veranlassen, das Verfahren auszuführen.

Das Computerprogramm kann ein Computerprogrammprodukt sein und beispielsweise als Update zur Verfügung gestellt werden, sodass es auf der Steuerungseinrichtung des Fahrzeugs ausgeführt werden kann.

Gegebenenfalls betrifft die Erfindung ein Fahrzeug umfassend:
- ein einkreisiges, vollhydraulisches Lenksystem,
- eine Steuerungseinrichtung zum Betreiben des Lenksystems wahlweise in einem Einachsmodus, also einem Modus zur Vorderradlenkung oder zur Hinterradlenkung, oder in einem Zweiachsmodus, also einem Modus zur Allradlenkung oder zur Hundeganglenkung,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerungseinrichtung das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche ausführt.

Wie erwähnt, dient das Verfahren zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung zwischen Vorder- und Hinterachse bei einem Fahrzeug mit einem einkreisigen, vollhydraulischen Lenksystem.

Das vollhydraulische Lenksystem ist bevorzugt derart ausgestaltet, dass der Lenkwinkel der Räder achsweise hydraulisch eingestellt wird.

Das Hydrauliksystem umfasst für das Lenksystem bevorzugt nur einen einzigen Hydraulikkreis. Zur Einstellung der Räder bzw. der Lenkwinkel ist bevorzugt ein Lenkorbitrol vorgesehen.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass sowohl die Detektion der Lenkwinkelabweichung als auch die Kompensation der Lenkwinkelabweichung im Normalbetrieb des Fahrzeugs erfolgen kann.

Um die Sicherheit bei der Bedienung sicherzustellen, wird der Kompensationsmodus bevorzugt nur in speziellen Fahrsituationen aktiviert. Als vorteilhafte Fahrsituation hat sich beispielsweise eine Fahrsituation herausgestellt, in der der Fahrer durch seine Lenkbewegung eine kontinuierliche Lenkwinkelverkleinerung ausführt. Insbesondere ist eine sichere Fahrsituation der Kurvenausgang einer Kurve bei niedriger Geschwindigkeit. Hierbei versucht der Fahrer nämlich, das Fahrzeug durch Betätigung der Lenkung gerade zu richten. Bevorzugt wird eben dieses Bestreben des Fahrers verwendet, um eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung zu kompensieren.

Ein Beispiel: Befindet sich das Fahrzeug im Zweiachsmodus, also die Räder beider Achsen werden durch das Lenkrad gelenkt, so wird von der Steuerungseinrichtung überwacht, ob eine kontinuierliche Lenkwinkelveränderung, also eine stetige Lenkwinkelveränderung in eine Richtung, stattfindet. Befindet sich eine der Achsen, bevorzugt die Hinterachse, in ihrer Nullposition, also mit Lenkwinkel Null, so wird sie von der Steuerungseinrichtung im Kompensationsmodus für eine gewisse

Kompensationszeit festgehalten, sodass diese die Nullstellung nicht verlässt. Der Fahrer versucht nun bei seiner kontinuierlichen Lenkbewegung das Fahrzeug gerade zu richten und lenkt dadurch die andere Achse, also im vorliegenden Fall die Vorderachse, weiter. Durch diese Fortführung der Lenkbewegung des Fahrers und das Festhalten der Hinterachse wird die Lenkwinkelabweichung verringert.

In vorteilhafter Weise kann diese Kompensation während des Normalbetriebs des Fahrzeugs erfolgen.

Analog kann dieses Verfahren für andere Betriebsmodi des Lenksystems umgesetzt werden – beispielsweise, wenn sich das Fahrzeug bzw. das Lenksystem in einem Einachsmodus befindet, bei dem z.B. nur die Vorderachse gelenkt wird. Auch in diesem Betriebsmodus kann es passieren, dass die Hinterachse selbsttätig und fehlerhaft aus der Nullposition ausgelenkt ist. In diesem Fall schaltet die Steuerungseinrichtung das Lenksystem in einer vorteilhaften Fahrsituation in den Zweiachsmodus, sodass der Fahrer bei der Fortführung der kontinuierlichen Lenkbewegung beide Achsen bewegt und die Hinterachse wieder in die Nullposition zurücklenkt. In weiterer Folge schaltet dann die Steuerungseinrichtung das Lenksystem wieder auf Einachsmodus, um die Hinterachse in der Nullposition zu halten.

In beiden Betriebsmodi wird durch gezieltes Umschalten vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus bzw. vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus die Lenkbewegung des Fahrers beim Normalbetrieb verwendet, um die Lenkwinkelabweichung zu kompensieren. Der Fahrer behält dadurch selbst während der Kompensation die volle Lenkkontrolle.

Das Lenksystem wird durch die Steuerungseinrichtung somit derart vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus oder vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus umgeschaltet, dass der Fahrer durch seine Lenkbewegung die Winkelabweichung verringert bzw. kompensiert. Dies bedeutet, dass das Lenksystem in gewissen Fahrsituationen und/oder zu gewissen Zeitpunkten umschaltet.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass pro Achse nur ein einziger hydraulischer Lenkzylinder vorgesehen ist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass für beide Achsen nur ein einziges Lenkorbitrol vorgesehen ist.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Verfahren ein computerimplementiertes Verfahren ist, das auf der Steuerungseinrichtung des Fahrzeugs abläuft. Insbesondere kann dieses computerimplementierte Verfahren durch ein einfaches Software-Update auf bestehende Fahrzeuge aufgespielt werden. Dadurch kann ein Verfahren zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung in dem Fahrzeug implementiert werden, ohne mechanische Umbauten oder Vorkehrungen treffen zu müssen.

In weiterer Folge wird die Erfindung anhand der Figuren weiter beschrieben.
Fig. 1 zeigt eine schematische Abfolge eines Verfahrens bei Vierradlenkung.
Fig. 2 zeigt einen schematischen Ablauf eines Verfahrens bei Vorderradlenkung.
Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines möglichen hydraulischen Lenksystems.

Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen folgenden Komponenten: Lenkwinkelabweichung 1, Vorderachse 2, Hinterachse 3, Steuerungseinrichtung 4, Vorderachslenkwinkel 5, Hinterachslenkwinkel 6, Lenkwinkelsensor 7, Eingabegerät 8, Lenkorbitrol 9, Vorderachslenkzylinder 10, Hinterachslenkzylinder 11, Lenkrad 12, Hydraulikpumpe 13.

Fig. 1 zeigt in den Figuren 1a, 1b, 1c und 1d schematische Ansichten unterschiedlicher Stellungen der Komponenten des Fahrzeugs während des Verfahrens. Das Fahrzeug umfasst ein Lenksystem, das sich bei dem Bespiel der Fig. 1 anfänglich im Zweiachsmodus und insbesondere im Modus zur Vierradlenkung befindet. Fig. 1a zeigt eine mögliche Stellung, in der eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung 1 zwischen Vorderachse 2 und Hinterachse 3 detektiert werden kann. Während des normalen Betriebs des Fahrzeugs betätigt der Fahrer regelmäßig das Lenkrad 12, um das Fahrzeug zu steuern. Der Lenkwinkelfehler kann beispielsweise durch Messen der Lenkwinkel 5,6 der Achsen 2,3 bzw. deren Ränder bestimmt werden. Im vorliegenden

Fall wird beim Nulldurchgang der Vorderachse 2, also bei einem Vorderachslenkwinkel 5 von null, der Hinterachslenkwinkel 6 bestimmt, der ungleich null ist. Obwohl der Fahrer somit die Vorderräder für eine Geradeausfahrt ausgerichtet hat, fährt das Fahrzeug eine Kurve, im vorliegenden Fall eine Linkskurve. Die Steuerungseinrichtung 4 detektiert eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung 1, womit eine erste Voraussetzung für den Start des Kompensationsmodus gegeben ist.

Alternativ zu der Stellung der Fig. 1a kann eine fehlerhafte Lenkwinkelabweichung 1 auch beispielsweise bei geradegestellten Rädern der Hinterachse 3 oder in anderen Fahrsituationen detektiert werden. Die dargestellte Position der Fig. 1a ist jedoch die bevorzugte Variante zur Detektion einer Lenkwinkelabweichung 1.

In weiterer Folge fährt der Fahrer mit dem Fahrzeug weiter und befindet sich, wie in Fig. 1b dargestellt, in einer Rechtskurve. Bei der Kurvenfahrt ist durch das Lenkrad 12 ein bestimmter Vorderachslenkwinkel 5 eingestellt. Auch ein Hinterachslenkwinkel 6 ist eingestellt. Dieser Hinterachslenkwinkel 6 weicht jedoch um die Lenkwinkelabweichung 1 vom gewünschten Lenkwinkel bzw. vom Vorderachslenkwinkel 5 ab.

Die absolute Größe der Lenkwinkelabweichung 1 kann in allen Ausführungsformen abhängig vom gewählten Lenkwinkel und von der Lenkgeometrie sein. Insbesondere können Vorderachse 2 und Hinterachse 3 im Zweiachsmodus, also beispielsweise bei einer Vierradlenkung, unterschiedlich übersetzt sein.

Versucht der Fahrer nun, die in Fig. 1b dargestellte Rechtskurve zu verlassen und mit dem Fahrzeug wieder gerade zu fahren, so lenkt er das Lenkrad 12 im vorliegenden Fall gegen den Uhrzeigersinn, um die Räder der Vorderachse 2 gerade zu stellen bzw. um den Vorderachslenkwinkel 5 zu verringern und auf null zu stellen. Bei der dargestellten Vierradlenkung verändern sich bei einer Lenkraddrehung der Vorderachslenkwinkel 5 und der Hinterachslenkwinkel 6 gegengleich. Dabei erkennt die Steuerungseinrichtung 4 gegebenenfalls eine kontinuierliche Lenkwinkelveränderung, die durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkt wird.

Diese kontinuierliche Lenkwinkelbewegung, insbesondere eine kontinuierliche Lenkwinkelverkleinerung, ist eine zweite Voraussetzung für den Kompensationsmodus.

Im Bereich des Kurvenausgangs werden die Lenkwinkel 5, 6 durch die Lenkbewegung des Fahrers kontinuierlich verringert. Durch die Lenkwinkelabweichung 1 ist in der dargestellten Fahrsituation der Fig. 1c der Hinterachslenkwinkel 6 bereits null, wenn der Vorderachslenkwinkel 5 noch größer als null ist. Versucht der Fahrer die Vorderräder gerade zu stellen, so würde er das Fahrzeug wieder in die Stellung der Fig. 1a bringen. Jedoch wird bei Fig. 1c das Lenksystem durch die Steuerungseinrichtung 4 in einen Kompensationsmodus versetzt. Insbesondere schaltet die Steuerungseinrichtung 4 das Lenksystem vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus und verhindert dadurch die weitere Lenkbewegung der Räder der Hinterachse 3 bei der Fortführung der Lenkbewegung durch den Fahrer. Die festgestellten Räder sind in den Figuren durch ein „X“ gekennzeichnet. Dieses Umschalten geschieht selbsttätig durch die Steuerungseinrichtung 4 im Kompensationsmodus.

Der Fahrer dreht das Lenkrad 12 bei der kontinuierlichen Lenkwinkelveränderung in dieselbe Richtung weiter, da er das Fahrzeug am Kurvenausgang geradestellen will. Durch das Festhalten der Hinterachse 3 und die Fortführung der Lenkbewegung des Fahrers verringert der Fahrer selbst die Lenkwinkelabweichung 1.

