



(10) **DE 10 2019 109 155 A1** 2020.10.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 109 155.1**

(22) Anmeldetag: **08.04.2019**

(43) Offenlegungstag: **08.10.2020**

(51) Int Cl.: **B62D 7/06 (2006.01)**

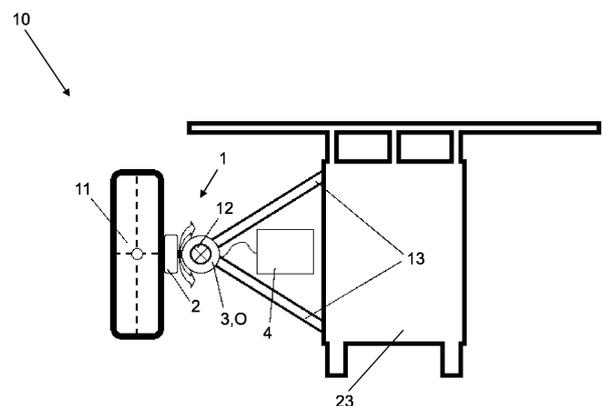
(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Welt, Carmen, 76131 Karlsruhe, DE; Goetz,
Marius, 70191 Stuttgart, DE; Seiffer, Alexander,
76131 Karlsruhe, DE; Kautzmann, Philipp, 76137
Karlsruhe, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Antriebslenkanordnung zum Antrieb und zur Lenkung eines Rades eines Radmoduls,
Radmodul mit der Antriebslenkanordnung, Fahrzeug mit mindestens einem Radmodul und Verfahren zum
Antrieb und zur Lenkung des Rades mit der Antriebslenkanordnung**

(57) Zusammenfassung: Antriebslenkanordnung 1 zum Antrieb und zur Lenkung eines Rades 11 eines Radmoduls 10, wobei das Rad 11 innerhalb eines Bewegungsfreiheitsgrads drehbar um eine Lenkachse 12 des Radmoduls 10 angeordnet ist, wobei die Antriebslenkanordnung 1 einen Antriebsaktuator 2 zur Erzeugung eines Antriebsmoments M_p , M_n für das Rad 11 umfasst, wobei die Antriebslenkanordnung 1 lenkaktuatorfrei ausgebildet ist, wobei die Antriebslenkanordnung 1 eine Arretiervorrichtung 3 zur Einschränkung oder Sperrung des Bewegungsfreiheitsgrads F des Rades 11 um die Lenkachse 12 des Radmoduls 10 umfasst.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antriebslenkanordnung zum Antrieb und zur Lenkung eines Rades eines Radmoduls, wobei das Rad um bis zu +/- 90 Grad frei drehbar um eine Lenkachse des Radmoduls angeordnet ist. Die Antriebslenkanordnung ist lenkaktuatorfrei ausgebildet und umfasst einen Antriebsaktuator zur Erzeugung eines Antriebsmoments für das Rad. Die Erfindung betrifft auch ein Radmodul mit der Antriebslenkanordnung, ein Fahrzeug mit mindestens einem Radmodul und ein Verfahren zum Antrieb und zur Lenkung des Rades mit der Antriebslenkanordnung.

[0002] In Radmodulen für Fahrzeuge sind Antriebsmomente und Lenkmomente für ein Rad des Radmoduls zu erzeugen, anzusteuern und aufeinander abzustimmen. Hinreichend bekannt sind Radmodule, die einen Aktuator zur Erzeugung des Antriebsmoments und einen weiteren Aktuator zur Erzeugung des Lenkmoments aufweisen. Aus dem Stand der Technik ist auch bereits ein Antriebssystem mit zwei Antriebsaktuatoren für ein Rad bekannt, das neben dem Antriebsmoment auch ein Lenkmoment erzeugen kann.

[0003] Beispielsweise beschreibt die Druckschrift DE 10 2016 007 445 A1, die wohl den nächstliegenden Stand der Technik bildet, eine Antriebseinheit in der neben dem Antriebsmoment auch das Lenkmoment erzeugbar ist. Die Antriebseinheit umfasst mindestens zwei auf einer Lenkachse angeordnete Aktuatoren, die zum Beschleunigen und Verzögern des Rades und zur Beeinflussung des Lenkwinkels des Rades nutzbar sind, indem die Radantriebsmomente und abstützenden Momente in Summe ein Lenkmoment bewirken.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kostenreduziertes und bauraumsparendes Radmodul für ein Fahrzeug bereitzustellen. Diese Aufgabe wird durch eine Antriebslenkanordnung zum Antrieb und zur Lenkung eines Rades eines Radmoduls mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch ein Radmodul mit der Antriebslenkanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 5, durch ein Fahrzeug mit mindestens einem Radmodul gemäß dem Anspruch 7 und durch ein Verfahren zum Antrieb und zur Lenkung des Rades des Radmoduls mit der Antriebslenkanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen der nachfolgenden Beschreibung und/oder den beigefügten Figuren.

[0005] Es wird eine Antriebslenkanordnung für ein Radmodul vorgeschlagen. Die Antriebslenkanordnung ist dazu ausgebildet, ein Rad des Radmoduls anzutreiben und zu lenken. Vorzugsweise kann das

Rad um eine Lenkachse des Radmoduls gelenkt werden.

[0006] Die Antriebslenkanordnung weist einen Antriebsaktuator, bevorzugt genau einen Antriebsaktuator auf. Der Antriebsaktuator ist dazu ausgebildet, ein Antriebsmoment, insbesondere in positives und negatives Antriebsmoment, zum Antrieb des Rades zu erzeugen. Beispielsweise ist der Antriebsaktuator als ein Radnabenmotor ausgebildet, der insbesondere in der Radnabe angeordnet ist und/oder coaxial zu der Lenkachse angeordnet ist. Alternativ kann der Antriebsaktuator als ein Elektromotor beabstandet von der Lenkachse angeordnet sein und z.B. getriebe-technisch mit der Lenkachse oder dem Rad verbunden sein.

[0007] Das Rad ist innerhalb eines Bewegungsfreiheitsgrads, z.B. um bis zu +/- 90 Grad, drehbar um die Lenkachse des Radmoduls angeordnet. Insbesondere weist das Rad den Bewegungsfreiheitsgrad von +/- 90 Grad um die Lenkachse auf. Vorzugsweise ist eine Drehung des Rades um die Lenkachse durch Einleitung des Antriebsmoments auf das Rad gewährleistet. Insbesondere wird ein Lenkmoment und/oder eine Lenkbewegung des Rades um die Lenkachse hervorgerufen, wenn das positive oder negative Antriebsmoment vorhandene Widerstands- und Rückstellmomente um die Lenkachse überwindet. Bevorzugt darf/dürfen hierbei ein Lenkrollradius und/oder ein Störkrafthebelarm keinen Null-Durchlauf aufweisen.

[0008] Die Antriebslenkanordnung ist lenkaktuatorfrei ausgebildet. Somit weist die Antriebslenkanordnung keinen Lenkaktuator auf. Insbesondere wird/werden die Drehung des Rades und/oder die Lenkung um die Lenkachse nicht durch einen Lenkaktuator gesteuert.

