



(10) **DE 10 2019 104 392 B4** 2020.12.03

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 104 392.1**  
(22) Anmeldetag: **21.02.2019**  
(43) Offenlegungstag: **27.08.2020**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **03.12.2020**

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

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

(73) Patentinhaber:  
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074  
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:  
**Seiffer, Alexander, 76131 Karlsruhe, DE;  
Kautzmann, Philipp, 76131 Karlsruhe, DE**

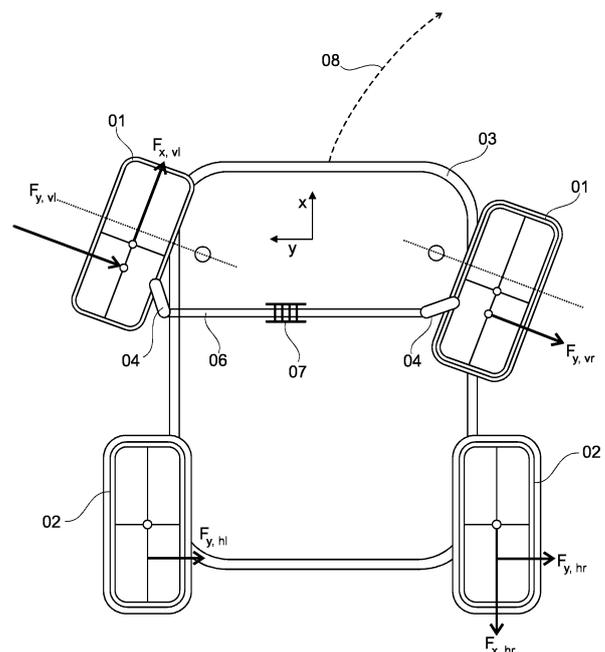
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 011 883	A1
DE	10 2014 200 608	A1
DE	10 2016 210 126	A1
DE	10 2016 215 793	A1
DE	10 2016 223 360	A1

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeug mit angetriebenen Rädern auf mehreren Achsen und Verfahren zu dessen Steuerung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeuges (03), wobei das Kraftfahrzeug (03) mehrere Räder (01, 02) umfasst, wobei zwei der Räder (01) auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind, wobei mindestens eines der Räder (02) auf einer nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordnet ist und durch einen Radantrieb antreibbar ist; und wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Erkennen einer mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01), wobei ein anderer der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01) weiterhin funktionsfähig ist;
- Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionsfähigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01), um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in eine vorgegebene Richtung (08) zu lenken; und
- Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (02), um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (03) zumindest teilweise zu bewirken.



### Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeuges, welches mehrere Räder umfasst. Zwei der Räder sind auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar. Mindestens eines der Räder ist auf einer nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet und durch einen Radantrieb antreibbar. Im Weiteren betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug der genannten Art.

**[0002]** Die DE 10 2016 210 126 A1 zeigt ein Verfahren zum Steuern eines Fahrzeugs. Das Fahrzeug weist mindestens eine gelenkte Achse mit angetriebenen Rädern auf, wobei die angetriebenen Räder über einen radselektiven Antrieb angetrieben werden. Das Fahrzeug weist weiterhin ein Lenksystem mit einer Lenkkrafteinrichtung sowie ein erstes Lenkkraftmodul zum Ansteuern der Lenkkrafteinrichtung und ein zweites Lenkkraftmodul zum Ansteuern des radselektiven Antriebs auf. Ein Aktormodul dient zum Ansteuern des ersten und des zweiten Lenkkraftmoduls, wobei diese so angesteuert werden, dass ein Zwischenabschnitt des Lenksystems zwischen der Lenkkrafteinrichtung und den angetriebenen Rädern elastisch verspannt wird. Das Aktormodul bildet eine Steuereinrichtung für die Stärke der elastischen Verspannung als eine Stellgröße.

