



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 122 991.7**  
(22) Anmeldetag: **19.09.2018**  
(43) Offenlegungstag: **19.03.2020**

(51) Int Cl.: **B62D 6/00 (2006.01)**  
*B62D 121/00 (2006.01)*  
*B62D 111/00 (2006.01)*  
*B62D 119/00 (2006.01)*

(71) Anmelder:  
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074  
Herzogenaurach, DE**

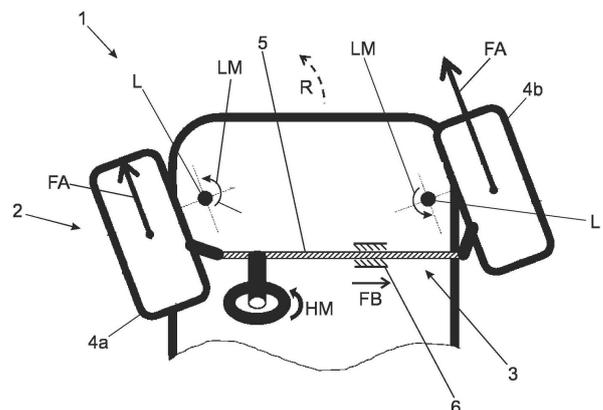
(72) Erfinder:  
**Schantz, Johannes, 67346 Speyer, DE; Wadephul,  
Julian, 76137 Karlsruhe, DE; Römer, Jürgen,  
78658 Zimmern, DE; Kautzmann, Philipp,  
76137 Karlsruhe, DE; Seiffer, Alexander, 76131  
Karlsruhe, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Lenkbare Achse sowie Fahrzeug mit der Achse**

(57) Zusammenfassung: Bei heutigen Fahrzeugen ist immer häufiger eine Hinterachslenkung vorhanden, welche es ermöglicht bei niedrigeren Geschwindigkeiten durch zu den Vorderrädern gegensinniges Einschlagen der Hinterräder die Manövrierbarkeit zu erhöhen und durch gleichsinniges Einschlagen der Hinterräder bei höheren Geschwindigkeiten die Stabilität des Fahrzeuges zu steigern.

Hierzu wird eine Lenkbare Achse 2 für ein Fahrzeug 1, mit einem Lenkgestänge 3 zur Übertragung einer Lenkbewegung auf die Fahrzeugräder 4a, b der Achse 2, mit einer Bremsvorrichtung 6, wobei das Lenkgestänge 3 in einem Bremszustand der Bremsvorrichtung 6 mit einer Bremskraft FB beaufschlagt ist, vorgeschlagen, wobei die Bremsvorrichtung 6 stufenlos verstellbar ist, sodass der Betrag der Bremskraft FB stufenlos einstellbar ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine lenkbare Achse für ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft auch ein Fahrzeug mit der lenkbaren Achse.

**[0002]** Bei heutigen Fahrzeugen ist immer häufiger eine Hinterachslenkung vorhanden, welche es ermöglicht bei niedrigeren Geschwindigkeiten durch zu den Vorderrädern gegensinniges Einschlagen der Hinterräder die Manövrierbarkeit zu erhöhen und durch gleichsinniges Einschlagen der Hinterräder bei höheren Geschwindigkeiten die Stabilität des Fahrzeuges zu steigern. Hierfür sind die Spurstangen der rechten und linken Seite so angebracht, dass über diese der Lenkwinkel der Hinterräder durch einen zentralen oder zwei radindividuelle Aktoren eingestellt werden kann. Im Falle eines Aktuators sind die beiden Spurstangen über ein Gestänge verbunden, welches translatorische Bewegungen ausführen kann. Bei einem Ausfall der elektrischen Energieversorgung kann sich das Gestänge in derartigen Hinterachslenkungen aufgrund von dynamischen oder auch statischen Lasten bewegen und einen unerwünschten Lenkwinkel an den Hinterrädern einstellen. Eine solche Lenkwinkeländerung an der Hinterachse kann einen sicherheitskritischen Fahrzustand hervorrufen.

**[0003]** Die Druckschrift DE 10 2014 100 719 A1, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, beschreibt eine Hinterachslenkung für Kraftfahrzeuge, mit einem zentralen Aktuator zur Verschiebung einer Lenkstange, die mit beiden Rädern der Hinterachse verbunden ist und eine Änderung des Lenkwinkels dieser Räder bewirkt, wobei die Lenkstange mit einem Lenkritzeln in Eingriff steht. Um eine Rückfallebene ohne Energieversorgung für den Fahrzeugführer sicher und beherrschbar zu machen, ist vorgesehen, dass das Lenkritzeln mittels einer Blockiereinrichtung blockierbar ist, wodurch eine Bewegung der Lenkstange unterdrückbar ist.

**[0004]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine lenkbare Achse der eingangs genannten Art zu schaffen, welche sich durch eine erhöhte Betriebssicherheit auszeichnet.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch eine Achse mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigegeführten Figuren.

**[0006]** Gegenstand der Erfindung ist eine lenkbare Achse, welche für ein Fahrzeug ausgebildet und/oder geeignet ist. Die lenkbare Achse kann als eine

Vorderachse oder eine Hinterachse ausgebildet sein. Bevorzugt ist die Achse als eine elektrische Achse ausgebildet. Bei dem Fahrzeug handelt es sich insbesondere um einen PKW, Lkw oder Bus.

**[0007]** Die Achse weist ein Lenkgestänge auf, welches zur Übertragung einer Lenkbewegung auf ein linkes und ein rechtes Fahrzeugrad der Achse ausgebildet und/oder geeignet ist. Das Lenkgestänge bildet einen Bestandteil einer Achsschenkellenkung, wobei hierzu die beiden Fahrzeugräder über das Lenkgestänge miteinander verbunden und jeweils um eine separate Lenkachse verschwenkbar sind.

**[0008]** Ferner weist die Achse eine Bremseinrichtung auf, wobei das Lenkgestänge in einem Bremszustand der Bremseinrichtung mit einer Bremskraft beaufschlagt ist. Insbesondere ist durch die Bremseinrichtung eine Bewegung des Lenkgestänges unterdrückbar, sodass die Fahrzeugräder in einer Mittelstellung oder einem Lenkwinkel gehalten sind und eine selbsttätige Rückstellung, insbesondere während eines Fahrbetriebes des Fahrzeuges, verhindert ist. Vorzugsweise ist durch die Bremseinrichtung der Bewegungsfreiheitsgrad des Lenkgestänges durch die Bremseinrichtung teilweise oder vollständig eingeschränkt.