[0009] Erfindungsgemäß umfasst die Antriebslenkanordnung eine Arretiervorrichtung. Die Arretiervorrichtung ist dazu ausgebildet, den Bewegungsfreiheitsgrad des Rades um die Lenkachse einzuschränken oder zu sperren. Vorzugsweise ist die Arretiervorrichtung zur Erzeugung einer den Bewegungsfreiheitsgrad des Rades einschränkenden oder sperrenden Gegenkraft ausgebildet. Insbesondere wirkt die Gegenkraft mittelbar oder unmittelbar auf die Lenkachse, sodass die Drehung und/oder ein Lenkwinkel des Rades um die Lenkachse eingeschränkt oder gesperrt werden kann. Bevorzugt kann durch das Aufbringen der Gegenkraft eine ungewollte Lenkbewegung und/oder eine ungewünschte Änderung eines Lenkwinkels des Rades um die Lenkachse verhindert werden.

[0010] Vorteilhaft ist, dass das Radmodul aufgrund des Verzichts auf den Lenkaktuator bauraumsparend ausgebildet ist. Eine mechanisch aufwändige Monta-

ge des Lenkactuators entfällt. Das Radmodul ist aufgrund des Verzichts auf den Lenkaktor im Gewicht reduziert, woraus sich Vorteile hinsichtlich eines Energieverbrauchs des Fahrzeugs ergeben können, an dem das Radmodul angeordnet ist. Weiterhin entfallen Bauteilekosten für den Lenkaktor, sodass das Radmodul insgesamt kostengünstiger herstellbar ist.

[0011] Bei Fahrzeugen mit mehreren Radmodulen, die eine Allradlenkung des Fahrzeugs umsetzen können, werden die Freiheitsgrade der Allradlenkung oftmals nicht benötigt. Dennoch wird durch die in den Radmodulen üblicherweise verbauten Lenkaktuatoren Energie verbraucht, z.B. um eine Hinterachse des Fahrzeugs starr zu halten. Durch den Verzicht auf den Lenkaktor kann die vorgeschlagene Antriebslenkanordnung eine energetisch vorteilhafte Lösung bieten.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Arretiervorrichtung unabhängig, einflussfrei und/oder wirkverbindungsfrei zu dem Antriebsaktor angeordnet. Insbesondere beeinflusst die Arretiervorrichtung und/oder die Gegenkraft den Antriebsaktor und/oder das Antriebsmoment nicht. Im Speziellen wird das Antriebsmoment unabhängig von der auf die Lenkachse einwirkenden Gegenkraft erzeugt und in das Rad eingeleitet.

[0013] Beispielsweise ist die Arretiervorrichtung als eine Friktionsbremse zur Erzeugung einer Friktionskraft als Gegenkraft ausgebildet. Alternativ kann die Arretiervorrichtung auch als eine Magnetbremse zur Erzeugung einer magnetischen Kraft als Gegenkraft ausgebildet sein. Insbesondere bildet die Gegenkraft ein Kompensationsmoment zu dem Antriebsmoment.

[0014] In einer möglichen konstruktiven Umsetzung der Erfindung kann die Arretiervorrichtung die Stellung „gesperrt“ und „geöffnet“ aufweisen. Vorzugsweise ist die Drehung des Rades um die Lenkachse blockiert, gesperrt und/oder nicht möglich, wenn die Arretiervorrichtung die Stellung „gesperrt“ aufweist. Insbesondere bleibt in diesem Fall eine Richtung, in die sich das Rad bewegt, konstant. Im Speziellen kann das Rad konstant geradeaus fahren oder konstant in einem definierten Lenkwinkel fahren, wenn die Arretiervorrichtung die Stellung „gesperrt“ aufweist.

[0015] Optional ist das Rad innerhalb des Bewegungsfreiheitsgrades um die Lenkachse frei drehbar, wenn die Arretiervorrichtung die Stellung „geöffnet“ aufweist. Besonders bevorzugt ist, dass die Arretiervorrichtung weitere Stellungen aufweisen kann, die Zwischenstufen zwischen „geöffnet“ und „gesperrt“ umfassen. Insbesondere ist die Gegenkraft der Arretiervorrichtung in den weiteren Stellungen der Arretiervorrichtung mit dem Antriebsmoment des Antriebsactuators abgestimmt, sodass ein konkretes

Lenkmoment des Rades erzeugbar ist. Im Speziellen kann das konkrete Lenkmoment des Rades um die Lenkachse erzielt werden, wenn die Gegenkraft so gewählt ist, dass die Summe aller auf das Rad wirkenden Kräfte, z.B. Antriebs- und Bremskräfte, Seitenführungskräfte, Rollwiderstand etc. eine Lenkbewegung des Rades erzeugen.

[0016] Vorzugsweise umfasst die Antriebslenkanordnung eine Steuereinrichtung, die zur Ansteuerung, insbesondere zur aufeinander abgestimmten Ansteuerung des Antriebsactuators und der Arretiervorrichtung ausgebildet ist. Bevorzugt steuert die Steuereinrichtung ein Zusammenwirken des Antriebsactuators und der Arretiervorrichtung an. Insbesondere kann durch die Ansteuerung der Arretiervorrichtung gezielt in den Bewegungsfreiheitsgrad des Rades um die Lenkachse eingegriffen werden. Im Speziellen steuert die Steuereinrichtung die Arretierung des Rads mittels der Arretiervorrichtung in einer bestimmten Lenkposition an. Alternativ steuert die Steuereinrichtung die Arretiervorrichtung dazu an, das Kompensationsmoment zu den auf das Rad wirkenden positiven oder negativen Antriebsmomenten aufzubringen.

[0017] Vorteilhaft ist, dass ohne den Einsatz eines Lenkactuators der gewünschte Lenkwinkel auch dann gezielt verändert oder konstant gehalten werden kann, wenn das Antriebsmoment des Rades größer ist als es zur Erzeugung der Lenkbewegung oder zum Beibehalten des Lenkwinkels erforderlich ist.

[0018] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Radmodul mit der Antriebslenkanordnung nach der bisherigen Beschreibung und/oder nach einem der Ansprüche 1 bis 4. Vorzugsweise ist das Radmodul an einem Fahrzeug anordbar. Das Radmodul umfasst das Rad und die Lenkachse, wobei das Rad um die Lenkachse innerhalb des Bewegungsfreiheitsgrads von z.B. bis zu +/- 90 Grad frei drehbar angeordnet ist. Dadurch sind durch die Einleitung des Antriebsmoments in das Rad geradeaus- und seitwärts gerichtete Fahrbewegungen des Rades ausführbar.

[0019] Vorzugsweise ist das Radmodul dazu ausgelegt und/oder ausgebildet, das Fahrzeug omnidirektional zu verfahren, wobei das Rad hierzu um +/- 90 Grad um die Lenkachse lenkbar ist. Bevorzugt ist der Antriebsaktor in diesem Fall als Radnabenmotor ausgebildet und eingesetzt. Alternativ kann das Radmodul auch dazu ausgebildet sein, das Fahrzeug in einem Lenkwinkel von z.B. bis zu +/-40 Grad zu verfahren. Hierfür kann ein innenliegender Motor in der Antriebslenkanordnung vorgesehen sein.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist durch die aufeinander abgestimmte Ansteuerung des Antriebsactuators und der Arretiervor-

richtung ein definiertes Antriebsmoment in das Rad einleitbar und/oder ein definiertes Lenkmoment um die Lenkachse erreichbar und/oder ausführbar.

