

**(12) BELGISCHES ERFINDUNGSPATENT**

(47) Veröffentlichungsdatum : 26/05/2025

(21) Antragsnummer : BE2023/5885

(22) Anmeldetag : 25/10/2023

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : B62D 9/00, B62D 5/04, B60G 17/0195

(30) Prioritätsangaben :

(73) Inhaber :

**thyssenkrupp Presta AG**  
AG  
9492, ESCHEN  
Liechtenstein

**thyssenkrupp AG**  
AG  
45143, ESSEN  
Deutschland

(72) Erfinder :

**MALSAM Robin**  
6800 FELDKIRCH  
Österreich

**MIANO Carlo Mario**  
9492 ESCHEN  
Liechtenstein

**POLMANS Kristof**  
6464 TARRENZ  
Österreich

**LAPIS Leonard**  
9466 SENNWALD  
Schweiz

**(54) Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs und Steer-by-Wire-Lenksystem für ein Kraftfahrzeug**

(57)Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs (1), welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem (2) aufweist, bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktuator (41) angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbundenen lenkbaren Rads (5), und bei dem im Falle einer Störung des Normalbetriebs ein Redundanzbetrieb aktiviert wird, in dem mindestens ein auf ein Rad (5) wirkendes Radmoment gesteuert wird zur Erzeugung einer Lenkbewegung des Fahrzeugs (1). Um eine effizientere Nutzung alternativer Lenkmethoden im Redundanzbetrieb zu ermöglichen, schlägt die Erfindung vor, dass bei der Aktivierung des Redundanzbetriebs das Fahrwerk (6) mindestens eines lenkbaren Rads (5) in eine Rückfallposition verstellt wird.

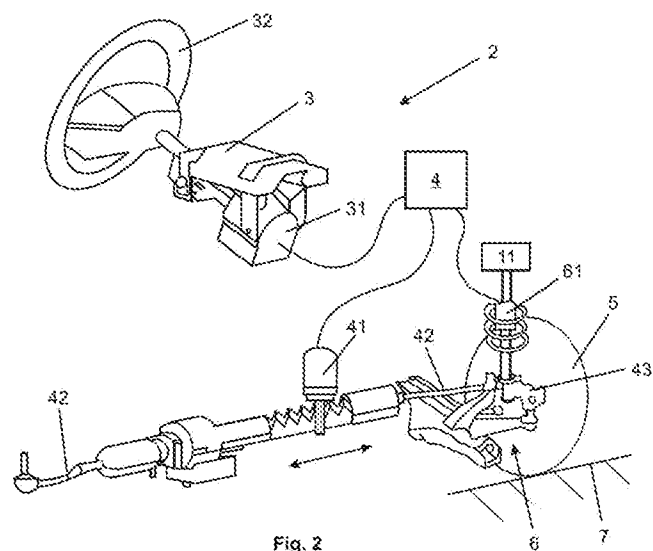


Fig. 2

## Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs und Steer-by-Wire-Lenksystem für ein Kraftfahrzeug

5

### Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs, welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem aufweist, bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktor angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbundenen lenkbaren Rads, und bei dem im Falle einer Störung des Normalbetriebs ein Redundanzbetrieb aktiviert wird, in dem mindestens ein auf ein Rad wirkendes Radmoment gesteuert wird zur Erzeugung einer Lenkbewegung des Fahrzeugs.

15 Weiterhin umfasst die Erfindung ein Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs, welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem aufweist, bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktor angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbundenen lenkbaren Rads, bei dem in Abhängigkeit von einer Betriebssituation des Fahrzeugs ein Sonderbetriebsmodus aktiviert wird.

20

Bei einem Steer-by-Wire-Lenksystem werden Lenkbefehle über manuelle Lenkeingabemittel erfasst und in elektrische Steuersignale zur Ansteuerung eines oder mehrerer elektromotorischer Lenkaktoren umgesetzt, die mit lenkbaren Rädern des Fahrzeugs mechanisch gekoppelt sind und einen Lenkeinschlag erzeugen können. Zusätzlich oder alternativ können die Lenkaktoren im autonomen Fahrbetrieb über automatisch generierte oder extern zugeführte Daten elektrisch angesteuert werden.

25

Es ist bekannt, bei einer Störung des Normalbetriebs der Lenkung, beispielsweise beim Ausfall eines Lenkaktors, einen Redundanzbetrieb zu aktivieren, der auch als Not- oder Rückfallmodus bezeichnet wird. Dabei wird eine auf das Fahrzeug wirkende Quer- bzw. Lenkkraft dadurch erzeugt, dass ein mindestens auf ein Rad wirkendes Radmoment gezielt gesteuert wird. Als derartige alternative Lenkmethode ist beispielsweise Torque-Vectoring bekannt, bei dem das Antriebsmoment eines oder mehrerer Räder relativ zu den übrigen Rädern erhöht und/oder reduziert wird, oder Steer-by-Brake, bei dem ein Bremsmoment in ein oder mehrere Räder eingebracht wird. Dadurch wird zwischen Rad und Fahrbahn eine Reibkraft erzeugt, die eine Querkraft und damit einen Lenkansschlag der lenkbaren Räder bewirkt.

30  
35

Durch die Aktivierung des Redundanzbetriebs kann eine Störung des Normalbetriebs wirksam kompensiert werden, wodurch das Sicherheitsniveau erhöht wird. Die Effizienz der alternativen Lenkmethoden ist jedoch maßgeblich von den Fahrwerksparametern des Fahrzeugs abhängig. Diese sind üblicherweise im Hinblick auf das Fahr- und Lenkverhalten im Normalbetrieb optimiert, insbesondere im Hinblick auf die geforderten Fahr- und Betriebseigenschaften. Zur Anpassung an unterschiedliche Fahrsituationen und Komfortanforderungen ist es bekannt, das Fahrwerk verstellbar zu gestalten, so dass mit der Fahrwerksgeometrie, der Dämpfung und/oder der Federung korrelierte Fahrwerksparameter eingestellt werden können. Dadurch, dass die Einstellungen des Fahrwerks ebenfalls im Hinblick auf den Normalbetrieb optimiert sind, kann nicht die volle Effizienz alternativer Lenkverfahren ausgeschöpft werden.

Es ist weiterhin bekannt, dass in einer vom Normalbetrieb abweichenden Betriebssituation des Fahrzeugs, ein Sonderbetriebsmodus aktiviert werden kann, der eine effizientere Nutzung der Lenkung ermöglicht.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist beispielsweise in der CN 115 817 630 A beschrieben. Die darin vorgeschlagenen alternativen Lenkverfahren können sich jedoch in nachteiliger Weise gegenseitig negativ beeinflussen. In der CN 114 834 465 A und CN 106 467 038 A sind gattungsgemäße Verfahren offenbart.

Angesichts der vorangehend erläuterten Problematik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine effizientere Nutzung alternativer Lenkmethoden im Redundanzbetrieb oder im Sonderbetriebsmodus zu ermöglichen.