**[0003]** Aus der DE 10 2016 223 360 A1 ist eine Antriebsanordnung für ein Fahrzeug bekannt, welche ein Fahrgestell und eine gelenkte Antriebsachse mit zwei Radeinheiten umfasst. Jede der Radeinheiten weist ein Rad, eine Radaufhängung zum Schwenken des Rades um eine Lenkachse und einen außenliegenden Antriebsmotor mit einem Rotor und einem Stator auf. Der Rotor ist mit dem Rad verbunden, während der Stator über die Radaufhängung abgestützt ist. Der Stator ist in der Radaufhängung drehbar abgestützt. Der Stator ist an einem Fahrgestell drehsteif abgestützt.

**[0004]** Die DE 10 2016 215 793 A1 zeigt ein Fahrzeug mit einer Lenkachse und mit einer Lenkeinrichtung zum Lenken der Lenkachse. Über die Lenkeinrichtung ist ein Lenkradwinkel eingebbar, welcher zu einem Einschlagwinkel von Rädern der Lenkachse führt. Ein Quotient von Lenkradwinkel zu Einschlagwinkel definiert eine Lenkübersetzung. Das Fahrzeug umfasst einen ersten Antrieb, der eine radselektive Verteilung eines ersten Antriebsmoments auf die Räder der Lenkachse ermöglicht. Das Fahrzeug umfasst weiterhin eine Antriebsachse und einen zweiten Antrieb, welcher eine radselektive Verteilung eines zweiten Antriebsmoments auf Räder der Antriebsachse ermöglicht. Eine Steuereinrichtung dient zur Aufnahme von Eingangsgrößen, welche als fahrdynamische Größen des Fahrzeugs ausgebildet sind.

Die fahrdynamischen Größen ermöglichen eine Ermittlung einer Änderung der Lenkübersetzung. Die Steuereinrichtung gibt als eine Ausgangsgröße eine Stellinformation zur Verteilung des Antriebsdrehmoments des zweiten Antriebs aus, um die Änderung zu verkleinern oder vollständig zu kompensieren oder einem Sollwert nachzuführen.

**[0005]** Die DE 10 2013 011 883 A1 lehrt ein Verfahren zum Betrieb einer Lenkung in einem zweispurigen Kraftfahrzeug mit einer zwei lenkbare Räder aufweisenden lenkbaren Achse und mit einem Fahrzeugantrieb, dessen Antriebsmoment in Abhängigkeit von einer Antriebssteuerung als Radantriebsmomente auf die lenkbaren Räder verteilbar ist. Ein Lenkraddrehwinkel und ein Ist-Lenkwinkel eines der lenkbaren Räder werden in Form von elektronischen Eingangssignalen für eine elektronische Lenkungssteuereinheit (ECU) zur Verfügung gestellt. Der Lenkraddrehwinkel wird ausgewertet und ein Soll-Lenkwinkel wird aus dem Lenkraddrehwinkel berechnet. Eine Differenz nach Betrag und Richtung zwischen dem Ist-Lenkwinkel und dem Soll-Lenkwinkel wird berechnet. Ein Steuerungssignal von der Lenkungssteuereinheit wird an die Antriebssteuereinheit ausgegeben. Die Radantriebsmomente werden als ein linkes Radantriebsmoment und ein rechtes Radantriebsmoment auf die lenkbaren Räder derart verteilt, dass eine Verringerung der Differenz zwischen dem Ist-Lenkwinkel und dem Soll-Lenkwinkel erfolgt.

**[0006]** Aus der DE 10 2014 200 608 A1 ist ein Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeuges bekannt, wobei das Kraftfahrzeug mehrere Räder umfasst. Dabei sind zwei Räder auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar, wobei mindestens eines der Räder auf einer nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet ist und durch einen Radantrieb antreibbar ist. Das Verfahren umfasst dabei folgende Schritte. Erkennen einer mangelhaften Funktion einer Servolenkung folglich erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit einem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion der Servolenkung, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in eine vorgegebene Richtung zu lenken. Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zumindest teilweise zu bewirken

**[0007]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht ausgehend vom Stand der Technik darin, die Steuerung eines Kraftfahrzeuges mit selektiv antreibbaren Rädern zu verbessern.