**[0009]** Im Rahmen der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Bremseinrichtung stufenlos verstellbar ist, sodass der Betrag der Bremskraft stufenlos einstellbar ist. Insbesondere ist durch eine gezielte Regelung der Bremskraft ein gewünschtes Kompensationsmoment bzw. eine gewünschte Kompensationskraft zu den auf das Lenkgestänge und/oder die Lenkachse wirkenden Momente bzw. Kräfte erzeugbar. In einem Lösezustand ist die Bremseinrichtung geöffnet, sodass keine Bremskraft auf das Lenkgestänge übertragen und die Lenkbewegung frei übertragbar ist. In einem Bremszustand ist die Bremseinrichtung teilweise oder vollständig geschlossen, sodass die Bremskraft erzeugt ist und die Lenkbewegung teilweise übertragbar oder verhindert ist. Insbesondere ist unter „stufenlos“ ein kontinuierlicher Übergang zwischen einer freien Bewegung zu einer vollständigen Arretierung des Lenkgestänges zu verstehen, wobei beliebig viele Bremszustände als Zwischenzustände durch die Bremseinrichtung umsetzbar sind.

**[0010]** Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass durch die Bremseinrichtung die Lenkbewegung der Fahrzeugräder an bestimmte Fahrsituation anpassbar ist. Durch die Einstellung der Bremskraft, kann die Lenkung individuell auf die entsprechende Fahrsituation abgestimmt werden. Des Weiteren ist es möglich in allen Fahrsituationen die Momente an den beiden Fahrzeugrädern der Achse so zu regeln, dass sie entsprechend des Fahrerwunsches und für eine hohe Fahrstabilität ausgerichtet sind.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist in dem Lösezustand der Bremseinrichtung das Lenkgestänge ungehemmt bewegbar. In dem Bremszustand ist das Lenkgestänge blockiert oder gehemmt bewegbar. Insbesondere ist unter dem Bremszustand der Zustand der Bremseinrichtung zu verstehen, welcher eine Beaufschlagung des Lenkgestänges mit der Bremskraft zur Folge hat, sodass der Kraftaufwand zur Veränderung des Lenkwinkels erhöht oder eine Veränderung des Lenkwinkels verhindert ist. Insbesondere ist zu Blockierung des Lenkgestänges eine maximale Bremskraft durch die Bremseinrichtung erzeugt, wobei die Bremskraft größer ist als die auf das Lenkgestänge wirkenden Kräfte, sodass die Bewegung mindestens eines der Fahrzeugräder um die Lenkachse oder die Bewegung im Lenkgestänge in einer gewissen Position blockiert ist. Insbesondere ist zur Hemmung des Lenkgestänges eine reduzierte Bremskraft durch die Bremseinrichtung erzeugt, wobei die Bremskraft kleiner oder gleich ist als die auf das Lenkgestänge wirkenden Kräfte, sodass die Bewegung mindestens eines der Fahrzeugräder um die Lenkachse oder die Bewegung im Lenkgestänge teilweise und/oder schwergängig möglich ist.

**[0012]** In einer möglichen Konkretisierung ist vorgesehen, dass die Bremseinrichtung als eine mechanische und/oder magnetische und/oder elektrische Bremse ausgebildet ist. Insbesondere ist die Bremse als eine Friktionsbremse ausgebildet, wobei die Bremskraft durch einen Reibschluss erzeugt ist. Alternativ kann die Bremseinrichtung jedoch als eine elektromagnetische Bremse ausgebildet, wobei die Bremskraft durch eine magnetische Kraft erzeugt ist.

**[0013]** In einer bevorzugten konstruktiven Umsetzung weist das Lenkgestänge eine Lenkstange auf, welche die beiden Fahrzeugräder gelenkig miteinander verbindet. Hierzu ist vorzugsweise jedem der Fahrzeugräder eine separate Spurstange zugeordnet, wobei die Lenkstange die beiden Spurstangen gelenkig miteinander verbindet. Die Bremseinrichtung steht mit der Lenkstange in Wirkverbindung. Insbesondere wirkt die Bremseinrichtung in dem Bremszustand unmittelbar auf die Lenkstange ein, sodass die Bremskraft unmittelbar auf die Lenkstange und somit auf das Lenkgestänge übertragbar ist.

**[0014]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die gelenkte Achse als eine elektrische Antriebsachse ausgebildet ist, wobei die Fahrzeugräder jeweils über eine separate elektrische Antriebseinrichtung antreibbar sind. Vorzugsweise sind die elektrischen Antriebseinrichtungen als eine radnahe oder radintegrierte Antriebsmaschine ausgebildet. Im Speziellen können die Antriebseinrichtungen jeweils als ein elektrischer Radnabenmotor ausgebildet sein. Alternativ ist jedoch auch denkbar, dass die Fahrzeugräder über eine gemeinsame

Antriebseinrichtung antreibbar sind, wobei das Antriebsmoment über ein steuerbares Verteilergetriebe auf die Fahrzeugräder verteilt werden kann.

**[0015]** Auf Basis eines elektrischen Lenkbefehls kann das durch die Antriebseinrichtungen erzeugte Antriebsmoment an den Fahrzeugrädern derart verändert werden, dass die beiden Antriebsmomente unterschiedlich groß sind. Ein aus der Differenz der beiden Antriebsmomente resultierendes Lenkmoment wird auf das Lenkgestänge übertragen, wodurch die Lenkbewegung umgesetzt und/oder das vom Fahrer aufzubringende Handmoment reduziert werden kann. Insbesondere kann durch die Differenz der am linken und rechten Fahrzeugrad angreifenden Kräfte bzw. Antriebsmomente in Fahrtrichtung, gezielt das Lenkmoment um die Lenkachse des jeweiligen Fahrzeugrades erzeugt werden

**[0016]** In einer möglichen Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Achse als eine unterstützend lenkbare Achse ausgebildet ist. Insbesondere ist unter unterstützend gelenkte Achse jede lenkbare Achse zu verstehen, welche keine Hauptlenkachse ist bzw. ergänzend zu der Hauptlenkachse eine Lenkbewegung umsetzt. Besonders bevorzugt ist die Achse als eine unterstützend lenkbare Hinterachse des Fahrzeugs ausgebildet. Insbesondere können die Fahrzeugräder entsprechend der Fahrsituation gleich- oder gegensinnig zu der Hauptlenkachse eingeschlagen werden, wobei die benötigten Antriebsmomente je nach Fahrsituation und Spreizachsenlage in Richtung einer Gierbewegung um eine Hochachse des Fahrzeugs oder dieser entgegengesetzt wirken.