25

### **Darstellung der Erfindung**

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das Kraftfahrzeug gemäß Anspruch 13. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

30

Bei einem Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs, welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem aufweist, bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktuator angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbundenen lenkbaren Rads, und bei dem im Falle einer Störung des Normalbetriebs ein Redundanzbetrieb akti-

35

viert wird, in dem mindestens ein auf ein Rad wirkendes Radmoment gesteuert wird zur Erzeugung einer Lenkbewegung des Fahrzeugs, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass bei der Aktivierung des Redundanzbetriebs das Fahrwerk mindestens eines lenkbaren Rads in eine Rückfallposition verstellt wird, wobei das Fahrwerk in der Rückfallposition in einen Endanschlag gebracht wird.

Bei erfindungsgemäßen Verfahren wird das Fahrwerk beim Übergang vom Normalbetrieb in den Redundanzbetrieb, beispielsweise bei einem Ausfall eines Lenkaktuators oder einer anderen Störung des Lenksystems, derart verstellt, dass die Fahrwerksparameter im Hinblick auf eine alternative Lenkmethode, die ohne die Ansteuerung der Lenkaktuatoren auskommt, optimiert werden. Diese definierte Fahrwerkseinstellung bildet die erfindungsgemäße Rückfallposition.

Die Rückfallposition kann im Redundanzbetrieb unabhängig von einer Fahrwerkseinstellung im normalen Fahrbetrieb, einer sogenannten Betriebs- oder Normalposition, vorgegeben werden. Dadurch kann der Vorteil realisiert werden, dass die im Redundanzbetrieb aktivierte alternative Lenkmethode mittels der Steuerung eines in mindestens ein Rad eingebrachten, von mindestens einem der übrigen Räder des Fahrzeugs abweichenden Radmoment, mit einer für diese Lenkmethode optimierten Fahrwerkseinstellung betrieben werden kann. Entsprechend wird die Effizienz der Lenkung im Redundanzbetrieb erhöht, und die Fahrsicherheit wird gesteigert.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Fahrwerk in der Rückfallposition in einen Endanschlag gebracht wird. Der Endanschlag kann beispielweise dadurch realisiert sein, dass das Fahrwerk im Endanschlag maximal eingefahren, bzw. eingefedert ist. Dabei ist das Feder-Dämpfungselement maximal zusammengefahren, d.h. gestaucht wird. Bei gängigen Geometrien der Radaufhängung kann im Endanschlag der bauartbedingt größtmögliche Lenkrollradius und der kleinstmögliche Nachlauf realisiert sein. Bei einem semi-aktiven Fahrwerk kann der Endanschlag durch eine Reduzierung der Dämpfungswirkung einfach durch die Wirkung der Schwerkraft eingestellt werden. Bei einem aktiven Fahrwerk kann der Endanschlag durch eine aktive Begrenzung des Federwegs und/oder eine aktive Reduzierung der Dämpfungswirkung eingestellt werden.

Es ist möglich, dass der Endanschlag passiv eingestellt wird. Dies kann wie vorangehen beschrieben beispielsweise allein durch die auf das Fahrzeug wirkende Schwerkraft erfolgen,

ohne aktive Energiezufuhr in das Feder-Dämpfungselement, beispielsweise durch einfache Abschaltung der Dämpfung. Dadurch wird das Feder-Dämpfungselement bis zum Anschlag maximal zusammengedrückt.

5 Bevorzugt können der oder die Lenkaktuatoren im Redundanzbetrieb deaktiviert werden, so dass die bei einem alternative Lenkverfahren durch die zwischen dem lenkbaren Rad und der Fahrbahn wirkende Reibungskraft einen Lenkeinschlag der lenkbaren Räder erzeugen kann.

10 Es ist möglich, dass das Fahrwerk semi-aktiv oder aktiv gesteuert wird. Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfordert ein verstellbares Fahrwerk des Fahrzeugs, bei dem die Betriebseigenschaften mindestens eines Feder-Dämpfungselements einer Radaufhängung verstellbar sind, konkret die Feder- und/oder Dämpfungsparameter. Das Fahrwerk kann semi-aktiv oder aktiv ausgestaltet sein. Bei einem semi-aktiven Fahrwerk kann die Dämpfungsferrate ver-  
stellt und an die Fahrsituation und die gewünschte Fahrzeugcharakteristik angepasst werden, wobei keine äußere Energie zugeführt wird. Ein aktives Fahrwerk ermöglicht eine aktive Einstel-  
15 lung der Dämpfer- und/oder Federcharakteristik, wobei zur Regelung aktiv Energie zugeführt werden kann, beispielsweise zur Änderung der Federkraft, einer Niveauregelung oder dergleichen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei einem semi-aktiven Fahrwerk beispielsweise dadurch realisiert werden, dass das Rad durch eine reduzierte Dämpfung unter dem Einfluss der auf das Fahrzeug wirkenden Schwerkraft bis in eine definierte Rückfallposition bewegt wird,  
20 beispielsweise in eine maximal eingefederte Endposition. Bei einem aktiven Fahrwerk können bevorzugt Feder- und Dämpfungsparameter, oder zumindest Federparameter definiert vorgegeben werden, um das Fahrwerk innerhalb des möglichen Verstellbereichs der Radaufhängung in eine Rückfallposition zu verstellen, welche für die eingesetzte alternative Lenkmethode optimal geeignet ist. Die definierte Einstellung des Fahrwerks bei der Aktivierung des Redundanzbe-  
25 triebs ermöglicht bei einem Fahrzeug mit einem verstellbaren Fahrwerk einen optimierten Redundanzbetrieb mit erhöhter Effizienz und Sicherheit mit geringem Aufwand.

30 Es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass im Redundanzbetrieb auf mindestens ein Rad ein erhöhtes oder reduziertes Antriebsmoment oder Bremsmoment ausgeübt wird. Beim sogenannten Torque-Vectoring wird das Antriebsmoment eines Teils der Räder des Fahrzeugs kontrolliert verändert, beispielsweise bei einem oder mehreren Rädern auf einer äußeren Spur des Fahrzeugs erhöht. Dadurch kann relativ zur Fahrbahn eine zur anderen, inneren Spur gerichtete Querkraft erzeugt werden, so dass ein Lenkeinschlag auf die innere Spur zu erzeugt wird. Beim Steer-by-Brake wird ein Teil der Räder durch ein Bremsmoment kontrolliert abgebremst,  
35 und dadurch beispielsweise bei einem oder mehreren Rädern auf einer inneren Spur des Fahr-

zeugs erhöht. Dadurch kann relativ zur Fahrbahn eine zu dieser inneren Spur gerichtete Querkraft erzeugt werden, so dass ein Lenkeinschlag auf die innere Spur zu erzeugt wird. Die genannten Lenkmethoden können auch kombiniert werden. In jedem Fall kann durch die erfindungsgemäße Optimierung der Effizienz eine hinreichend große Lenkkraft erzeugt werden, um einen Ausfall von Lenkaktuatoren sicher zu kompensieren.