[0021] Ein Fahrzeug mit mindestens einem Radmodul nach der bisherigen Beschreibung und/oder nach Anspruch 7 bildet einen weiteren Gegenstand der Erfindung. Vorzugsweise weist das Fahrzeug drei oder mehr Radmodule auf. Beispielsweise kann das Fahrzeug als ein Elektrofahrzeug oder als ein Hybridfahrzeug ausgebildet sein, das beispielsweise zum Transport von Personen im Straßenverkehr, zum Transport von Gegenständen z.B. im Rahmen einer Produktion genutzt werden kann. Das Fahrzeug kann alternativ als eine mobile Arbeitsmaschine, insbesondere auch mit mehr als vier Rädern, ausgebildet und/oder einsetzbar sein.

[0022] In einer bevorzugten konstruktiven Umsetzung der Erfindung umfasst das Fahrzeug ein erstes Radmodul und mindestens ein weiteres Radmodul. Vorzugsweise umfasst das Fahrzeug eine zentrale Steuereinrichtung für die Radmodule. Insbesondere ist die zentrale Steuereinrichtung dazu ausgebildet, die Antriebsaktuatoren und die Arretiervorrichtungen des ersten Radmoduls und des mindestens einen weiteren Radmoduls anzusteuern, insbesondere aufeinander abstimmend anzusteuern. Dadurch kann bei einer Anordnung von zwei Radmodulen an einem Fahrzeug mit insgesamt vier Rädern eine vollständig funktionstüchtige Lenkachse, wie sie aus konventionellen Fahrzeugen bekannt ist, gebildet sein.

[0023] Möglich ist im Rahmen der Erfindung, dass das Fahrzeug im Stand und während der Fahrt gelenkt werden kann. Für das Lenken des Fahrzeugs im Stand sowie während der Fahrt ist es z.B. vorgesehen, dass sich das Rad bei geöffneter Arretiervorrichtung um die Lenkachse innerhalb des Bewegungsfreiheitsgrads frei dreht, wenn das Antriebsmoment auf das Rad wirkt. Wird ein negatives Antriebsmoment auf das Rad gegeben, so ist eine Lenkung des Rades zu einer ersten Seite, z.B. nach links, erzeugbar. Für den Fall, dass ein positives Antriebsmoment in das Rad eingeleitet wird, ist eine Lenkung zu einer zweiten Seite, z.B. nach rechts, erreichbar. Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Verfahren zum Antrieb und zur Lenkung eines Rades eines Radmoduls mit der Antriebslenkanordnung nach der bisherigen Beschreibung und/oder nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

[0024] Im Rahmen des Verfahrens wird das Rad durch eine aufeinander abgestimmte Ansteuerung des durch den Antriebsaktuator erzeugten Antriebsmoments und der durch die Sperrvorrichtung erzeugten Gegenkraft angetrieben und gelenkt. In einem bevorzugten Verfahrensschritt wird auf den Lenkaktuator zur Lenkung des Rades verzichtet.

[0025] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Radmodul für ein Fahrzeug mit einem Rad und mit einer Antriebslenkanordnung zum Antrieb und zur Lenkung des Rades;

Fig. 2 das Radmodul, wobei das Rad geradeaus gerichtet ist;

Fig. 3 das Radmodul, wobei das Rad nach links gelenkt ist;

Fig. 4 das Radmodul, wobei das Rad nach rechts gelenkt ist;

Fig. 5 ein Fahrzeug mit vier Radmodulen, wobei die Räder der Vorderachse nach links gelenkt sind und wobei die Räder der Hinterachse gerade ausgerichtet sind;

Fig. 6a-c eine als Friktionsbremse ausgebildete Arretiervorrichtung der Antriebslenkanordnung, die in unterschiedlichen Positionen angeordnet ist und eine Gegenkraft auf eine Lenkachse der Antriebslenkanordnung ausüben kann;

Fig. 7a, b ein alternatives Radmodul mit einer Doppelquerlenker-Radaufhängung, wobei die Arretiervorrichtung die Gegenkraft auf eine axiale Komponente einer Lenkinematik des alternativen Radmoduls ausüben kann.

[0026] Einander entsprechende oder gleiche Teile sind in den Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0027] In der **Fig. 1** ist ein Radmodul **10** in einer schematischen Draufsicht von oben als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Das Radmodul **10** ist zur Anordnung an einem Fahrzeug **20** (siehe **Fig. 5**) ausgebildet. Es umfasst ein Rad **11**, eine Lenkachse **12**, eine Radaufhängung **13** und eine Antriebslenkanordnung **1**.

[0028] Das Rad **11** ist über die Radaufhängung **13** an einer Karosserie **23** des Fahrzeugs **20** festgelegt und/oder mit diesem verbunden. Das Rad **11** ist um die Lenkachse **12** in innerhalb eines Bewegungsfreiheitsgrads von bis zu +/- 40 Grad, vorzugsweise von bis zu +/- 90 Grad, drehbar angeordnet, sodass sich das Rad **11** in einem entsprechenden Lenkwinkel um die Lenkachse **12** drehen kann.

[0029] Die Antriebslenkanordnung **1** weist keinen Lenkaktuator auf, sodass die Antriebslenkanordnung **1** lenkaktuatorfrei ausgebildet ist. Zum Antrieb und zur Lenkung des Rades **11** umfasst die Antriebslenkanordnung **1** einen Antriebsaktuator **2** und eine Arretiervorrichtung **3**.

[0030] Der Antriebsaktuator **2** ist als ein Radnabenmotor ausgebildet und erzeugt ein Antriebsmoment, insbesondere ein positives Antriebsmoment **M_p** oder ein negatives Antriebsmoment **M_n**. Das Antriebsmoment **M_p**, **M_n** ist in das Rad **11** einleitbar, sodass dieses zu einer Rotation angetrieben werden kann.

[0031] Mittels des Antriebsmoments **M_p**, **M_n** lässt sich die Drehung des Rades **11** um die Lenkachse **12** erzeugen. Hierzu wird das Antriebsmoment **M_p**, **M_n** am zu lenkenden Rad **11** so gewählt, das vorhandene Widerstands- und Rückstellmomente um die Lenkachse **12** überwindet und die Drehung des Rades **11** hervorgerufen wird. Hierbei dürfen ein Lenkrollradius und ein Störkrafthebelarm keinen Null-Durchlauf aufweisen. Zur Einschränkung oder Sperrung des Bewegungsfreiheitsgrads **F** des Rades **11** um die Lenkachse **12** ist die Arretiervorrichtung **3** vorgesehen. Diese ist als eine Friktionsbremse (siehe **Fig. 6a-c** und **Fig. 7a, b**) ausgebildet und erzeugt eine Friktion als Gegenkraft **K** zu dem Lenkmoment der Lenkachse **12**. In einem alternativen Ausführungsbeispiel kann die Arretiervorrichtung **3** auch als eine Magnetbremse ausgebildet sein.

[0032] Die Gegenkraft **K** kann durch ein Betätigungssystem der Antriebslenkanordnung **1**, wie z.B. durch einen Elektromotor, insbesondere Servomotor, durch einen hydraulischen oder pneumatischen Zylinder oder durch einen magnetischen oder piezoelektrischen Aktor, etc. aufgebracht werden.