**[0017]** In einer ersten möglichen Umsetzung ist vorgesehen, dass die Bremseinrichtung zur Kompensation eines unerwünschten Differenzmoments bei einer Fehlfunktion von einer der Antriebseinrichtung betätigbar ist. Dabei ist unter Fehlfunktion ein Ausfall oder eine eingeschränkte Funktionalität einer der beiden Antriebseinrichtungen zu verstehen. Hierzu wird insbesondere ein Fahrzeug betrachtet, welches eine Lenkbewegung zur Lenkunterstützung und/oder zur Umsetzung des Lenkbefehls nach dem oben beschriebenen Prinzip nutzt. Zur Umsetzung des Lenkbefehls kann das Lenkmoment durch ein positives oder negatives Antriebsmoment der funktionsfähigen Antriebseinrichtung erzeugt werden, wobei das Lenkmoment in dem Lösezustand der Bremseinrichtung auf das Lenkgestänge übertragbar und in dem Bremszustand gehemmt übertragbar oder kompensiert ist. Insbesondere kann durch ein positives Antriebsmoment der kurvenäußeren Antriebseinrichtung oder durch ein negatives Antriebsmoment und/oder Bremsmoment der kurveninneren Antriebseinrichtung die Lenkbewegung erzeugt werden, wenn die andere Antriebseinrichtung nicht funktionsfähig ist. Ist die zweite Antriebseinrichtung nicht komplett ausgefallen sondern nur eingeschränkt betriebsfähig

hig kann eine normale Funktionsweise, insbesondere Lenk- und Längsbewegung, erfolgen, wenn das dafür notwendige Antriebsmoment kleiner oder gleich ist als das maximal von der Antriebseinheit stellbare Antriebsmoment.

**[0018]** Wird bei einer Kurvenfahrt oder einer Geradeausfahrt des Fahrzeugs ein geringeres oder größeres Antriebsmoment benötigt, kann durch eine gezielte Regelung der Bremseinrichtung bzw. der Bremskraft die Fahrtrichtung beibehalten werden, wobei ein auf das Lenkgestänge wirkender unerwünschter Kraftanteil bzw. Differenzmoment durch die Bremskraft kompensierbar ist. Somit kann ein Lenken des Fahrzeuges und eine, wenn auch eingeschränkte, Längsführung ermöglicht werden und das Fahrzeug weiterhin mit Einschränkung betriebsfähig bleiben. Das erforderliche Antriebsmoment kann durch die funktionsfähige Antriebseinrichtung selbst oder eine weitere antreibbare und/oder bremsbare Fahrzeugachse generiert werden.

**[0019]** In einer zweiten möglichen Umsetzung ist vorgesehen, dass die Bremseinrichtung zur Kompensation eines unerwünschten Differenzmoments bei einer Änderung eines Giermoments betätigbar ist. Dabei ist unter Giermoment das Moment zu verstehen, welches das Fahrzeug, insbesondere bei der Kurvenfahrt, bezüglich seiner Hochachse erfährt. Hierzu wird insbesondere ein Fahrzeug betrachtet, welches eine Lenkbewegung zur Lenkunterstützung und/oder zur Umsetzung des Lenkbefehls nach dem oben beschriebenen Prinzip nutzt. Dabei wird das für die Lenkbewegung bzw. das Aufrechterhalten des Lenkwinkels bei der Kurvenfahrt erforderliche Lenkmoment über die Differenz der beiden Antriebsmomente an der gelenkten Achse erzeugt. Daraus resultiert auch ein Effekt auf das Giermoment, welches unter anderem durch die beiden Antriebsmomente hervorgerufen wird.

**[0020]** Somit ist das Giermoment durch eine Änderung des Antriebsmoments von einer der Antriebseinrichtungen veränderbar, wobei die in dem Bremszustand erzeugte Bremskraft als eine Kompensationskraft des resultierenden Differenzmoments aus Lenkmoment und Giermoment auf das Lenkgestänge übertragbar ist. Insbesondere kann das Giermoment durch eine Änderung mindestens eines Antriebsmoments von einer der Antriebseinrichtung geändert werden, wobei ein auf das Lenkgestänge wirkender unerwünschter Kraftanteil bzw. Differenzmoment durch die Bremskraft kompensierbar ist. Somit kann das auf das Lenkgestänge wirkende Giermoment von dem Lenkmoment entkoppelt werden, sodass sich das gewünschte Lenk- und Giermoment getrennt voneinander einstellen lassen.

**[0021]** In einer weiteren möglichen Umsetzung ist vorgesehen, dass die Bremseinrichtung zur Deakti-

vierung der Lenkung und/oder zur Arretierung eines Lenkwinkels der Achse betätigbar ist. Insbesondere kann durch die Bremseinrichtung eine Kräfteinleitung in das Lenkgestänge kompensiert werden, sodass vorzugsweise keine Lenkbewegung auf die Fahrzeugräder übertragen wird. Beispielsweise kann die Bremseinrichtung zur Deaktivierung der Lenkung die beiden Fahrzeugräder in einer Geradstellung arretieren. Somit kann durch die Bremseinrichtung die Lenkung der unterstützend lenkbaren Achse auf bestimmte Fahrsituationen, wie beispielsweise das Manövrieren bei langsamen Geschwindigkeiten, beschränkt werden.

**[0022]** Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit der lenkbaren Achse nach einem der vorhergehenden Ansprüche beziehungsweise wie diese bereits zuvor beschrieben wurde. Insbesondere ist mindestens eine, vorzugsweise einige, im Speziellen alle Fahrzeugsachsen als die lenkbare Achse ausgebildet. Insbesondere kann die Hauptlenkachse und/oder eine hilfsgelenkte Hinterachse als die Achse ausgebildet.

**[0023]** Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkung der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Diese zeigen:

**Fig. 1** eine stark schematisierte Darstellung eines Fahrzeuges als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**Fig. 2a, b** in gleicher Darstellung wie **Fig. 1** zwei unterschiedliche Funktionsweisen einer Bremseinrichtung des Fahrzeuges;

**Fig. 3** in gleicher Darstellung wie **Fig. 1** eine weitere Funktionsweise der Bremseinrichtung;

**Fig. 4** in gleicher Darstellung wie **Fig. 1** das Fahrzeug mit einer hilfsgelenkten Hinterachse als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0024]** **Fig. 1** zeigt in einer stark schematisierten Draufsicht ein Fahrzeug **1** mit einer lenkbaren Achse **2** als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Fahrzeug **1** ist beispielsweise als ein Pkw ausgebildet, wobei die lenkbare Achse **2** als eine Hauptlenkachse des Fahrzeuges **1** ausgebildet ist. Die Achse **2** weist hierzu ein Lenkgestänge **3** auf, wobei die beiden Fahrzeugräder **4a, b** über das Lenkgestänge **3** gelenkig miteinander verbunden sind. Die beiden Fahrzeugräder **4a, b** sind in einem eingelenkten Zustand dargestellt, sodass das Fahrzeug **1** in einer Fahrtrichtung **R** eine Linkskurve fährt.