Durch die genannten Verfahren können die Antriebs- und/oder Bremsmomente für un gelenkte Räder und/oder für gelenkte Räder gesteuert werden.

10 Es kann vorgesehen sein, dass in der Rückfallposition ein definierter Lenkrollradius eingestellt wird. Dabei ist es bevorzugt möglich, dass in der Rückfallposition ein maximal großer Lenkrollradius eingestellt wird. Ein möglichst großer Lenkrollradius ist für die Realisierung von Torque-Vectoring und Steer-by-Brake besonders vorteilhaft. Entsprechend kann die Effizienz der alternativen Lenkmethoden in vorteilhafter Weise optimiert werden, vorzugsweise dadurch, dass der  
15 Lenkrollradius für das gegebene Fahrwerk im Redundanzbetrieb größtmöglich eingestellt wird.

Es kann zusätzlich oder alternativ vorgesehen sein, dass in der Rückfallposition ein definierter Nachlauf eingestellt wird. Dabei ist es bevorzugt möglich, dass in der Rückfallposition ein maximal kleiner Nachlauf eingestellt wird. Dabei ist es bevorzugt möglich, dass in der Rückfallposition ein maximal kleiner Nachlauf eingestellt wird. Ein möglichst kleiner Nachlauf, vorzugsweise von null, ist für die Realisierung von Torque-Vectoring und Steer-by-Brake besonders vorteilhaft. Entsprechend kann die Effizienz der alternativen Lenkmethoden in vorteilhafter Weise optimiert werden, vorzugsweise dadurch, dass der Lenkrollradius für das gegebene Fahrwerk im Redundanzbetrieb größtmöglich eingestellt wird.

25 Es ist vorteilhaft möglich, dass zur Aktivierung des Redundanzbetriebs die Betriebscharakteristik mindestens eines Feder-/Dämpfungselements verändert wird. Bei einem semi-aktiven Fahrwerk kann durch die Reduzierung der Dämpfungswirkung ein schnelles Erreichen der Rückfallposition durch die von außen auf das Rad wirkenden Kräfte erreicht werden, bevorzugt durch  
30 die auf das Fahrzeug wirkende Schwerkraft. Bei einem aktiven Fahrwerk können die Feder- und/oder Dämpfungswirkung derart vorgegeben werden, dass eine definierte Rückfallposition eingestellt wird, welche optimal Bedingungen für die Realisierung der alternativen Lenkmethoden wie vorangehend beschrieben bietet.

Es kann vorteilhaft sein, dass das Fahrwerk für sämtliche Räder des Fahrzeugs in die Rückfallposition verstellt wird. Dabei können die Räder angetriebene und antriebslose, gelenkte und un-

5 gelenkte Räder umfassen. Es ist alternativ möglich dass nur einzelne oder Teilgruppen von Rädern in die Rückfallposition gebracht werden, beispielsweise um die Reibkraft von nicht in die Rückfallposition verstellten Rädern für Torque-Vectoring oder Steer-by-Brake zu optimieren.

Die Erfindung umfasst weiterhin ein Kraftfahrzeug, welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem aufweist, umfassend mindestens einen elektromotorischen Lenkaktuator, der in einem Normal-

10 betrieb ansteuerbar ist zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbundenen lenkbaren Rads, und umfassend eine Antriebseinrichtung und eine Bremseinrichtung, die in einem Redundanzbetrieb ansteuerbar sind, um mindestens ein auf ein lenkbares Rad wirkendes Radmoment zu erzeugen zur Erzeugung einer Lenkbewegung des Fahrzeugs, wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass das Fahrzeug ausgebildet ist zur Durchführung des vor-

15 rangehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens.

Das Fahrzeug weist in an sich bekannten Weise ein Steer-by-Wire-Lenksystem auf, welches eine Lenkeingabeeinrichtung zur Eingabe von manuellen Lenkbefehlen aufweist, beispielsweise eine Lenksäule oder dergleichen. Diese weist Sensoreinrichtungen auf, die zur Umsetzung ma-

20 nueller Lenkbefehle in elektrische Steuersignale ausgebildet sind, beispielsweise Drehsensoren zur Erfassung von eingegebenen Lenkwinkeln und/oder Lenkmomenten. Die Sensoreinrichtungen sind an eine Steuereinheit angeschlossen, die ihrerseits mit mindestens einem mit einem oder mehreren lenkbaren Rädern zusammenwirkenden Lenkaktuator verbunden ist. Die Steuereinheit übernimmt die Umsetzung der Lenkbefehle in elektrische Steuerbefehle zur Ansteuer-

25 ung des oder der Lenkaktuatoren. Weiterhin können externe Sensoren an die Steuereinheit angeschlossen sein, um eine automatisierte Spurführung zu ermöglichen, und zusätzlich oder alternativ Datenempfangseinrichtungen, beispielsweise Mobilfunkmodule oder dergleichen, um einen autonomen Fahrbetrieb ohne manuellen Lenkeingriff zu realisieren.

Zur Realisierung der Erfindung ist es vorteilhaft, dass ein verstellbares Fahrwerk vorgesehen

30 ist, das an eine Steuereinheit des Steer-by-Wire-Lenksystems angeschlossen ist. Das Fahrwerk ist wie vorangehend für das erfindungsgemäße Verfahren von dem Steuergerät ansteuerbar. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass das Steuergerät ausgebildet ist, um eine Störung des Steer-by-Wire-Lenksystems erfassen zu können, beispielsweise den Ausfall eines Lenkaktua-

35 tors. Wenn das Steuergerät eine derartige Störung detektiert, aktiviert es automatisiert den Redundanzbetrieb.

Das Fahrzeug ist weiterhin ausgebildet zur Ausführung einer alternativen Lenkmethode, die eine Lenkung unabhängig von der Funktion des oder der Lenkaktuatoren im Normalbetrieb ermöglicht. Hierzu ist beispielsweise eine Antriebseinrichtung vorgesehen, die es ermöglicht, Antriebsmomente definiert auf einzelne oder Gruppen von Antriebsrädern zu verteilen, um Torque-Vectoring zu realisieren. Alternativ oder zusätzlich kann eine Bremseinrichtung vorgesehen sein, die es ermöglicht Bremsmomente definiert auf einzelne oder Gruppen von Rädern zu verteilen, um Steer-by-Brake zu realisieren. Im Redundanzbetrieb aktiviert die Steuereinheit einen Not- oder Rückfallmodus, in dem die Antriebs- und/oder Bremseinrichtungen angesteuert werden, um das Fahrzeug mittels der alternativen Lenkmethoden auf einer durch die manuellen und/oder automatisierten Lenkbefehle vorgegebenen Bahntrajektorie entlangbewegt wird.

Die Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs, welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem aufweist, bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktuator angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbundenen lenkbaren Rads. Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass abhängig von einer Fahrsituation ein Sonderbetriebsmodus aktiviert wird, bei der das Fahrwerk mindestens eines lenkbaren Rads in eine definierte Sonderbetriebsposition verstellt wird.

