



FÖD Wirtschaft, K.M.B., Mittelstand
und Energie
Amt für Geistiges Eigentum

(11) 1030908 B1

(47) Erteilungsdatum : 22/04/2024

(12) BELGISCHES ERFINDUNGSPATENT

(47) Veröffentlichungsdatum : 22/04/2024

(21) Antragsnummer : BE2022/5761

(22) Anmeldetag : 23/09/2022

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : B62D 5/00, B62D 6/00, B62D 6/10, B62D 15/02

(30) Prioritätsangaben :

(73) Inhaber :

thyssenkrupp Presta AG
AG
9492, ESCHEN
Liechtenstein

thyssenkrupp AG
AG
45143, ESSEN
Deutschland

(72) Erfinder :

KAKAS Peter
1118 BUDAPEST
Ungarn

SZEPESSY Imre
9493 MAUREN
Liechtenstein

HÁMORI Botond
1026 BUDAPEST
Ungarn

DOBCSANYI Akos
9493 MAUREN
Liechtenstein

(54) Steer-by-Wire-Lenksystem und Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems bei blockierendem Feedback-Aktuator

(57)Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems (1) und ein Steer-by-Wire-Lenksystem (1). Das Steer-by-Wire-Lenksystem (1) umfasst eine Lenkhandhabe (7), die an einer Lenkwelle (2) drehfest angeordnet ist, eine der Lenkwelle (2) zugeordnete Winkelsensoreinheit (12), einen Feedback-Aktuator (10) mit einem Elektromotor (11), eine einer Motorwelle des Elektromotors (11) zugeordnete Rotorpositionssensoreinheit (14), einen Lenksteller (9) und eine Steuereinheit (16), wobei die Steuereinheit (16) ausgebildet ist, ein von der Winkelsensoreinheit (12) erfasstes erstes Positionssignal (21) zu empfangen, ein von der Rotorpositionssensoreinheit (14) erfasstes zweites Positionssignal (22) zu empfangen und ein Steuersignal (32, 42) zur Steuerung des Lenkstellers (9) bereitzustellen. Das Steer-by-Wire-Lenksystem (1), insbesondere die Steuereinheit (16) des Steer-by-Wire-Lenksystems (1), ist dabei ausgebildet, bei einem Erkennen einer Blockade des Feedback-Aktuators (10) von einem Normalbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems (1) in einen Sonderbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems (1) zu wechseln, wobei in dem Sonderbetriebsmodus (40) ein Steuersignal (42) zur Steuerung des Lenkstellers (9) abweichend von dem Normalbetriebsmodus (30) bestimmt wird, insbesondere unter Nutzung eines aus dem ersten Positionssignal (21) und dem zweiten Positionssignal (22) erzeugten Differenzsignals.

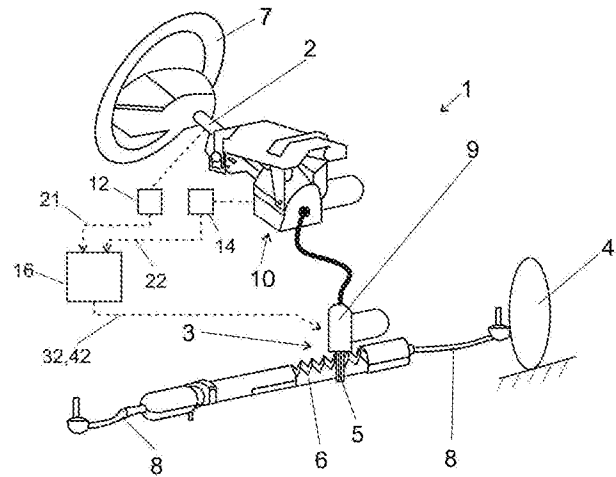


Fig. 1

Steer-by-Wire-Lenksystem und Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems bei blockierendem Feedback-Aktuator

Die Erfindung betrifft ein Steer-by-Wire-Lenksystem umfassend eine Lenkhandhabe, die an einer
5 Lenkwelle drehfest angeordnet ist, eine der Lenkwelle zugeordnete Winkelsensoreinheit, einen
Feedback-Aktuator mit einem Elektromotor, eine einer Motorwelle des Elektromotors zugeordnete
Rotorpositionssensoreinheit, einen Lenksteller und eine Steuereinheit, wobei die Steuereinheit
ausgebildet ist, ein von der Winkelsensoreinheit erfasstes erstes Positionssignal zu empfangen,
10 ein von der Rotorpositionssensoreinheit erfasstes zweites Positionssignal zu empfangen und ein
Steuersignal zur Steuerung des Lenkstellers bereitzustellen. Des Weiteren betrifft die Erfindung
ein Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems mit einer Lenkhandhabe, einem
Feedback-Aktuator und einem Lenksteller.

Steer-by-Wire-Lenksysteme sind im Stand der Technik vielfach beschrieben. Beispielsweise
15 offenbart die DE 10 2018 114 988 A1 ein Steer-by-Wire-Lenksystem mit einer Lenkhandhabe,
einem Feedback-Aktuator und einem Lenksteller, wobei über die Lenkhandhabe ein Lenkbefehl
vorgegeben werden kann, der von dem Lenksteller in eine Lenkbewegung von lenkbaren Rädern
eines Kraftfahrzeugs umgesetzt werden kann. In einem Normalbetrieb vermittelt der Feedback-
Aktuator dabei einem Fahrer des Kraftfahrzeugs beim Bedienen der Lenkhandhabe ein
20 Lenkgefühl und liefert eine Rückmeldung, insbesondere bezüglich eines Räder-
Fahrbahnkontakts.

Zur Steuerung des Lenkstellers ist es dabei bekannt, die Position der Lenkhandhabe zu
bestimmen und basierend auf der bestimmten Position ein Steuersignal für den Lenksteller zu
25 generieren, sodass der Lenksteller einen der bestimmten Position zugeordneten Lenkwinkel für
die lenkbaren Räder des Kraftfahrzeugs einstellt. Es ist dabei ebenfalls bekannt, dass die
Zuordnung dabei geschwindigkeitsabhängig sein kann. Ein Sensor zur Positionsbestimmung
einer Lenkhandhabe ist beispielsweise in der EP 2 664 906 A2 oder auch in der
DE 10 2020 214 628 A1 beschrieben.

30
Nachteilig bei der Steuerung des Lenkstellers ist, dass sich bei einer Blockade des Feedback-
Aktuators die Lenkhandhabe nicht mehr in gewohnter Weise bewegen lässt und somit sich ein
Lenkwinkel nicht mehr in gewohnter Weise aus der Position der Lenkhandhabe vorgeben lässt.
Ein solches Blockieren des Feedback-Aktuators kann dabei mechanische oder auch elektrische
35 Ursachen haben. Würde eine solche Blockade des Feedback-Aktuators bei einem

herkömmlichen Steer-by-Wire-Lenksystem auftreten, so wäre das Fahrzeug nicht mehr steuerbar, sodass ein hohes Unfallrisiko bestünde.

Aus der DE 10 2021 123 492 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung der Fahrzeuglenkung bekannt, das vorsieht, bei einer Blockade einen Radlenkwinkel der gelenkten Räder auf der Grundlage eines von einem Handrad-Drehmomentsensor erfassten Drehmoments zu erzeugen, wohingegen in einem nicht blockierten Zustand ein Radlenkwinkel auf der Grundlage eines von einem Positionssensor erfassten Handradwinkels erzeugt wird. Nachteilig hierbei ist, dass ein Handrad-Drehmomentsensor als zusätzlicher Sensor benötigt wird.

