



(10) **DE 10 2019 104 391 A1** 2020.08.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 104 391.3**

(22) Anmeldetag: **21.02.2019**

(43) Offenlegungstag: **27.08.2020**

(51) Int Cl.: **B60W 30/045** (2012.01)

**B60W 30/02** (2012.01)

**B60W 10/08** (2006.01)

**B60W 10/18** (2012.01)

**B60W 10/20** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**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:

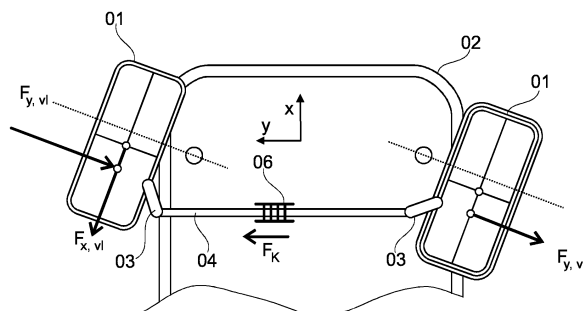
DE	10 2013 011 883	A1
DE	10 2014 004 231	A1
DE	10 2016 006 466	A1
DE	10 2016 007 445	A1
DE	60 2004 005 009	T2
EP	1 886 901	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeug und Verfahren zu dessen Steuerung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeuges (02); insbesondere zum Lenken während eines Fehlerfalles. Das Kraftfahrzeug (02) umfasst mehrere Räder (01), wobei zwei der Räder (01) auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (02) angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind. Das Kraftfahrzeug (02) umfasst weiterhin eine steuerbare Bremsvorrichtung (06) zum Bremsen einer Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01). In einem Schritt des Verfahrens erfolgt ein Erkennen einer mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe, wobei ein anderer der Einzelradantriebe weiterhin funktionstüchtig ist. Im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion wird ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in eine vorgegebene Richtung (07) zu lenken. Erfindungsgemäß erfolgt ein Ansteuern der Bremsvorrichtung (06) zum Verhindern einer weiteren Lenkbewegung, sobald die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene Richtung (07) gelenkt wurden. Im Weiteren betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug (02) der genannten Art.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeuges, welches mehrere Räder umfasst, wobei zwei der Räder auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind. 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 Antriebsteuerung 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]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht ausgehend vom Stand der Technik darin, die Steuerung eines Kraftfahrzeuges mit selektiv antreibbaren Rädern zu verbessern.

**[0007]** Die genannte Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß dem beigefügten Anspruch 1 und durch ein Kraftfahrzeug gemäß dem beigefügten nebengeordneten Anspruch 10.

**[0008]** 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 vier Räder. Mindestens zwei der Räder sind auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges angeordnet und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar. Die weiteren Räder des Kraftfahrzeuges, insbesondere die nicht lenkbaren Räder, sind bevorzugt nicht antreibbar. Die Einzelradantriebe 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.

**[0009]** 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.

**[0010]** 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.

**[0011]** Das Kraftfahrzeug umfasst 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 Lenkaktor 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.

**[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 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 erkannt worden, so verbleibt ein anderer der Einzelradantriebe der auf der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges 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 wird mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb 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 funktionstüchtige 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]** Sobald die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder durch das Erzeugen eines Antriebsmomentes bzw. eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb in die vorgegebene Richtung gelenkt wurden, erfolgt 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.

**[0017]** Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die Lenkfunktion des Kraftfahrzeuges auch bei Ausfall eines der Einzelradantriebe gewährleistet werden kann, wodurch die Fahrsicherheit erhöht ist.

**[0018]** 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 Schritt erfolgt ein Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zumindest teilweise oder bevorzugt vollständig zu bewirken. 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.

**[0019]** 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 erzeugt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken und um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken. In einem weiteren Fall wird jeweils ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken und um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken. In einem weiteren Fall wird ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, wohingegen ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken. In einem weiteren Fall wird ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, wohingegen ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um

die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken.