Eine vom Normalbetrieb abweichender Sonderbetrieb kann beispielsweise vorliegen, wenn wie vorangehend beschrieben eine Störung eines Lenkactuators auftritt, und alternative Lenkmethoden wie Torque-Vectoring und/oder Steer-by-Brake realisiert werden. In diesem Fall wird als Sonderbetriebsmodus der Redundanzbetrieb aktiviert, in dem das Fahrwerk wie oben beschrieben in eine Rückfallposition verstellt wird, welche einer Sonderbetriebsposition entspricht.

Diese Rückfallposition kann vorsehen, dass ein definierter, bevorzugt maximal großer Lenkrollradius eingestellt wird, und/oder ein definierter, bevorzugt maximal kleiner Nachlauf eingestellt wird.

Dieser Sonderbetriebsmodus kann in vorteilhaften Ausführungen des Verfahrens auch in anderen Sonderbetriebssituationen aktiviert werden. Beispielsweise kann in einem Parkbetrieb, wenn bei langsamer Geschwindigkeit relativ große Lenkbewegungen erforderlich sind, der Lenkrollradius vergrößert werden, so dass die erforderliche Lenkkraft relativ gering ist. Eine andere Sonderbetriebssituation kann beim sogenannten  $\mu$ -split-braking realisiert sein, wenn die Fahrbahnreibung für Räder verschiedener Spuren unterschiedlich ist. In diesem Fall ist es vorteilhaft, den Lenkrollradius zu verkleinern.

Eine weitere Sonderbetriebssituation kann beim Fahren mit hoher Geschwindigkeit realisiert sein. In diesem Fall kann zur Erhöhung des Komforts der Nachlauf vergrößert werden, wobei erhöhte Rückstellkräfte der Räder einen stabileren Geradeauslauf erzeugen.

5

### **Beschreibung der Zeichnungen**

10 Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Im Einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Fahrzeugs,

15 Fig. 2 eine schematisch freigestellte Darstellung eines erfindungsgemäßen Steer-by-Wire-Lenksystems,

Fig. 3a ,b schematische Darstellungen eines Fahrwerks im Normalbetrieb,

20 Fig. 4a, b das Fahrwerk gemäß Figur 3a, b im Redundanzbetrieb.

### **Ausführungsformen der Erfindung**

25 In den verschiedenen Figuren sind gleiche Teile stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden daher in der Regel auch jeweils nur einmal benannt bzw. erwähnt.

Fig. 1 zeigt eine schematische Funktionsdarstellung eines erfindungsgemäßen Fahrzeugs 1. Es umfasst ein Lenksystem 2, welches als Steer-by-Wire-Lenksystem ausgebildet ist. Dieses weist als manuelles Lenkeingabemittel eine Lenksäule 3 auf, welche Sensoreinrichtungen 31 aufweist, die manuelle Lenkeingaben von Lenkbefehlen, beispielsweise durch Drehung eines Lenkrads 32, in elektrische Steuersignale umsetzt. Das Lenksystem 2 ist in einer schematischen Ansicht in Fig.2 gezeigt.

30

35 Die Sensoreinrichtungen 31 sind an eine elektrische Steuereinheit 4 angeschlossen.

An die Steuereinheit 4 sind elektromotorische Lenkaktuatoren 41 angeschlossen. Diese können beispielsweise als Zahnstangen-Lenkgetriebe ausgebildet sein, welche über Spurstangen 42 an Achsschenkeln 43 lenkbarer Räder 5 angelenkt sind. Die Lenkaktuatoren 41 können von der Steuereinheit 4 in Abhängigkeit von Lenkbefehlen angesteuert werden, um die Spurstangen 42 wie mit dem Doppelpfeil angedeutet zu bewegen, um einen Lenkeinschlag der Räder 5 zu erzeugen.

Die Räder 5 sind auf einer Fahrbahn 7 abrollbar.

10 An die Steuereinheit 4 sind Antriebseinrichtungen angeschlossen, die im Beispiel elektrische Motoren 44 von Einzelradantrieben aufweisen können. Dabei kann jeder elektrische Motor 44 ein von der Steuereinheit 4 gesteuertes Antriebsmoment als Radmoment auf ein Rad 5 abgeben. Dadurch sind die Räder 5 einzeln um ihre Achsen 51 antreibbar, so dass durch definierte Verteilung von Antriebsmomenten eine Lenkung per Torque-Vectoring ermöglicht wird.

15 Mit jedem der Räder 5 wirkt eine Bremseinrichtung 45 zusammen, die in der Darstellung rein schematisch zusammen mit jeweils einem Motor 44 eingezeichnet ist. Die Bremseinrichtung 45 ist ebenfalls durch die Steuereinheit 4 steuerbar. Sie kann eine mit dem Motor 44 realisierte elektromotorische Bremse oder Generatorbremse aufweisen, und bevorzugt zusätzlich eine mit einem Rad 5 verbundene mechanische Reibungsbremse, beispielsweise eine Scheibenbremse oder dergleichen. Dabei kann jede Bremseinrichtung 45 ein von der Steuereinheit 4 gesteuertes Bremsmoment als Radmoment auf ein Rad 5 abgeben. Dadurch sind die Räder 5 einzeln kontrolliert bremsbar, um eine Lenkung per Steer-by-Brake zu realisieren.

25 Das Fahrzeug 1 weist ein semi-aktives oder aktives Fahrwerk auf, welches im Beispiel für jedes Rad 5 eine Radaufhängung mit einem Feder-Dämpferelement 61 aufweist. Bei einem aktiven Fahrwerk 6 sind die Feder- und Dämpfungsparameter des Feder-Dämpferelements 61 durch elektrische Ansteuerung aktiv einstellbar, und bei einem semi-aktiven Fahrwerk 6 kann die Dämpfungswirkung verstellt werden.

30 Ein Feder-Dämpfungselement 61 ist wirkungsmäßig jeweils zwischen einem Rad 5, beispielsweise am Achsschenkel 43, und einer Fahrzeug-Karosserie 11 angebracht, die in Fig.2 schematisch angedeutet ist.

Die Feder-Dämpfungselemente 61 sind an die Steuereinheit 4 angeschlossen, und können von diesem angesteuert und zur definierten Einstellung der Feder- und/oder Dämpfungseigenschaften verstellt werden.

5 In Fig.3 und 4 ist ein Rad 5 schematisch mit der dazugehörigen Radaufhängung des Fahrwerks 6 gezeigt, und zwar in Fig.3a und 4a in Fahrtrichtung, und in Fig.3b und 4b quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs 1.

10 Das Rad 5 weist eine Radmittelebene 52 auf, die mit der Projektion der Achse 51, der Raddrehachse, die Oberfläche der Fahrbahn 7, d.h. die Fahrbahnebene, im Radaufstandspunkt A schneidet.