Auch aus der DE 10 2019 117 222 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems bekannt, wobei das Lenksystem eine Lenkhandhabe, einen Feedback-Aktuator und einen Lenksteller umfasst. Bei einem Erkennen einer Blockade des Feedback-Aktuators ist vorgesehen, dass von einem Normalbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems in einen Sonderbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems gewechselt wird. In dem Sonderbetriebsmodus wird ein Steuersignal zur Steuerung des Lenkstellers abweichend von dem Normalbetriebsmodus erzeugt. So ist vorgesehen, in dem Normalbetriebsmodus, also wenn keine Blockade vorliegt, das Steuersignal mittels eines Handradwinkels und gegebenenfalls eines zusätzlichen Parameters zu bestimmen, wobei in einem blockierten Zustand das Steuersignal, und somit der Straßenradwinkel, auf der Grundlage eines erfassten Handraddrehmomentwertes ohne Berücksichtigung eines Handradwinkels bestimmt wird.

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Steer-by-Wire-Lenksystem und ein verbessertes Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems bereitzustellen. Dabei soll insbesondere kostengünstig die Ausfallsicherheit des Steer-by-Wire-Lenksystems im Hinblick auf eine mögliche Blockade des Feedback-Aktuators erhöht werden, vorteilhafterweise ohne einen Drehmomentsensor zu benötigen.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden ein Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems gemäß Anspruch 1 sowie ein Steer-by-Wire-Lenksystem gemäß dem nebengeordneten Anspruch vorgeschlagen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung beschrieben sowie in den Figuren dargestellt.

Die vorgeschlagene Lösung sieht ein Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems mit einer Lenkhandhabe, einem Feedback-Aktuator und einem Lenksteller vor, wobei bei einem Erkennen einer Blockade des Feedback-Aktuators von einem Normalbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems in einen Sonderbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems

5 gewechselt wird, wobei in dem Sonderbetriebsmodus ein Steuersignal zur Steuerung des Lenkstellers abweichend von dem Normalbetriebsmodus bestimmt wird, insbesondere unter Verwendung eines ersten Positionssignals und eines zweiten Positionssignals. Das erste Positionssignal ist dabei insbesondere ein von einer an der Lenkwelle angeordneten Winkelsensoreinheit bereitgestelltes Positionssignal. Das zweite Positionssignal ist insbesondere
10 ein von einer Rotorpositionssensoreinheit eines Elektromotors des Feedback-Aktuators bereitgestelltes Positionssignal. Durch das von dem Normalbetrieb abweichende Bestimmen des Steuersignals ist vorteilhafterweise ein Lenken eines Kraftfahrzeugs trotz der Blockade des Feedback-Aktuators weiter möglich, und insbesondere ohne eine Drehmomentsensoreinheit. Der Sonderbetriebsmodus dient dabei insbesondere dazu, das Kraftfahrzeug überhaupt lenkbar zu
15 halten, insbesondere auch unter Inkaufnahmen von einem mitunter unpräzisen Lenkverhalten. Vorteilhafterweise kann das Kraftfahrzeug bei einem blockierenden Feedback-Aktuator auf diese Weise noch lenkbar sicher zum Stillstand gebracht werden. Insbesondere sieht eine Ausgestaltung des Verfahrens vor, dass das Blockieren des Feedback-Aktuators erkannt wird, insbesondere mittels einer Blockadeerkennungseinheit des Steer-by-Wire-Lenksystems.

20 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass in dem Sonderbetriebsmodus mittels einer ersten Sensoreinheit, insbesondere einer Winkelsensoreinheit, ein erstes Positionssignal bezüglich einer aktuellen Position der Lenkhandhabe erfasst wird, wobei die Lenkhandhabe insbesondere drehfest an einer Lenkwelle angeordnet ist und die erste
25 Sensoreinheit vorteilhafterweise der Lenkwelle zugeordnet ist. Weiter vorteilhaft ist vorgesehen, dass mittels einer zweiten Sensoreinheit, insbesondere einer Rotorpositionssensoreinheit, ein zweites Positionssensorsignal bezüglich einer aktuellen Position der Lenkhandhabe erfasst wird, wobei die zweite Sensoreinheit insbesondere einer Motorwelle eines Elektromotors des Feedback-Aktuators zugeordnet ist. Aus dem ersten Positionssignal und dem zweiten
30 Positionssignal wird dann vorteilhafterweise in dem Sonderbetriebsmodus ein Differenzsignal bestimmt und das Steuersignal für den Lenksteller des Steer-by-Wire-Lenksystems in dem Sonderbetriebsmodus vorteilhafterweise unter Berücksichtigung des bestimmten Differenzsignals bestimmt. Insbesondere wird das Steuersignal aus dem Differenzsignal bestimmt. Ein durch das Steuersignal für die lenkbaren Räder eines Kraftfahrzeugs vorgegebener
35 Lenkwinkel hängt dabei vorteilhafterweise von dem bestimmten Differenzsignal ab. Bei den

vorstehend beschriebenen Verfahrensschritten wird vorteilhafterweise ausgenutzt, dass sich das mittels der zweiten Sensoreinheit an der Motorwelle des Elektromotors ermittelte zweite Positionssignal aufgrund der Blockade des Feedback-Aktuators bei einer Blockade des Feedback-Aktuators nicht oder nur kaum ändert, und somit insbesondere während der Blockade nahezu konstant bleibt. Da das erste Positionssignal aber vorteilhafterweise in einer gewissen Distanz zu dem blockierten Feedback-Aktuator an der Lenkwelle gemessen wird, kommt es an dieser Stelle trotz der Blockade zu einer gewissen, erfassbaren Bewegung, wenn die Lenkhandhabe, insbesondere ein Lenkrad, bedient wird, wobei diese Bewegung insbesondere auf ein mechanisches Spiel und/oder eine mechanische Verwindung der Lenkwelle zurückgeht.

Wird also die Lenkhandhabe bei einer Blockade des Feedback-Aktuators bedient, so wird insbesondere von der zweiten Sensoreinheit eine Position x als zweites Positionssignal bereitgestellt und von der ersten Sensoreinheit insbesondere ein erstes Positionssignal $x+\Delta x$, sodass das Differenzsignal dann Δx beträgt. Da das Differenzsignal Δx insbesondere hinsichtlich des Vorzeichens von einer Lenkrichtung, die über die Lenkhandhabe vorgegeben wird, und insbesondere von einer Lenkintensität, mit der die Lenkhandhabe bedient wird, abhängt, wird vorteilhafterweise aus dem Differenzsignal eine Lenkvorgabe für die lenkbaren Räder eines Kraftfahrzeugs abgeleitet, insbesondere durch Bestimmung eines entsprechenden Steuersignals für den Lenksteller. Vorteilhafterweise wird dabei durch das zweite Positionssignal die Position für die Mittenstellung der lenkbaren Räder, und somit die neue Neutralstellung der Lenkhandhabe, definiert. Weiter vorteilhaft definieren die vorzeichenbehafteten Maximalwerte für das Differenzsignal Δx die maximalen Lenkwinkel der lenkbaren Räder in die jeweilige Richtung.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass das Differenzsignal auf einen Winkelbereich normiert wird, der vorteilhafterweise im Fall einer Blockade des Feedback-Aktuators dem noch verfügbaren Bewegungsbereich der Lenkhandhabe entspricht. So kann der Differenzwert Δx je nach Auslegung des Steer-by-Wire-Lenksystems bei einer Kraftaufbringung im Rahmen der Bedienung der Lenkhandhabe unterschiedliche Maximalwerte annehmen, insbesondere einen Maximalwert von $\pm 5^\circ$. Ist die Fähigkeit, sich zu verwinden, bei einer Lenkwelle größer, so wird auch der Maximalwert größer. Ist die Fähigkeit, sich zu verwinden, bei einer Lenkwelle kleiner, so wird auch der Maximalwert kleiner. Vorteilhafterweise wird das Differenzsignal dabei auf den durch diesen Maximalwert vorgegebenen Winkelbereich normiert. Vorteilhafterweise wird ein bestimmtes Differenzsignal in einen umso größeren Lenkwinkel von lenkbaren Rädern eines Kraftfahrzeugs umgesetzt, je näher es an dem Maximalwert liegt. Vorteilhafterweise wird ein bestimmtes Differenzsignal in einen umso kleineren Lenkwinkel von lenkbaren Rädern eines Kraftfahrzeugs umgesetzt, je näher es an den Wert 0° kommt. Beträgt

das bestimmte Differenzsignal 0° , so wird das Steuersignal vorteilhafterweise so bestimmt, dass auch der Lenkwinkel der lenkbaren Räder 0° beträgt, also insbesondere keine Lenkbewegung erfolgt.

