



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

(11) 1032007 B1

(47) Erteilungsdatum : 29/04/2025

(12) BELGISCHES ERFINDUNGSPATENT

(47) Veröffentlichungsdatum : 29/04/2025

(21) Antragsnummer : BE2023/5785

(22) Anmeldetag : 25/09/2023

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : B62D 5/04, B62D 9/00, B60W 10/20

(30) Prioritätsangaben :

(73) Inhaber :

thyssenkrupp Presta AG
AG
9492, ESCHEN
Liechtenstein

thyssenkrupp AG
AG
45143, ESSEN
Deutschland

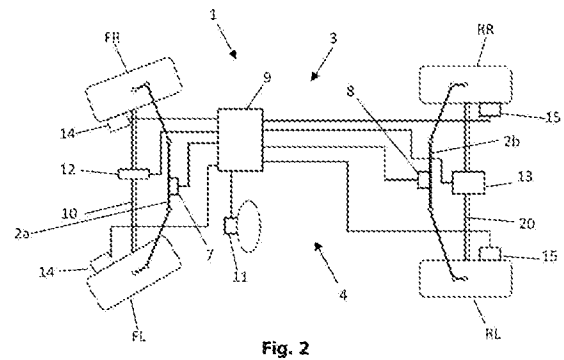
(72) Erfinder :

ARÁNYI Miklós
9450 ALTSTÄTTEN
Schweiz

SZEPESSY Imre
9493 MAUREN
Liechtenstein

(54) Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems, Steuereinheit und Kraftfahrzeug

(57)Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems für ein Kraftfahrzeug (1) im Normalbetrieb, wobei das Kraftfahrzeug (1) eine Vorderachse (10) mit Vorderrädern (FL, FR) und eine Hinterachse (20) mit Hinterrädern (RL, RR) und wenigstens zwei Aktuatoren (5, 6, 7, 8) zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs (1) umfasst, die mit einer Steuereinheit (9) verbunden sind, mit den folgenden Schritten: - Bestimmen der gewünschten Fahrzeugtrajektorie, - Bestimmen der jeweiligen Leistungsreserve der Aktuatoren (5, 6, 7, 8) durch Vergleich der tatsächlich verbrauchten Leistung mit der maximal verfügbaren Leistung des jeweiligen Aktuators (5, 6, 7, 8), - Übermitteln der jeweiligen Leistungsreserve an die Steuereinheit (9) und - Ansteuern des Aktuators (5, 6, 7, 8) mit der höheren Leistungsreserve zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie durch ein Steuersignal der Steuereinheit (9).



Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems, Steuereinheit und Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems,
5 eine Steuereinheit und ein Kraftfahrzeug.

Bei einem Steer-by-Wire-Lenksystem sind die gelenkten Räder und das Lenkrad nicht mechanisch, sondern elektrisch gekoppelt. Die gelenkten Räder werden durch Lenksignale gesteuert. Dabei wird die jeweilige Lenkradstellung von einem Lenkwinkelsensor erfasst. Das entsprechende Lenksignal bewirkt, dass ein Lenksteller
10 die Stellung der gelenkten Räder ändert. Die gewünschte Fahrzeugtrajektorie kann auch durch eine radindividuelle Drehmomentverteilung erreicht werden, bei der der Fahrzeugantrieb und/oder das Bremssystem entsprechend angesteuert werden (Torque Vectoring), wobei der Fahrzeugantrieb und/oder das Bremssystem mechanisch und steuerungstechnisch für diese Funktionalität angepasst sind.

15 Im Normalbetrieb wird die ordnungsgemäße Funktion des Steer-by-Wire-Lenksystems kontinuierlich überprüft. Die von Sensoren erfassten Lenkradbewegungen werden an eine zentrale Steuereinheit weitergeleitet. Die Steuereinheit verarbeitet die Eingaben und trifft die Entscheidungen darüber, wie die Räder gelenkt werden sollen.

Ein System zur automatisierten Fahrzeugsteuerung in einem Kraftfahrzeug ist aus der
20 DE 10 2021 202 301 A1 bekannt, die auf die Anmelderin zurückgeht. Das System zielt darauf ab, die Leistung, Effizienz und Stabilität des Fahrzeugs zu optimieren, in dem es die verschiedenen Aktuatoren (Bremsen, Antrieb, Lenkung) basierend auf einer Referenzbewegung, einer Kostenfunktion und einem dynamischen Modell koordiniert. Auch wenn das bekannte System bereits sehr gut funktioniert, besteht
25 Verbesserungsspielraum mit Blick auf das Zusammenwirken mehrerer Aktuatoren zum Lenken des Kraftfahrzeugs.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, das aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannte Verfahren dahingehend zu verbessern, dass mehrere Aktuatoren eingesetzt werden können, um im Normalbetrieb Lenkbewegungen des Fahrzeugs zu
30 bewirken und dabei Wechselwirkungen zwischen den Aktuatoren zu vermeiden, die das Fahrverhalten beeinträchtigen. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zu Grunde, eine Steuereinheit und ein Kraftfahrzeug anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit Blick auf das Verfahren durch den Gegenstand des Anspruchs 1, mit Blick auf die Steuereinheit durch den Gegenstand des Anspruchs 8 und mit Blick auf das Kraftfahrzeug durch den Gegenstand des Anspruchs 9 gelöst.