**[0025]** Die Achse **2** ist als eine elektrische Achse ausgebildet, wobei die beiden Fahrzeugräder **4a, b** jeweils durch eine separate elektrische Antriebsein-

richtung, nicht dargestellt, antreibbar sind. Die Achse **2** ist als eine Hauptlenkachse des Fahrzeugs **1** ausgebildet, wobei die beiden Antriebseinrichtungen durch unterschiedliche Antriebsmomente an den beiden Fahrzeugrädern **4a, b** das zum Durchfahren der Kurve benötigte Fahrer-Handmoment **HM** im Sinne einer Lenkkraftunterstützung beeinflussen und/oder einen Lenkbefehl umsetzen. Dies wird über eine um die Lenkachse **L** wirkendes Lenkmoment **LM** ermöglicht, welches aufgrund der in einem Radaufstandspunkt angreifenden Antriebskräfte **FA** resultiert. Liegt eine Differenz zwischen den Antriebskräften **FA** der beiden Fahrzeugräder **4a, b** vor, wird das Lenkmoment **LM** induziert und damit das vom Fahrer aufzubringende Handmoment **HM** reduziert. Beispielsweise kann für eine Steer-by-Wire-Lenkung oder ein autonomes oder automatisiertes Fahrzeugkonzept die Lenkfunktion komplett durch den beschriebenen Ansatz realisiert werden, indem die Unterstützung so gewählt wird, dass das Handmoment **HM** zu **0** wird.

**[0026]** Das Lenkgestänge **3** weist eine Lenkstange **5** auf, wobei die Lenkstange **5** die Spurstangen der beiden Fahrzeugräder **4a, b** miteinander gelenkig verbindet. Ferner weist die Achse **2** eine Bremseinrichtung **6** auf, welche mit der Lenkstange **5** in Wirkverbindung steht. Die Bremseinrichtung **6** dient dazu den Freiheitsgrad zum Lenken der Fahrzeugräder **4a, b** ganz oder teilweise einzuschränken. Hierzu kann die Spurstangenbewegung, insbesondere eine translatorische Bewegung der Lenkstange **3**, entweder vollständig oder nur teilweise durch die Bremseinrichtung **6** arretiert werden, um den Kraftaufwand zur Veränderung eines Spurstangenhubes beziehungsweise des Lenkwinkels zu erhöhen. Dies kann z.B. ein Mechanismus sein, der die Bewegung mindestens eines der Fahrzeugräder **4a, b** um die Lenkachse **L** und/oder die Bewegung im Lenkgestänge **3** selbst in einer gewissen Position blockiert oder arretiert und zugleich durch eine gezielte Regelung eine gewünschte Bremskraft **FB** zu den auf die Lenkachse **L** wirkenden Momente/Kräfte erzeugt. Die Bremseinrichtung **6** ist derart ausgestaltet, dass diese einen kontinuierlichen Übergang zwischen einem Bremszustand und einem Lösezustand ermöglicht, also von einer komplett freien Bewegung zu einer vollständigen Arretierung der Lenkstange **5**. Beispielsweise kann die Bremseinrichtung **6** als eine Friktionsbremse oder eine magnetische Bremse zur Erzeugung einer magnetischen Gegenkraft, etc. ausgebildet sein.

**[0027]** Nachfolgend sind in den **Fig. 2a** und **b** zwei beispielhafte Anwendungsfälle der Bremseinrichtung **6** dargestellt. Hierzu wird das Fahrzeug **1** aus der **Fig. 1** betrachtet, welches eine Lenkkraftunterstützung und/oder eine autonome/automatisierte Lenkfunktion nach dem oben beschriebenen Prinzip nutzt. Bei einem Ausfall oder eingeschränkter Funktionsfähigkeit einer der Antriebseinrichtungen, funk-

tioniert die Lenkkraftunterstützung nicht mehr bzw. ist die Funktion der Lenkung nicht mehr gegeben, da das Differenzmoment für die Lenkfunktion und die Summe der beiden Antriebs-/Bremsmomente für die Längsführung nicht mehr vollständig unabhängig voneinander gewählt werden können.

**[0028]** Die **Fig. 2a** und **Fig. 2b** zeigen die lenkbare Achse **2** in gleicher Darstellung wie **Fig. 1**, wobei das Fahrzeugrad **4a, b** mit der defekten Antriebseinrichtung durch ein Kreuz gekennzeichnet ist. Bei einer gewünschten Kurvenfahrt kann beispielsweise durch ein positives Antriebsmoment der kurvenäußeren bzw. ein negatives Antriebsmoment (Bremsmoment) der kurveninneren Antriebseinrichtung ein Einlenken der Fahrzeugräder **4a, b** über das Lenkgestänge **3** erfolgen, wenn die andere Antriebseinrichtung nicht funktionsfähig ist.

**[0029]** **Fig. 2a** zeigt das Fahrzeug **1**, wobei die Antriebseinrichtung des kurveninneren Fahrzeugrades **4a** funktionsunfähig ist. Dabei wird eine Lenkbewegung durch ein positives Antriebsmoment der funktionsfähigen Antriebseinrichtung des kurvenäußeren Fahrzeugrades **4b** erzeugt. Ist zur Längsbewegung des Fahrzeuges **1** ein größeres Antriebsmoment als das für die Lenkbewegung erforderliche Antriebsmoment nötig, kann das Antriebsmoment der funktionsfähigen Antriebseinrichtung erhöht werden, wobei durch eine gezielte Regelung der Bremskraft **FB** der Bremseinrichtung **6** einer von außen aufgeprägten Kraft entgegengewirkt werden kann, sodass eine ungewollte Auswirkung auf die Lenkbewegung verhindert wird. Dabei kann die Bremskraft **FB** so eingestellt werden, dass der Anteil der auf das Lenkgestänge **3** wirkenden Kraft, der nicht zur Erzeugung der gewünschten Lenkbewegung erforderlich ist, kompensiert wird. Somit lassen sich die gewünschte Lenk- und Längsbewegung getrennt voneinander einstellen.