- 5 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird durch das Steuersignal ein Lenkwinkel für lenkbare Räder des Kraftfahrzeugs vorgegeben, der linear von dem Differenzsignal abhängt. Diese Ausgestaltung kann insbesondere dann vorgesehen werden, wenn der Maximalwert für das Differenzsignal Δx relativ groß ist, insbesondere wenigstens $\pm 5^\circ$ beträgt. Ein Lenkwinkel der Räder hängt bei dieser Ausgestaltung insofern insbesondere davon
10 ab, wie weit die Lenkhandhabe innerhalb des möglichen Bedienwegs bewegt wird.

- Bei einer vorteilhaften Ausgestaltungsvariante wird durch das Steuersignal ein Lenkwinkel für lenkbare Räder des Kraftfahrzeugs vorgegeben, der nichtlinear von dem Differenzsignal abhängt. Diese Ausgestaltung kann insbesondere dann vorgesehen werden, wenn der Maximalwert für
15 das Differenzsignal Δx relativ klein ist, insbesondere weniger als $\pm 5^\circ$ beträgt. Das Steuersignal kann dabei insbesondere so vorgegeben werden, dass größere Lenkbewegungen erst beim Annähern des Maximalwerts für das Differenzsignal Δx eingestellt werden, beispielsweise erst ab einem Erreichen von wenigstens 75 % des Maximalwerts für das Differenzsignal Δx . Hierdurch wird vorteilhafterweise verhindert, dass absolut gesehen kleine Bewegungen der Lenkhandhabe,
20 insbesondere Bewegungen die zu einem Differenzsignal von weniger als 2° führen, zu größeren Lenkausschlägen der lenkbaren Rädern führen, auch wenn der Maximalwert beispielsweise $\pm 3,5^\circ$ beträgt.

- Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass das erste Positionssignal
25 mittels einer Winkelsensoreinheit als erster Sensoreinheit bestimmt wird, insbesondere mittels einer Absolutwinkelsensoreinheit. Vorteilhafterweise umfasst ein Steer-by-Wire-Lenksystem regelmäßig bereits eine solche Winkelsensoreinheit, insbesondere auch zur Bestimmung eines Steuersignals des Lenkstellers im Normalbetriebsmodus, sodass vorteilhafterweise keine zusätzlichen Kosten entstehen.

- 30 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das zweite Positionssensorsignal mittels einer Rotorpositionssensoreinheit als zweiter Sensoreinheit bestimmt wird. Vorteilhafterweise umfasst ein Steer-by-Wire-Lenksystem regelmäßig bereits eine solche Rotorpositionssensoreinheit, insbesondere auch zur Bestimmung eines Steuersignals des

Lenkstellers im Normalbetriebsmodus, sodass vorteilhafterweise keine zusätzlichen Kosten entstehen.

- Insbesondere ist vorgesehen, dass der Lenksteller in dem Sonderbetriebsmodus in einem
- 5 Sonder-Positionssteuerungsmodus betrieben wird, in dem das Steuersignal aus einer Lenkposition der Lenkhandhabe bestimmt wird, wobei die Lenkposition unter Berücksichtigung des Differenzsignals bestimmt wird. Vorteilhafterweise wird dabei der bei einer Blockade des Feedback-Aktuators zur Verfügung stehende maximale Bewegungsbereich der Lenkhandhabe als verfügbarer Lenkbereich zugrunde gelegt, wobei vorteilhafterweise durch das zweite
- 10 Positionssignal die Position für die Mittenstellung der lenkbaren Räder definiert wird. Die ausgehend von dieser Position durch Bewegungen der Lenkhandhabe möglichen einstellbaren Positionen werden vorteilhafterweise über das Differenzsignal ermittelt, wobei daraus vorteilhafterweise das Steuersignal zur Ansteuerung des Lenkstellers bestimmt wird.
- 15 Weiter vorteilhaft wird der Lenksteller in dem Normalbetriebsmodus in einem Normal-Positionssteuerungsmodus betrieben, in dem das Steuersignal aus einer sensorisch erfassten Lenkposition der Lenkhandhabe bestimmt wird, insbesondere aus einer mittels der Winkelsensoreinheit und/oder der Rotorpositionssensoreinheit bestimmten Position.
- 20 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass für die Bestimmung des Steuersignals zusätzlich eine aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit berücksichtigt wird. Der durch das Steuersignal eingestellte Lenkwinkel der lenkbaren Räder hängt dabei vorteilhafterweise zusätzlich von der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit ab, wobei vorteilhafterweise bei gleichem Differenzsignal bei einer höheren Fahrzeuggeschwindigkeit ein kleinerer Lenkwinkel der
- 25 lenkbaren Räder eingestellt wird, als bei einer niedrigeren Geschwindigkeit.

- Das des Weiteren vorgeschlagene Steer-by-Wire-Lenksystem ist vorteilhafterweise ausgebildet nach einem erfindungsgemäß ausgebildeten Verfahren betrieben zu werden. Vorteilhafterweise ist das Steer-by-Wire-Lenksystem ausgebildet, ein erfindungsgemäß ausgebildetes Verfahren
- 30 auszuführen. Vorteilhafterweise umfasst das Steer-by-Wire-Lenksystem eine Lenkhandhabe, die an einer Lenkwelle drehfest angeordnet ist, eine der Lenkwelle zugeordnete Winkelsensoreinheit, einen Feedback-Aktuator mit einem Elektromotor, eine einer Motorwelle des Elektromotors zugeordnete Rotorpositionssensoreinheit, einen Lenksteller und eine Steuereinheit. Die Steuereinheit ist dabei vorteilhafterweise ausgebildet, ein von der Winkelsensoreinheit erfasstes
- 35 erstes Positionssignal zu empfangen, ein von der Rotorpositionssensoreinheit erfasstes zweites

Positionssignal zu empfangen und ein Steuersignal zur Steuerung des Lenkstellers bereitzustellen. Das Steuersignal wird dabei vorteilhafterweise, wie bereits erläutert, insbesondere unter Berücksichtigung des Differenzsignals bestimmt.

- 5 Vorteilhafterweise weist das Steer-by-Wire-Lenksystem zwischen der Winkelsensoreinheit und der Rotorpositionssensoreinheit eine Elastizität und/oder ein Spiel auf, derart, dass bei einer Blockade des Feedback-Aktuators ein Bewegen der Lenkhandhabe in einem Bewegungsbereich ermöglicht ist. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Lenkwelle des Steer-by-Wire-Lenksystems eine Elastizität aufweist, insbesondere derart, dass bei einer Blockade des Feedback-Aktuators
10 ein Bewegen der Lenkhandhabe in einem Bewegungsbereich durch ein Verwinden der Lenkwelle ermöglicht ist. Der Bewegungsbereich liegt vorteilhafterweise symmetrisch in einem Intervall zwischen $+10^\circ$ und -10° , wobei insbesondere für die durch das zweite Positionssignal beschriebene Position der Wert 0° festgelegt ist. Weiter vorteilhaft beträgt der Bewegungsbereich in eine erste Richtung 5° und in eine zweite Richtung 5° , insbesondere ausgehend von der
15 blockierten Position, die insbesondere bei einer Blockades des Feedback-Aktuators durch das zweite Positionssignal beschrieben wird.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Steer-by-Wire-Lenksystem eine Blockadeerkennungseinheit, die ausgebildet ist, eine Blockade des Feedback-Aktuators zu
20 erkennen.