Konkret wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems für ein Kraftfahrzeug im Normalbetrieb gelöst, wobei das Kraftfahrzeug eine Vorderachse mit Vorderrädern und eine Hinterachse mit Hinterrädern und wenigstens zwei Aktuatoren zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs umfasst, die mit einer Steuereinheit verbunden sind. Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- 10 - Bestimmen der gewünschten Fahrzeugtrajektorie
- Bestimmen der jeweiligen Leistungsreserve der Aktuatoren durch Vergleich der tatsächlich verbrauchten Leistung mit der maximal verfügbaren Leistung des jeweiligen Aktuators
- Übermitteln der jeweiligen Leistungsreserve an die Steuereinheit und
- 15 - Ansteuern des Aktuators mit der höheren Leistungsreserve zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie durch ein Steuersignal der Steuereinheit.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass durch die Auswahl des Aktuators mit der im Vergleich zu den anderen Aktuatoren höheren Leistungsreserve einerseits vermieden wird, dass sich Aktuatoren mit voller Leistung gegenseitig beeinflussen. Andererseits wird die Fahrsicherheit beim Lenken verbessert, da das Risiko verringert wird, dass ein Aktuator mit niedriger Leistungsreserve während des Lenkvorganges ausfällt. Die Auswahl des Aktuators mit der im Vergleich zu den anderen Aktuatoren höheren Leistungsreserve schont die anderen Aktuatoren. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire Lenksystems betrifft den Normalbetrieb. Die obigen Vorteile bewirken, dass das Ausfallrisiko des Steer-by-Wire Lenksystems bzw. des Steuerungsverfahrens sinkt und ein Wechsel in den Fail-Safe-Modus vermieden wird.

Wenn bspw. der Aktuator zur Steuerung gelenkter Vorderräder (Vorderachslenkaktor) eine größere bzw. höhere Leistungsreserve als die übrigen Aktuatoren zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs hat, wird dieser Aktuator für die Lenkung ausgewählt und betätigt. Wenn ein anderer Aktuator bspw.

die Antriebseinrichtung oder die Bremseinrichtung eine höhere Leistungsreserve als die übrigen Aktuatoren zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs hat, wird dieser Aktuator für die Lenkung ausgewählt und betätigt.

Es ist auch möglich, mehrere Aktuatoren nach dem erfindungsgemäßen Prinzip
5 gleichzeitig zu kombinieren. Bspw. kann der Aktuator zur Steuerung gelenkter Vorderräder (Vorderachslenkaktuator) betätigt und zu dessen Unterstützung ein weiterer zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie vorgesehener Aktuator aktiviert werden. Dieser wird aus der Gruppe ausgewählt werden, die eine Antriebseinrichtung, eine Bremseinrichtung und einen Hinterachslenkaktuator umfasst. Das Auswahlkriterium ist
10 die jeweilige individuelle Leistungsreserve der Aktuatoren, wobei der Aktuator mit der im Vergleich zu den übrigen Aktuatoren höheren Leistungsreserve zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie durch ein Steuersignal der Steuereinheit angesteuert wird.

Der Begriff Steuerung wird nicht im regelungstechnisch strengen Sinn verstanden, sondern umfasst auch eine Regelung (closed control). Die Erfindung betrifft also auch
15 ein Verfahren zur Regelung eines Steer-by-Wire-Lenksystems sowie ein entsprechendes Steuergerät.

Im Rahmen der Erfindung wird jedem Aktuator eine individuelle Leistungsreserve zugeordnet, die sich aus einer Leistungsversorgung, wie einer elektrischen Batterie, ergibt, die im Fahrzeug in an sich bekannter Weise vorgesehen ist. Die maximale
20 Leistung bzw. Nennleistung des jeweiligen Aktuators ergibt sich bspw. aus der Leistung der Batterie. Die tatsächlich verbrauchte Leistung wird bspw. über den tatsächlichen Ladezustand der Batterie bestimmt. Andere Verfahren zur Bestimmung der individuellen Leistungsreserve der Aktuatoren sind möglich.

Es wird betont, dass die Berechnung der verfügbaren Leistungsreserve in den
25 unterschiedlichen Aktuatoren so durchgeführt wird, dass die gegenwertige Degradation berücksichtigt wird. Der Aktuator führt keine Prüfung hinsichtlich seines Stromnetzbezugs und Verbrauchs im Verhältnis zueinander durch. Stattdessen evaluiert er die Leistungsfähigkeit seines Strombezugs aus dem Netz unter Einbeziehung der Degradation und vergleicht diese mit der abgegebenen Leistung.

30 Ein Beispiel für genaue Bestimmung der Degradation des Lenkactuators in Abhängigkeit vom Fahrzustand des Fahrzeugs ist in WO2023002583A1 gezeigt, die auf die Anmelderin zurückgeht, und wird daher nicht näher beschrieben.

Die Leistungsreserve entspricht der Differenz zwischen der maximal verfügbaren Leistung und der tatsächlich verbrauchten Leistung eines Aktuators. Dieser Wert wird an die Steuereinheit übermittelt. Um die Fahrzeugtrajektorie zu beeinflussen, wählt die Steuereinheit den Aktuator mit der größten Leistungsreserve aus. Die Leistungsreserve des ausgewählten Aktuators ist größer als die Leistungsreserve der übrigen Aktuatoren, die zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs vorgesehen sind. Dadurch wird erreicht, dass die verfügbare Leistung optimal genutzt wird und der Normalbetrieb zuverlässig aufrechterhalten wird, um die gewünschte Fahrzeugbewegung zu erzielen.