[0033] Die Arretiervorrichtung **3** kann unterschiedliche Stellungen, insbesondere die Stellungen „gesperrt“ **S** gemäß der **Fig. 2** und „geöffnet“ **O** gemäß der **Fig. 3** und **Fig. 4** einnehmen. Die Arretiervorrichtung **3** kann auch noch weitere Stellungen **W** gemäß der **Fig. 7a**, **Fig. 7b** einnehmen, die zwischen den Stellungen „gesperrt“ **S** und „geöffnet“ **O** als Zwischenstufen bereitgestellt sind.

[0034] In der Stellung „gesperrt“ **S** kompensiert die Gegenkraft **K** das Drehmoment der Lenkachse **12** vollständig, sodass ein Einlenken des Rades **11** um die Lenkachse **12** nicht möglich ist. In der Stellung „geöffnet“ **O** ist die Gegenkraft **K** gleich Null, sodass das Rad **11** innerhalb des Bewegungsfreiheitsgrads um die Drehachse **12** drehbar ist. Die Drehung des Rades **11** um die Lenkachse **12** wird insbesondere dann erreicht, wenn die Gegenkraft **K** derart gewählt ist, dass die Summe der auf das Rad **11** wirkenden Kräfte, z.B. die Antriebskraft, Bremskraft, Gegenkraft, Seitenführungskraft, Rollwiderstand, etc. eine Lenkbewegung des Rades **11** hervorruft.

[0035] Durch das Aufbringen einer bedarfsgerechten Gegenkraft **K** an der Lenkachse **12** in Abstimmung mit einer bedarfsgerechten Einleitung des positiven Antriebsmoments **M_p** zum Beschleunigen des Rades **11** oder des negativen Antriebsmoments **M_n**

zum Abbremsen des Fahrzeugs **20** kann die Drehung des Rades **11** um die Lenkachse **12** gezielt gesteuert und somit der Lenkwinkel definiert und festgelegt werden.

[0036] Die Antriebslenkanordnung **1** umfasst eine Steuereinrichtung **4** zur Ansteuerung des Antriebsaktuators **2** und der Arretiervorrichtung **3**, sodass ein Zusammenspiel zwischen beiden erreicht wird und/oder diese aufeinander abgestimmt arbeiten.

[0037] Die Steuereinrichtung **4** steuert die Arretiervorrichtung **3** dazu an, jeweils die benötigten Stellungen „gesperrt“ **S**, „geöffnet“ **O** oder die weiteren Stellungen **W** einzunehmen. In Abstimmung zu der gewählten Stellung **S**, **O**, **W** steuert die Steuereinrichtung **4** den Antriebsaktuators **2** dazu an, das Antriebsmoment **M_p**, **M_n** in der jeweiligen benötigten Stärke zu erzeugen.

[0038] Durch die aufeinander abgestimmte Ansteuerung der Arretiervorrichtung **3** und des Antriebsaktuators **2** können somit definierte Lenkbewegungen und eine Festlegung von gewünschten Lenkwinkeln des Rades **11** gewährleistet und/oder erzeugt werden. Insbesondere kann ohne den Einsatz eines Lenkaktuators der gewünschte Lenkwinkel auch dann gezielt verändert oder konstant gehalten werden, wenn das Antriebsmoment **M_p**, **M_n** größer ist als es zur Erzeugung der Lenkbewegung oder zum Beibehalten des Lenkwinkels erforderlich ist. Ein Anteil des Drehmomentes um die Lenkachse **12**, der nicht zur gewünschten Lenkbewegung erforderlich ist, kann durch das gesteuerte Zusammenspiel der Arretiervorrichtung **3** und des Antriebsaktuators **2** kompensiert werden.

[0039] In der **Fig. 2** ist das Radmodul **10** aus der **Fig. 1** dargestellt. Die Steuereinrichtung **4** steuert die Arretiervorrichtung **3** dazu an, die Stellung „gesperrt“ **S** einzunehmen und so die Drehung des Rades **11** um die Drehachse **12** zu verhindern. Somit wird eine Fahrt ohne Änderung des eingenommenen Lenkwinkels ermöglicht, wobei es sich vorliegend um eine Geradeausfahrt handelt.

[0040] **Fig. 3** zeigt das Radmodul **10**, wobei die Steuereinrichtung **4** die Arretiervorrichtung **3** dazu ansteuert, die Stellung „geöffnet“ **O** einzunehmen. Weiterhin steuert die Steuereinrichtung **4** den Antriebsaktuators **2** dazu an, das negative Antriebsmoment **M_n** zu erzeugen und in das Rad **11** einzuleiten. Dadurch ist die Einstellung eines Lenkwinkels für eine Linkskurve gegeben, sodass das Rad **11** nach links um die Drehachse **12** dreht.

[0041] In der **Fig. 4** ist das Radmodul **10** dargestellt, wobei die Steuereinrichtung **4** die Arretiervorrichtung **3** dazu ansteuert, die Stellung „geöffnet“ **O** einzunehmen. Weiterhin steuert die Steuereinrichtung **4** den

Antriebsaktuator **2** dazu an, das positive Antriebsmoment **M_p** zu erzeugen und in das Rad **11** einzuleiten. Dadurch ist die Einstellung eines Lenkwinkels für eine Rechtskurve gegeben, sodass das Rad **11** nach rechts um die Drehachse **12** dreht. Die in den **Fig. 2** bis **Fig. 4** gezeigten Einstellungen und/oder Lenkwinkel des Rades sind im Stand und während der Fahrt umsetzbar.

[0042] In der **Fig. 5** ist eine Draufsicht von oben auf ein schematisch dargestelltes Fahrzeug **20** mit vier Radmodulen **10a**, **10b**, **10c**, **10d** als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Zwei der Radmodule **10a**, **10b** bilden eine Vorderachse **21** und die anderen zwei Radmodule **10c**, **10d** eine Hinterachse **22** des Fahrzeugs **20**.

[0043] Das Fahrzeug **20** weist eine zentrale Steuereinrichtung **24** auf, die die Antriebsaktuatoren **2** und die Arretiervorrichtungen **3** des ersten Radmoduls **10a** und des mindestens einen weiteren Radmoduls **10b**, **10c**, **10d** aufeinander abgestimmt ansteuert und/oder ansteuern kann. Somit ist das Fahrzeug **20** mittels der Antriebslenkanordnung **1** der jeweiligen Radmodule **10a**, **10b**, **10c**, **10d** antreibbar und lenkbar. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Räder **11** der Vorderachse **21** nach links gelenkt und die Räder **11** der Hinterachse **22** geradeaus gerichtet.

[0044] Wenn die Radaufhängung **13** entsprechend konzipiert ist, kann das Fahrzeug **20** als ein omnidirektionales Fahrzeug ausgebildet sein, das insbesondere auch 90 Grad-Seitwärtsfahrten und ein Wenden auf der Stelle ausführen kann. Zur Erreichung eines stabilen Fahrverhaltens, z.B. bei hohen Fahrgeschwindigkeiten, können die Bewegungsfreiheitsgrade der Räder **11** um die jeweiligen Lenkachsen **12** der einzelnen Radmodule **10** mittels der Arretiervorrichtung **3** eingeschränkt sein.

[0045] In den **Fig. 6a** bis **Fig. 6c** ist das Radmodul **10** in einer Draufsicht von vorne gezeigt. Das Radmodul **10** umfasst das Rad **11**, das drehbar um die Lenkachse **12** angeordnet ist. Das Radmodul **10** umfasst die Antriebslenkanordnung **1** mit dem Antriebsaktuator **2** und mit der Arretiervorrichtung **3**.