Weitere vorteilhafte Einzelheiten, Merkmale und Ausgestaltungsdetails der Erfindung werden im Zusammenhang mit den in den Figuren (Fig.: Figur) dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt:

- 25 Fig. 1 in einer vereinfachten perspektivischen Ansicht ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäß ausgebildetes Steer-by-Wire-Lenksystem;
- 30 Fig. 2a in einer stark vereinfachten schematischen Darstellung einen Ausschnitt aus einem Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäß ausgebildetes Steer-by-Wire-Lenksystem;
- Fig. 2b ein Ausführungsbeispiel für einen noch zur Bewegung einer Lenkhandhabe verfügbaren Winkelbereich im Fall eines blockierten Feedback-Aktuators;

Fig. 3 in einem Blockschaltbild ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäß ausgebildetes Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems; und

Fig. 4 in einem Ablaufdiagramm ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäß ausgebildetes Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems in einem Sonderbetriebsmodus.

In den verschiedenen Figuren sind gleiche Teile in der Regel mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden daher mitunter auch jeweils nur im Zusammenhang mit einer der Figuren erläutert.

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäß ausgebildetes Steer-by-Wire-Lenksystem 1 für ein Kraftfahrzeug dargestellt. Das Steer-by-Wire-Lenksystem 1 umfasst eine Lenksäule mit einer Lenkwelle 2 und einem Feedback-Aktuator 10 mit einem Elektromotor. An einem Ende der Lenkwelle 2 ist eine als Lenkrad ausgebildete Lenkhandhabe 7 drehfest angeordnet. Über die Lenkhandhabe 7 kann ein Fahrer einen Lenkbefehl vorgeben. Der Feedback-Aktuator 10 ist ausgebildet, insbesondere zur Vermittlung eines Lenkgefühls, ein Drehmoment beziehungsweise ein Lenkwiderstands-Drehmoment auf die Lenkwelle 2 auszuüben, das ein Fahrer des Kraftfahrzeugs über die Lenkhandhabe 7 wahrnehmen kann. Die Lenkhandhabe 7 lässt sich dabei in bekannter Weise drehen, um eine Lenkvorgabe in die Lenkwelle 2 einzubringen, die sensorisch erfasst wird. Dazu umfasst das Steer-by-Wire-Lenksystem 1 in diesem Ausführungsbeispiel eine der Lenkwelle 2 zugeordnete Winkelsensoreinheit 12 und eine einer Motorwelle des Elektromotors des Feedback-Aktuators zugeordnete Rotorpositionssensoreinheit 14, die jeweils ausgebildet sind, eine Position der Lenkhandhabe 7 als Drehwinkel zu erfassen, wobei die Winkelsensoreinheit 12 einen Drehwinkel als erstes Positionssignal 21 erfasst und einer Steuereinheit 16 bereitstellt und die Rotorpositionssensoreinheit 14 einen Drehwinkel als zweites Positionssignal 22 erfasst und der Steuereinheit 16 bereitstellt. Die Steuereinheit 16 ist insbesondere eine ECU (ECU: Electronic Control Unit). Die Steuereinheit 16 ist ausgebildet, das erste Positionssignal 21 und das zweite Positionssignal 22 zu empfangen, und ein Steuersignal 32, 42 zur Steuerung eines Lenkstellers 9 des Steer-by-Wire-Lenksystems 1 bereitzustellen.

Der Lenksteller 9 ist dabei Teil eines von dem Steer-by-Wire-Lenksystem 1 umfassten Lenkgetriebes 3, wobei der Lenksteller 9 durch entsprechende Ansteuerung mit einem Steuersignal 32, 34 über ein Lenkritzel 5 auf ein als Zahnstange 6 ausgebildetes Koppellement

6 einwirkt und eine Lenkbewegung von lenkbaren Rädern 4 des Kraftfahrzeugs auslöst, die insbesondere über Spurstangen 8 mit der Zahnstange 6 verbunden sind. Die Spurstangen 8 selbst sind in bekannter Weise über Achsschenkel mit je einem gelenkten Rad 4 verbunden.

- 5 Das Steer-by-Wire-Lenksystem 1 ist ausgebildet, in einem Normalbetriebsmodus betrieben zu werden. In dem Normalbetriebsmodus wird mittels der von der Winkelsensoreinheit 12 und der Rotorpositionssensoreinheit 14 bereitgestellten Signalen 21, 22 von der Steuereinheit 16 die Position der Lenkhandhabe 7 bestimmt und daraus ein Normal-Steuersignal 32 zur Steuerung des Lenkstellers 9 bestimmt. Das Steer-by-Wire-Lenksystem 1 ist darüber hinaus ausgebildet, in
10 einem Sonderbetriebsmodus betrieben zu werden, in dem ein Steuersignal 42 zur Steuerung des Lenkstellers 9 abweichend von dem Normalbetriebsmodus bestimmt wird. Das Steer-by-Wire-Lenksystem 1 wechselt von dem Normalbetriebsmodus in den Sonderbetriebsmodus, wenn eine Blockade des Feedback-Aktuators 10 erkannt wird. Eine solche Blockade des Feedback-Aktuators 10 kann mechanische, aber auch elektrische Ursachen haben. Zur Erkennung einer
15 Blockade des Feedback-Aktuators 10 weist das Steer-by-Wire-Lenksystem 1 eine Blockadeerkennungseinheit auf.

- Fig. 2a zeigt in einer stark vereinfachten schematischen Darstellung die Anordnung der ersten Sensoreinheit 12, der Winkelsensoreinheit, und der zweiten Sensoreinheit 14, der
20 Rotorpositionssensoreinheit, bei einem erfindungsgemäß ausgebildeten Steer-by-Wire-Lenksystem. Dabei ist in Fig. 2a eine Lenkwelle 2 dargestellt, an deren einem Ende eine Lenkhandhabe 7, hier ein Lenkrad, drehfest angeordnet ist. An dem der Lenkhandhabe 7 abgewandten Ende der Lenkwelle 2 ist schematisch ein Feedback-Aktuator 10 mit einem Elektromotor 11 dargestellt, der ein Lenkwiderstandsmoment auf die Lenkwelle 2 aufbringen
25 kann. Eine Drehwinkel als Position der Lenkhandhabe 7 wird dabei mittels der der Lenkwelle zugeordneten ersten Sensoreinheit 12 und mittels der einer Rotorwelle des Elektromotors 11 zugeordneten zweiten Sensoreinheit 14 erfasst. Die zweite Sensoreinheit 14 ist insbesondere unmittelbar an dem Elektromotor 11 angeordnet. In einem Normalbetrieb liefern die erste Sensoreinheit 12 und die zweite Sensoreinheit 14 im Wesentlichen gleiche Werte für den
30 Drehwinkel und somit die Position der Lenkhandhabe 7. Kommt es nun aber zu einer Blockade des Feedback-Aktuators 10, so liefert die zweite Sensoreinheit 14 einen im Wesentlichen konstanten Wert für den Drehwinkel und somit die Position der Lenkhandhabe 7, weil im Wesentlichen keine Drehung der Motorwelle mehr möglich ist. Da zwischen der Anordnungsposition der ersten Sensoreinheit 12 und der Anordnungsposition der zweiten
35 Sensoreinheit aber ein gewisser Bewegungsspielraum besteht, ist bei einer Blockade des

Feedback-Aktuators 10 ein Bewegen der Lenkhandhabe 7 in eine erste Richtung 37 und in eine zweite Richtung 38 in einem gewissen Bewegungsbereich ermöglicht, insbesondere durch ein Verwinden der Lenkwelle 2 und/oder weiterer Komponenten des Lenksystems und/oder ein vorhandenes Spiel. Der Bewegungsbereich bildet dabei zwischen einem ersten Maximalwert -
5 P_max für die erste Bewegungsrichtung 37 der Lenkhandhabe 7 und einem zweiten Maximalwert +P_max für die zweite Bewegungsrichtung 38 der Lenkhandhabe 7 einen Winkelbereich 26, wie in Fig. 2b beispielhaft dargestellt. Als Nullpunkt beziehungsweise Symmetriepunkt P_0 ist dabei der von der zweiten Sensoreinheit 14 als Positionssignal 22 erfasste Drehwinkel festgelegt, der dann für das weitere Lenken des Kraftfahrzeugs in dem Sonderbetriebsmodus die
10 Neutralstellung bildet. Insbesondere ist vorgesehen, dass das Steer-by-Wire-Lenksystem so ausgelegt ist, dass der Winkelbereich 26 symmetrisch in einem Intervall zwischen maximal -10° und maximal +10° liegt. In dem konkreten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2a beträgt der Bewegungsbereich in die erste Bewegungsrichtung 37 5° und in die zweite Bewegungsrichtung 38 5°, der Winkelbereich 26 insgesamt also 10°.