**[0008]** Die genannte Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß dem beigefügten Anspruch 1 und durch ein Kraftfahrzeug gemäß dem beigefügten nebengeordneten Anspruch 10. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Steuern eines Kraftfahrzeuges, insbesondere zum Lenken während eines Fehlerfalles. Das Kraftfahrzeug kann beispielsweise durch ein Automobil oder durch eine Logistikplattform oder durch einen Aufsitzrasenmäher gebildet sein. Das mindestens zweispurige Kraftfahrzeug umfasst mehrere Räder. Das mindestens zweispurige Kraftfahrzeug umfasst bevorzugt mindestens drei und weiter bevorzugt mindestens vier Räder. Mindestens zwei der Räder sind auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar. Mindestens eines der Räder ist auf einer nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet und durch einen Radantrieb antreibbar, welcher durch einen Einzelradantrieb für dieses Rad oder durch einen gemeinsamen Antrieb für beide Räder auf der nicht lenkbaren Achse gebildet sein kann. Bevorzugt sind beide Räder auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar. Bevorzugt sind alle Räder des Kraftfahrzeuges jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar. Die Einzelradantriebe und der Radantrieb sind bevorzugt durch Radnabenantriebe oder radnahe Antriebe gebildet, bei denen es sich bevorzugt um Elektromotoren handelt. Die Einzelradantriebe sind dazu ausgebildet, Antriebsmomente und Bremsmomente zu erzeugen, welche auf das jeweilige Rad wirken. Die Bremsmomente können elektromotorisch oder auch durch eine Friktion erzeugt werden.

**[0010]** Die Räder auf der lenkbaren Achse sind bevorzugt durch ein Lenksystem miteinander gekoppelt, wobei die Räder bevorzugt Lenkwinkel aufweisen, welche in einem vorgegebenen Verhältnis stehen, welches sich abhängig von den Lenkwinkeln ändert. Das Lenksystem umfasst bevorzugt zwei Lenkhebel an den beiden Rädern bzw. an Aufhängungen der Räder, wobei die Lenkhebel durch eine Stange, insbesondere durch eine Lenkstange oder eine Zahnstange miteinander verbunden sind.

**[0011]** Das Lenken des Kraftfahrzeuges erfolgt in einem fehlerfreien Zustand des Kraftfahrzeuges bevorzugt dadurch, dass mit den Einzelradantrieben der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder Antriebs- und/oder Bremsmomente auf diese Räder übertragen werden, welche die Räder in eine vorgegebene Richtung lenken. Die Lenkfunktion erfolgt somit vollständig durch eine entsprechende Aufteilung von Antriebs- und/oder Bremsmomenten auf die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder. Daher umfasst das Kraftfahrzeug bevorzugt keinen Lenkaktor und auch keine mechanische Kopplung zwischen

einem Lenkrad und den Rädern. Entsprechend ist das Kraftfahrzeug bevorzugt für eine Steer-by-Wire-Lenkung oder für eine autonome Steuerung ausgebildet.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist für den Fall vorgesehen, dass einer der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Räder eine mangelhafte Funktion aufweist. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn dieser Einzelradantrieb vollständig ausgefallen ist oder nur ein reduziertes Antriebsmoment bzw. Bremsmoment erzeugen kann. In diesem Falle ist die Funktion der Lenkung nicht mehr gegeben, da die die Lenkfunktion bewirkende Differenz der Antriebs- bzw. Bremsmomente und die die Längsführung bewirkende Summe der Antriebs- bzw. Bremsmomente nicht mehr vollständig unabhängig voneinander regelbar sind.