15 Das Fahrwerk 6 weist einen oberen Querlenker 62 und einen unteren Querlenker 63 auf, die im Beispiel als Dreieckslenker ausgeführt sind. Durch die Querlenker 62, 63 verläuft die Lenkachse 64, um die der Achsschenkel 43 drehbar gelagert ist. Die Lenkachse 64 ist relativ zur Fahrbahn 7 geneigt und schneidet die Oberfläche der Fahrbahn 7, d.h. die Fahrbahnebene, im Schnittpunkt L, dem Durchstoßpunkt.

20 Das verstellbare Feder-Dämpfungselement 61 kann wie im Beispiel schematisch dargestellt zwischen dem Querlenker 63 und der Karosserie 11 angeordnet sein. Es ist kann, je nach Auslegung der Fahrwerklenker, beispielsweise auch am Achsschenkel 43 abgestützt sein.

25 Der Lenkrollradius R ist definiert als der Abstand zwischen Radaufstandspunkt A und Schnittpunkt L der Lenkachse 64 mit der Fahrbahn 7, quer zur Fahrtrichtung bzw. der Rollrichtung des Rads 5 gemessen. Dies ist in Fig.3a und 4a dargestellt.

30 Der Nachlauf N ist definiert als der Abstand zwischen Radaufstandspunkt A und Schnittpunkt L der Lenkachse 64 mit der Fahrbahn 7, in Fahrtrichtung bzw. in der Rollrichtung des Rads 5 gemessen. Dies ist in Fig.3b und 4b dargestellt.

35 Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der Fig.3 und 4 erläutert. Fig.3 zeigt einen Normalbetrieb des Kraftfahrzeugs 1. Dabei wird das Feder-Dämpfungselement 61 von der Steuereinheit 4 angesteuert, um die Verstellung des Fahrwerks 6 auf den gewünschten Fahrkomfort zu optimieren. Die Verstellung erfolgt innerhalb des Verstellbereichs auf Zwischenpositionen, die zwischen der maximal eingefahrenen und der maximal ausgefahrenen Endposition des Feder-Dämpfungselements 61 liegen. Bei einem aktiven Fahrwerk 6 erfolgt dies durch eine aktive

Regelung der Feder- und Dämpfungseigenschaften; bei einem semi-aktiven Fahrwerk durch Regelung der Dämpfungseigenschaften. Im Normalbetrieb liegen der Lenkrollradius  $R$  und der Nachlauf  $N$  gemittelt in einem mittleren Normalbereich, wie in Fig.3a und 3b angegeben.

- 5 Fällt ein Lenkaktuator 41 aus, wird dies von der Steuereinheit 4 detektiert und ein Redundanzbetrieb aktiviert, der in Fig.4a und 4b in denselben Ansichten wie in Fig.3a und 3b gezeigt ist.

Konkret wird dabei von der Steuereinheit 4 das Feder-Dämpfungselement 61 angesteuert, dass es in eine Rückfallposition verstellt wird. Diese kann bei gängigen Fahrwerksgeometrien bevorzugt einer maximal eingefahrenen bzw. eingefederten Position entsprechen, bei der das Rad 5 von der Fahrbahn 7 aus gesehen nach oben so weit wie möglich der Karosserie 11 angenähert ist. Durch die geometrische Anordnung der Querlenker 62, 63 wird dabei der Lenkrollradius  $R$  vergrößert, der in Fig.4a erkennbar größer ist als in Fig.3a. Der Nachlauf  $N$  wird dabei verkleinert, so dass in dem Beispiel gemäß Fig.4b der Nachlauf  $N$  einen Betrag null hat, während dieser in Fig.3b einen positiven Betrag größer null aufweist.

10  
15

Bei einem aktiven Fahrwerk 6 kann das Feder-Dämpfungselement 61 aktiv in die Rückfallposition verstellt werden, beispielsweise durch maximale Verkürzung der Feder und Reduzierung der Dämpfung. Bei einem semi-aktiven Fahrwerk 6 kann die Dämpfung reduziert werden, so dass die Rückfallposition durch die auf das Fahrzeug 1 wirkende Schwerkraft eingestellt wird, beispielsweise durch maximales Einfahren des Feder-Dämpfungselements 61 bis gegen einen Endanschlag.

20

In dem Redundanzbetrieb gemäß der in Fig.3 gezeigten Rückfallposition mit vergrößertem Lenkrollradius  $R$  und verringertem Nachlauf  $N$  kann eine effiziente Lenkung mittels alternativer Lenkmethoden wie Torque-Vectoring und/oder Steer-by-Brake realisiert werden.

25

Zur Realisierung eines autonomen Fahrbetriebs kann eine Datenempfangseinrichtung 8 an die Steuereinheit 4 angeschlossen sein, die ein Mobilfunkmodul und/oder Sensoreinrichtungen aufweisen kann, um automatisiert Lenkbefehle zu generieren.