15 Fig. 3 zeigt in einem Blockschaltbild ein Ausführungsbeispiel, wie ein Steer-by-Wire-Lenksystem, insbesondere ein Steer-by-Wire-Lenksystem 1 wie unter Bezugnahme auf Fig. 1 erläutert, erfindungsgemäß betrieben werden kann. Dazu ist in Fig. 3 schematisch die Steuereinheit 16 dargestellt. In einem Normalbetriebsmodus 30 wird dabei ein Normal-Steuersignal 32 zur
20 Steuerung des Lenkstellers 9 bestimmt und der Lenksteller 9 mit dem Normal-Steuersignal 32 gesteuert. Insbesondere wird der Lenksteller 9 in dem Normalbetriebsmodus 30 in einem Normal-Positionssteuerungsmodus betrieben, in dem das Normal-Steuersignal 32 aus einer mittels der ersten Sensoreinheit 12 und der zweiten Sensoreinheit 14 erfassten Lenkposition der Lenkhandhabe 7 bestimmt wird. Erkennt eine Blockadeerkennungseinheit 18 des Steer-by-Wire-
25 Lenksystems 1, dass der Feedback-Aktuator 10 blockiert ist, so wechselt die Steuereinheit 16 von dem Normalbetriebsmodus 30 in einen Sonderbetriebsmodus 40, in dem ein Steuersignal 42 zur Steuerung des Lenkstellers 9 abweichend von dem Normalbetriebsmodus 30, insbesondere unter Verwendung eines ersten einen Drehwinkel repräsentierenden Positionssignals und eines zweiten einen Drehwinkel repräsentierenden Positionssignals,
30 bestimmt und dem Lenksteller 9 bereitgestellt wird, sodass dieser entsprechend dem Steuersignal 41 einen Lenkwinkel der lenkbaren Räder 4 einstellt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung für ein Verfahren zum Betreiben des unter Bezugnahme auf Fig. 1 und Fig. 2 erläuterten Steer-by-Wire-Lenksystems 1 in dem Sonderbetriebsmodus 40 wird
35 unter Bezugnahme auf Fig. 4 näher erläutert. In dem Sonderbetriebsmodus 40 wird dabei mittels

der Winkelsensoreinheit als erster Sensoreinheit 12 ein erstes Positionssignal 21 bezüglich einer aktuellen Position der Lenkhandhabe 7 an der Lenkwelle 2 erfasst. Mittels der Rotorpositionssensoreinheit 14 als zweiter Sensoreinheit wird ein zweites Positionssensorsignal 22 bezüglich einer aktuellen Position der Lenkhandhabe 7 erfasst. Aus dem ersten

5 Positionssignal 21 und dem zweiten Positionssignal 22 wird ein Differenzsignal 24 bestimmt. Beispielsweise kann das erste Positionssignal 21 einen Drehwinkel von 93° repräsentieren und das zweite Positionssignal 22 einen Drehwinkel von 90° repräsentieren, sodass das Differenzsignal 24 mit 3° bestimmt wird. In einem weiteren Verfahrensschritt N wird das Differenzsignal 24 auf den Winkelbereich 26 normiert, der für das Ausführungsbeispiel gemäß

10 Fig. 2a und Fig. 2b mit 10° festgelegt wurde. Der Winkelbereich 26 entspricht dabei dem trotz des blockierten Feedback-Aktuators 10 noch verfügbaren Bewegungsbereich der Lenkhandhabe 7.

Aus dem normierten Differenzsignal 25 und einer in einem weiteren Verfahrensschritt V

15 bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit 36 wird in einem Verfahrensschritt D das Steuersignal 42 für den Lenksteller 9 in einem Sonder-Positionssteuerungsmodus derart bestimmt, dass durch das Steuersignal 42 ein Lenkwinkel 50 für die lenkbaren Räder 4 des Kraftfahrzeugs vorgegeben wird, der nichtlinear von dem Differenzsignal 24 beziehungsweise dem normierten Differenzsignal 25 abhängt. Der Lenkwinkel nimmt dabei vorteilhafterweise mit größer

20 werdendem Differenzsignal 24 überproportional zu. Darüber hinaus werden zudem abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit 36 die Steuersignale 42 so bestimmt, dass durch ein Steuersignal 42 bei gleichem Differenzsignal 24 für niedrigere Geschwindigkeiten ein größerer Lenkwinkel 50 über den Lenksteller 9 eingestellt wird, als für höhere Geschwindigkeiten.

25 Für den Fahrer eines Kraftfahrzeugs mit einem gemäß einem solchen Verfahrens betriebenen Steer-by-Wire-Lenksystem 1 bedeutet das, dass bei einer erkannten Blockade des Feedback-Aktuators 10 die Lenkhandhabe 7 noch in einem engen Winkelbereich 26 bewegt werden kann. Die sich für ein Differenzsignal 24 mit einem Wert von 0° ergebende Position P_0 innerhalb des Winkelbereichs 26 wird dann als Neutralstellung festgelegt, bei der die lenkbaren Räder 4 des

30 Kraftfahrzeugs in Geradeausfahrrichtung ausgerichtet werden. Ausgehend von dieser Position P_0 führt eine Bewegung der Lenkhandhabe 7 in die erste Richtung 37 zu einer Lenkbewegung der gelenkten Räder entsprechend der ersten Richtung. Eine Bewegung der Lenkhandhabe 7 in die zweite Richtung 37 ausgehend von der Position P_0 führt zu einer Lenkbewegung der gelenkten Räder entsprechend der zweiten Richtung.

Die in den Figuren dargestellten und im Zusammenhang mit diesen erläuterten Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und sind für diese nicht beschränkend.