Bevorzugt wird das Lenksystem von der Steuerungseinrichtung 4 im Kompensationsmodus immer nur für eine gewisse Kompensationszeit umgeschaltet. Insbesondere erfolgt das Umschalten des Lenksystems nur für eine verhältnismäßig kurze Kompensationszeit. Andernfalls kann passieren, dass der Fahrer durch die Umschaltung irritiert wird oder die kontinuierliche Lenkbewegung unterbricht und in eine andere Richtung lenkt, was zu einer Verschlechterung der Lenkwinkelabweichung 1 führen könnte. Da jedoch bevorzugt eine kontinuierliche Lenkwinkelveränderung eine der Voraussetzungen für das Ausführen des Kompensationsmodus ist, kann der Kompensationsmodus gegebenenfalls auch automatisch beendet werden, wenn der Fahrer nicht kontinuierlich lenkt. Beispielsweise kann die Kompensationszeit weniger als 1 Sekunde, bevorzugt etwa 2 Zehntelsekunden, betragen.

Fig. 1d zeigt die Stellung des Lenksystems nach einer erfolgten Kompensation. Die fehlerhafte Lenkwinkelabweichung 1 ist gemäß Fig. 1d verringert, aber nicht komplett eliminiert worden. Dies kann insbesondere dadurch entstehen, dass die Kompensationszeit kürzer war als eine komplette Rückstellung der Vorderräder in die Nullposition gedauert hätte. Jedoch kann die restliche Lenkwinkelabweichung 1 beim nächsten Kurvenausgang einer Rechtskurve erfolgen. In Fig. 1d hat die Steuerungseinrichtung 4 das Lenksystem wieder automatisch in den Zweiachsmodus umgeschaltet. Die Lenkwinkelabweichung 1 ist kleiner als die in Fig. 1d auch eingezeichnete Lenkwinkelabweichung 1 der Fig. 1a bis 1c.

Fig. 2, insbesondere die Figuren 2a, 2b, 2c und 2d, zeigen eine weitere mögliche Ausführungsform eines Verfahrens zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung 1 eines Lenksystems eines Fahrzeugs. Das Fahrzeug befindet sich in Fig. 2a in einem Einachsmodus, im Speziellen im Modus zur Vorderradlenkung. Die Lenkbewegung der Räder der Hinterachse 3 ist festgehalten. Bei einer Bewegung des Lenkrads 12 werden nur die Vorderräder der Vorderachse 2 und nicht die Hinterräder der Hinterachse 3 gelenkt. Es handelt sich dennoch um ein Fahrzeug mit einem vollhydraulischen Lenksystem, das zur Ausführung einer Zweiachslenkung, insbesondere einer Vierradlenkung, geeignet ist. Je nach Fahrsituation ist es vorteilhaft, das Fahrzeug im Einachsmodus oder im Zweiachsmodus zu betreiben.

Auch wenn die Hinterachse 3 im Einachsmodus festgehalten ist, kann es, beispielsweise durch Leckagen oder Druckverluste, zu einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung 1 kommen. Diese fehlerhafte Lenkwinkelabweichung 1 wird von der Steuerungseinrichtung 4 detektiert. Wie zuvor bei Fig. 1 kann diese Detektion beim Nulldurchgang der Räder der Vorderachse 2, also beim Nulldurchgang des Vorderachslenkwinkels 5, oder kontinuierlich durch Bestimmung des Hinterachslenkwinkels erfolgen. Bei diesem Nulldurchgang ist der Hinterachslenkwinkel 6 ungleich null und entspricht somit im Wesentlichen der Lenkwinkelabweichung 1. Das Fahrzeug fährt gemäß Fig. 2a eine Linkskurve, obwohl die Vorderräder geradegestellt sind.

Bei der nächsten Linkskurve, wie in Fig. 2b dargestellt, lenken die Räder der Vorderachse 2 nach links, wobei der Vorderachslenkwinkel 5 und der Hinterachslenkwinkel 6 beide ungleich null sind. Der Hinterachslenkwinkel 6 ist durch die Lenkwinkelabweichung 1 ungleich null, obwohl dies im Modus zur Vorderradlenkung nicht der Fall sein sollte. Führt der Fahrer durch Betätigung des Lenkrades 12 eine kontinuierliche Lenkbewegung und dadurch eine kontinuierliche Lenkwinkelveränderung, insbesondere eine Lenkwinkelverkleinerung, aus, so wird dies von der Steuerungseinrichtung 4 detektiert. In weiterer Folge schaltet die Steuerungseinrichtung 4 im Kompensationsmodus das Lenksystem vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus, wie in Fig. 2c dargestellt ist. Dieses Umschalten geschieht bevorzugt am Kurvenausgang. Durch die kontinuierliche Fortführung der Lenkwinkelveränderung verkleinert der Fahrer dadurch selbst den Hinterachslenkwinkel 6 und damit auch die Lenkwinkelabweichung 1.

Nach einer gewissen Kompensationszeit schaltet die Steuerungseinrichtung 4 das Lenksystem wieder automatisch in den zuvor gewählten Lenkmodus zurück.

In allen Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass die Kompensation bereits vor Ende der Kompensationsdauer beendet wird, beispielsweise, wenn eine der anderen Voraussetzungen für den Kompensationsmodus nicht erfüllt sind. Beispielsweise geschieht dies, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu hoch ist oder wenn keine kontinuierliche Lenkbewegung des Fahrers mehr vorliegt.

Wie in Fig. 2d dargestellt, hat der Fahrer durch Fortführung der kontinuierlichen Lenkwinkelveränderung die Hinterräder dadurch geradegestellt, dass die Steuerungseinrichtung 4 das Lenksystem vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus zurückgeschaltet hat. Sobald die Kompensation beendet ist, also beispielsweise nach der Kompensationszeit, schaltet die Steuerungseinrichtung 4 wieder auf den Einachsmodus um. Gegebenenfalls wird die Lenkwinkelabweichung 1 in einem ersten Schritt aber nur verkleinert und nicht sofort komplett kompensiert.

Gegebenenfalls kann auch bei diesem Verfahren die Kompensationszeit eines Umschaltvorganges nicht ausreichen, um die Lenkwinkelabweichung 1 gänzlich zu

kompensieren. Auch hier kann die vollständige Kompensation auf mehrere Kompensationszeiträume aufgeteilt sein.