**[0030]** Ist zur Längsbewegung des Fahrzeuges **1** jedoch ein negatives Antriebsmoment (Bremsmoment) erforderlich, kann auch vorgesehen sein, dass dies durch ein an einer anderen Achse des Fahrzeuges vorhandenes Fahrzeugrad, nicht dargestellt, welches ein Bremsmoment erzeugen kann, erzeugt wird. Hierzu kann der an der gelenkten Achse **2** gewünschte Lenkvorgang durch das positive Antriebsmoment der funktionsfähigen Antriebseinrichtung erzeugt werden und die gewünschte Längsbewegung durch das an dem Fahrzeugrad der anderen Achse erzeugte Bremsmoment erfolgen.

**[0031]** Kann ein Bremsmoment an der anderen Achse nicht erzeugt werden, ist eine zeitgleiche Realisierung der gewünschten Lenkbewegung und Längsbewegung mit dem beschriebenen Konzept nicht direkt möglich. In diesem Fall kann die Wahl des Antriebsmoments an der funktionsfähigen Antriebsein-

richtung so erfolgen, dass zunächst eine der beiden gewünschten Funktionen - Lenk- oder Längsbewegung - realisiert wird und im Anschluss die andere. Beispielsweise kann zunächst ein positives Antriebsmoment den Lenkvorgang durchführen und durch die Bremseinrichtung **6** die Position der Lenkstange **5** gesperrt werden. Danach erfolgt bei festgehaltenem Lenkwinkel ein negatives Antriebsmoment (Bremsmoment) um die gewünschte Längsbewegung zu erzeugen. Im dynamischen Fall ist eine direkte Abfolge der Regelung der Lenk- und Längsbewegung möglich.

**[0032]** Fig. 2b zeigt das Fahrzeug **1**, wobei die Antriebseinrichtung des kurvenäußeren Fahrzeugrades **4b** funktionsunfähig ist. Dabei wird eine Lenkbewegung durch ein negatives Antriebsmoment (Bremsmoment) der funktionsfähigen Antriebseinrichtung des kurveninneren Fahrzeugrades **4a** erzeugt. Ist zur Längsbewegung des Fahrzeuges **1** jedoch ein größeres Bremsmoment als das für die Lenkbewegung erforderliche Antriebsmoment nötig, kann das Antriebsmoment der funktionsfähigen Antriebseinrichtung reduziert werden, wobei durch eine gezielte Regelung der Bremskraft **FB** der Bremseinrichtung **6** einer von außen aufgeprägten Kraft entgegengewirkt werden kann, sodass eine ungewollte Auswirkung auf die Lenkbewegung verhindert wird. Dabei kann die Bremskraft **FB** so eingestellt werden, dass der Anteil der Kraft auf das Lenkgestänge **3**, der nicht zur Erzeugung der gewünschten Lenkbewegung erforderlich ist, kompensiert wird. Somit lassen sich die gewünschte Lenk- und Längsbewegung getrennt voneinander einstellen.

**[0033]** Ist zur Längsbewegung des Fahrzeuges **1** jedoch ein positives Antriebsmoment erforderlich, kann auch vorgesehen sein, dass dies durch ein an einer anderen Achse des Fahrzeuges vorhandenes Fahrzeugrad, nicht dargestellt, welches ein Antriebsmoment erzeugen kann, erzeugt wird. Hierzu kann der an der gelenkten Achse **2** gewünschte Lenkvorgang durch das negative Antriebsmoment der funktionsfähigen Antriebseinrichtung erzeugt werden und die gewünschte Längsbewegung durch das an dem Fahrzeugrad der anderen Achse erzeugte Antriebsmoment erfolgen.

**[0034]** Kann ein Antriebsmoment an der anderen Achse nicht erzeugt werden, ist eine zeitgleiche Realisierung der gewünschten Lenkbewegung und Längsbewegung mit dem beschriebenen Konzept nicht direkt möglich. In diesem Fall kann die Wahl des Momentes am funktionsfähigen Antrieb so erfolgen, dass zunächst eine der beiden gewünschten Funktionen - Lenk- oder Längsbewegung - realisiert wird und im Anschluss die andere. Beispielsweise kann zunächst ein negatives Antriebsmoment (Bremsmoment) den Lenkvorgang durchführen und durch die Bremseinrichtung **6** die Position der Lenkstange **5**

gesperrt werden. Danach erfolgt bei festgehaltenem Lenkwinkel ein positives Antriebsmoment um die gewünschte Längsbewegung zu erzeugen. Im dynamischen Fall ist eine direkte Abfolge der Regelung der Lenk- und Längsbewegung möglich.

**[0035]** Ist die defekte Antriebseinrichtung nicht komplett ausgefallen sondern nur eingeschränkt betriebsfähig kann eine normale Funktionsweise - Lenk- und Längsbewegung über zwei Antriebs-/Bremsmomente unabhängig voneinander einstellbar - erfolgen, wenn das notwendige Antriebsmoment kleiner oder gleich ist als das maximal von der defekten Antriebseinrichtung stellbare Antriebsmoment. Ist das erforderliche Antriebsmoment jedoch größer als das von der defekten Antriebseinrichtung stellbare Antriebsmoment, kann analog zur Vorgensehweise bei „Ausfall eines Antriebs“ vorgegangen werden.

**[0036]** Fig. 3 zeigt in gleicher Darstellung wie Fig. 1 eine weitere Anwendung der Bremseinrichtung **6**. Hierzu wird das Fahrzeug **1** aus der Fig. 1 betrachtet, welches eine Lenkkraftunterstützung und/oder eine autonome/automatisierte Lenkfunktion nach dem oben beschriebenen Prinzip nutzt. Das für die Lenkbewegung bzw. das Aufrechterhalten eines Lenkwinkels bei der Kurvenfahrt erforderliche Lenkmoment **LM** wird über die Differenz der beiden Antriebsmomente bzw. deren resultierenden Antriebskräfte **FA** erzeugt. Daraus resultiert auch ein Effekt auf ein um eine Hochachse **H** des Fahrzeuges **1** wirkendes Giermoment **GM**, welches unter anderem durch die beiden Antriebsmomente hervorgerufen wird. Es besteht also eine Kopplung des durch die beiden Antriebsmomente erzeugten Lenkmoments **LM** und dem Giermoment **GM**, sodass beide Größen nicht unabhängig voneinander eingestellt werden können.