**[0020]** Bei einfachen bevorzugten Ausführungsformen wird zunächst ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt, ausschließlich um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, bis diese Räder in die vorgegebene Richtung gelenkt sind. Anschließend wird die Bremsvorrichtung zum Verhindern einer weiteren Lenkbewegung angesteuert und es erfolgt ein Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb, um ausschließlich eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken.

**[0021]** Bei alternativ bevorzugten Ausführungsformen erfolgen die Lenkwinkeländerung und die vorgegebene Längsbewegung in einen dynamischen Wechsel. Hierzu wird der Schritt des Erzeugens eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, in Teilschritten ausgeführt. Jeweils nach Ausführung eines dieser Teilschritte wird ein Teilschritt eines weiteren Schrittes ausgeführt, bei welchem ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges teilweise zu bewirken, währenddessen ein zwischenzeitliches Ansteuern der Bremsvorrichtung zum Verhindern einer weiteren Lenkbewegung erfolgt.

**[0022]** Der beschriebene dynamische Wechsel erfolgt bevorzugt in einem Fall, wenn ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt werden muss, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, wohingegen ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt werden muss, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken. Der beschriebene dynamische Wechsel erfolgt bevorzugt auch in einem Fall, wenn ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt werden muss, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder in die vorgegebene Richtung zu lenken, wohingegen ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt werden muss, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges zu bewirken.

**[0023]** 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.

**[0024]** 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.

**[0025]** 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.

**[0026]** 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.

**[0027]** In einem Fall, in welchem der die mangelhafte Funktion aufweisende Einzelradantrieb 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.

**[0028]** Es kann ein Fall auftreten, in welchem die mangelhafte Funktion des Einzelradantriebes dazu führt, dass dieser ein Schleppmoment erzeugt, welches der Lenkdrehrichtung entgegenwirkt. In diesem Fall ist von dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb ein entsprechend größeres Antriebsmoment bzw. Bremsmoment zu erzeugen.

**[0029]** Die steuerbare Bremsvorrichtung wirkt bevorzugt elektromagnetisch, magnetisch oder hydraulisch. Es kann sich beispielsweise um eine Friktionsbremse oder um eine magnetische Bremse handeln.

**[0030]** 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. Das Kraftfahrzeug umfasst weiterhin eine steuerbare Bremsvorrichtung zum Bremsen einer Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder. Zudem umfasst das Kraftfahrzeug eine Steuereinheit zum Steuern der Einzelradantriebe und zum Steuern der Bremsvorrichtung. Die Steuereinheit ist zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens konfiguriert. Die Steuereinheit ist bevorzugt zur Ausführung einer der beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens konfiguriert. Im Übrigen weist das Kraftfahrzeug bevorzugt auch Merkmale auf, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren angegeben sind.

**[0031]** Weitere Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung von zwei Rädern einer lenkbaren Achse eines Kraftfahrzeuges während eines Schrittes eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und

**Fig. 2** die in **Fig. 1** gezeigten Räder der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges während eines weiteren Schrittes des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0032]** **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung von zwei Rädern **01** einer lenkbaren Achse eines Kraftfahrzeuges **02** während eines Schrittes einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Das Kraftfahrzeug **02** weist weitere Räder (nicht gezeigt) auf, welche nicht lenkbar und nicht antreibbar sind. Die zwei Räder **01** der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges **02** sind jeweils durch einen Einzelradantrieb (nicht dargestellt) antreibbar. Die Lenkbewegung der Räder **01** ist über Lenkhebel **03** und eine Lenkstange **04** miteinander gekoppelt. Das Kraftfahrzeug **02** umfasst eine steuerbare

Bremsvorrichtung **06** zum Bremsen einer Lenkbewegung der Räder **01**.

Die steuerbare Bremsvorrichtung **06** wirkt auf die Lenkstange **04** und kann eine Verschiebung der Lenkstange **04** in die y-Richtung blockieren.

**[0033]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist für den Fall vorgesehen, wenn einer der Einzelradantriebe (nicht dargestellt) eine mangelhafte Funktion aufweist. In dem gezeigten Beispiel ist der rechte Einzelradantrieb (nicht dargestellt) ausgefallen, sodass das rechte Rad **01** nicht angetrieben werden kann.