[0046] Gemäß der **Fig. 6a** und **Fig. 6c** umfasst die Antriebslenkanordnung **1** eine Scheibe **5**, die drehfest mit der Lenkachse **12** verbunden ist. Gemäß der **Fig. 6a** ragt die Lenkachse **12** durch eine zentrale Aussparung in der Scheibe **5** hindurch, sodass die Scheibe auf der Lenkachse **12** sitzt. Gemäß der **Fig. 6c** ist die Scheibe **5** in axialer Richtung endseitig auf die Lenkachse **12** aufgesetzt.

[0047] Die als Friktionsbremse ausgebildete Arretiervorrichtung **3** weist mindestens ein Friktionselement **6** auf, das als mindestens ein Bremsba-

cken (**Fig. 6a**, **Fig. 6b**) oder als eine Brems Scheibe (**Fig. 6c**) ausgebildet ist. Das Friktionselement **6** steht bei entsprechender Ansteuerung mit der Scheibe **5** in einer Wirkverbindung, sodass die Gegenkraft **K** auf die Scheibe **5** und über diese mittelbar auf die Lenkachse **12** übertragbar ist, um den Bewegungsfreiheitsgrad der Lenkachse **12** und somit des Rades **11** einzuschränken oder zu sperren. Gemäß der **Fig. 6b** kann das Friktionselement **5** auch unmittelbar mit der Lenkachse **12** in Wirkverbindung treten und die Gegenkraft **K** direkt auf diese übertragen.

[0048] Wie in den **Fig. 7a**, **Fig. 7b** gezeigt, kann das Wirkprinzip der Arretiervorrichtung **3** als Friktionsbremse auch an einer axial bewegten Komponente **15** einer Lenkinematik eines alternativen Radmoduls **14** mit einer Doppelquerlenker-Radaufhängung **16** umgesetzt werden. Bei der axial beweglichen Komponente **15** handelt es sich um einen Stab oder um ein Profil, der/das sich axial bewegen kann, um das Rad **11** um eine gedachte Lenkachse zu drehen. Das mindestens eine Friktionselement **6** kann der Bewegung des Stabes oder des Profils entgegenwirken, indem die Gegenkraft **K** bei entsprechender Ansteuerung auf eine Reibfläche wirkt, die an dem Stab oder auf dem Profil angebracht ist.

Bezugszeichenliste

1	Antriebslenkanordnung
2	Antriebsaktuator
3	Arretiervorrichtung
4	Steuereinrichtung
5	Scheibe
6	Friktionselement
10	Radmodul
11	Rad
12	Lenkachse
13	Radaufhängung
14	alternatives Radmodul
15	axial bewegliche Komponente
16	Doppelquerlenker-Radaufhängung
20	Fahrzeug
21	Vorderachse
22	Hinterachse
23	Karosserie
24	zentrale Steuereinrichtung
K	Gegenkraft
O	Stellung „geöffnet“
M_n	negatives Antriebsmoment

Mp positives Antriebsmoment

S Stellung „gesperrt“

W weitere Stellungen

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 102016007445 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Antriebslenkanordnung (1) zum Antrieb und zur Lenkung eines Rades (11) eines Radmoduls (10), wobei das Rad (11) innerhalb eines Bewegungsfreiheitsgrads drehbar um eine Lenkachse (12) des Radmoduls (10) angeordnet ist, wobei die Antriebslenkanordnung (1) einen Antriebsaktuator (2) zur Erzeugung eines Antriebsmoments (Mp, Mn) für das Rad (11) umfasst, wobei die Antriebslenkanordnung (1) lenkaktuatorfrei ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebslenkanordnung (1) eine Arretiervorrichtung (3) zur Einschränkung oder Sperrung des Bewegungsfreiheitsgrads des Rades (11) um die Lenkachse (12) des Radmoduls (10) umfasst.

2. Antriebslenkanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arretiervorrichtung (3) als eine Friktionsbremse oder als eine Magnetbremse zur Erzeugung einer den Bewegungsfreiheitsgrad einschränkenden oder sperrenden Gegenkraft (K) ausgebildet ist.

3. Antriebslenkanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arretiervorrichtung (3) unabhängig, einflussfrei und/oder wirkverbindungsfrei zu dem Antriebsaktuator (2) angeordnet ist.

4. Antriebslenkanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebslenkanordnung (1) eine Steuereinrichtung (4) zur Ansteuerung des Antriebsaktuators (2) und der Arretiervorrichtung (3) umfasst.

5. Radmodul (10) mit der Antriebslenkanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Radmodul (10) das Rad (11) und die Lenkachse (12) umfasst, wobei das Rad (11) innerhalb des Bewegungsfreiheitsgrads um die Lenkachse (12) drehbar angeordnet ist, sodass durch eine Einleitung des Antriebsmoments (Mp, Mn) in das Rad (11) geradeaus- und seitwärts gerichtete Fahrbewegungen erreichbar und/oder ausführbar sind.

6. Radmodul (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine aufeinander abgestimmte Ansteuerung des Antriebsaktuators (2) und der Arretiervorrichtung (3) ein definiertes Antriebsmoment (Mp, Mn) in das Rad (11) einleitbar ist und ein definiertes Lenkmoment um die Lenkachse (12) ausführbar ist.

7. Fahrzeug (20) mit mindestens einem Radmodul (10) nach einem der Ansprüche 5 oder 6.

8. Fahrzeug (20) nach Anspruch 7, wobei das Fahrzeug (20) ein erstes Radmodul (10a) und mindestens ein weiteres Radmodul (10b, 10c, 10d) umfasst, **dadurch gekennzeichnet** dass das Fahrzeug (20) eine zentrale Steuereinrichtung (24) umfasst, wobei die zentrale Steuereinrichtung (24) zur aufeinander abgestimmten Ansteuerung der Antriebsaktuatoren (2) und der Arretiervorrichtungen (3) des ersten Radmoduls (10a) und des mindestens einen weiteren Radmoduls (10b, 10c, 10d) vorgesehen und/oder ausgebildet ist.

9. Verfahren zum Antrieb und zur Lenkung eines Rades (11) eines Radmoduls (10) mit der Antriebslenkanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rad (11) durch eine aufeinander abgestimmte Ansteuerung des durch den Antriebsaktuator (2) erzeugten Antriebsmoments (Mp, Mn) und der durch die Arretiervorrichtung (3) erzeugten Gegenkraft (K) angetrieben und gelenkt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Lenkung des Rades (11) auf einen Lenkaktuator verzichtet wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