Bezugszeichenliste

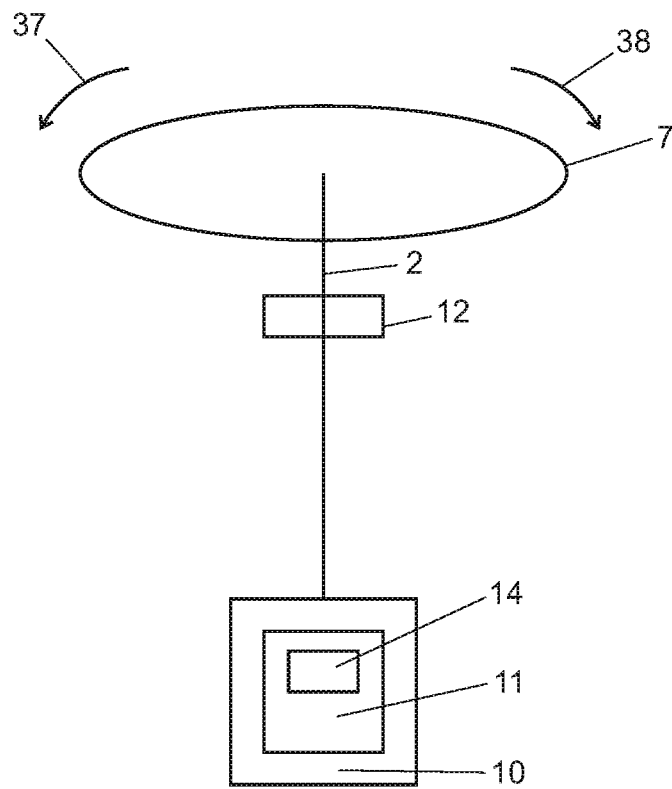
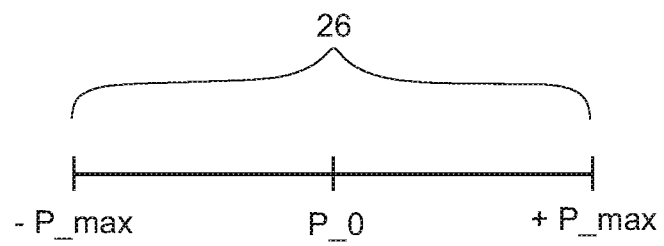
	1	Steer-by-Wire-Lenksystem
	2	Lenkwelle
5	3	Lenkgetriebe
	4	lenkbares Rad
	5	Lenkritzel
	6	Zahnstange
	7	Lenkhandhabe
10	8	Spurstange
	9	Lenksteller
	10	Feedback-Aktuator
	11	Elektromotor des Feedback-Aktuators (10)
	12	erste Sensoreinheit
15	14	zweite Sensoreinheit
	16	Steuereinheit
	18	Blockadeerkennungseinheit
	21	erstes Positionssignal
	22	zweites Positionssignal
20	24	Differenzsignal
	25	normiertes Differenzsignal
	26	Winkelbereich
	30	Normalbetriebsmodus
	32	Normal-Steuersignal
25	36	Fahrzeuggeschwindigkeit
	37	erste Bewegungsrichtung der Lenkhandhabe (7)
	38	zweite Bewegungsrichtung der Lenkhandhabe (7)
	40	Sonderbetriebsmodus
	42	Steuersignal
30	50	Lenkwinkel
	N	Normierung des Differenzsignals (24)
	V	Erfassen und Bereitstellen einer Fahrzeuggeschwindigkeit (36)
	D	Bestimmen eines Steuersignals (42)
	P_0	festgelegte Neutralstellung im Sonderbetriebsmodus
35	-P_max	erste Grenze für den Bewegungsbereich der Lenkhandhabe (7) bei blockiertem Feedback-Aktuator (10)
	+P_max	zweite Grenze für den Bewegungsbereich der Lenkhandhabe (7) bei blockiertem Feedback-Aktuator (10)