Zur Ansteuerung der Aktuatoren ist eine Steuereinheit vorgesehen. Diese ist in an sich bekannter Weise Teil des Steer-by-Wire-Lenksystems bzw. eines Fahrzeugbewegungssteuerungssystems, das verschiedene Komponenten umfasst, um die Bewegung und das Verhalten des Fahrzeugs zu steuern. Das System verwendet vorzugsweise eine Vielzahl von Sensoren, um Daten über die Fahrzeugbewegung, die Straßenbedingungen und die Umgebung zu sammeln. Basierend auf diesen Daten steuert das System aktiv die verschiedenen Fahrzeugkomponenten, um die gewünschte Fahrzeugbewegung zu erreichen. Das allgemeine Funktionsprinzip des Steer-by-Wire-Lenksystems bzw. Fahrzeugbewegungssystem ist bekannt und wird nicht näher erläutert.

Die Ansteuerung des ausgewählten Aktuators mit der größten Leistungsreserve erfolgt durch ein Steuersignal der Steuereinheit. Der Aktuator setzt die Lenkbewegungen entsprechend um, um die gewünschte Fahrzeugtrajektorie zu erreichen. Die kontinuierliche Durchführung dieses Verfahrens führt zu einer effizienten und zuverlässigen Steuerung des Steer-by-Wire-Lenksystems im Normalbetrieb des Kraftfahrzeugs, wodurch eine sichere und komfortable Fahrt für den Fahrer und die Insassen ermöglicht wird. Durch eine präzise Abstimmung und optimale Integration der Aktuatoren wird eine unkontrollierte Lenkung vermieden.

Die im Zusammenhang mit dem Verfahren genannten Vorteile gelten in entsprechender Weise auch für die erfindungsgemäße Steuereinheit. Die im Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Verfahrensschritte werden auch im Zusammenhang mit der Steuereinheit offenbart und zwar in der Form, dass die Steuereinheit dazu konfiguriert bzw. angepasst ist, diese Verfahrensschritte durchzuführen.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Aktuatoren zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs werden vorzugsweise aus einer Gruppe ausgewählt, die eine Antriebseinrichtung, eine Bremseinrichtung, einen Vorderachslenkaktor und einen Hinterachslenkaktor umfasst. Die vorstehend genannte Gruppe ist nicht abschließend. Weitere Aktuatoren zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs können, falls vorhanden, berücksichtigt werden. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass auf bestehende Aktuatoren zurückgegriffen wird.

Die Steuereinheit kann das Steuersignal anhand der jeweiligen Leistungsreserve gewichten, um den Aktuator mit der vergleichsweise höheren Leistungsreserve zu priorisieren. Dadurch erfolgt die gewünschte Auswahl. Auch hier gilt, dass die Auswahl mehrere gleichzeitig betätigte Aktuatoren umfassen kann, deren individuelle Leistungsreserven höher als die individuellen Leistungsreserven der übrigen Aktuatoren sind.

Die Steuereinheit überprüft bei einer weiteren Ausführungsform kontinuierlich die jeweilige Leistungsreserve der Aktuatoren, priorisiert die jeweiligen Aktuatoren entsprechend der jeweiligen Leistungsreserve und steuert diese zur Erzeugung der gewünschten Fahrzeugtrajektorie entsprechend der Priorisierung im Normalbetrieb an. Auch hier gilt, dass eine Einzelauswahl oder verschiedene gleichzeitige Kombinationen möglich sind.

Die Bremseinrichtung kann Einzelradbremsaktuatoren aufweisen, wobei durch die Einzelradbremsaktuatoren eine an die Räder des Kraftfahrzeugs angelegte Bremskraft radindividuell gesteuert wird. Die dadurch erreichte Drehmomentverteilung an den Rädern wirkt sich auf den Gierwinkel und damit die Fahrzeugtrajektorie aus.

Alternativ oder zusätzlich kann die Antriebseinrichtung zur radindividuellen Drehmomentverteilung angepasst und gesteuert werden.

Die Bremseinrichtung und/oder die Antriebseinrichtung können Teil eines Torque-Vectoring-Systems sein, das eine Drehmomentverteilung auf individuelle Räder bewirkt, so dass die Vorderräder bzw. die Hinterräder, also das jeweilige linke und rechte Rad, jeweils mit unterschiedlichen Drehmomenten beaufschlagt sind. Dadurch wird in an sich bekannter Weise der Gierwinkel bzw. die Gierrate beeinflusst. Bei den Drehmomenten handelt es sich um Antriebsmomente und/oder Bremsmomente.

Vorzugsweise sind der Vorderachslenkaktuator und/oder der Hinterachslenkaktuator signalgesteuert und somit Teil des Steer-by-Wire-Systems.

Vorzugsweise weist die Antriebsaktuatoreinrichtung einen ersten Antrieb und einen zweiten Antrieb auf, wobei der erste Antrieb an der Vorderachse und der zweite Antrieb an der Hinterachse angeordnet ist. Durch die separate Steuerung der Antriebe an Vorder- und Hinterachse kann die Fahrdynamik und Fahrstabilität optimiert werden. Das Fahrzeug kann agiler und reaktionsschneller sein, was das Fahrverhalten insgesamt präziser und sicherer macht.