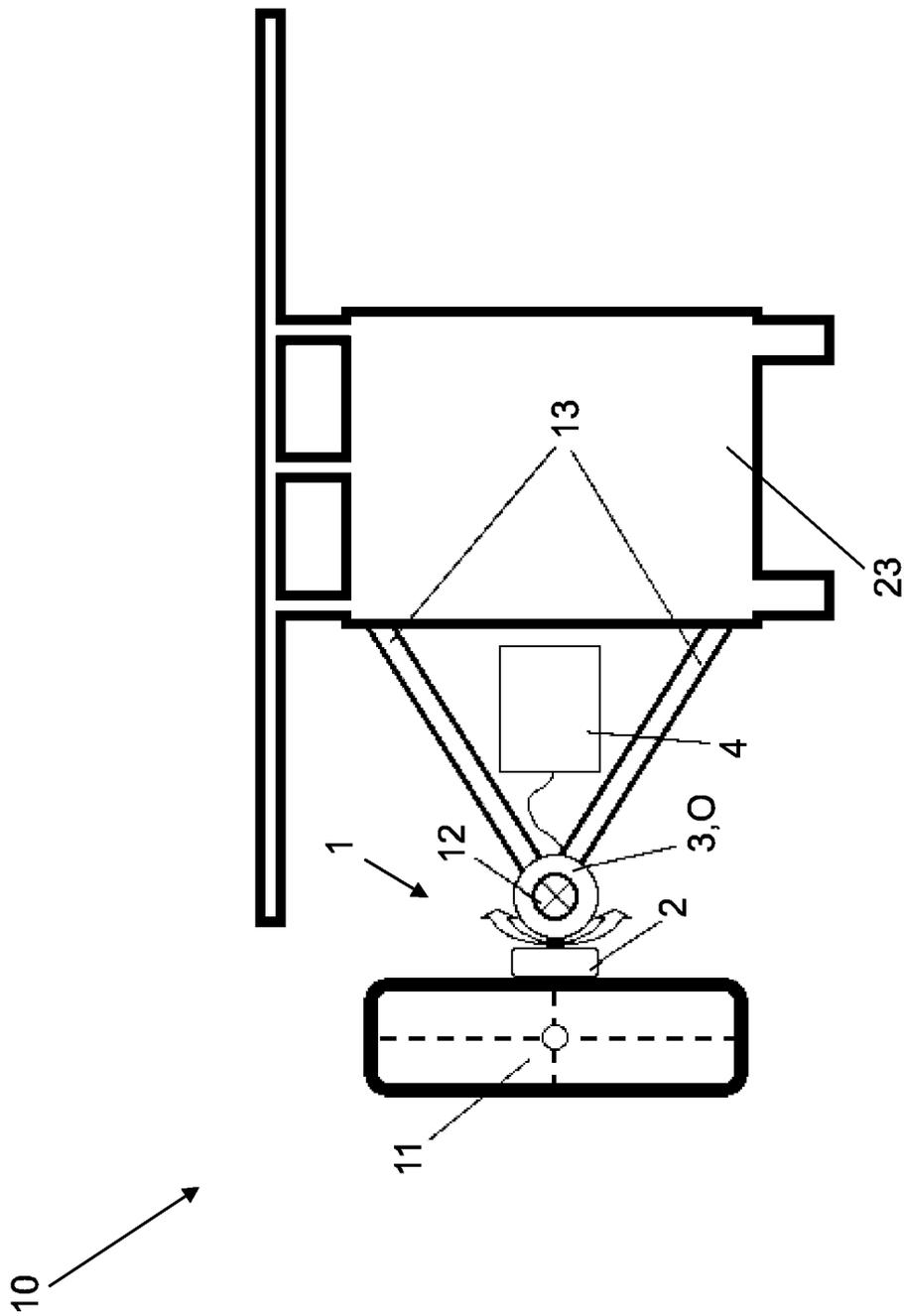


Fig. 1

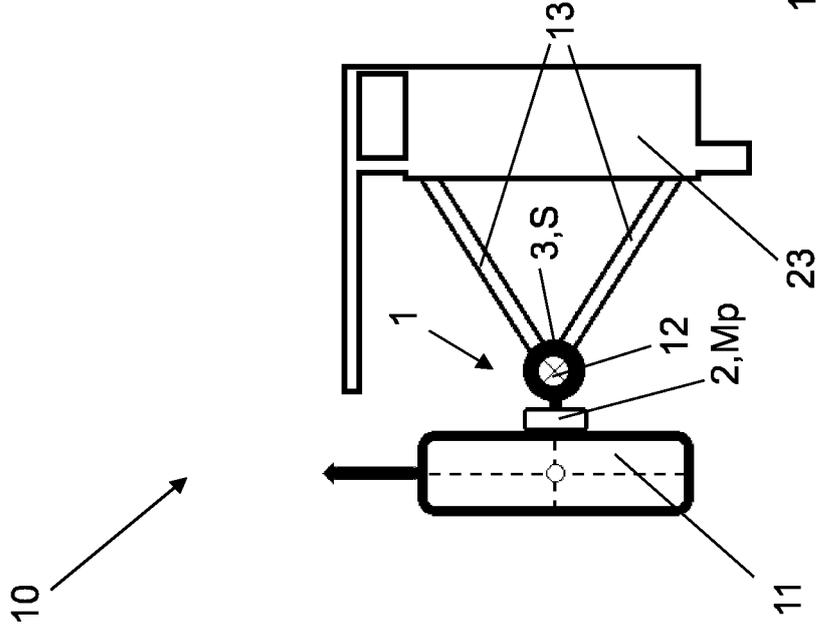


Fig. 2

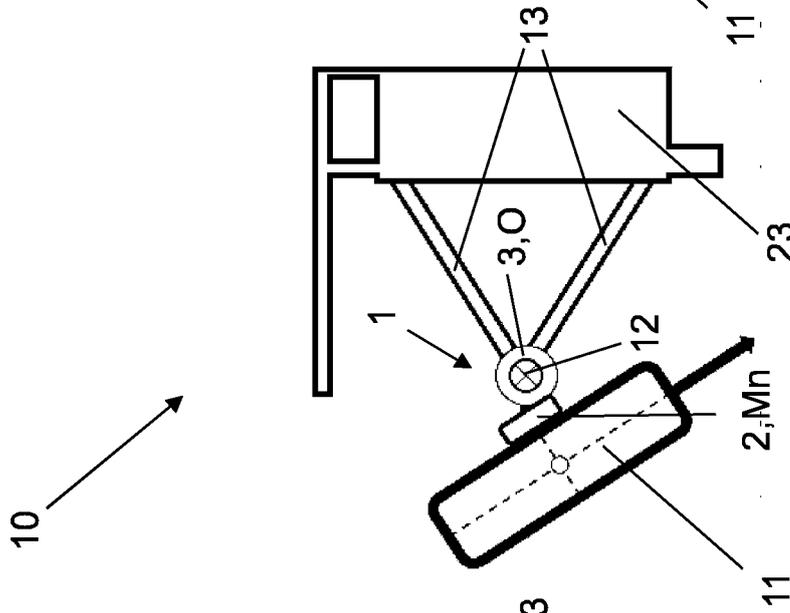


Fig. 3