30

**Bezugszeichenliste**

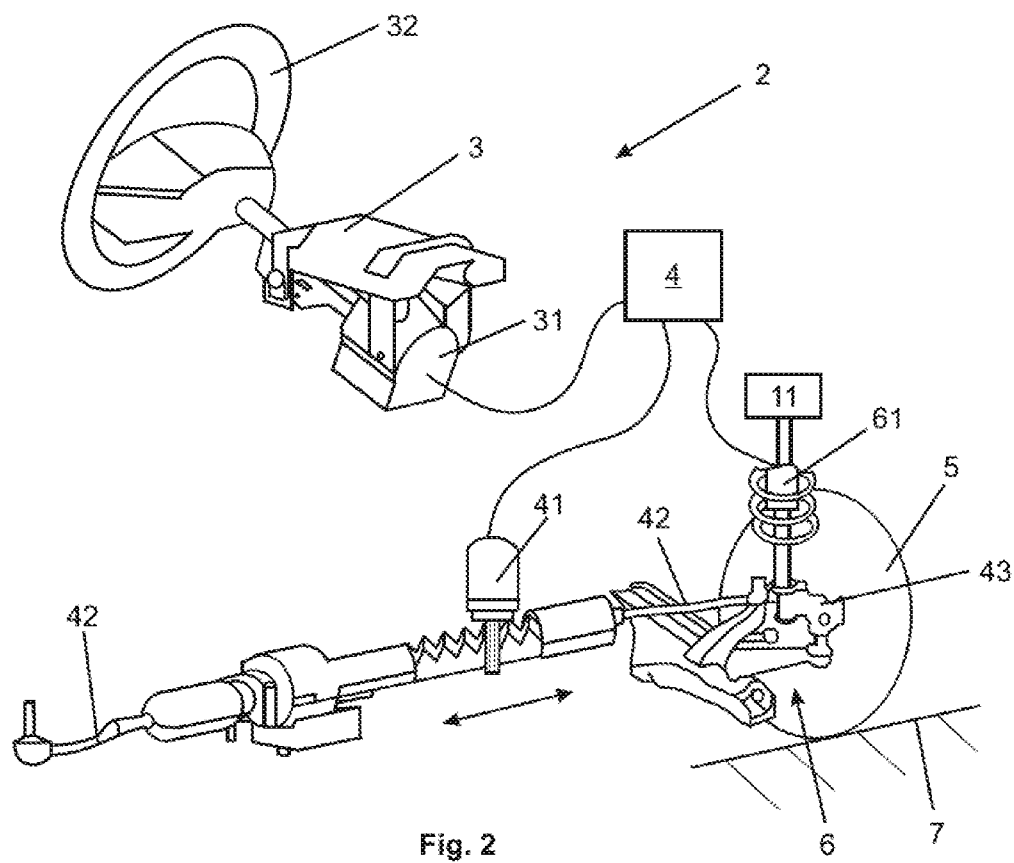
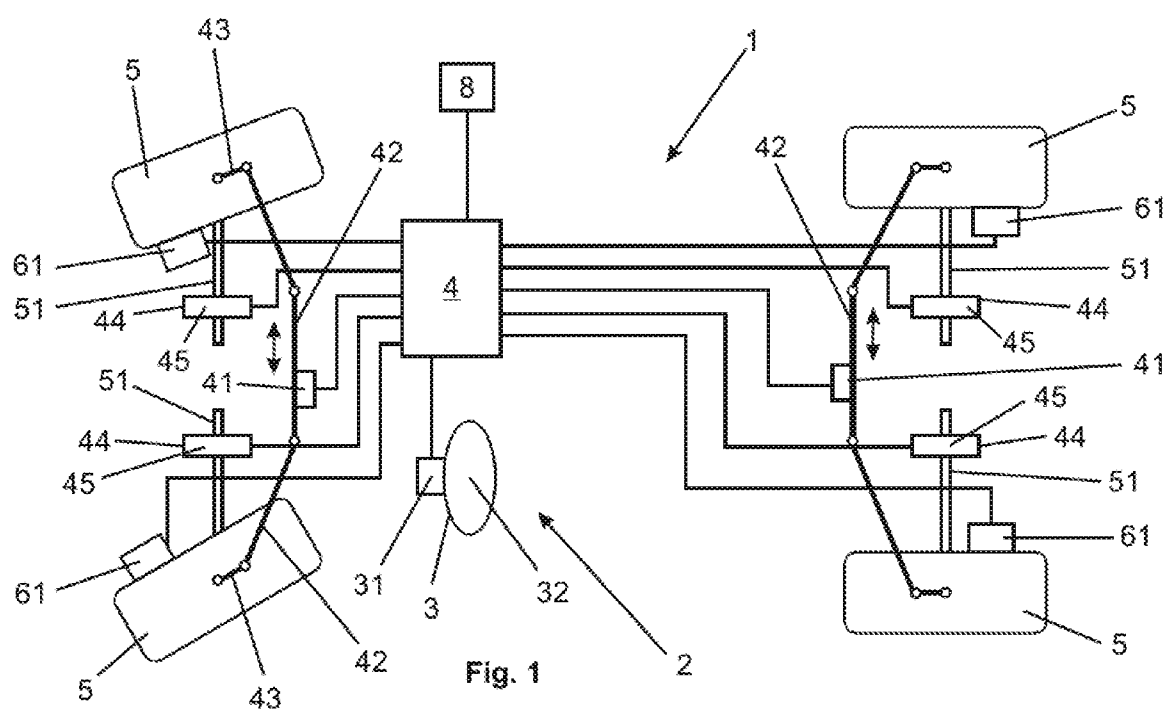
	1	Fahrzeug
	11	Karosserie
	2	Lenksystem (Steer-by-Wire-Lenksystem)
5	3	Lenksäule
	31	Sensoreinrichtungen
	32	Lenkrad
	4	Steuereinheit
	41	Lenkaktuator
10	42	Spurstange
	43	Achsschenkel
	44	Motor
	45	Bremseinrichtung
	5	Rad
15	51	Achse
	52	Radmittelebene
	6	Fahrwerk
	61	Feder-Dämpfungselement
	62, 63	Querlenker
20	64	Lenkachse
	7	Fahrbahn
	8	Datenempfangseinrichtung
	A	Radaufstandspunkt
25	L	Schnittpunkt (Durchstoßpunkt)
	R	Lenkrollradius
	N	Nachlauf

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs (1), welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem (2) aufweist, bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktuator (41) angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirk-  
5 verbundenen lenkbaren Rads (5), und bei dem im Falle einer Störung des Normalbetriebs ein Redundanzbetrieb aktiviert wird, in dem mindestens ein auf ein Rad (5) wirkendes Radmoment gesteuert wird zur Erzeugung einer Lenkbewegung des Fahrzeugs (1),  
10 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass bei der Aktivierung des Redundanzbetriebs das Fahrwerk (6) mindestens eines lenkbaren Rads (5) in eine Rückfallposition verstellt wird, wobei das Fahrwerk (6) in der Rückfallposition in einen Endanschlag gebracht wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Redundanzbetrieb auf mindestens ein Rad (5) ein erhöhtes oder reduziertes Antriebsmoment oder Bremsmoment ausgeübt wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in  
20 der Rückfallposition ein definierter Lenkrollradius (R ) eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Rückfallposition ein maximal großer Lenkrollradius (R ) eingestellt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Rückfallposition ein definierter Nachlauf (N) eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in  
30 der Rückfallposition ein maximal kleiner Nachlauf (N) eingestellt wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Aktivierung des Redundanzbetriebs die Betriebscharakteristik mindestens eines Feder-/Dämpfungselements (61) verändert wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrwerk (6) für sämtliche Räder (5) des Fahrzeugs (1) in die Rückfallposition ver-  
stellt wird.
- 5 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrwerk (6) semi-aktiv oder aktiv gesteuert wird.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Endanschlag passiv eingestellt wird .
- 10 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrwerk (6) im Endanschlag maximal eingefahren ist.
12. Kraftfahrzeug (1), welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem (2) aufweist, umfassend min-  
destens einen elektromotorischen Lenkaktuator (41), der in einem Normalbetrieb an-  
steuerbar ist zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbun-  
denen lenkbaren Rads (5), und umfassend eine Antriebseinrichtung (44) und eine Brem-  
seinrichtung (45), die in einem Redundanzbetrieb ansteuerbar sind, um mindestens ein  
auf ein lenkbares Rad (5) wirkendes Radmoment zu erzeugen zur Erzeugung einer  
20 Lenkbewegung des Kraftfahrzeugs (1),  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Kraftfahrzeug (1) ausgebildet ist zur Durchführung des Verfahrens gemäß ei-  
nem der Ansprüche 1 bis 11.
- 25 13. Kraftfahrzeug nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein verstellbares Fahr-  
werk (6) vorgesehen ist, das an eine Steuereinheit (4) des Steer-by-Wire-Lenksystems  
(2) angeschlossen ist.
14. Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs (1), welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem  
30 (2) aufweist, bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktuator  
(41) angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirk-  
verbundenen lenkbaren Rads (5), bei dem im Falle der Störung des Normalbetriebs ein  
Redundanzbetrieb aktiviert wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
35 dass im Redundanzbetrieb abhängig von einer Fahrsituation ein Sonderbetriebsmodus

aktiviert wird, bei das Fahrwerk (6) mindestens eines lenkbaren Rads (5) in eine definierte Sonderbetriebsposition verstellt wird.