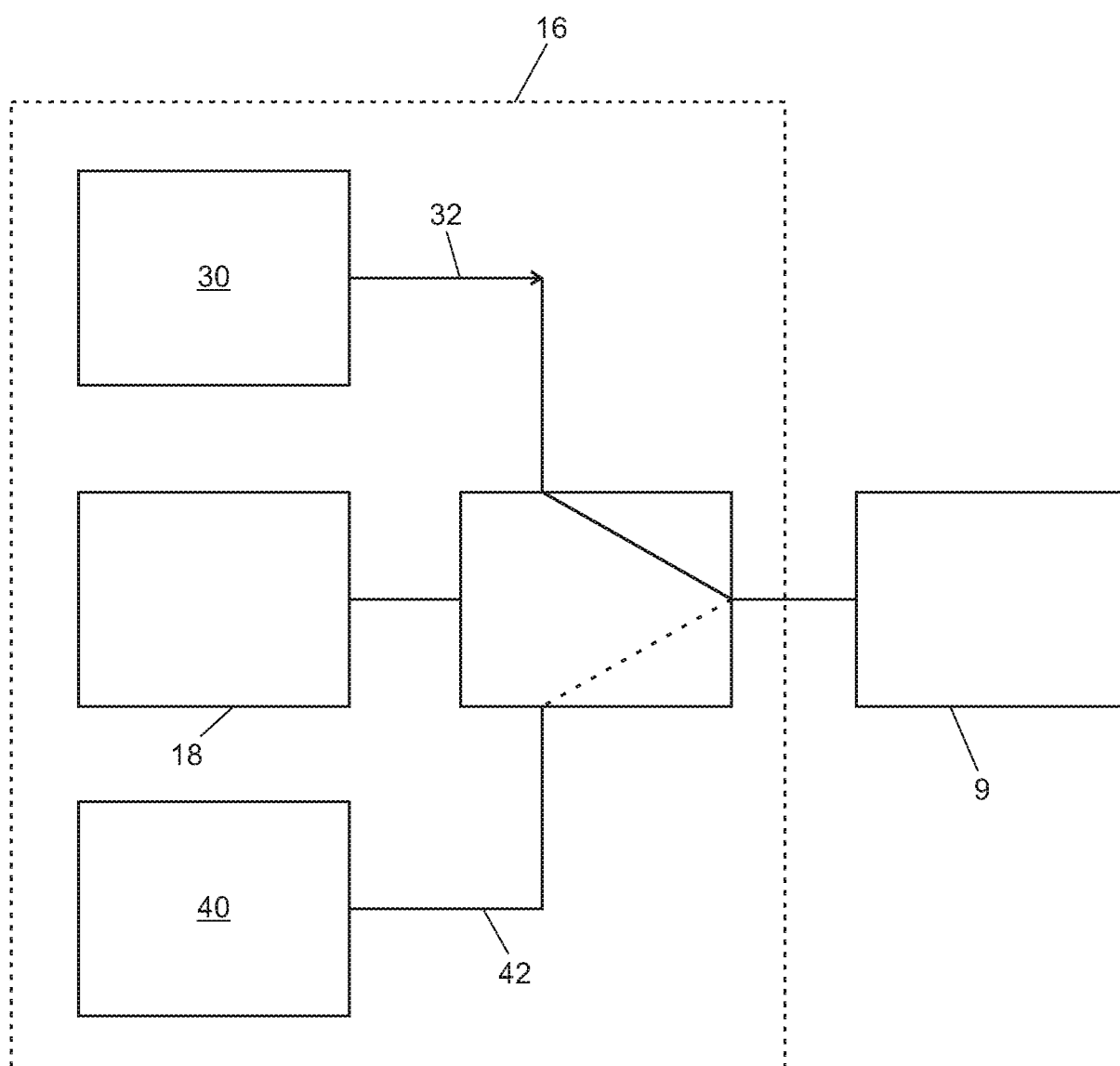
Ansprüche

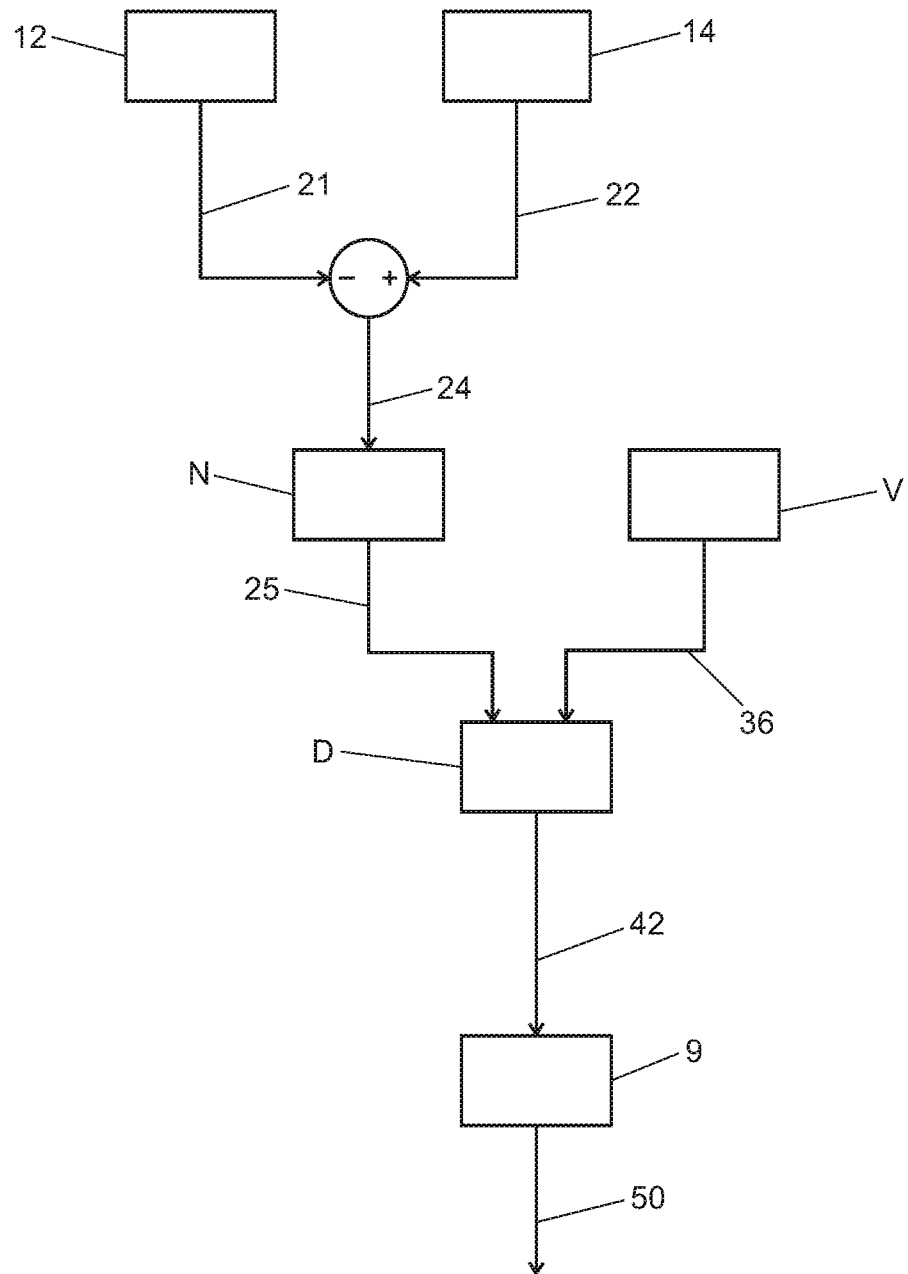
1. Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems (1) mit einer Lenkhandhabe (7), einem Feedback-Aktuator (10) und einem Lenksteller (9), wobei bei einem Erkennen einer Blockade des Feedback-Aktuators (10) von einem Normalbetriebsmodus (30) des Steer-by-Wire-Lenksystems (1) in einen Sonderbetriebsmodus (40) des Steer-by-Wire-Lenksystems (1) gewechselt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Sonderbetriebsmodus (40) ein Steuersignal (42) zur Steuerung des Lenkstellers (9) abweichend von dem Normalbetriebsmodus (30) unter Verwendung eines ersten Positionssignals (21) und eines zweiten Positionssignals (22) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Sonderbetriebsmodus (40) mittels einer ersten Sensoreinheit (12) das erste Positionssignal (21) bezüglich einer aktuellen Position der Lenkhandhabe (7) erfasst wird, wobei die Lenkhandhabe (7) drehfest an einer Lenkwelle (2) angeordnet ist und die erste Sensoreinheit (12) der Lenkwelle (2) zugeordnet ist, und dass mittels einer zweiten Sensoreinheit (14) das zweite Positionssensorsignal (22) bezüglich einer aktuellen Position der Lenkhandhabe (7) erfasst wird, wobei die zweite Sensoreinheit (14) einer Motorwelle eines Elektromotors (11) des Feedback-Aktuators (10) zugeordnet ist, wobei ein Differenzsignal (24) aus dem ersten Positionssignal (21) und dem zweiten Positionssignal (22) bestimmt wird und das Steuersignal (42) für den Lenksteller (9) in dem Sonderbetriebsmodus (40) unter Berücksichtigung des bestimmten Differenzsignals (24) bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Differenzsignal (24) auf einen Winkelbereich (26) normiert wird, der im Fall einer Blockade des Feedback-Aktuators (10) dem noch verfügbaren Bewegungsbereich der Lenkhandhabe (7) entspricht.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Steuersignal (42) ein Lenkwinkel für lenkbare Räder (4) des Kraftfahrzeugs vorgegeben wird, der linear von dem Differenzsignal (24) abhängt.
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Steuersignal (42) ein Lenkwinkel für lenkbare Räder (4) des Kraftfahrzeugs vorgegeben wird, der nichtlinear von dem Differenzsignal (24) abhängt.

- 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Positionssignal (21) mittels einer Winkelsensoreinheit als erster Sensoreinheit (12) bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Positionssensorsignal (22) mittels einer Rotorpositionssensoreinheit als zweiter Sensoreinheit (14) bestimmt wird.
- 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lenksteller (9) in dem Sonderbetriebsmodus (40) in einem Sonder-Positionssteuerungsmodus betrieben wird, in dem das Steuersignal (42) aus einer Lenkposition der Lenkhandhabe (7) bestimmt wird, wobei die Lenkposition unter Berücksichtigung des Differenzsignals (24) bestimmt wird.
- 15
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lenksteller (9) in dem Normalbetriebsmodus (30) in einem Normal-Positionssteuerungsmodus betrieben wird, in dem das Normal-Steuersignal (32) aus einer sensorisch erfassten Lenkposition der Lenkhandhabe (7) bestimmt wird.
- 20
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Bestimmung des Steuersignals (42) in dem Sonderbetriebsmodus (42) zusätzlich eine aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit (36) berücksichtigt wird.
- 25
11. Steer-by-Wire-Lenksystem (1) umfassend eine Lenkhandhabe (7), die an einer Lenkwelle (2) drehfest angeordnet ist, eine der Lenkwelle (2) zugeordnete Winkelsensoreinheit (12), einen Feedback-Aktuator (10) mit einem Elektromotor (11), eine einer Motorwelle des Elektromotors (11) zugeordnete Rotorpositionssensoreinheit (14), einen Lenksteller (9) und eine Steuereinheit (16), wobei die Steuereinheit (16) ausgebildet ist, ein von der
- 30
- Winkelsensoreinheit (12) erfasstes erstes Positionssignal (21) zu empfangen, ein von der Rotorpositionssensoreinheit (14) erfasstes zweites Positionssignal (22) zu empfangen und ein Steuersignal (32, 42) zur Steuerung des Lenkstellers (9) bereitzustellen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steer-by-Wire-Lenksystem (1) zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildet ist.
- 35

- 5 12. Steer-by-Wire-Lenksystem (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lenksystem (1) zwischen der Winkelsensoreinheit (12) und der Rotorpositionssensoreinheit (14) eine Elastizität und/oder ein Spiel aufweist, derart, dass bei einer Blockade des Feedback-Aktuators (10) ein Bewegen der Lenkhandhabe (7) in einem Bewegungsbereich ermöglicht ist.
13. Steer-by-Wire-Lenksystem (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bewegungsbereich symmetrisch in einem Intervall zwischen $+10^\circ$ und -10° liegt.
- 10 14. Steer-by-Wire-Lenksystem (1) nach Anspruch 12 oder Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bewegungsbereich in eine erste Richtung (37) 5° und in eine zweite Richtung (38) 5° beträgt.
- 15 15. Steer-by-Wire-Lenksystem (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **gekennzeichnet durch** eine Blockadeerkennungseinheit (18), die ausgebildet ist, eine Blockade des Feedback-Aktuators (10) zu erkennen.