Des Weiteren weist vorzugsweise der vordere und/oder der hintere Antrieb auf der Vorder- und Hinterachse jeweils ein offenes Differentialgetriebe auf. Ein offenes Differentialgetriebe ist ohne Sperreinrichtung ausgestattet.

Bevorzugt weist die Bremsaktuatoreinrichtung Einzelradbremsaktuatoren auf, wobei durch die Einzelradbremsaktuatoren eine an die Räder des Kraftfahrzeugs angelegte Bremskraft gesteuert wird. Dies hat den Vorteil, dass eine Drehmomentverteilung durch unterschiedliche Bremsmomente bzw. Bremsdrücke an den linken und rechten Einzelrädern erreicht wird. Wenn das Steer-by-Wire-Lenksystem eine Fahrsituation erkennt, bei der eine asymmetrische Bremskraftverteilung erforderlich ist, können die Einzelradbremsaktuatoren präzise und unabhängig voneinander agieren, um das Fahrzeug stabil zu halten.

Unter einer Einzelradbremse bzw. einem Einzelradbremsaktuator wird eine Bremse verstanden, die radindividuell ein Bremsmoment in das jeweilige Rad einleitet, das vom Bremsmoment des anderen Rades derselben Achse unabhängig ist.

Vorzugsweise ist der Vorderachslenkaktuator an der vorderen Lenkstange und/oder der Hinterachslenkaktuator an der hinteren Lenkstange angeordnet, wobei die beiden Lenkaktuatoren Verstellung der jeweiligen Lenkstange vornehmen und auf die Räder übertragen. Dies hat den Vorteil, dass die Erfindung einen einfachen Aufbau aufweist und auf Standardlenksysteme anwendbar ist. Unter einer Vorderradlenkung wird eine Radlenkung verstanden, bei der die Vorderräder aktiv, d. h. mit angetriebener Lenkstange, gelenkt werden. Die Erfindung ist damit auf die üblichen Antriebskonzepte anwendbar.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die beigefügten schematischen Figuren mit weiteren Einzelheiten näher erläutert.

Dabei zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Steer-by-Wire-Lenksystems, und

Fig. 2 ein Fahrzeug mit einer lenkbaren Vorderachse und einer lenkbaren
Hinterachse, bei dem ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel des
Verfahrens zur Steuerung des Steer-by-Wire-Lenksystems implementiert ist.

Fig. 1 zeigt Steer-by-Wire-Lenksystem 3, das in dem in Fig. 2 in Draufsicht und
abstrahierter Weise dargestellten Fahrgestell eines Kraftfahrzeugs 1, insbesondere
Pkw, eingebaut ist. Bei dem Kraftfahrzeug 1 ist ein erfindungsgemäßes
Ausführungsbeispiel des Verfahrens zur Steuerung des Steer-by-Wire-Lenksystems 3
implementiert.

Wie in Fig. 2 zu sehen ist, hat das Kraftfahrzeug 1 eine Vorderachse 10 mit einem
linken Vorderrad FL und einem rechten Vorderrad FR sowie eine Hinterachse 20 mit
einem linken Hinterrad RL und einem rechten Hinterrad RR. Die beiden Vorderräder
FL, FR sind durch eine vordere Lenkstange 2a mechanisch verbunden. Die beiden
Hinterräder HL, HR sind durch eine hintere Lenkstange 2b mechanisch verbunden.

Des Weiteren zeigen die Fig. 1 und Fig. 2, dass das Kraftfahrzeug 1 ein Steer-by-Wire-
Lenksystem 3 und wenigstens zwei Aktuatoren eines
Fahrzeugbewegungssteuerungssystems 4 umfasst, das eine Antriebseinrichtung bzw.
Antriebsaktuatoreinrichtung 5, eine Bremseinrichtung bzw. Bremsaktuatoreinrichtung 6,
einen Vorderachslenkaktor 7 und einen Hinterachslenkaktor 8 umfasst, die die
Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs 1 beeinflussen und mit einer
Steuereinheit 9 verbunden und steuerbar sind.

Im engeren Sinn gehören der Vorderachslenkaktor 7 und der
Hinterachslenkaktor 8 zum Steer-by-Wire-Lenksystem 3. Die Antriebseinrichtung
bzw. Antriebsaktuatoreinrichtung 5 und die Bremseinrichtung bzw.
Bremsaktuatoreinrichtung 6 gehören im engeren Sinn zum Torque-Vectoring-System.
Da beide Systeme die Fahrzeugtrajektorie beeinflussen, können diese als Teil eines
allgemeinen Fahrzeugbewegungssteuerungssystems 4 verstanden werden und werden
nachstehend gemeinsam unter diesem Gesichtspunkt erläutert.