Gemäß nicht dargestellter Ausführungsformen kann ein Verfahren durchgeführt werden, bei dem, ähnlich der Ausführungsform der Fig. 1, nicht auf Vorderradlenkung sondern auf Hinterradlenkung umgeschaltet wird, wenn die Vorderräder in der Nullposition stehen. Analog dazu kann beispielsweise auch ähnlich der Ausführungsform der Fig. 2 die Steuerungseinrichtung 4 das Lenksystem auf Hundeganglenkung umstellen, um eine Kompensation der Lenkwinkelabweichung 1 zu erzielen.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform von Komponenten eines Lenksystems in einer schematischen Darstellung.

Bevorzugt ist das Lenksystem als einkreisiges, vollhydraulisches Lenksystem ausgebildet. Das Lenksystem weist bevorzugt nur einen einzigen Hydraulikkreis auf. Dieser umfasst eine Hydraulikpumpe 13, ein Lenkorbitrol 9, das von einem Lenkrad 12 betätigbar ist, sowie einen hydraulischen Vorderachslenkzylinder 10 und einen hydraulischen Hinterachslenkzylinder 11. Sowohl der Vorderachslenkzylinder 10 als auch der Hinterachslenkzylinder 11 sind durch denselben Hydraulikkreis und insbesondere durch die Hydraulikpumpe 13 und das Lenkorbitrol 9 betätigt. Wie in der vorliegenden Ausführungsform, ist bevorzugt nur ein einziger Vorderachslenkzylinder 10 und ein einziger Hinterachslenkzylinder 11 für die Bewegung der Räder der Vorderachse 2 und der Hinterachse 3 vorgesehen.

In der Ausführungsform ist ein schematisch dargestelltes Eingabegerät 8 vorgesehen. Dieses Eingabegerät 8 erlaubt es dem Fahrer, den Betriebsmodus des Lenksystems zu wählen bzw. vorzuwählen. Die Wahl erfolgt gegebenenfalls indirekt über die Steuerungseinrichtung 4. Insbesondere kann durch Betätigung von Hydraulikkomponenten ein Einachsmodus oder ein Zweiachsmodus gewählt werden. Der Einachsmodus ist beispielsweise eine Vorderradlenkung oder eine Hinterradlenkung. Der Zweiachsmodus ist beispielsweise eine Vierradlenkung oder eine Hundeganglenkung.

Die Steuerungseinrichtung 4 ist zur Steuerung des Lenksystems bzw. des Hydrauliksystems eingerichtet. Zudem übernimmt die Steuerungseinrichtung 4 die Ausführung des Verfahrens, das beispielsweise in den Fig. 1 und 2 beschrieben ist.

Insbesondere kann die Steuerungseinrichtung 4 das Lenksystem von einem Einachsmodus in einen Zweiachsmodus oder von einem Zweiachsmodus in einen Einachsmodus umschalten. Diese Umschaltung wird insbesondere zur Kompensation einer Lenkwinkelabweichung 1 verwendet, wie zuvor beschrieben. Zur Umschaltung zwischen den einzelnen Lenkungsmodi können beispielsweise Hydraulikventile bzw. ein Hydraulikblock verwendet werden.

Die Steuerungseinrichtung 4 ist bevorzugt die Hydrauliksteuerungseinrichtung bzw. die Steuerungseinrichtung des Fahrzeugs.

Die Steuerungseinrichtung 4 schaltet das Lenksystem im Kompensationsmodus in allen Ausführungsformen bevorzugt derart vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus oder vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus, dass die Lenkwinkelabweichung 1 kompensiert werden kann. Dies bedeutet insbesondere, dass die Steuerungseinrichtung 4 das Lenksystem in bestimmten Betriebssituationen bzw. zu bestimmten Zeitpunkten in den Zweiachsmodus oder in den Einachsmodus umschaltet.

Patentansprüche

1. **Verfahren** zur Kompensation einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung (1) zwischen Vorderachse (2) und Hinterachse (3) bei einem Fahrzeug mit einem einkreisigen, vollhydraulischen Lenksystem, das von einer Steuerungseinrichtung (4) des Fahrzeugs wahlweise in einen Einachsmodus, also einen Modus zur Vorderradlenkung oder zur Hinterradlenkung, oder in einen Zweiachsmodus, also einen Modus zur Allradlenkung oder zur Hundeganglenkung, versetzt werden kann, umfassend folgende Schritte:
   - Detektieren einer fehlerhaften Lenkwinkelabweichung (1) zwischen Vorderachse (2) und Hinterachse (3) durch die Steuerungseinrichtung (4),
   - Detektieren einer durch eine Lenkbewegung des Fahrers bewirkte kontinuierliche Lenkwinkelveränderung, insbesondere Lenkwinkelverkleinerung, durch die Steuerungseinrichtung (4),
   dadurch gekennzeichnet,
   - dass die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem in einem Kompensationsmodus betreibt wenn sie eine Lenkwinkelabweichung (1) und eine kontinuierliche Lenkwinkelveränderung detektiert,
   - dass die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus derart vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus oder vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus umschaltet,
   - dass die Lenkwinkelabweichung (1) durch die Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkte kontinuierliche Lenkwinkelveränderung verringert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (4) den Kompensationsmodus selbsttätig während des normalen Betriebs des Fahrzeugs und der Lenkung durch den Fahrer ausführt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (4) die Lenkwinkelabweichung (1) im Kompensationsmodus ausschließlich:
   - durch Umschalten vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus und/oder vom