**[0034]** In dem gezeigten Beispiel wird mit dem linken Einzelradantrieb (nicht dargestellt) ein Antriebsmoment erzeugt, um die Räder **01** in eine gewünschte Richtung **07** zu lenken. Entsprechend wirkt eine Kraft  $F_{x,vl}$  am linken Rad **01**. In die y-Richtung wirken eine Kraft  $F_{y,vl}$  am linken Rad **01** und eine Kraft  $F_{y,vr}$  am rechten Rad **01**.

**[0035]** Fig. 2 zeigt die in Fig. 1 gezeigten Räder **01** der lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges **02** während eines weiteren Schrittes des erfindungsgemäßen Verfahrens. Durch eine gezielte Regelung der steuerbaren Bremsvorrichtung **06** wird eine der von außen wirkenden Kräfte entgegenwirkende Kraft  $F_K$  auf der Lenkstange **04** erzeugt. Diese Kraft wird so eingestellt, dass der Anteil der Kraft auf die Lenkkinematik, welcher nicht zur Erzeugung der gewünschten Lenkbewegung erforderlich ist, kompensiert wird. Die vorgegebene Lenkbewegung und die vorgegebene Längsbewegung lassen sich getrennt voneinander einstellen.

**[0036]** Sobald die Räder **01** durch das vom linken Einzelradantrieb (nicht dargestellt) erzeugte Antriebsmoment in die gewünschte Richtung **07** (gezeigt in Fig. 1) gelenkt wurden, wird die steuerbare Bremsvorrichtung **06** angesteuert, wodurch die Lenkstange **04** bevorzugt arretiert wird und eine Bewegung der Lenkstange **04** und eine Lenkbewegung der Räder **01** blockiert sind. Nun wird mit dem linken Einzelradantrieb (nicht dargestellt) ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment erzeugt, um ausschließlich eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges **02** zu bewirken.

**[0037]** In dem gezeigten Beispiel wird ein Bremsmoment erzeugt, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges **02** zu bewirken. Es handelt sich somit um einen Fall, in welchem das für die vorgegebene Längsbewegung erforderliche Antriebsmoment bzw. Bremsmoment eine Lenkwinkeländerung entgegen der vorgegebenen Richtung verursacht. Im konkreten Beispiel wurde ein positives Antriebsmoment benötigt, um die Lenkung der Räder **01** in die gewünschte Richtung **07** (gezeigt in Fig. 1) zu bewirken. Nachdem die steuerbare Bremsvorrichtung **06** die Lenkstange **04** arretiert hat, wird

durch den linken Einzelradantrieb (nicht dargestellt) ein Bremsmoment erzeugt, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges **02** zu bewirken. Das Erzeugen des positiven Antriebsmomentes und des Bremsmomentes können in einem dynamischen Wechsel erfolgen, wobei in denjenigen Phasen, in denen eine vorgegebene Längsbewegung erzeugt werden soll, die Lenkstange **04** durch die steuerbare Bremsvorrichtung **06** arretiert wird.

#### Bezugszeichenliste

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

**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 102016210126 A1 [0002]
- DE 102016223360 A1 [0003]
- DE 102016215793 A1 [0004]
- DE 102013011883 A1 [0005]

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeuges (02), wobei das Kraftfahrzeug (02) mehrere Räder (01) umfasst, wobei zwei der Räder (01) auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (02) angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind, wobei das Kraftfahrzeug (02) weiterhin eine steuerbare Bremsvorrichtung (06) zum Bremsen einer Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) aufweist; und wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Erkennen einer mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe, wobei ein anderer der Einzelradantriebe weiterhin funktionstüchtig ist;
- Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in eine vorgegebene Richtung (07) zu lenken; und
- Ansteuern der Bremsvorrichtung (06) zum Verhindern einer weiteren Lenkbewegung, sobald die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene Richtung (07) gelenkt wurden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass es folgenden weiteren Schritt umfasst:

- Erzeugen eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (02) zu bewirken, sobald die Bremsvorrichtung (06) angesteuert wurde, um einer weitere Lenkbewegung zu verhindern.