Das Verfahren zur Steuerung des Steer-by-Wire-Lenksystems wird anhand Fig. 2
näher erläutert. Zunächst wird die Lenkbewegung des Kraftfahrzeugs 1 durch

geeignete Sensoren bspw. Lenkwinkelsensoren erfasst (nicht dargestellt). Diese Sensoren messen den Winkel, um den das Lenkrad gedreht wird, und erfassen somit die gewünschte Lenkbewegung des Fahrers. Die Daten der Lenkwinkelsensoren werden an die Steuereinheit 9 des Steer-by-Wire-Lenksystems übermittelt. Die

5 Steuereinheit 9 verarbeitet die gemessenen Lenkwinkel und berechnet die erforderlichen Lenkbewegungen, um die gewünschten Lenkwinkel an den Rädern zu erreichen. Mit anderen Worten generiert die Steuereinheit 9 elektronische Signale, die an die Lenkaktuatoren 7, 8, insbesondere an den Vorderachslenkaktor 7 und Hinterachslenkaktor 8 weitergeleitet werden. Die Lenkaktuatoren 7, 8 haben die

10 Aufgabe, den Radlenkwinkel der Räder FL, FR, RL, RR zu verändern und so die Fahrzeugtrajektorie zu beeinflussen.

Die Lenkaktuatoren 7, 8 sind mit Sensoren ausgestattet, die die tatsächlich verbrauchte Leistung messen. Diese Daten werden an die Steuereinheit 9 übermittelt, die auch die maximal verfügbare Leistung jedes Aktuators 5, 6, 7, 8 kennt.

15 Die Steuereinheit 9 vergleicht die tatsächlich verbrauchte Leistung jedes Aktuators mit der maximal verfügbaren Leistung, um die individuelle Leistungsreserve jedes Aktuators 5, 6, 7, 8 zu bestimmen. Die Leistungsreserve gibt an, wie viel Leistung ein Aktuator 5, 6, 7, 8 noch liefern kann, bevor seine maximale Kapazität erreicht ist.

Die Steuereinheit 9 wählt den Aktuator 5, 6, 7, 8 mit der größten Leistungsreserve aus.

20 Dieser Aktuator 5, 6, 7, 8 ist in der Lage, die gewünschten Steuerbefehle effizient umzusetzen. Die Steuereinheit 9 sendet entsprechende Steuersignale an den ausgewählten Aktuator 5, 6, 7, 8, um die Lenkung oder die Änderung der Fahrzeugtrajektorie durchzuführen. Der ausgewählte Aktuator 5, 6, 7, 8 führt die Anpassungen effizient aus und beeinflusst somit die Fahrzeugtrajektorie des

25 Kraftfahrzeugs 1 entsprechend den Vorgaben.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und Fig. 2 umfasst das Kraftfahrzeug 1 einen Feedback-Aktuator 11.

In Fig. 1 und Fig. 2 ist die Steuereinheit 9 mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung ausgestattet und bildet das zentrale Element des Lenk- und Bewegungssystems. Sie

30 empfängt und verarbeitet verschiedene Daten, um eine optimale Lenkung und Fahrzeugbewegung zu gewährleisten.

Des Weiteren zeigen Figuren 1 und 2 die Antriebsaktuatoreinrichtung 5 und die Bremsaktuatoreinrichtung 6. Diese Aktuatoren bestimmen die Lenkung, Geschwindigkeit und Bremsvorgänge des Kraftfahrzeugs 1.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 weist die Antriebsaktuatoreinrichtung 5 einen ersten Antrieb 12 und einen zweiten Antrieb 13 auf, die jeweils an unterschiedlichen Achsen 10, 20 des Fahrzeugs angeordnet sind. Der erste Antrieb 12 ist an der Vorderachse 10 angeordnet, während der zweite Antrieb 13 an der Hinterachse 20 angeordnet ist.

Des Weiteren zeigt die Fig. 2, dass die Bremsaktuatoreinrichtung 6 Einzelradbremsaktuatoren 14, 15 aufweist. Die Einzelradbremsaktuatoren 14, 15 sind an den Vorder- und Hinterrädern angeordnet und mit der Steuereinheit 7 verbunden und durch die Steuereinheit 9 steuerbar.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 sind der Vorderachslenkaktor 7 und der Hinterachslenkaktor 8 jeweils an den Lenkstangen 2a, 2b des Kraftfahrzeugs 1 angeordnet. Die beiden Vorderräder FL, FR sind durch eine vordere Lenkstange 2a und die beiden Hinterräder RL, RR durch eine hintere Lenkstange 2b mechanisch verbunden. Sowohl die Vorderräder FL, FR als auch die Hinterräder RL, RR sind lenkbar. Dazu wird in bekannter Weise die jeweilige Lenkstange 2a, 2b nach rechts oder links bewegt. Für die Vorderradlenkung ist ein Vorderachslenkaktor 7 mit der vorderen Lenkstange 2a mechanisch verbunden, der die für die Lenkung erforderliche Antriebskraft zur Verfügung stellt. Der Hinterachslenkaktor 8 ist für die Hinterradlenkung mit der hinteren Lenkstange 16 mechanisch verbunden und stellt die erforderliche Antriebskraft zur Verfügung. Der Vorderachslenkaktor 7 und der Hinterachslenkaktor 8 werden im Rahmen des Steer-by-Wire Lenksystems elektronisch angesteuert und sind nicht mit dem Lenkrad mechanisch verbunden. Das Steuersignal erhalten die Lenkaktuatoren 7, 8 von den Lenkwinkelsensoren, die ein der jeweiligen Lenkradposition entsprechendes Lenksignal ausgeben.