**[0013]** In einem Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die mangelhafte Funktion eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Räder erkannt. Diese kann beispielsweise dadurch erkannt werden, dass sich das Kraftfahrzeug infolge der mangelhaften Funktion nicht in eine vorgegebene Richtung bewegt. Diese vorgegebene Richtung wird beispielsweise durch die Stellung eines Lenkrades bestimmt, welches durch einen Fahrer des Kraftfahrzeuges bedient wird. Diese Richtung kann aber auch durch ein autonomes Fahrsystem bestimmt werden.

**[0014]** Ist eine mangelhafte Funktion eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Räder erkannt worden, so verbleibt ein anderer der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder weiterhin als funktionstüchtig. Dieser Einzelradantrieb ist funktionstüchtig, wenn er weiterhin angesteuert werden kann, um ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment zu erzeugen. Im Übrigen kann die Funktion dieses Einzelradantriebes eingeschränkt sein.

**[0015]** Im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Räder wird mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment erzeugt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken; d. h. um eine gewünschte Lenkbewegung zu bewirken. Das Antriebsmoment bzw. das Bremsmoment wirkt auf das entsprechende Rad, wodurch die Spuren des Kraftfahrzeuges ungleichmäßig angetrieben werden und ein Moment in einer vertikalen Achse erzeugt wird, welches die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder auslenkt. Es wird ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment in Abhängigkeit davon gewählt, auf welcher Seite sich der funktionstüch-

tige Einzelradantrieb befindet und ob das Kraftfahrzeug nach rechts oder links gelenkt werden soll. Befindet sich der funktionstüchtige Einzelradantrieb beispielsweise auf der linken Seite des Kraftfahrzeuges und soll das Kraftfahrzeug nach rechts gelenkt werden, so wird der funktionstüchtige Einzelradantrieb so angesteuert, dass er ein Antriebsmoment erzeugt.

**[0016]** Weiterhin wird ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zumindest teilweise zu bewirken. Es wird ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment in Abhängigkeit davon gewählt, ob das Kraftfahrzeug beschleunigt oder abgebremst werden soll, d. h. welche Geschwindigkeit in Längsrichtung erzielt werden soll. Die Längsbewegung wird beispielsweise durch ein Gaspedal bzw. Fahrpedal und ein Bremspedal bestimmt, welche durch einen Fahrer des Kraftfahrzeuges bedient werden. Die Längsbewegung kann aber auch durch ein autonomes Fahrsystem bestimmt werden. Im Ergebnis fährt das Kraftfahrzeug in die vorgegebene Richtung, obwohl einer der Einzelradantriebe eine mangelhafte Funktion aufweist.

**[0017]** Das Erzeugen des Antriebsmomentes bzw. des Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades und das Erzeugen des Antriebsmomentes bzw. des Bremsmomentes mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erfolgen bevorzugt gleichzeitig.

**[0018]** Bevorzugt wird ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges vollständig zu bewirken.

**[0019]** Ist der Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades durch einen Einzelradantrieb gebildet und sind beide der auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Räder jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar, wird bevorzugt jeweils ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment mit den Einzelradantrieben beider der auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Räder erzeugt, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zumindest teilweise oder bevorzugt vollständig zu bewirken.

**[0020]** Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die Lenkfunktion des Kraftfahrzeuges auch bei Ausfall eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraft-

fahrzeuges angeordneten Räder gewährleistet werden kann, wodurch die Fahrsicherheit erhöht ist.

**[0021]** Bei bevorzugten Ausführungsformen erfolgen das Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades und das Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades ergänzend auch dazu, um ein vorgegebenes Giermoment zumindest teilweise auf das Kraftfahrzeug zu bewirken.