**[0037]** Durch die Bremseinrichtung **6** ergibt sich somit die Möglichkeit, in bestimmten Fällen den Effekt der Antriebsmomente auf das Lenkmoment **LM** von dem Effekt auf das Giermoment **GM** zu entkoppeln. Hierzu kann beispielsweise die Differenz der beiden Antriebsmomente derart gewählt werden, sodass das gewünschte Giermoment **GM** eingestellt wird. Da das durch die größere Differenz der Antriebsmomente erzeugte Lenkmoment ebenfalls größer ist als für die Lenkbewegung erforderliche Lenkmoment **LM**, kann durch eine gezielte Regelung der Bremskraft **FB** der Bremseinrichtung **6** der von außen aufgeprägten Kraft entgegengewirkt werden, sodass eine ungewollte Auswirkung auf die Lenkbewegung verhindert wird. Dabei kann die Bremskraft **FB** so eingestellt werden, dass der Anteil der Kraft auf das Lenkgestänge **3**, der nicht zur Erzeugung der gewünschten Lenkbewegung erforderlich ist, kompensiert wird. Somit lassen sich das gewünschte Lenkmoment **LM** und das Giermoment **GM** getrennt voneinander einstellen.

**[0038]** Fig. 4 zeigt das Fahrzeug **1** in einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei die lenkbare Achse **2** als eine unterstützend gelenkte Achse, z.B. Hinterachse eines PKWs, ausgebildet ist. Wird das bereits zuvor beschriebene Lenkprinzip an der Hinterachse eingesetzt, wirken die Antriebskräfte **FA** je nachdem, ob die Fahrzugeräder **4a, b** im Vergleich zur konventionell gelenkten Achse **7**, gleich- oder gegensinnig einschlagen sollen, in Abhängigkeit der Spreizachsenlage im oder gegen den Drehsinn einer Gierbewegung des Fahrzeuges **1**.

**[0039]** Durch ein gegensinniges Einschlagen der hinteren Fahrzugeräder **4a, b** zu den vorderen Fahrzugerädern **8a, b** kann bei niedrigeren Geschwindigkeiten die Manövrierbarkeit des Fahrzeuges **1** erhöht werden. Durch ein gleichsinniges Einschlagen der hinteren Fahrzugeräder **4a, b**, wie in Fig. 4 dargestellt, kann bei höheren Geschwindigkeiten die Stabilität des Fahrzeuges **1** gesteigert werden. Des Weiteren ist es hierbei notwendig in allen Fahrsituationen die Antriebsmomente an den beiden Fahrzugerädern **4a, b** der Achse **2** bzw. die Differenz der beiden Antriebsmomente so zu regeln, dass sie entsprechend des Fahrerwunsches und für eine hohe Fahrstabilität ausgerichtet sind. Somit ist es sinnvoll die Lenkbewegung der hinteren Fahrzugeräder **4a, b** nur in bestimmten Fahrsituationen ganz oder teilweise zuzulassen.

**[0040]** Diese Forderung nach einem Einschränken des Freiheitsgrades zum Lenken der hinteren Fahrzugeräder **4a, b** wird durch eine Arretierung der Lenkstange **5** erreicht. Durch die Bremseinrichtung **6** kann die Lenkung der unterstützend lenkbaren Achse **2** auf bestimmte Fahrsituationen beschränkt werden, wobei bei einer Betätigung der Bremseinrichtung **6** die Lenkung der Achse **2** blockiert oder zumindest teilweise blockiert ist. Dabei kann die Bremseinrichtung **6** aber nicht nur zwischen den beiden Zuständen des vollständigen Blockierens und der uneingeschränkten Bewegung des Lenkgestänges **3** unterscheiden, sondern auch einen kontinuierlichen Übergang zwischen diesen beiden Zuständen ermöglichen. Im Übergangsbereich kann über die auf die Lenkstange **5** dämpfend wirkende Bremskraft **FB** das Systemverhalten beeinflusst werden, wobei der Übergang zwischen komplettem Freigang und der vollständigen Arretierung nicht alleine durch die an den Fahrzugerädern **4a, b** angreifenden Antriebsmomente in Längsrichtung geregelt werden muss. Somit kann beispielsweise die Stabilität des Fahrzeuges **2** vorteilhaft beeinflusst werden.

<b>4a, b</b>	Fahrzugeräder
<b>5</b>	Lenkstange
<b>6</b>	Bremseinrichtung
<b>7</b>	weitere Achse
<b>8</b>	weitere Fahrzugeräder
<b>FA</b>	Antriebskräfte
<b>FB</b>	Bremskraft
<b>GM</b>	Giermoment
<b>HM</b>	Handmoment
<b>LM</b>	Lenkmomente
<b>H</b>	Hochachse
<b>L</b>	Lenkachsen
<b>R</b>	Fahrtrichtung

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Fahrzeug
<b>2</b>	Achse
<b>3</b>	Lenkgestänge

**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 102014100719 A1 [0003]

### Patentansprüche

1. Lenkbare Achse (2) für ein Fahrzeug (1), mit einem Lenkgestänge (3) zur Übertragung einer Lenkbewegung auf die Fahrzeugräder (4a, b) der Achse (2), mit einer Bremseinrichtung (6), wobei das Lenkgestänge (3) in einem Bremszustand der Bremseinrichtung (6) mit einer Bremskraft (FB) beaufschlagt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (6) stufenlos verstellbar ist, sodass der Betrag der Bremskraft (FB) stufenlos einstellbar ist.

2. Achse (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Lösezustand der Bremseinrichtung (6) das Lenkgestänge (3) ungehemmt bewegbar ist und dass in einem Bremszustand der Bremseinrichtung (6) das Lenkgestänge (3) blockiert oder gehemmt bewegbar ist.

3. Achse (2) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (6) als eine mechanische und/oder magnetische und/oder elektrische Bremse ausgebildet ist.

4. Achse (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lenkgestänge (3) eine Lenkstange (5) aufweist, wobei die beiden Fahrzeugräder (4a, b) der Achse (2) über die Lenkstange (5) gelenkig miteinander verbunden sind, und wobei die Bremseinrichtung (6) mit der Lenkstange (5) in Wirkverbindung steht.

5. Achse (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die lenkbare Achse (2) als eine elektrische Antriebsachse ausgebildet ist, wobei die Fahrzeugräder (4a, b) jeweils über eine separate elektrische Antriebseinrichtung antreibbar sind, wobei auf Basis eines elektrischen Lenkbefehls unterschiedliche Antriebsmomente an den beiden Fahrzeugrädern (4a, b) erzeugbar sind, sodass auf Basis der Differenz der Antriebsmomente ein Lenkmoment (LM) resultiert.

6. Achse (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achse (2) als eine unterstützend gelenkte Achse ausgebildet ist.