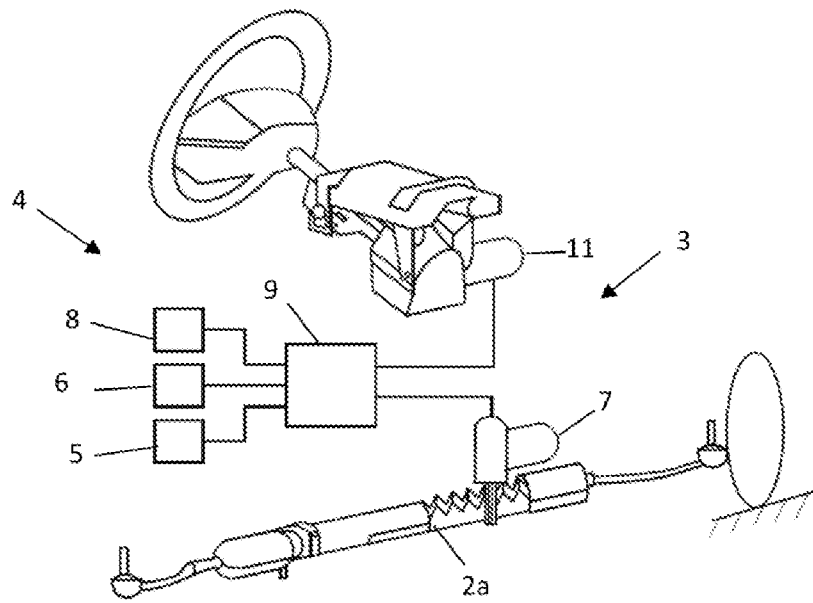
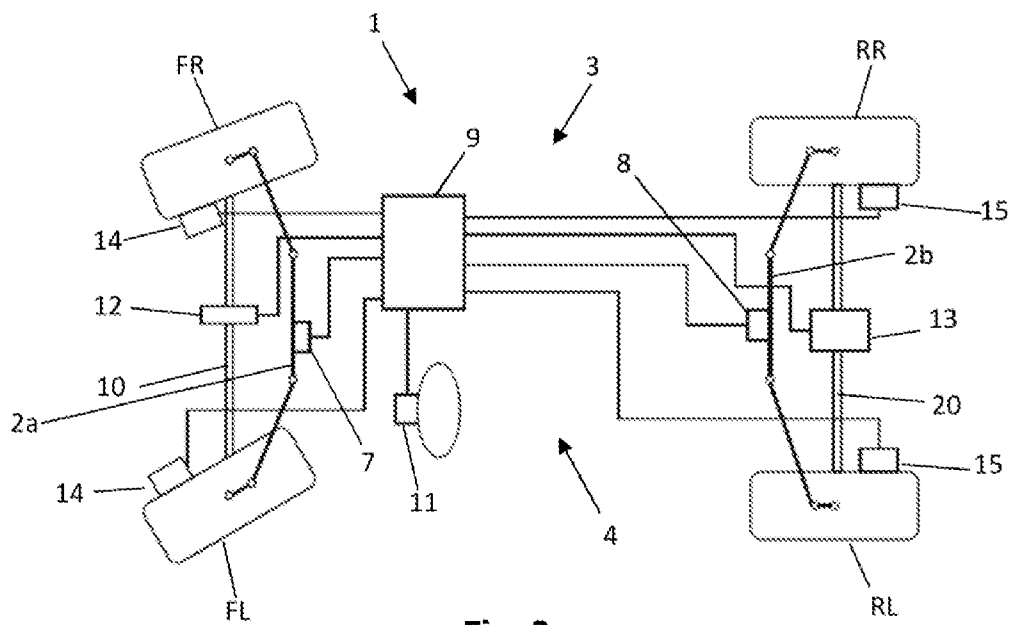
Bezugszeichenliste

	1	Kraftfahrzeug
	2a	vordere Lenkstange
	2b	hintere Lenkstange
5	3	Lenksystem
	4	Fahrzeugbewegungssteuerungssystem
	5	Antriebsaktuatoreinrichtung
	6	Bremsaktuatoreinrichtung
	7	Vorderachslenkaktor
10	8	Hinterachslenkaktor
	9	Steuereinheit
	10	Vorderachse
	20	Hinterachse
	11	Feedback-Aktuator
15	12	erster Antrieb
	13	zweiter Antrieb
	14, 15	Einzelradbremsaktuatoren
	FL	Vorderrad links
	FR	Vorderrad rechts
20	RL	Hinterrad links
	RR	Hinterrad rechts

Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems für ein Kraftfahrzeug (1) im Normalbetrieb, wobei das Kraftfahrzeug (1) eine Vorderachse (10) mit Vorderrädern (FL, FR) und eine Hinterachse (20) mit Hinterrädern (RL, RR) und wenigstens zwei Aktuatoren (5, 6, 7, 8) zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs (1) umfasst, die mit einer Steuereinheit (9) verbunden sind, mit den folgenden Schritten:
 - Bestimmen der gewünschten Fahrzeugtrajektorie,
 - Bestimmen der jeweiligen Leistungsreserve der Aktuatoren (5, 6, 7, 8) durch Vergleich der tatsächlich verbrauchten Leistung mit der maximal verfügbaren Leistung des jeweiligen Aktuators (5, 6, 7, 8);
 - Übermitteln der jeweiligen Leistungsreserve an die Steuereinheit (9) und
 - Ansteuern des Aktuators (5, 6, 7, 8) mit der höheren Leistungsreserve zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie durch ein Steuersignal der Steuereinheit (9).
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatoren (5, 6, 7, 8) zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs (1) aus einer Gruppe ausgewählt werden, die eine Antriebseinrichtung (5), eine Bremseinrichtung (6), einen Vorderachslenkaktuator (7) und einen Hinterachslenkaktuator (8) umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (9) das Steuersignal anhand der jeweiligen Leistungsreserve gewichtet, um den Aktuator (5, 6, 7, 8) mit der vergleichsweise höheren Leistungsreserve zu priorisieren.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (9) kontinuierlich die jeweilige Leistungsreserve der Aktuatoren (5, 6, 7, 8) überprüft, die jeweiligen Aktuatoren (5, 6, 7, 8) entsprechend der jeweiligen Leistungsreserve priorisiert und zur Erzeugung der gewünschten Fahrzeugtrajektorie entsprechend der Priorisierung im Normalbetrieb ansteuert.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4
dadurch gekennzeichnet, dass
die Bremseinrichtung (6) Einzelradbremsaktuatoren (14, 15) aufweist, wobei
durch die Einzelradbremsaktuatoren (14, 15) eine an die Räder (FL, FR, RL,
5 RR) des Kraftfahrzeugs (1) angelegte Bremskraft radindividuell gesteuert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5
dadurch gekennzeichnet, dass
die Antriebseinrichtung (5) zur radindividuellen Drehmomentverteilung
10 angepasst und gesteuert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6
dadurch gekennzeichnet, dass
der Vorderachslenkaktuator (7) und/oder der Hinterachslenkaktuator (8)
15 signalgesteuert sind.
8. Steuereinheit zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems für ein
Kraftfahrzeug (1) im Normalbetrieb, wobei das Kraftfahrzeug (1) eine
Vorderachse (10) mit Vorderrädern (FL, FR) und eine Hinterachse (20) mit
Hinterrädern (RL, RR) und wenigstens zwei Aktuatoren (5, 6, 7, 8) zur
20 Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs (1) umfasst, die mit der
Steuereinheit (9) verbunden sind, wobei die Steuereinheit dazu angepasst ist,
folgende Schritte auszuführen:
- Bestimmen der gewünschten Fahrzeugtrajektorie,
 - 25 - Bestimmen der jeweiligen Leistungsreserve der Aktuatoren (5, 6, 7, 8)
durch Vergleich der tatsächlich verbrauchten Leistung mit der maximal
verfügbaren Leistung des jeweiligen Aktuators (5, 6, 7, 8);
 - Übermitteln der jeweiligen Leistungsreserve an die Steuereinheit (9) und
 - Ansteuern des Aktuators (5, 6, 7, 8) mit der höheren Leistungsreserve zur
30 Änderung der Fahrzeugtrajektorie durch ein Steuersignal der Steuereinheit
(9).
9. Kraftfahrzeug mit einer Steuereinheit nach Anspruch 8.

**Fig. 1****Fig. 2**

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
	221787P00BE
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum
202305785	25-09-2023
Anmeldeland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name)	
thyssenkrupp 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
07-10-2023	SN84863
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 202305785

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B62D5/04 B62D9/00 B60W10/20 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B62D B60W		
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.
A	WO 2021/213621 A1 (THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]; HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 28. Oktober 2021 (2021-10-28) * Ansprüche 1-4 *	1, 8, 9
A,D	WO 2023/002583 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]; THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]) 26. Januar 2023 (2023-01-26) in der Anmeldung erwähnt * Absatz [0043] - Absatz [0044] *	1, 8, 9
A,D	DE 10 2021 202301 A1 (THYSSENKRUPP AG [DE]; THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]) 15. September 2022 (2022-09-15) in der Anmeldung erwähnt * Absatz [0050] - Absatz [0051] *	1, 8, 9
	----- -/--	
☒ 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 28. April 2024		Absendedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
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 Pemberton, Paul

C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2012/109410 A1 (HANZAWA MASATOSHI [JP] ET AL) 3. Mai 2012 (2012-05-03) * Absatz [0044] – Absatz [0045] * -----	1, 8, 9
A	WO 2022/176622 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 25. August 2022 (2022-08-25) * Zusammenfassung * -----	1, 8, 9

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

BE 202305785

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2021213621 A1	28-10-2021	CN 115884914 A	31-03-2023
		EP 4139186 A1	01-03-2023
		JP 2023522904 A	01-06-2023
		US 2023044665 A1	09-02-2023
		WO 2021213621 A1	28-10-2021

WO 2023002583 A1	26-01-2023	CN 117597285 A	23-02-2024
		WO 2023002583 A1	26-01-2023
		WO 2023002963 A1	26-01-2023

DE 102021202301 A1	15-09-2022	CN 116997498 A	03-11-2023
		DE 102021202301 A1	15-09-2022
		EP 4304909 A1	17-01-2024
		WO 2022189209 A1	15-09-2022

US 2012109410 A1	03-05-2012	CN 102529977 A	04-07-2012
		DE 102011085405 A1	03-05-2012
		JP 5672971 B2	18-02-2015
		JP 2012096623 A	24-05-2012
		US 2012109410 A1	03-05-2012

WO 2022176622 A1	25-08-2022	CN 116888001 A	13-10-2023
		EP 4296105 A1	27-12-2023
		JP WO2022176622 A1	25-08-2022
		US 2024116522 A1	11-04-2024
		WO 2022176622 A1	25-08-2022