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

- jeweils ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene Richtung (07) zu lenken und um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (02) zu bewirken; oder dass
- jeweils ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene Richtung (07) zu lenken und um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (02) zu bewirken; oder dass
- ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene Richtung (07) zu lenken, wobei ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (02) zu bewirken; oder dass
- ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene

Richtung (07) zu lenken, wobei ein Antriebsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um die vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (02) zu bewirken.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt des :

- Erzeugens eines Antriebsmomentes oder eines Bremsmomentes mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb im Falle einer erkannten mangelhaften Funktion eines der Einzelradantriebe, um die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) in die vorgegebene Richtung (07) zu lenken, in Teilschritten ausgeführt wird, wobei jeweils nach Ausführung eines dieser Teilschritte ein Teilschritt eines folgenden Schrittes ausgeführt wird, bei welchem
- ein Antriebsmoment oder ein Bremsmoment mit dem funktionstüchtigen Einzelradantrieb erzeugt wird, um eine vorgegebene Längsbewegung des Kraftfahrzeuges (02) teilweise zu bewirken, währenddessen ein Ansteuern der Bremsvorrichtung (06) zum Verhindern einer weiteren Lenkbewegung erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (06) ein Blockieren der Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) bewirkt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (06) eine variierbare Bremskraft oder ein variierbares Bremsmoment zum Bremsen der Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) bewirkt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (06) zum Bremsen einer Lenkbewegung auf eine verschiebbare Stange (04) wirkt, welche eine Lenkbewegung auf die auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) überträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (06) zum Bremsen einer Lenkbewegung ein Bremsmoment bewirkt, um eine Lenkdrehung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) zu bremsen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die steuerbare Bremsvorrichtung (06) elektromagnetisch, magnetisch, hydraulisch oder durch Friktion wirkt.

10. Kraftfahrzeug (02) mit mehreren Rädern (01), wobei zwei der Räder (01) auf einer lenkbaren Achse des Kraftfahrzeuges (02) angeordnet sind und jeweils durch einen Einzelradantrieb antreibbar sind, wobei das Kraftfahrzeug (02) weiterhin eine steu-



erbare Bremsvorrichtung (06) zum Bremsen einer Lenkbewegung der auf der lenkbaren Achse angeordneten Räder (01) umfasst, wobei das Kraftfahrzeug (02) weiterhin eine Steuereinheit zum Steuern der Einzelradantriebe und der Bremsvorrichtung (06) umfasst, und wobei die Steuereinheit zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 konfiguriert ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