Zweiachsmodus in den Einachsmodus
- und durch die Lenkbewegung(en) des Fahrers verringert.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuerungseinrichtung (4) die fehlerhafte Lenkwinkelabweichung (1) dadurch detektiert,
- dass der gemessene Lenkwinkel (5,6) der einen Achse ungleich null ist, wenn der Lenkwinkel der anderen Achse gleich null ist und insbesondere die Nullstellung durchläuft,
- bevorzugt, dass der Hinterachslenkwinkel (6) gemessen wird, wenn der Vorderachsenlenkwinkel (5) null beträgt,
- oder alternativ dass der Vorderachslenkwinkel (5) gemessen wird, wenn der Hinterachslenkwinkel (6) null beträgt,
- wobei die Lenkwinkel (5, 6) bevorzugt von mindestens zwei mit der Steuerungseinrichtung (4) verbundenen Lenkwinkelsensoren (7) gemessen werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem nur dann im Kompensationsmodus betreibt,
- wenn der Vorderachslenkwinkel (5) durch die Lenkbewegung des Fahrers über eine bestimmte Zeitdauer oder über einen bestimmten Winkelbereich kontinuierlich abnimmt,
- und gegebenenfalls wenn der Vorderachslenkwinkel (5) kleiner ist als 10°, bevorzugt kleiner ist als 5°,
- was der Fahrsituation eines Kurvenausganges entspricht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem nur dann in dem Kompensationsmodus betreibt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner ist als ein bestimmter Wert, insbesondere kleiner ist als 30 km/h und bevorzugt kleiner ist als 20 km/h.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit der Steuerungseinrichtung (4) verbundenes Eingabegerät (8) vorgesehen ist,

über das der Fahrer das Lenksystem wahlweise in den Einachsmodus oder in den Zweiachsmodus, insbesondere in den Modus zur Vorderradlenkung, den Modus zur Hinterradlenkung, den Modus zur Allradlenkung oder den Modus zur Hundeganglenkung, versetzen kann.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus immer nur für eine bestimmte Kompensationszeit vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus oder vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus umschaltet und das Lenksystem nach der Kompensationszeit wieder in jenen Modus zurückversetzt, in dem das Lenksystem zuvor betrieben wurde, und insbesondere wieder in jenen Modus zurückversetzt, der vom Fahrer über das Eingabegerät (8) zuletzt gewählt wurde,
- wobei die Kompensationszeit bevorzugt kleiner ist als 800ms, gegebenenfalls kleiner ist als 400ms, gegebenenfalls zwischen 100ms und 300ms beträgt und bevorzugt 200ms beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Lenksystem ein hydraulisches Lenkorbitrol (9), einen hydraulischen Vorderachslenkzylinder (10) für die Räder der Vorderachse (2) und einen hydraulischen Hinterachslenkzylinder (11) für die die Räder der Hinterachse (3) aufweist,
- dass das Lenkorbitrol (9) im Zweiachsmodus sowohl den hydraulischen Vorderachslenkzylinder (10) als auch den hydraulischen Hinterachslenkzylinder (11) antreibt bzw. einstellt,
- und insbesondere dass das Lenksystem zur Betätigung des hydraulischen Vorderachslenkzylinders (10) und des hydraulischen Hinterachslenkzylinder (11) nur einen einzigen Hydraulikkreis aufweist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass:
- wenn sich das Lenksystem im Zweiachsmodus, insbesondere im Modus zur Vierradlenkung, befindet,
- die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus derart vom Zweiachsmodus in den Einachsmodus umschaltet, dass bei der Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkten kontinuierlichen

Lenkwinkelveränderung der Lenkwinkel einer der Achsen (2, 3) festgehalten wird und der Lenkwinkel der anderen Achse (2, 3) weiter kontinuierlich verändert und dadurch die Lenkwinkelabweichung (1) verringert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass:
- wenn sich das Lenksystem im Einachsmodus, insbesondere im Modus zur Vorderradlenkung, befindet,
- die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus derart vom Einachsmodus in den Zweiachsmodus umschaltet, dass bei der Fortführung der durch die Lenkbewegung des Fahrers bewirkten kontinuierlichen Lenkwinkelveränderung der Lenkwinkel der im Einachsmodus ungelenkten Achse (2, 3) Richtung Nullstellung verkleinert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass:
- wenn sich das Lenksystem im **Zweiachsmodus**, insbesondere im Modus zur Vierradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung (1) ein **Hinterachsversatz nach links** erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem Vorderachslenkwinkel (5) von null durch die Lenkwinkelabweichung (1) der Hinterachse (3) eine Linkskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Rechtskurve des Fahrzeugs vom Zweiachsmodus auf den Modus zur Vorderradlenkung umschaltet, die Hinterachse (3) somit trotz der durch den Fahrer bewirkten Lenkwinkelverkleinerung festhält, und damit die Lenkwinkelabweichung (1) verringert,
- bzw. wenn sich das Lenksystem im **Zweiachsmodus**, insbesondere im Modus zur Vierradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung (1) ein **Hinterachsversatz nach rechts** erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem Vorderachslenkwinkel (5) von null durch die Lenkwinkelabweichung (1) der Hinterachse (3) eine Rechtskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Linkskurve des Fahrzeugs vom Zweiachsmodus auf den Modus zur Vorderradlenkung umschaltet, die Hinterachse (3) somit trotz der durch den Fahrer bewirkten Lenkwinkelverkleinerung festhält, und damit die Lenkwinkelabweichung (1) verringert.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass:
- wenn sich das Lenksystem im **Einachsmodus**, insbesondere im Modus zur Vorderradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung (1) ein **Hinterachsversatz nach links** erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem Vorderachslenkwinkel (5) von null durch die Lenkwinkelabweichung (1) der Hinterachse (3) eine Linkskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Linkskurve des Fahrzeugs vom Einachsmodus auf den Modus zur Vierradlenkung umschaltet, die Hinterachse (3) somit durch die vom Fahrer bewirkte Lenkwinkelverkleinerung Richtung Nullstellung lenkt, und damit die Lenkwinkelabweichung (1) verringert,
- bzw. wenn sich das Lenksystem im **Einachsmodus**, insbesondere im Modus zur Vorderradlenkung, befindet, und wenn als fehlerhafte Lenkwinkelabweichung (1) ein **Hinterachsversatz nach rechts** erkannt wird, also das Fahrzeug bei einem Vorderachslenkwinkel (5) von null durch eine Lenkwinkelabweichung (1) der Hinterachse (3) eine Rechtskurve ausführt, die Steuerungseinrichtung (4) das Lenksystem im Kompensationsmodus bei einer kontinuierlichen Lenkwinkelverkleinerung in einer Rechtskurve des Fahrzeugs vom Einachsmodus auf den Modus zur Vierradlenkung umschaltet, die Hinterachse (3) somit durch die vom Fahrer bewirkte Lenkwinkelverkleinerung Richtung Nullstellung lenkt, und damit die Lenkwinkelabweichung (1) verringert.