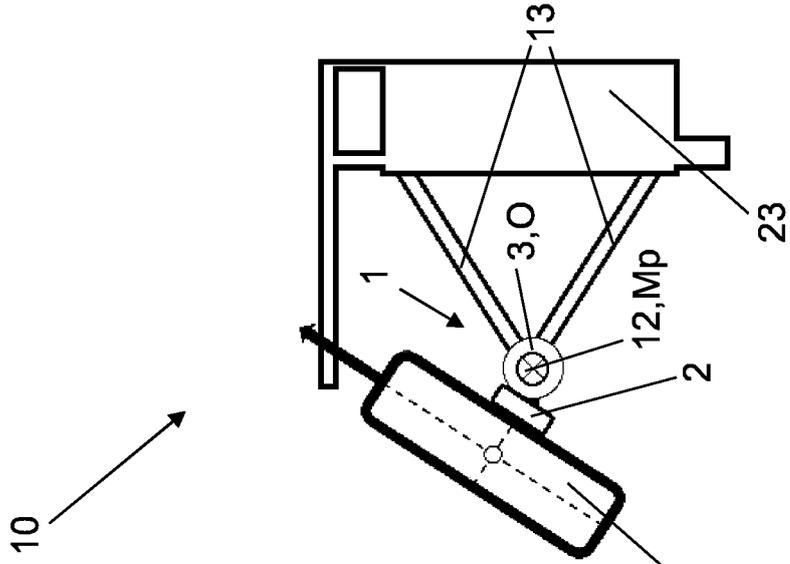


Fig. 4

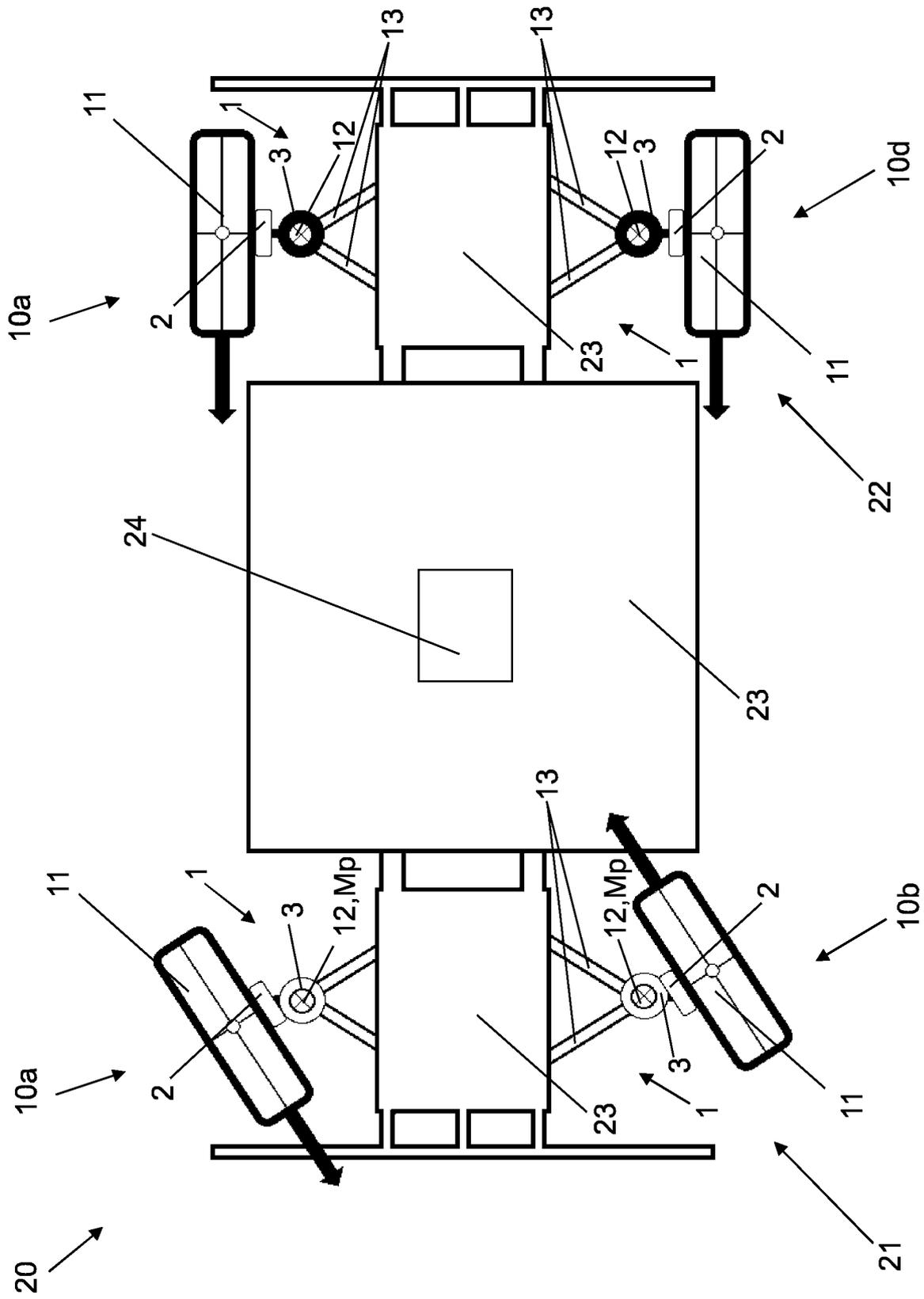


Fig. 5

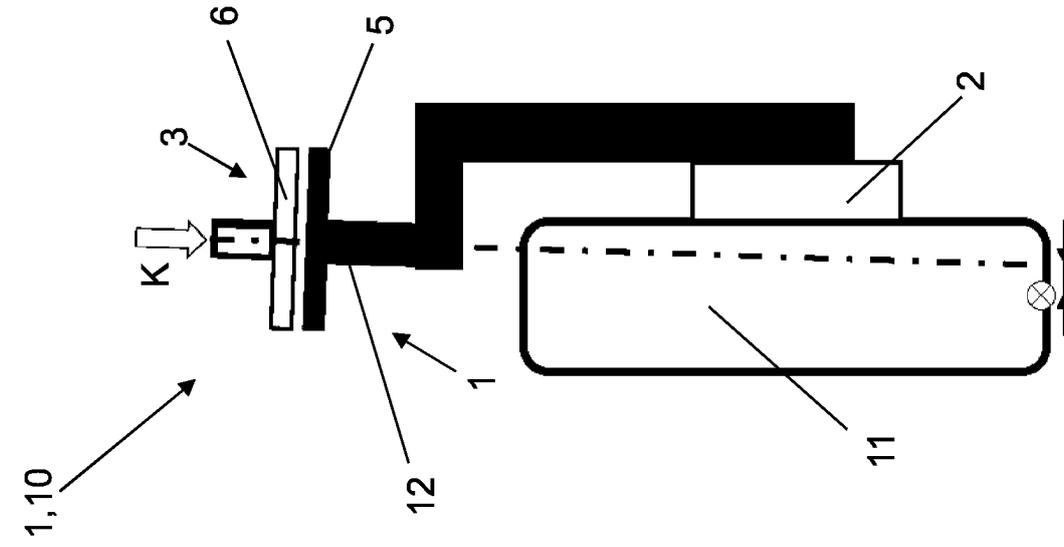


Fig. 6c

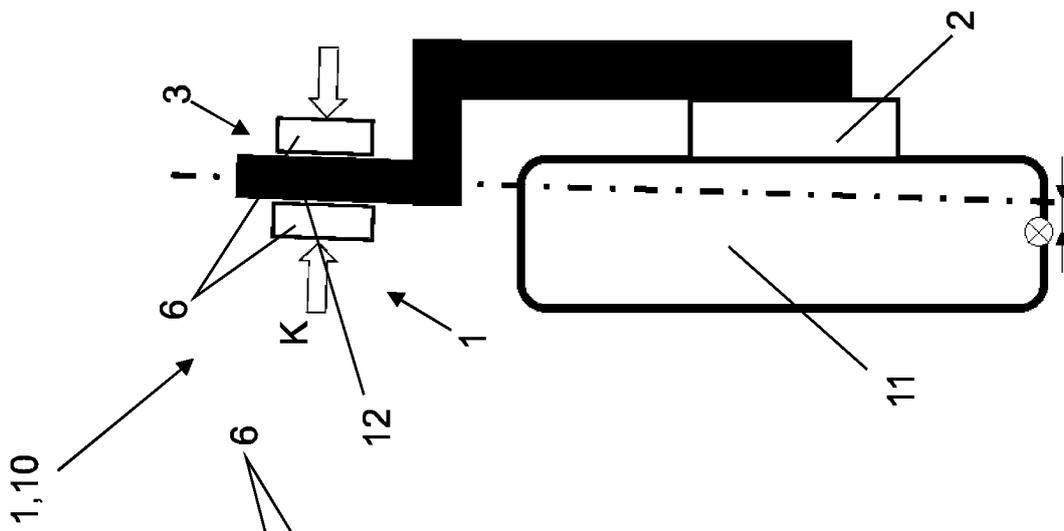