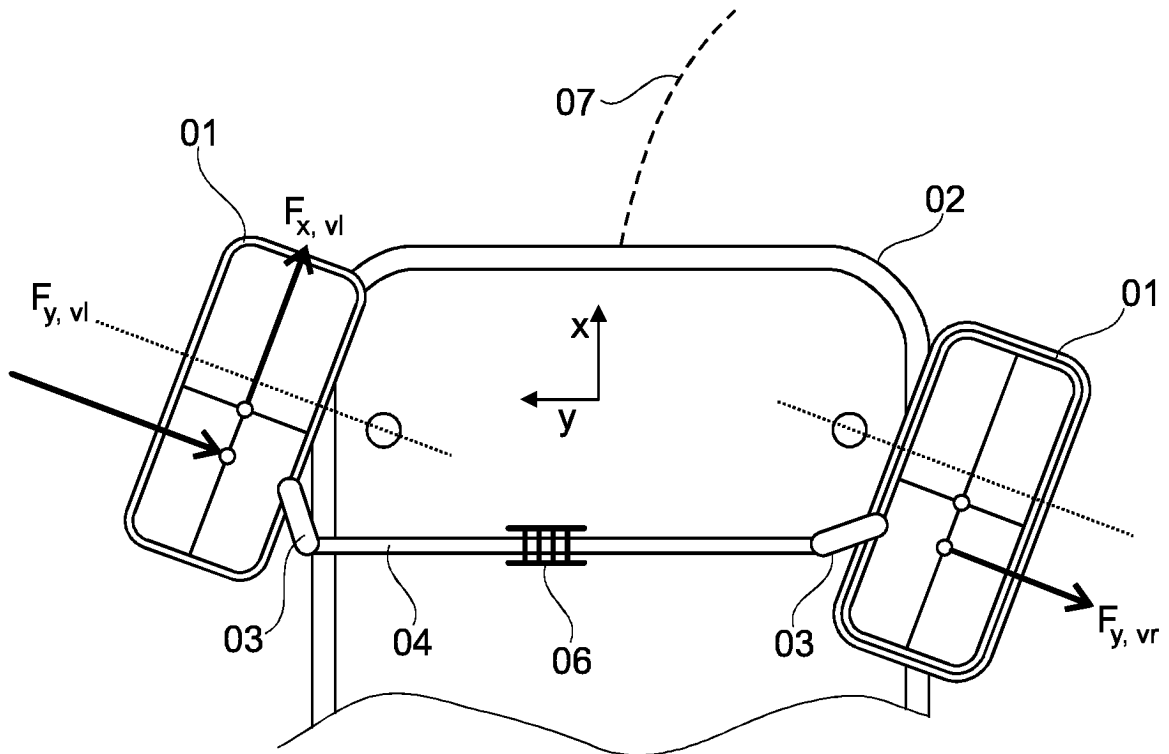


Fig. 1

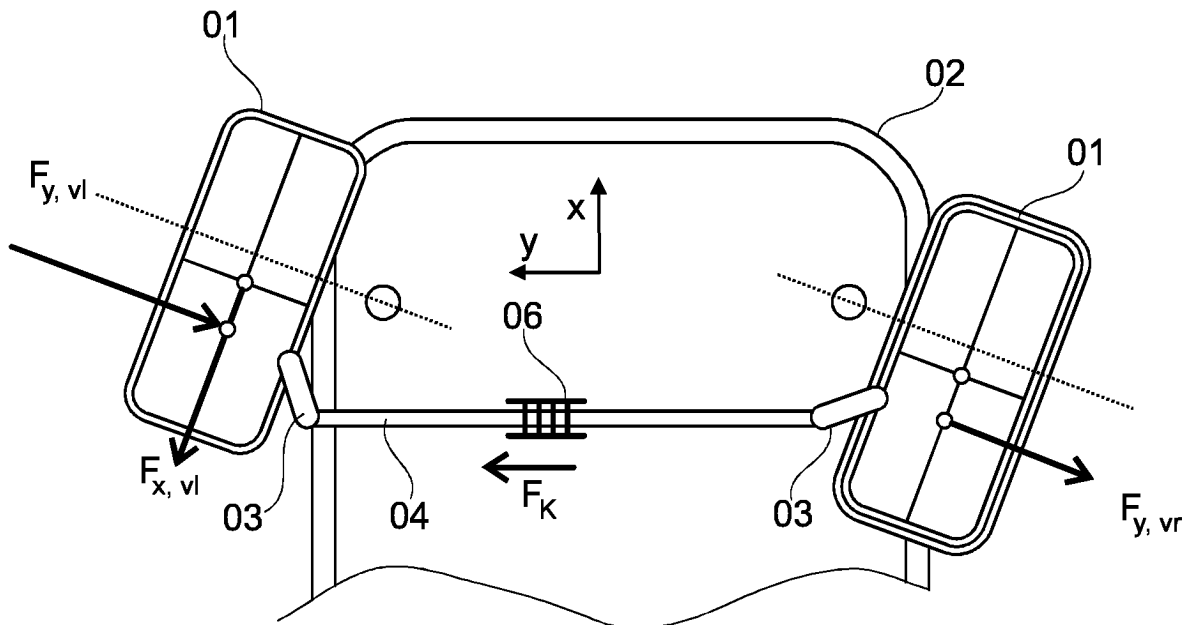


Fig. 2