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. SN84863	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 25.09.2023	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202305785
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. B62D5/04 B62D9/00 B60W10/20			
Anmelder thyssenkrupp 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 Pemberton, Paul
--	---------------------------

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 1-9 Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche 1-9 Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche: 1-9 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

Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1 WO 2021/213621 A1 (THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]; HONDA
 MOTOR CO LTD [JP]) 28. Oktober 2021 (2021-10-28)

1 D1 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Es offenbart:

Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems für ein Kraftfahrzeug im Normalbetrieb,

wobei das Kraftfahrzeug

 eine Vorderachse mit Vorderrädern und eine Hinterachse mit Hinterrädern und

 wenigstens zwei Aktuatoren zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs umfasst,

die mit einer Steuereinheit verbunden sind, mit den folgenden Schritten:

- Bestimmen der gewünschten Fahrzeugtrajektorie,
- Bestimmen der jeweiligen Leistungsreserve der Aktuatoren durch Vergleich der tatsächlich verbrauchten Leistung mit der maximal verfügbaren Leistung des jeweiligen Aktuators;
- Übermitteln der jeweiligen Leistungsreserve an die Steuereinheit ~~und~~
- ~~- Ansteuern des Aktuators mit der höheren Leistungsreserve zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie durch ein Steuersignal der Steuereinheit.~~

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich somit von dem bekannten Verfahren dadurch, dass das Verfahren weiter den folgenden Schritt umfasst:

- Ansteuern des Aktuators mit der höheren Leistungsreserve zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie durch ein Steuersignal der Steuereinheit,

und ist daher neu.

Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, das Risiko zu verringern, dass ein Aktuator mit niedriger Leistungsreserve während des Lenkvorganges ausfällt.

- Die in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit: der Stand der Technik bietet keinen Hinweis, auf Basis einer Berechnung der Leistungsreserve Aktuatoren, einen bestimmten Aktuator zur gebrauchen zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie.
- 2 Die gleiche Begründung gilt entsprechend für den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 8, der deshalb ebenfalls als neu/erfinderisch betrachtet werden kann.
- 3 Die Ansprüche 2-7 sind vom Anspruch 1, Anspruch 9 vom Anspruch 8 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse in Bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel in der Anmeldung

- 4 Der unabhängige Anspruch 8 ist nicht in der zweiteiligen Form abgefasst. Im vorliegenden Fall erscheint die Zweiteilung jedoch zweckmäßig. Folglich sollten die in Verbindung miteinander aus dem Stand der Technik bekannten Merkmale im Oberbegriff zusammengefasst und die übrigen Merkmale im kennzeichnenden Teil aufgeführt werden.

Im vorliegenden Fall sind die folgenden Merkmale in Verbindung miteinander aus D1 bekannt und gehören deshalb in den Oberbegriff eines solchen Anspruchs:

Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems für ein Kraftfahrzeug im Normalbetrieb,

wobei das Kraftfahrzeug

eine Vorderachse mit Vorderrädern und eine Hinterachse mit Hinterrädern und

wenigstens zwei Aktuatoren zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs umfasst,

die mit einer Steuereinheit verbunden sind, mit den folgenden Schritten:

- Bestimmen der gewünschten Fahrzeugtrajektorie,
- Bestimmen der jeweiligen Leistungsreserve der Aktuatoren durch Vergleich der tatsächlich verbrauchten Leistung mit der maximal verfügbaren Leistung des jeweiligen Aktuators;

- Übermitteln der jeweiligen Leistungsreserve an die Steuereinheit.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

- 5 Der Anspruch 2 ist, im Kontext des Anspruchs 1, nicht klar.

Der Anspruch 1 ist auf ein "Verfahren zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems [für ein Kraftfahrzeug im Normalbetrieb]" gerichtet, beansprucht das Ansteuern eines Aktuators (von wenigstens zwei Aktuatoren) zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie.

Der Anspruch 2 (siehe auch Ansprüche 5, 6) gibt aber an, dass die Aktuatoren nicht unbedingt Vorderachslenkaktuatoren und/oder Hinterachslenkaktuatoren sein müssen: "die Aktuatoren [zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs] aus einer Gruppe ausgewählt werden, die eine Antriebseinrichtung, eine Bremseinrichtung [...] umfasst".

Das Ansteuern Aktuatoren einer Antriebseinrichtung, oder einer Bremseinrichtung, "zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs" - das heißt, sogenannte "torque vectoring" oder "brake-steer" - wird aber normalerweise nicht unter dem Begriff "Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems" verstanden.

- 6 Der Anspruch 8 ist auch nicht klar.

Der Anspruch ist auf eine Steuereinheit [zur Steuerung eines Steer-by-Wire-Lenksystems für ein Kraftfahrzeug im Normalbetrieb] gerichtet, wobei das Kraftfahrzeug wenigstens zwei Aktuatoren [zur Änderung der Fahrzeugtrajektorie des Kraftfahrzeugs] umfasst. Diese Aktuatoren sind mit einer Steuereinheit verbunden, die dazu angepasst ist, bestimmte Schritte auszuführen.

Es ist aber nicht ganz klar ob die "eine", zuletzt genannte Steuereinheit - die dazu angepasst ist, die bestimmte Schritte auszuführen - eigentlich die beanspruchte Steuereinheit, oder eine andere Steuereinheit sein soll.