14. **Computerprogramm**, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch die Steuerungseinrichtung des Fahrzeugs diese veranlassen, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 auszuführen.

15. **Fahrzeug** umfassend:
- ein einkreisiges, vollhydraulisches Lenksystem,
- eine Steuerungseinrichtung (4) zum Betreiben des Lenksystems wahlweise in einem Einachsmodus, also einem Modus zur Vorderradlenkung oder zur Hinterradlenkung, oder in einem Zweiachsmodus, also einem Modus zur Allradlenkung oder zur Hundeganglenkung,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerungseinrichtung (4) das Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche ausführt.

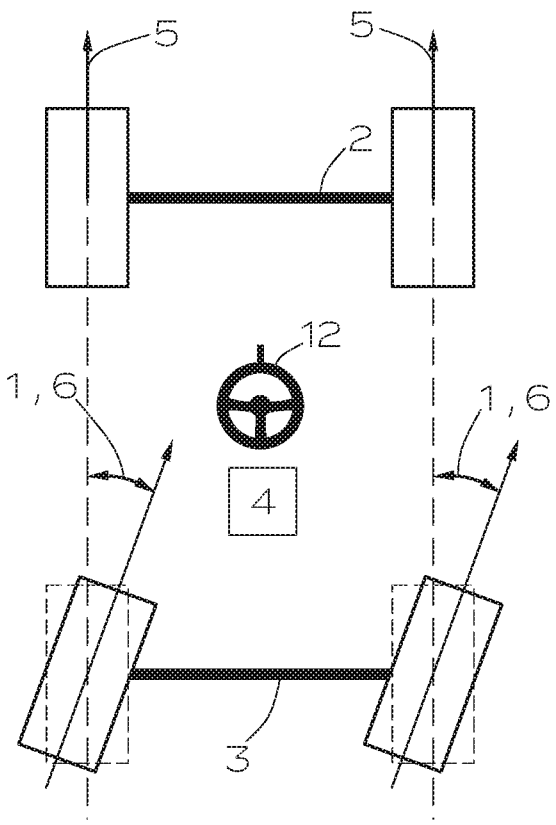


Fig. 1a

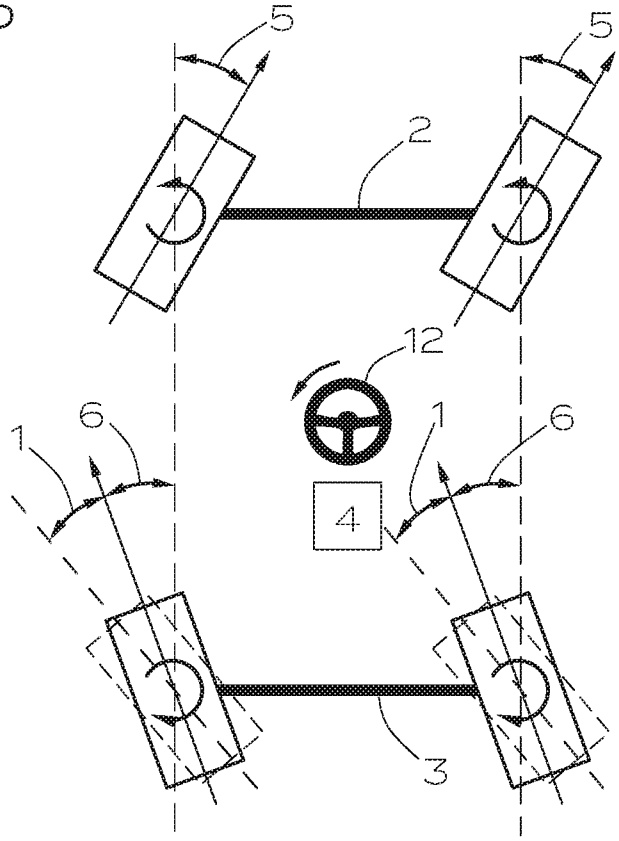