**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**RECHERCHENBERICHT INTERNATIONALER ART NACH ARTIKEL XI.23.,**

**§10 DES BELGISCHEN WIRTSCHAFTSGESETZBUCHES**

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS
	<b>230588P00BE</b>
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum
<b>202305885</b>	<b>25-10-2023</b>
Anmeldeland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name)	
<b>thyssenkrupp Presta AG, et al</b>	
Datum des Antrags auf eine Recherche Internationaler Art	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat
<b>04-11-2023</b>	<b>SN85041</b>
<b>I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC	
<b>Siehe Recherchenbericht</b>	
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>	
Recherchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
<b>IPC</b>	<b>Siehe Recherchenbericht</b>
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
<b>III.</b> <input type="checkbox"/> <b>EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN</b> (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
<b>IV.</b> <input type="checkbox"/> <b>MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG</b> (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

**BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART**

Nr. des Antrags auf Recherche

**BE 202305885**

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. **B62D9/00 B62D5/04 B60G17/0195**  
 ADD. **B62D17/00**

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTER SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
**B60G B62D**

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal**

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 115 817 630 A (NIO AUTOMOBILE TECH ANHUI CO LTD) 21. März 2023 (2023-03-21) * Absatz [0020] - Absatz [0042]; Ansprüche 5,10; Abbildungen 1-3 *	1-5,8-15
Y	CN 114 834 465 A (XIAOMA YIXING TECH SHANGHAI CO LTD) 2. August 2022 (2022-08-02)	1,2,5-15
A	* Absatz [0042] - Absatz [0076]; Anspruch 1; Abbildungen 1-7 *	3,4
Y	CN 106 467 038 A (BYD CO LTD) 1. März 2017 (2017-03-01)	1,2,5-15
A	* Absatz [0026] - Absatz [0122]; Ansprüche 1,10; Abbildungen 1-6 *	3,4
	- / - -	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art	Absenddatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
<b>9. Mai 2024</b>	

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Signorini, Luca</b>
--	---

C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 2010 254268 A (HONDA MOTOR CO LTD) 11. November 2010 (2010-11-11)	1,2,7-15
A	* Absatz [0023] - Absatz [0037]; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-3 *	3-6
	-----	
Y	CN 116 062 033 A (NIO AUTOMOTIVE TECH ANHUI CO LTD) 5. Mai 2023 (2023-05-05)	1,2,7-15
A	* Absatz [0030] - Absatz [0039]; Ansprüche 1, 5; Abbildungen 1-2 *	3-6
	-----	
Y	US 2022/410871 A1 (TAKEDA TOMOHIKO [JP] ET AL) 29. Dezember 2022 (2022-12-29)	1,2,6-15
A	* Paragraphs [0045] - [0053] and [0080]; Anspruch 1; Abbildungen 1-10 *	3,4
	-----	

# BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

**BE 202305885**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 115817630	A	21-03-2023	KEINE
-----			
CN 114834465	A	02-08-2022	KEINE
-----			
CN 106467038	A	01-03-2017	CN 106467038 A 01-03-2017
			EP 3337712 A1 27-06-2018
			US 2018237059 A1 23-08-2018
			WO 2017028788 A1 23-02-2017
-----			
JP 2010254268	A	11-11-2010	KEINE
-----			
CN 116062033	A	05-05-2023	KEINE
-----			
US 2022410871	A1	29-12-2022	CN 115593413 A 13-01-2023
			JP 2023005246 A 18-01-2023
			US 2022410871 A1 29-12-2022
-----			



## SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. SN85041	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 25.10.2023	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202305885
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. B62D9/00 B62D5/04 B60G17/0195 ADD. B62D17/00			
Anmelder thyssenkrupp Presta AG, et al			

Dieser Bescheid enthält Angaben und entsprechende Seiten zu folgenden Punkten:

- Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- Feld Nr. II Priorität
- Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

Formblatt BE237A (Deckblatt) (Juli 2022)	Prüfer Signorini, Luca
--	---------------------------

## SCHRIFTLICHER BESCHEID

---

### Feld Nr. I Grundlage des Bescheids

---

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid auf der Grundlage eines Sequenzprotokolls erstellt worden, das
  - a.  im Anmeldezeitpunkt Bestandteil der Anmeldung war.
  - b.  nach dem Anmeldedatum für die Zwecke der Recherche eingereicht wurde
    - begleitet von einer Erklärung, wonach das Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht.
3.  Hinsichtlich der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid insoweit erstellt worden, dass ein sinnvolles Gutachten ohne ein dem WIPO-Standard ST.26 entsprechendes Sequenzprotokoll erstellt werden konnte.
4. Zusätzliche Bemerkungen:

---

### Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

---

1. Feststellung

Neuheit	Ja: Ansprüche 4-8, 10-12, 14 Nein: Ansprüche 1-3, 9, 13, 15
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche 1-15
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche: 1-15 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

**siehe Beiblatt**

---

### Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung

---

Es wurde festgestellt, dass die Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

**siehe Beiblatt**

---

### Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

---

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1 Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1 CN 115 817 630 A (NIO AUTOMOBILE TECH ANHUI CO LTD) 21. März 2023 (2023-03-21)
- D2 CN 114 834 465 A (XIAOMA YIXING TECH SHANGHAI CO LTD) 2. August 2022 (2022-08-02)
- D3 CN 106 467 038 A (BYD CO LTD) 1. März 2017 (2017-03-01)
- D4 JP 2010 254268 A (HONDA MOTOR CO LTD) 11. November 2010 (2010-11-11)
- D5 CN 116 062 033 A (NIO AUTOMOTIVE TECH ANHUI CO LTD) 5. Mai 2023 (2023-05-05)
- D6 US 2022/410871 A1 (TAKEDA TOMOHIKO [JP] ET AL) 29. Dezember 2022 (2022-12-29)

2 Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse der Patentierbarkeit, weil der Gegenstand der Ansprüche 1, 13 und 15 nicht neu ist.

2.1 Mit Bezug auf Anspruch 1 offenbart **D1** (Bezugszeichen in Klammern gelten für D1):

*Verfahren zum Lenken eines Kraftfahrzeugs (siehe Abb.1), welches ein Steer-by-Wire-Lenksystem aufweist (siehe Absatz [0002]), bei dem im Normalbetrieb mindestens ein elektromotorischer Lenkaktuator angesteuert wird zur Erzeugung eines Lenkeinschlags mindestens eines damit wirkverbundenen lenkbaren Rads (siehe Absatz [0002] - zumindest implizit im Konzept vom Steer-by-Wire Lenksystem offenbart), und bei dem im Falle einer Störung des Normalbetriebs ein Redundanzbetrieb aktiviert wird, in dem mindestens ein auf ein Rad (5) wirkendes Radmoment gesteuert wird zur Erzeugung einer Lenkbewegung des Fahrzeugs (siehe die "vector torque" Lenkung z. B. in Absätze [0009], [0010] und [0012]), wobei bei der Aktivierung des Redundanzbetriebs das Fahrwerk mindestens eines lenkbaren Rads in eine Rückfallposition verstellt wird (siehe in Absätze [0010] - [0014] die*

Vergrößerung des Lenkrollwinkels, um eine zusätzliche Komponente der Lenkung zu erhalten. Die Vergrößerung des Lenkrollwinkels erfordert die Anpassung der Lenkachsneigung (wie in der Erfindung). Zusätzlich offenbaren Absatz [0010] sowie Ansprüche 5 und 10, dass die Zusatzlenkungen von "vector torque" und die "Vergrößerung des Rollwinkels" kombiniert werden können).