7. Achse (2) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (6) zur Kompensation eines unerwünschten Differenzmoments bei einer Fehlfunktion einer der Antriebseinrichtungen betätigbar ist, wobei das Lenkmoment (LM) durch ein positives oder negatives Antriebsmoment der funktionsfähigen Antriebseinrichtung erzeugbar ist, und wobei das Lenkmoment (LM) in dem Lösezustand der Bremseinrichtung (6) zur Um-

setzung des Lenkbefehls auf das Lenkgestänge (3) übertragbar ist und in dem Bremszustand der Bremseinrichtung (6) gehemmt auf das Lenkgestänge (3) übertragbar oder kompensiert ist.

8. Achse (2) nach einem Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (6) zur Kompensation eines unerwünschten Differenzmoments bei einer Änderung eines Giermoments (GM) betätigbar ist, wobei das Giermoment (GM) durch eine Änderung des Antriebsmoments einer der Antriebseinrichtungen veränderbar ist, wobei die in dem Bremszustand erzeugte Bremskraft (FB) zur Kompensation des resultierenden Differenzmoments aus Lenkmoment (LM) und Giermoment (GM) auf das Lenkgestänge (3) übertragbar ist.

9. Achse (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (6) zur Deaktivierung der Lenkung und/oder zur Arretierung eines Lenkwinkels der Achse (2) ausgebildet ist.