**[0022]** Abhängig von der Seite des eine mangelhafte Funktion aufweisenden Einzelradantriebes sowie von der vorgegebenen Richtung und von der vorgegebenen Längsbewegung kann es dazu kommen, dass das Antriebsmoment bzw. Bremsmoment, welches mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, der vorgegebenen Längsbewegung zuträglich oder abträglich ist. Daher können verschiedene Fälle auftreten. In einem Fall wird jeweils ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades und mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt. In einem weiteren Fall wird jeweils ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades und mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt. In einem weiteren Fall wird ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt, wohingegen ein Bremsmoment mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt wird. In einem weiteren Fall wird ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt, wohingegen ein Antriebsmoment mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades erzeugt wird.

**[0023]** Das Kraftfahrzeug umfasst bevorzugt weiterhin eine steuerbare Bremsvorrichtung zum Bremsen einer Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder. Die Lenkbewegung kann durch die Bremsvorrichtung abgebremst und blockiert werden. Ist die Bremsvorrichtung nicht betätigt, so ist die Lenkbewegung bevorzugt frei, sodass die Räder durch die auf die Räder wirkenden Antriebs- und Bremsmomente gelenkt werden. Die Lenkbewegung ist insoweit frei, dass sie nicht durch einen Lenkak-

tor oder durch eine mechanische Kopplung mit einem Lenkrad bewirkt oder begrenzt wird. Die steuerbare Bremsvorrichtung erzeugt nicht aktiv ein Lenkmoment bzw. eine Lenkbewegung. Die steuerbare Bremsvorrichtung kann nur passiv eine anderweitig bewirkte Lenkbewegung bremsen bzw. blockieren.

**[0024]** Sobald die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder durch das Erzeugen eines Antriebsmomentes bzw. eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades in die vorgegebene Richtung gelenkt wurden, erfolgt bevorzugt ein Ansteuern der Bremsvorrichtung zum Verhindern einer weiteren Lenkbewegung. Somit wird der Lenkwinkel fixiert, sobald die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung gelenkt sind. Im Ergebnis sind die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung gelenkt, obwohl einer der Einzelradantriebe eine mangelhafte Funktion aufweist.

**[0025]** Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassen einen weiteren Schritt, welcher ausgeführt wird, sobald die Bremsvorrichtung angesteuert wurde, um einer weiteren Lenkbewegung zu verhindern; d. h. sobald der Lenkwinkel fixiert wurde. In diesem weiteren Schritt erfolgt ein Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades, um in Ergänzung zu dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zumindest teilweise oder bevorzugt vollständig zu bewirken.

**[0026]** Weitere bevorzugte Ausführungsformen umfassen einen Schritt, in welchem ein Ansteuern der Bremsvorrichtung erfolgt, um die Lenkbewegung teilweise abzubremsen, aber nicht zu verhindern, während das Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe erfolgt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken. Diese Ausführungsformen sind bevorzugt, wenn das für die Längsbewegung erforderliche Moment höher ist als das zum Lenken notwendige Moment ist.

**[0027]** Die steuerbare Bremsvorrichtung ist bevorzugt dafür ausgebildet, ein Blockieren der Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder zu bewirken. Bei einfachen bevorzugten Ausführungsformen gibt die steuerbare Bremsvorrichtung im unbetätigten Zustand die Lenkbewegung vollständig frei, während sie im betätigten Zustand die Lenkbewegung vollständig blockiert. Bei weiteren

bevorzugten Ausführungsformen bewirkt die steuerbare Bremsvorrichtung eine variierbare Bremskraft oder ein variierbares Bremsmoment zum Bremsen der Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder. Die variierbare Bremskraft bzw. das variierbare Bremsmoment stellt eine Kompensationskraft bzw. ein Kompensationsmoment zu den auf die auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Räder wirkenden Kräften und/oder Momenten dar.

**[0028]** Umfasst das Lenksystem eine Stange, insbesondere eine Lenkstange oder Zahnstange, so wirkt die steuerbare Bremsvorrichtung zum Bremsen einer Lenkbewegung bevorzugt auf diese verschiebbare Stange, welche eine Lenkbewegung auf die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder überträgt. Somit bremst die steuerbare Bremsvorrichtung eine Verschiebung dieser Stange.