Daher ist der Gegenstand des Anspruchs 1 nicht neu.

2.2 Die Dokumente **D2** und **D3** (siehe im Recherchebericht zitierte Passagen der Beschreibung) offenbaren die Kombination aller Merkmale des Anspruchs 1 mit der Ausnahme, dass *bei der Aktivierung des Redundanzbetriebs das Fahrwerk mindestens eines lenkbaren Rads in eine Rückfallposition verstellt wird*.

Dieses fehlende Merkmal des Anspruchs 1 ist jedoch in **D4** (siehe z. B. die Ansprüche 1 und 2. Die Steifigkeit der Dämpfer und damit die Lage des Fahrzeugs und die relativen Positionen der Räder werden nach einem Störfall des Lenksystems angepasst), **D5** (Siehe z. B. Ansprüche 1 und 5. Die Höhe der Dämpfer und damit die Fahrzeuglage und die relativen Positionen der Räder werden nach einem Störfall des Lenksystems angepasst) und **D6** (Siehe Anspruch 1 und Absätze [0047] - [0054]. In D6 wird gelehrt, die Aufhängungskonfiguration zu ändern, um den Reifenabrieb zu verringern, wenn ein Lenkeingriff erforderlich ist, während sich das Fahrzeug in einer kritischen Fahrsituation befindet (z. B. während einer Notbremsung, die die lenkbaren Räder vollständig blockiert)). offenbart. Für die Fachperson wäre es daher naheliegend, die technischen Lehren von alternativ D4, D5 oder D6 in das in D2 oder D3 offenbarte Lenkverfahren umzusetzen um eine zusätzliche Lenkunterstützung für das defekte Lenksystem bereitzustellen.

Folglich beruht der Gegenstand von Anspruch 1 auf keiner erfinderischen Tätigkeit gegenüber der Kombination von D2 oder D3 mit alternativ D4, D5 oder D6.

2.3 Die gleiche Begründung gilt entsprechend für den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 13 und 15 die deshalb ebenfalls nicht als neu (oder erfinderisch) betrachtet werden können.

2.4 Die abhängigen Ansprüche 2 - 12 und 14 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen eines Anspruchs, auf den sie rückbezogen sind, die Erfordernisse in Bezug auf Neuheit bzw. erfinderische Tätigkeit erfüllen.

2.5 Die Gründe dafür sind die folgenden:

- die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 2 werden in D1 (siehe Absätze [0009], [0010] und [0012]), D2 (siehe z. B. Anspruch 1) und D3 (siehe z. B. Abb. 5) offenbart, daher ist der Gegenstand dieses Anspruchs nicht neu gegenüber D1 und nicht erfinderisch gegenüber der Kombination von D2 oder D3 mit alternativ D4, D5 oder D6.
- die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 3 werden in D1 (siehe z. B. Absätze [0010] und [0014]), offenbart, daher ist der Gegenstand dieses Anspruchs nicht neu gegenüber D1.
- Im abhängigen Anspruch 4 ist eine geringfügige bauliche Änderung des Verfahrens nach Anspruch 3 definiert, die innerhalb dessen liegt, was ein Fachmann im Rahmen der üblichen Praxis zu tun pflegt, zumal die damit erreichten Vorteile ohne Weiteres im Voraus abzusehen sind. Folglich scheint auch der Gegenstand des Anspruchs 4 nicht erfinderisch gegenüber der Kombination von D1 mit dem allgemeine Fachwissen.
- die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 5 werden in D6 (siehe Absätze [0047] - [0054] der Beschreibung) offenbart, daher ist der Gegenstand dieses Anspruchs nicht nicht erfinderisch gegenüber der Kombination von D2 oder D3 mit D6.
- Im abhängigen Anspruch 6 ist eine geringfügige bauliche Änderung des Verfahrens nach Anspruch 5 definiert, die innerhalb dessen liegt, was ein Fachmann im Rahmen der üblichen Praxis zu tun pflegt, zumal die damit erreichten Vorteile ohne Weiteres im Voraus abzusehen sind. Folglich scheint auch der Gegenstand des Anspruchs 6 nicht erfinderisch gegenüber der Kombination von D2 oder D3 mit D6.
- die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 7 werden explizit in D4 und D5 offenbart (siehe im Recherchen Bericht zitierte Passagen der Beschreibung) offenbart, daher ist der Gegenstand dieses Anspruchs nicht erfinderisch gegenüber der Kombination von D2 oder D3 mit alternativ D4 oder D5.
- In den abhängigen Ansprüchen 8 und 10 - 12 ist eine geringfügige bauliche Änderung des Verfahrens nach Anspruch 1 definiert, die innerhalb dessen liegt, was ein Fachmann im Rahmen der üblichen Praxis zu tun pflegt, zumal die damit erreichten Vorteile ohne Weiteres im Voraus abzusehen sind. Folglich scheint auch der Gegenstand der Ansprüche 8 und 10 - 12 nicht erfinderisch.

- die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 14 werden explizit in D4 (siehe Abb. 1 und 2) offenbart, daher ist der Gegenstand dieses Anspruchs nicht erfinderisch gegenüber der Kombination von D2 oder D3 mit D4. In jedem Falle ist im abhängigen Anspruch 14 nur eine geringfügige bauliche Änderung des Fahrzeugs nach Anspruch 13 definiert, die innerhalb dessen liegt, was ein Fachmann im Rahmen der üblichen Praxis zu tun pflegt, zumal die damit erreichten Vorteile ohne Weiteres im Voraus abzusehen sind.

### **Zu Punkt VII**

#### **Bestimmte Mängel in der Anmeldung**

- 3 In der Beschreibung werden weder der in D1 - D3 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch die Dokumente selbst angegeben.

### **Zu Punkt VIII**

#### **Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung**

- 4 Aus der Beschreibung geht hervor, dass die folgenden Merkmale für die Definition der Erfindung wesentlich sind:

*bei dem im Falle einer Störung des Normalbetriebs ein Redundanzbetrieb aktiviert wird.*

Da der unabhängige Anspruch 15 diese Merkmale nicht enthält, entspricht er nicht dem Erfordernis der Klarheit, wonach jeder unabhängige Anspruch alle technischen Merkmale enthalten muss, die für die Definition der Erfindung wesentlich sind.