Fig. 1b

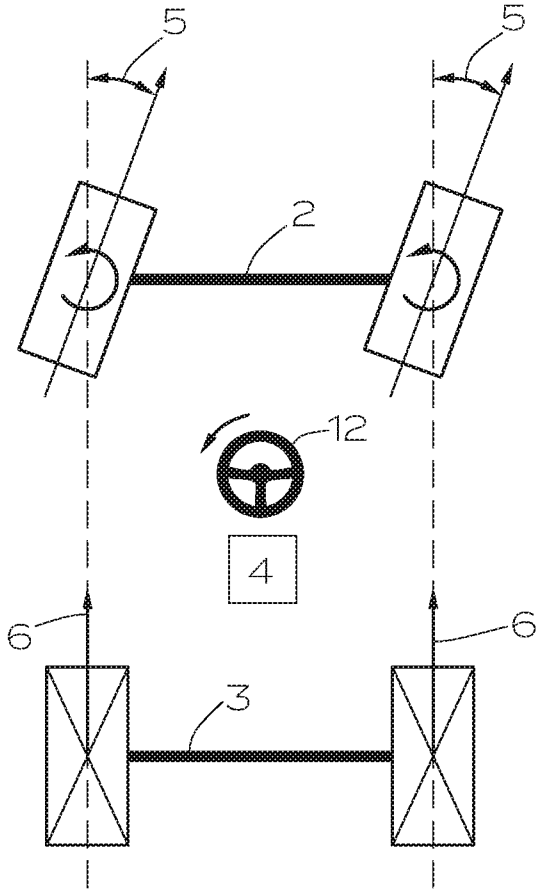


Fig. 1c

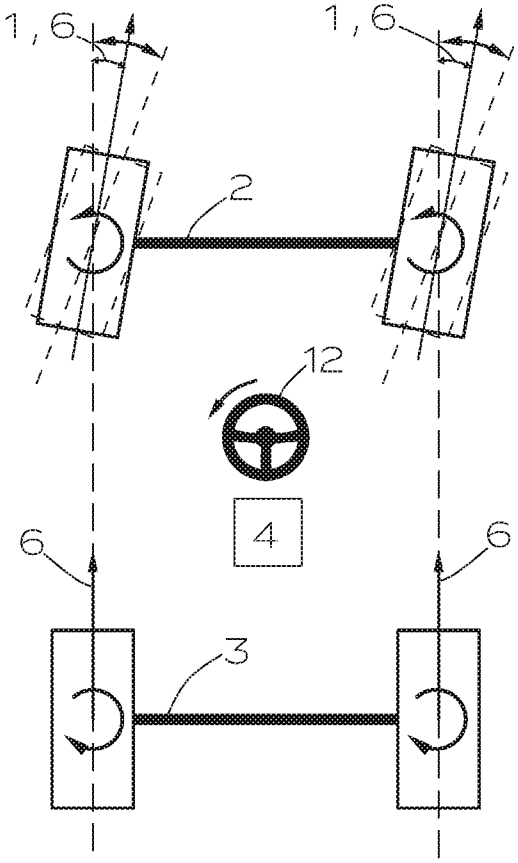


Fig. 1d

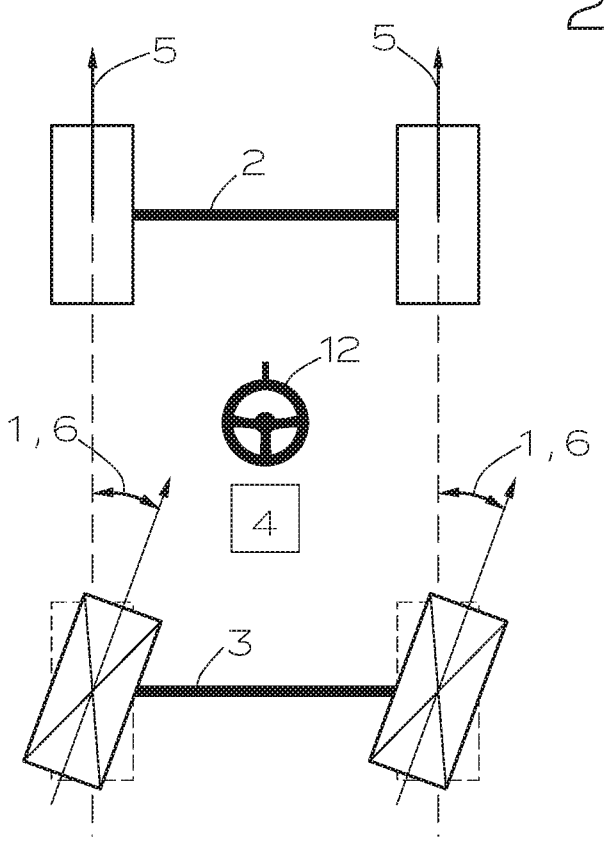


Fig. 2a

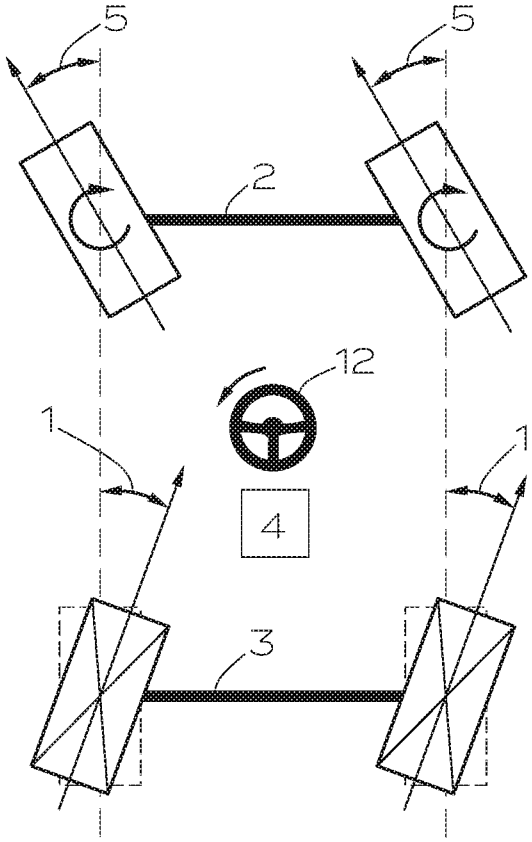


Fig. 2b

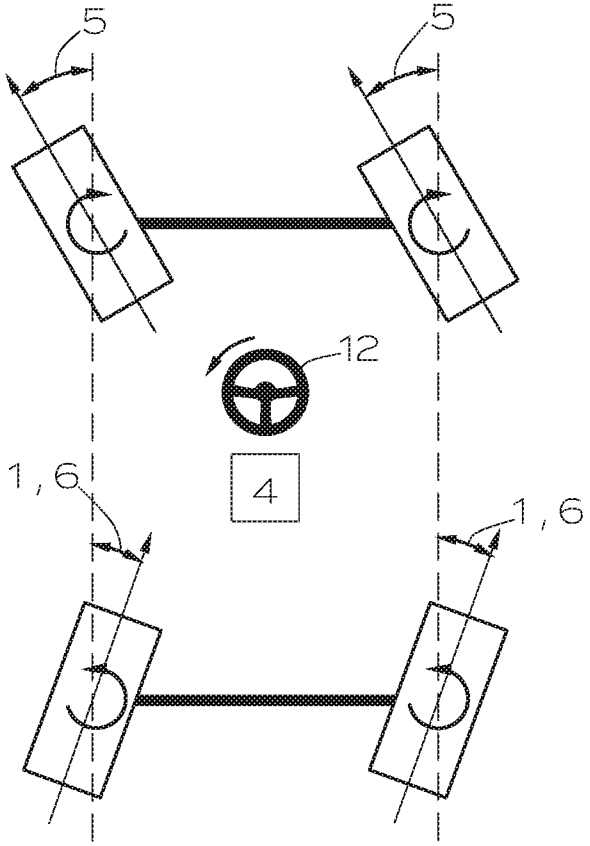


Fig. 2c

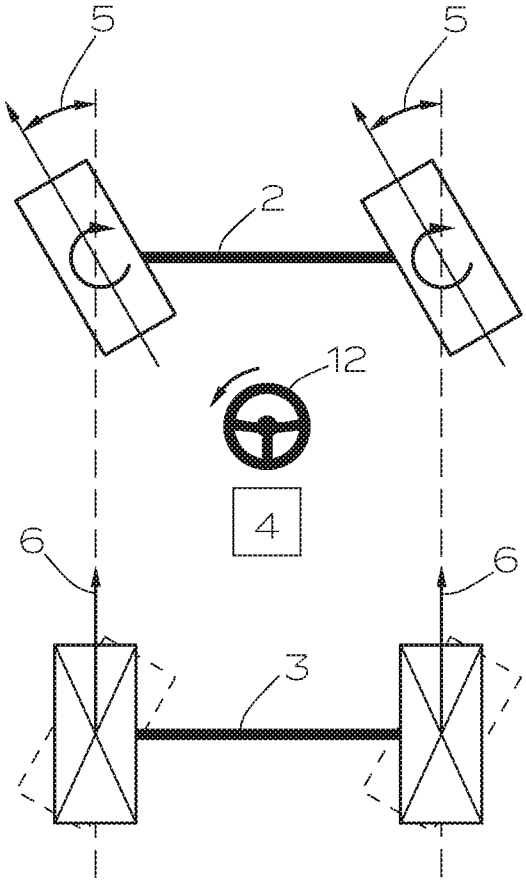


Fig. 2d

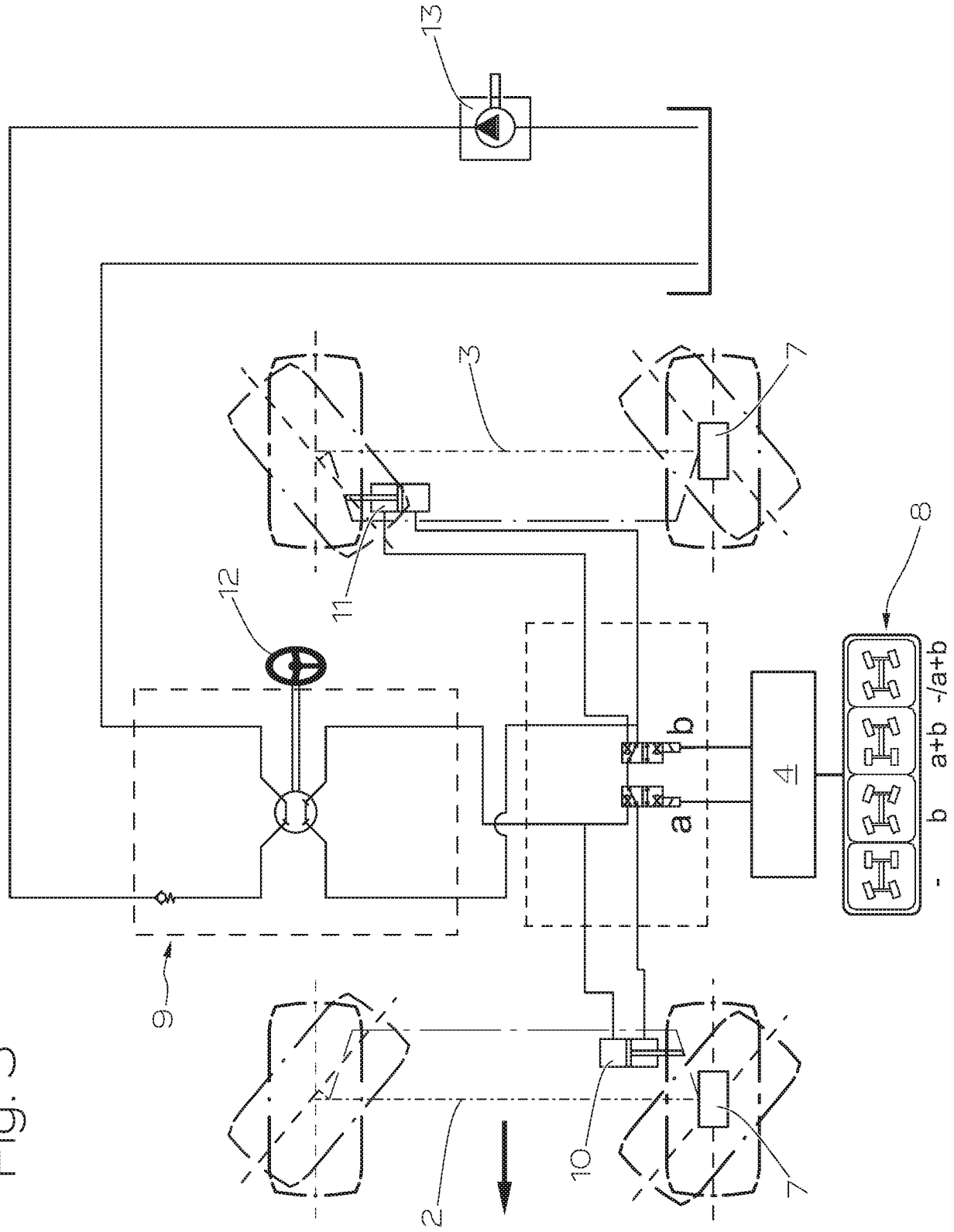


Fig. 3