**[0029]** Umfasst das Lenksystem beispielsweise rotierbare Komponenten zum Ändern des Lenkwinkels, so bewirkt die steuerbare Bremsvorrichtung zum Bremsen einer Lenkbewegung bevorzugt ein Bremsmoment, um eine Lenkdrehung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder zu bremsen.

**[0030]** In einem Fall, in welchem der die mangelhafte Funktion aufweisende Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades nicht vollständig ausgefallen ist, sondern eine eingeschränkte Funktion aufweist, d. h. ein reduziertes Antriebsmoment bzw. Bremsmoment erzeugen kann, so wird dieser bevorzugt auch genutzt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, und auch bevorzugt um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken. Da das reduzierte Antriebsmoment bzw. Bremsmoment so gering sein kann, dass die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder nicht vollständig in die vorgegebene Richtung gelenkt werden können, werden die oben genannten Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführt.

**[0031]** Es kann ein Fall auftreten, in welchem die mangelhafte Funktion des Einzelradantriebes des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades dazu führt, dass dieser ein Schleppmoment erzeugt, welches der Lenkdrehrichtung entgegenwirkt. In diesem Fall ist von dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordneten Rades ein entsprechend größeres Antriebsmoment bzw. Bremsmoment zu erzeugen.

**[0032]** Die steuerbare Bremsvorrichtung wirkt bevorzugt elektromagnetisch, magnetisch oder hydraulisch. Es kann sich beispielsweise um eine Friktionsbremse oder um eine magnetische Bremse handeln.

**[0033]** Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug umfasst mehrere Räder, wobei zwei der Räder auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind. Mindestens eines der Räder ist auf einer nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet ist und durch einen Radantrieb antreibbar. Das Kraftfahrzeug umfasst zudem eine Steuereinheit zum Steuern der Einzelradantriebe und des Radantriebes. Die Steuereinheit ist zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens konfiguriert. Die Steuereinheit ist bevorzugt zur Ausführung einer der beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens konfiguriert. Die Steuereinheit dient bevorzugt auch zum Steuern der Bremsvorrichtung. Im Übrigen weist das Kraftfahrzeug bevorzugt auch Merkmale auf, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren angegeben sind.

**[0034]** Weitere Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

**[0035]** Die einzige Fig. zeigt eine schematische Darstellung von zwei vorderen Rädern **01** auf einer lenkbaren Achse und zwei hinteren Rädern **02** auf einer nicht lenkbaren Achse eines Kraftfahrzeuges **03** während eines Schrittes einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Die zwei vorderen Räder **01** auf der lenkbaren Achse und die zwei hinteren Räder **02** auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges **03** sind jeweils durch einen Einzelradantrieb (nicht dargestellt) antreibbar. Die Lenkbewegung der vorderen Räder **01** ist über Lenkhebel **04** und eine Lenkstange **06** miteinander gekoppelt. Das Kraftfahrzeug **03** umfasst eine steuerbare Bremsvorrichtung **07** zum Bremsen einer Lenkbewegung der vorderen Räder **01**. Die steuerbare Bremsvorrichtung **07** wirkt auf die Lenkstange **06** und kann eine Verschiebung der Lenkstange **06** in die y-Richtung blockieren.

**[0036]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist für den Fall vorgesehen, wenn einer der Einzelradantriebe (nicht dargestellt) der vorderen Räder **01** auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges **03** eine mangelhafte Funktion aufweist. In dem gezeigten Beispiel ist der Einzelradantrieb (nicht dargestellt) des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges **03** rechts angeordneten vorderen Rades **01** ausgefallen, sodass das rechte vordere Rad **01** nicht angetrieben werden kann.