10. Fahrzeug (1) mit der lenkbaren Achse (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

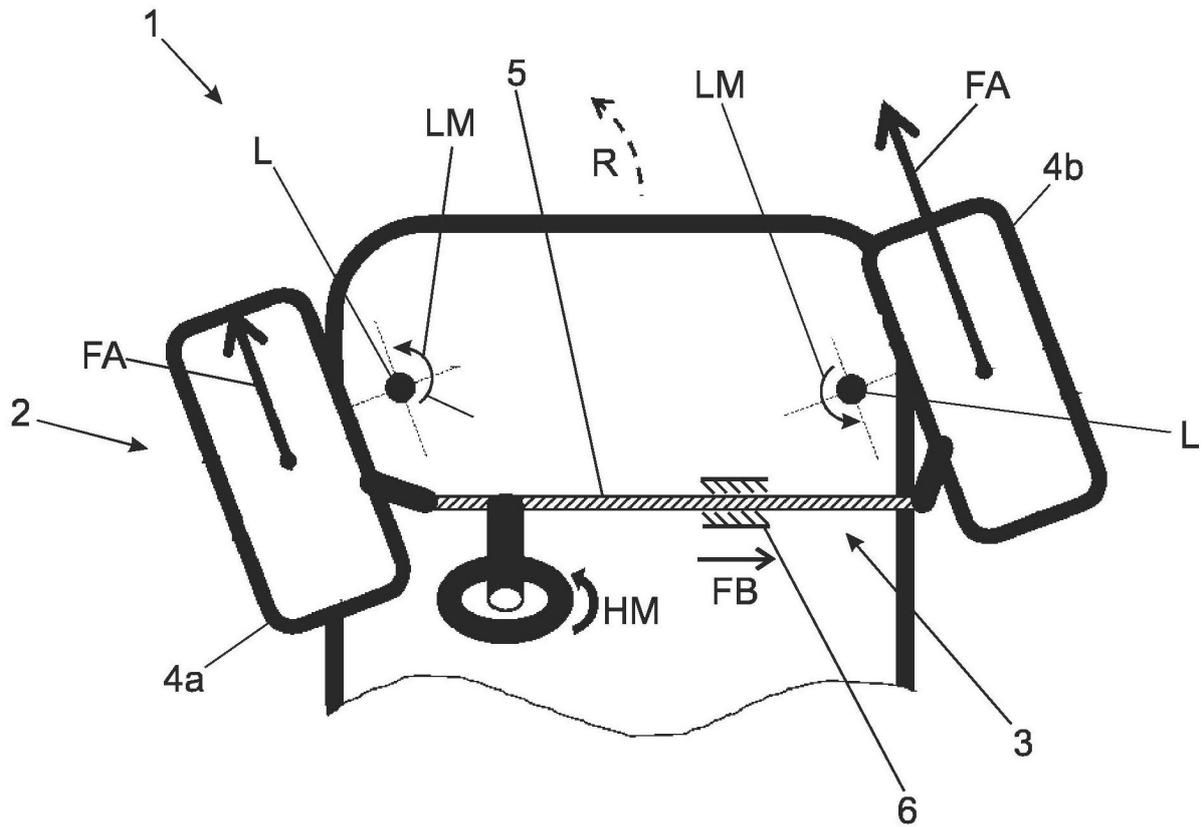


Fig. 1

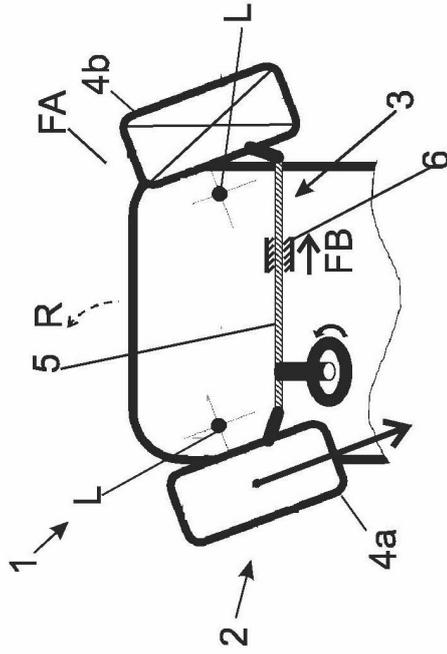


Fig. 2b

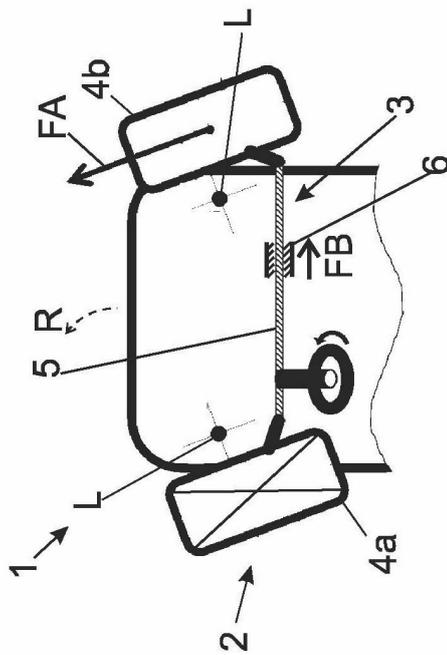


Fig. 2a

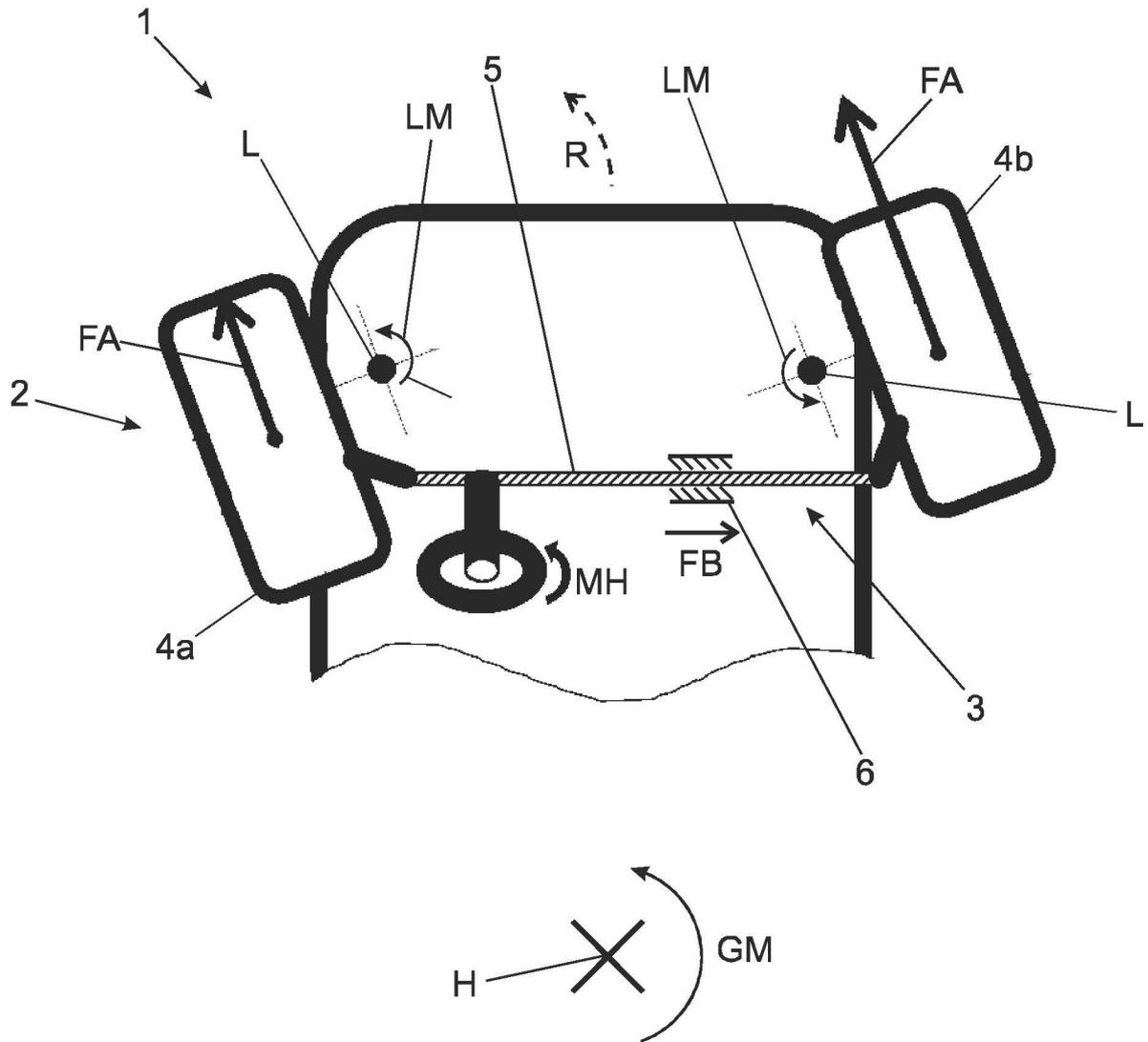


Fig. 3

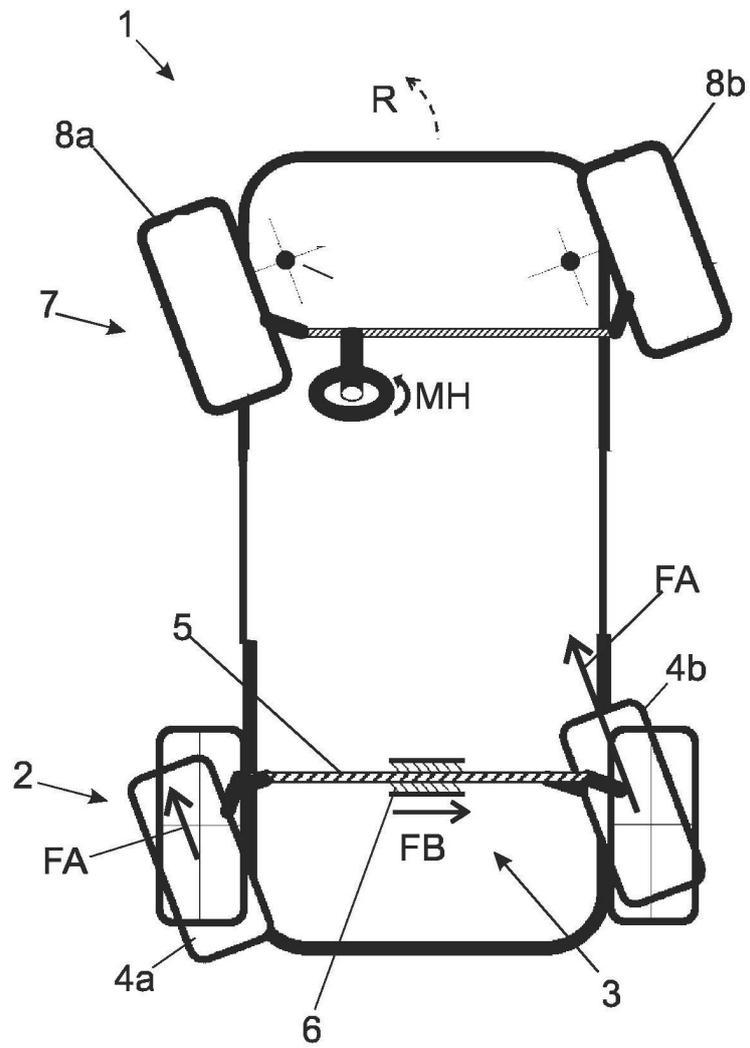


Fig. 4