**Fig. 2a****Fig. 2b**

**Fig. 3**

**Fig. 4**

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
	210241P00BE
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum
202205761	23-09-2022
Anmeldeland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name)	
thyssenkrupp Presta AG, et al	
Datum des Antrags auf eine Recherche Internationaler Art	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat
01-10-2022	SN82319
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC	
Siehe Recherchenbericht	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE	
Recherchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC	Siehe Recherchenbericht
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. ☐ MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

BE 202205761

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B62D5/00 B62D6/00 B62D15/02 B62D6/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) 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	DE 10 2019 117222 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE])	1, 9, 11-15
A	31. Dezember 2020 (2020-12-31) * Absätze [0014], [0037], [0038], [0049], [0051] - [0053], [0059] - [0067], [0077] - [0084], [0087], [0088], [0092], [0096], [0104], [0108]; Abbildungen 1-5 *	2-8
X	DE 10 2021 123492 A1 (STEERING SOLUTIONS IP HOLDING [US])	1, 10, 11, 15
A	24. März 2022 (2022-03-24) * Absätze [0006], [0011], [0013] - [0018], [0021], [0028] - [0033], [0035], [0037], [0039]; Abbildungen 1-6 *	2-9, 12-14
	----- -/-	
☒ 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
4. Mai 2023		
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 Janusch, Stefan

C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 11 192 581 B2 (THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]; THYSSENKRUPP AG [DE]) 7. Dezember 2021 (2021-12-07) * Spalte 1, Zeilen 53-63 * * Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 12 * * Spalte 4, Zeilen 35-63 * * Spalte 5, Zeilen 30-56; Abbildungen 1,2 * -----	1, 10, 11

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

BE 202205761

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019117222 A1	31-12-2020	KEINE	
DE 102021123492 A1	24-03-2022	CN 114248835 A	29-03-2022
		DE 102021123492 A1	24-03-2022
		US 2022089212 A1	24-03-2022
US 11192581 B2	07-12-2021	CN 109963766 A	02-07-2019
		DE 102016009684 A1	15-02-2018
		EP 3496995 A1	19-06-2019
		ES 2865514 T3	15-10-2021
		US 2019168807 A1	06-06-2019
		WO 2018029198 A1	15-02-2018



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. SN82319	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 23.09.2022	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202205761
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. B62D5/00 B62D6/00 B62D15/02 B62D6/10			
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 Janusch, Stefan
--	---------------------------

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 2-8 Nein: Ansprüche 1, 9-15
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche 2-8 Nein: Ansprüche 1, 9-15
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

1 Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1 DE 10 2019 117222 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 31.
Dezember 2020 (2020-12-31)
- D2 DE 10 2021 123492 A1 (STEERING SOLUTIONS IP HOLDING [US]) 24.
März 2022 (2022-03-24)

Zu Punkt V

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

2 Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse der Patentierbarkeit, weil der Gegenstand des Anspruch 1 nicht neu ist.

2.1 Dokument D1 offenbart (die Verweise in Klammern beziehen sich auf dieses Dokument):

Verfahren zum Betreiben eines Steer-by-Wire-Lenksystems (siehe das Steer-by-wire-System in Abbildung 1 und Anspruch 1) mit einer Lenkhandhabe (siehe die Lenkhandhabe 10 in Abbildung 1), einem Feedback-Aktuator (siehe der Feedback-Aktuator 30 in Abbildung 1) und einem Lenksteller (Lenkaktuator 70), wobei bei einem Erkennen einer Blockade des Feedback-Aktuators von einem Normalbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems in einen Sonderbetriebsmodus des Steer-by-Wire-Lenksystems gewechselt wird (siehe Absätze [0063], [0064] und [0067], hier werden verschiedenen Betriebszustände beschrieben, wobei ein blockierter Feedback-Aktuator erkannt und dann das Steer-by-Wire System weiter betrieben wird), wobei

in dem Sonderbetriebsmodus ein Steuersignal zur Steuerung des Lenkstellers abweichend von dem Normalbetriebsmodus unter Verwendung eines ersten Positionssignals (siehe Abs. [0053], [0066] und [0082] bis [0085], hier wird beschrieben, wie bei erkanntem Fehler oder Ausfall des Feedback-Aktuators der Lenksteller (70) über zumindest zwei Positionssignale über Signalwege P1 und P2 plus P5 von unterschiedlichen Winkelsensoren über Steuereinheit 52 angesteuert wird) und eines zweiten Positionssignals bestimmt wird.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist daher nicht neu.

- 2.2 Des Weiteren offenbart Dokument D2 ebenfalls sämtliche Merkmale des Anspruchs1.
- 2.2.1 Dokument D2 offenbart ebenfalls eine ähnliche Ausführungsform, die ein Verfahren zum Betrieb eines Steer-by-Wire-Systems mit einem normalen und einem Sonderbetriebsmodus im Falle einer Blockierung des Lenkrads umfasst (siehe Abb. 1 und Abs. [0018]), und anhand eines ersten und eines zweiten Positionssignals den Lenksteller 6 ansteuert (siehe Absätze [0018] und [0024] sowie Abb. 2, hier werden zum Beispiel bei einer Blockade des Handradstellglieds (106) mittels Arbitrierungsmodul (230, sendet ein gemischtes Ergebnis, siehe Abs. [0022] und [0030]) beide von den Strassenberechnungsmodulen (210, 220) bereitgestellte Lenkwinkel zur Einstellung des Lenkwinkels der Räder verwendet; d.h. das Steuersignal (gewünschter Strassenradlenkwinkel wird aus zwei unterschiedliche Positionssignale bestimmt). Abb. 3 bis 6 und die dazugehörigen Absätze (siehe Recherchebericht) offenbaren ebenfalls ein ähnliches Verfahren, so dass die unterschiedlichen Ausführungsvarianten in der D2 ebenfalls die Neuheit des Anspruchs 1 vorwegnehmen.
- Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist daher auch gegenüber der Offenbarung der D2 nicht neu.
- 2.3 Die gleiche Begründung gilt entsprechend für den Gegenstand des **unabhängigen Anspruchs 11**, der deshalb ebenfalls nicht als neu und erfinderisch betrachtet werden kann; siehe die Verweise auf die Dokumente D1 und D2 unter Punkt 2.1 und 2.2.1.
- 2.4 Die abhängigen **Ansprüche 9, 10 und 12-15** 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.
- 2.4.1 Die Merkmale der Ansprüche 9, 10, 12 und 15 sind in ihrer Gesamtheit aus Dokument D1 bekannt. Infolgedessen ist der Gegenstand der Ansprüche 9, 10, 12 und 15 nicht neu.
- 2.4.1.1 Anspruch 9: D1, siehe z.B. Abs. [0108] und Sensoren 40, 41.
- 2.4.1.2 Anspruch 10: D2, siehe Abb. 2-4 und Abs. [0022] bis [0024], hier wird ebenfalls die Fahrzeuggeschwindigkeit berücksichtigt.
- 2.4.1.3 Anspruch 12: D1, siehe Abs. [0078] und [0080], die Lenkhandhabe ist auch bei Ausfall des Feedback-Aktuators weiter drehbar und wird über die mechanische Rückstelleinrichtung (12) mit einem Drehmoment beaufschlagt. Somit ist

weiterhin eine Bewegung der Lenkhandhabe möglich, was auch mit einem Spiel gleichzusetzen ist, da der technische Effekt (die Lenkhandhabe kann weiterhin gedreht werden) identisch ist.

- 2.4.1.4 Anspruch 15: D1, siehe Handradblockade-Erkennungsmodul 610 zusammen mit Zustanddetektor 620 und Abs. [0028] und [0029].
- 2.4.2 In den abhängigen Ansprüchen 13 und 14 ist eine geringfügige Änderung des Steer-by-Wire Lenksystems nach Anspruch 12 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. Siehe D1, durch den mechanischen Feedback-Aktuator wird der Lenkwinkel im Prinzip ebenfalls begrenzt, wobei es sich bei den beanspruchten Winkelbereichen nur um eine von mehreren naheliegenden Möglichkeiten handelt, aus denen der Fachmann ohne erfinderisches Zutun den Umständen entsprechend eine wählen würde, um die gestellte Aufgabe zu lösen.

Folglich ist auch der Gegenstand der Ansprüche 13 und 14 nicht erfinderisch.

- 2.5 Die in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 8 enthaltene Merkmalskombination ist aus dem vorliegenden Stand der Technik weder bekannt noch wird sie durch ihn nahegelegt.

Das Positionssignal zur Ansteuerung des Lenkstellers im Sonderbetriebsmodus unter Berücksichtigung eines aus einem Lenkwinkelsensor und einem Rotorlagesensor bestimmten Differenzsignals vorzunehmen, ist aus dem Stand der Technik weder bekannt noch durch ihn nahegelegt.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel in der internationalen Anmeldung

- 3 In der Beschreibung werden weder der in Dokumenten D1 und D2 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch die Dokumente selbst angegeben.