**[0037]** In dem gezeigten Beispiel wird mit dem Einzelradantrieb (nicht dargestellt) des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges **03** links angeordneten vorderen Rades **01** ein Antriebsmoment erzeugt,

um die vorderen Räder **01** in eine gewünschte Richtung **08** zu lenken. Entsprechend wirkt eine Kraft  $F_{x,vl}$  am linken vorderen Rad **01**. In die y-Richtung wirken eine Kraft  $F_{y,vl}$  am linken vorderen Rad **01** und eine Kraft  $F_{y,vr}$  am rechten vorderen Rad **01**.

**[0038]** In dem gezeigten Beispiel wird mit dem Einzelradantrieb (nicht dargestellt) des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges **03** rechts angeordneten hinteren Rades **02** ein Bremsmoment erzeugt, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges **03** zu bewirken. Entsprechend wirkt eine Kraft  $F_{x,hr}$  am rechten hinteren Rad **02**. In die y-Richtung wirken eine Kraft  $F_{y,hl}$  am linken hinteren Rad **02** und eine Kraft  $F_{y,hr}$  am rechten hinteren Rad **02**.

#### Bezugszeichenliste

<b>01</b>	vorderes Rad
<b>02</b>	hinteres Rad
<b>03</b>	Kraftfahrzeug
<b>04</b>	Lenkhebel
<b>05</b>	-
<b>06</b>	Lenkstange
<b>07</b>	steuerbare Bremsvorrichtung
<b>08</b>	Richtung

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeuges (03), wobei das Kraftfahrzeug (03) mehrere Räder (01, 02) umfasst, wobei zwei der Räder (01) auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind, wobei mindestens eines der Räder (02) auf einer nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordnet ist und durch einen Radantrieb antreibbar ist; und wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Erkennen einer mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01), wobei ein anderer der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01) weiterhin funktionstüchtig ist;
- Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01), um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in eine vorgegebene Richtung (08) zu lenken; und
- Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03)

angeordneten Rades (02), um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (03) zumindest teilweise zu bewirken.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) und das Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (02) ergänzend auch dazu erfolgen, um ein vorgegebenes Giermoment zumindest teilweise auf das Kraftfahrzeug (03) zu bewirken.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass:

- jeweils ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) und mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (02) erzeugt wird; oder dass
- jeweils ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) und mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (02) erzeugt wird; oder dass
- ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) erzeugt wird, wobei ein Bremsmoment mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (02) erzeugt wird; oder dass
- ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) erzeugt wird, wobei ein Antriebsmoment mit dem Radantrieb des auf der nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (02) erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftfahrzeug (03) weiterhin eine steuerbare Bremsvorrichtung (07) zum Bremsen einer Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01) aufweist, wobei das Verfahren folgenden weiteren Schritt umfasst:

- Ansteuern der Bremsvorrichtung (07) zum Verhindern einer weiteren Lenkbewegung, sobald die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene Richtung (08) gelenkt wurden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass, sobald die Bremsvorrichtung (07) angesteuert wurde, um einer weiteren Lenkbewegung zu verhindern, ein Antriebsmoment oder ein Brems-

moment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb des auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Rades (01) erzeugt wird, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (03) zumindest teilweise zu bewirken.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (07) ein Blockieren der Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01) bewirkt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (07) eine variierbare Bremskraft oder ein variierbares Bremsmoment zum Bremsen der Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01) bewirkt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (07) zum Bremsen einer Lenkbewegung auf eine verschiebbare Stange (06) wirkt, welche eine Lenkbewegung auf die auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01) überträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (07) zum Bremsen einer Lenkbewegung ein Bremsmoment bewirkt, um eine Lenkdrehung der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordneten Räder (01) zu bremsen.