Fig. 6b

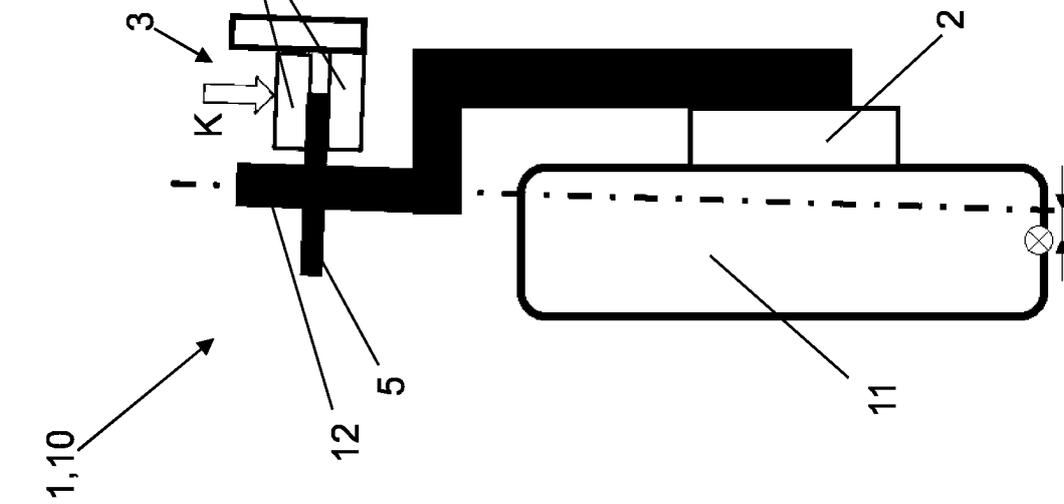


Fig. 6a

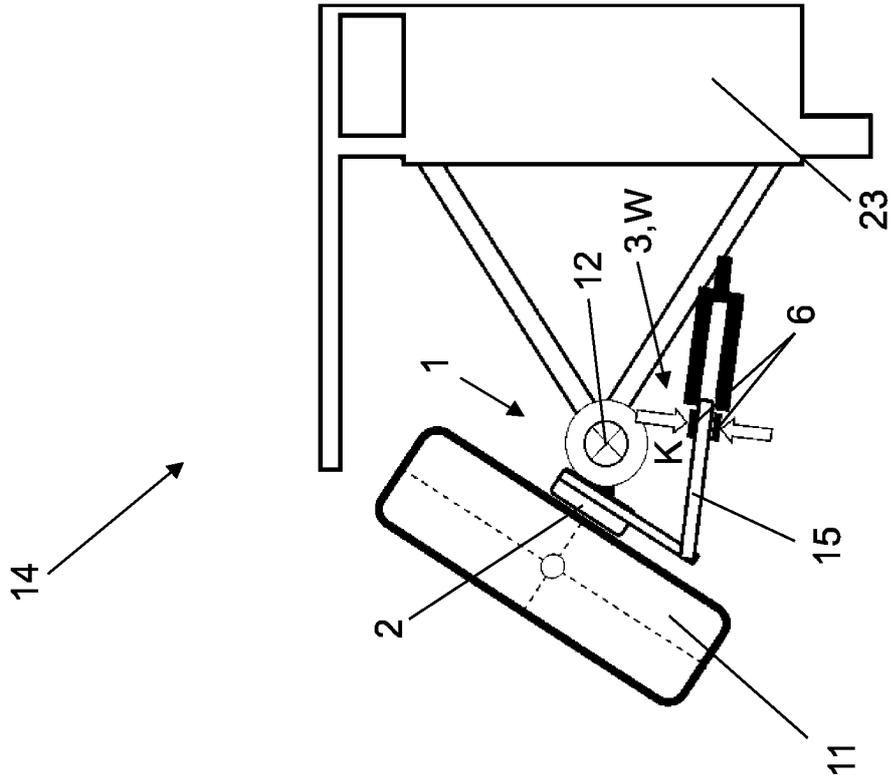


Fig. 7a

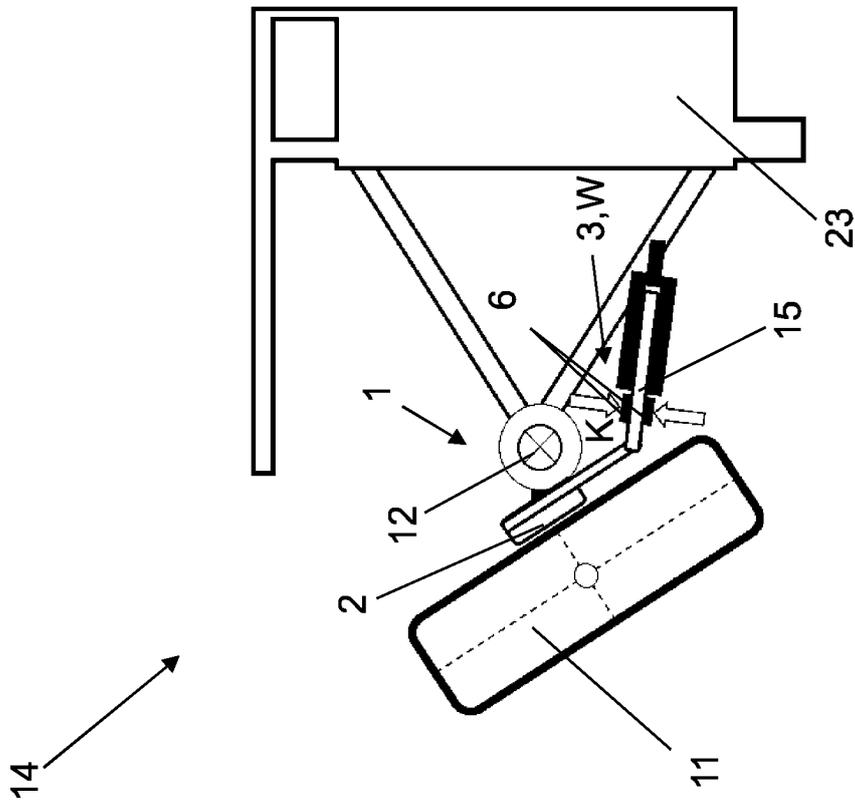


Fig. 7b