10. Kraftfahrzeug (03) mit mehreren Rädern (01, 02), wobei zwei der Räder (01) auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind, wobei mindestens eines der Räder (02) auf einer nicht lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (03) angeordnet ist und durch einen Radantrieb antreibbar ist, und wobei das Kraftfahrzeug (03) weiterhin eine Steuereinheit zum Steuern der Einzelradantriebe und des Radantriebes umfasst, welche zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 konfiguriert ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

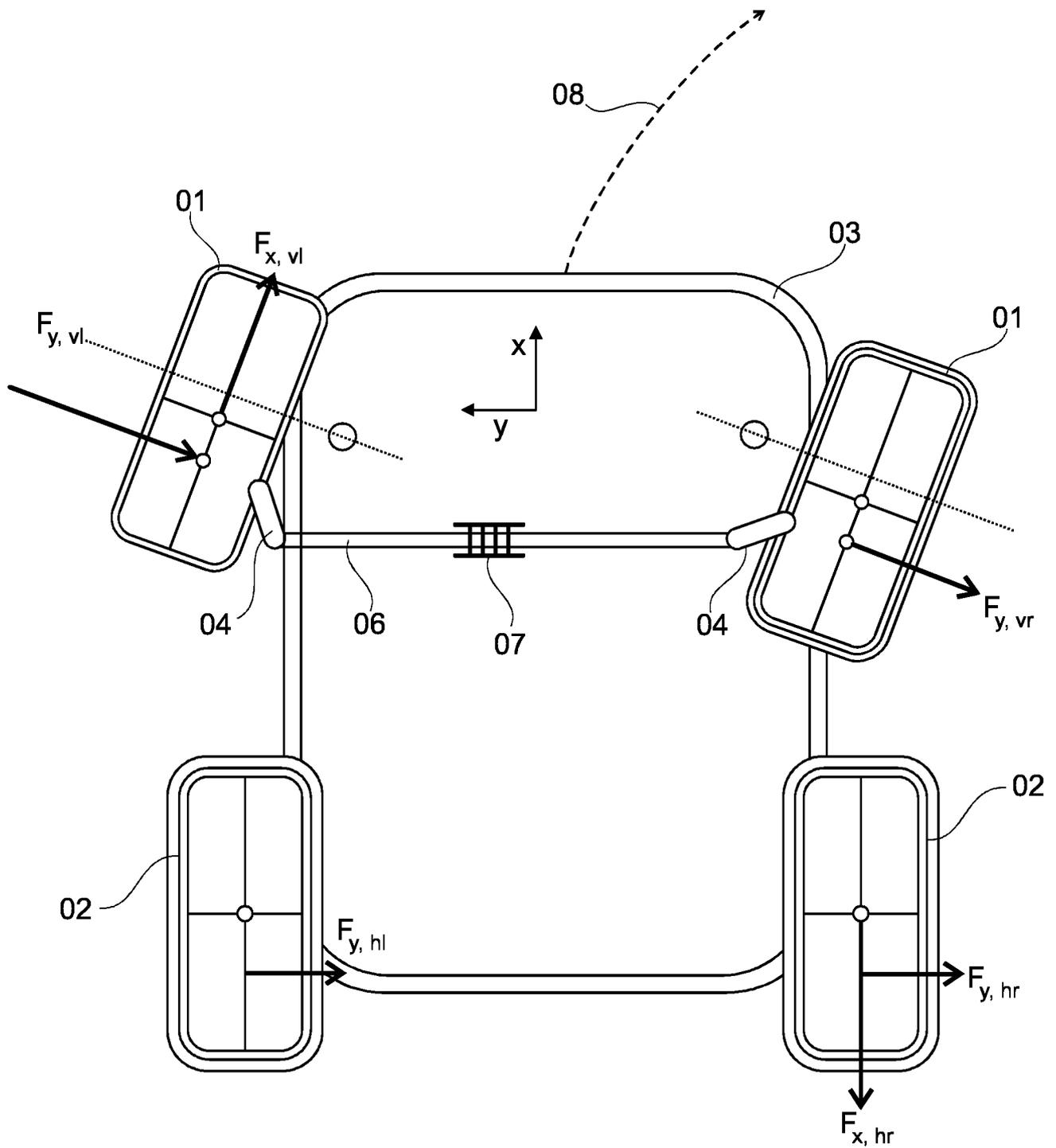


Fig.