



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **102 47 975.5**
 (22) Anmeldetag: **15.10.2002**
 (43) Offenlegungstag: **29.04.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **27.03.2014**

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

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

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Mueller, Elmar, 71706, Markgröningen, DE;
Boeker, Ralph, 71640, Ludwigsburg, DE

(74) Vertreter:
DREISS Patentanwälte PartG mbB, 70188,
Stuttgart, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 100 12 133 A1
DE 101 09 491 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben einer Lenkung, ein Computerprogramm, ein Steuergerät sowie eine Lenkung für ein Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben einer Lenkung für ein Fahrzeug mit einem Lenkraddrehwinkelsensor (11) zur Erfassung der Lenkbewegungen eines Lenkrads (1), mit einem Ritzeldrehwinkelsensor (19) zur Erfassung der Drehbewegung (δ_{Ritzel}) eines vom Lenkrad (1) angetriebenen Ritzels (7) und mit einem ersten Stellmotordrehwinkelsensor (17) zur Erfassung der Stellbewegung (δ_{SM}) eines ersten Stellmotors, gekennzeichnet durch folgenden Verfahrensschritt:

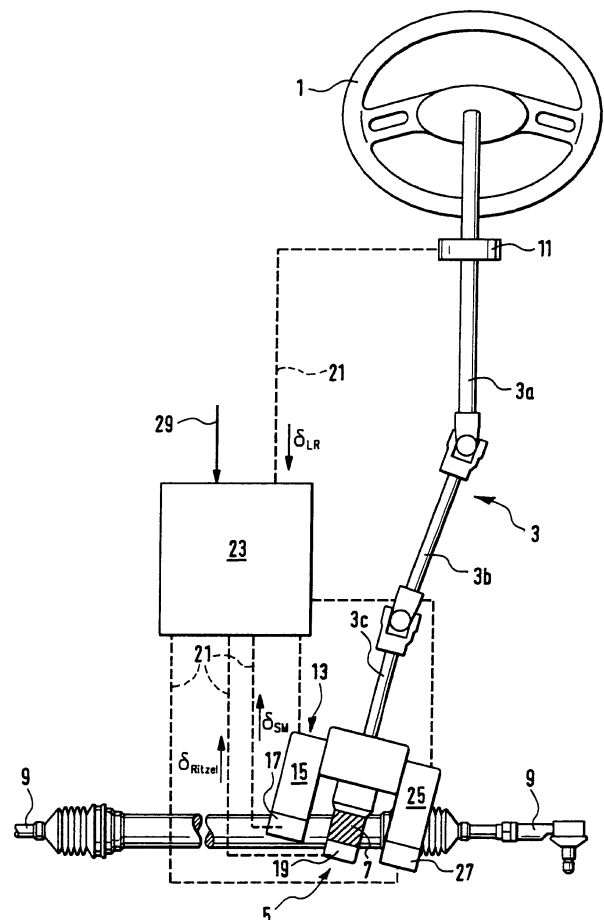
– Überprüfen der von Ritzeldrehwinkelsensor (19), Lenkraddrehwinkelsensor (11) und erstem Stellmotordrehwinkelsensor (17) generierten Signale (δ_{Ritzel} , δ_{LR} , δ_{SM}) durch Berechnen eines Gesamtlenkungswinkels ($\delta_{\text{LW,gesamt}}$) aus dem Signal (δ_{SM}) des Stellmotordrehwinkelsensors (17) und dem Signal (δ_{LR}) des Lenkraddrehwinkelsensors (11) nach folgender Formel:

$$\delta_{\text{LW,gesamt}} = i_1 \times \delta_{\text{LR}} + i_2 \times \delta_{\text{SM}}$$

Bilden einer Winkeldifferenz (δ_{Diff}) aus Gesamtlenkungswinkel ($\delta_{\text{LW,gesamt}}$) und Ritzelwinkel (δ_{Ritzel}) und Ausgabe eines Fehlersignals, wenn die Winkeldifferenz (δ_{Diff}) einen vorgegebenen Grenzwert (S) übersteigt.

Mit:

i_1 : Übersetzungsverhältnis zwischen Lenkraddrehwinkelsensor (11) und Ritzeldrehwinkelsensor (19) und
 i_2 : Übersetzungsverhältnis zwischen erstem Stellmotordrehwinkelsensor (17) und Ritzeldrehwinkelsensor (19)



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Lenkung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2, ein Computerprogramm, ein Steuergerät sowie eine Lenkung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[0002] Bei dieser nachfolgend als aktive Lenkung bezeichneten Lenkung besteht im Gegensatz zu sogenannten Steer-by-Wire-Lenkungen stets eine mechanische Verbindung zwischen dem Lenkrad und den gelenkten Rädern. Mit einer aktiven Lenkung soll einerseits der Komfort für den Fahrer des Fahrzeugs erhöht werden, indem bspw. eine Servounterstützung bereitgestellt wird oder das Übersetzungsverhältnis der Lenkung geschwindigkeits- und/oder lenkwinkelabhängig verändert wird. Andererseits ist es mit einer aktiven Lenkung möglich, durch eine fahrdynamische Stabilitätsregelung die aktive Sicherheit des Fahrzeugs zu erhöhen.

[0003] Beides kann durch ein Überlagerungsgetriebe mit einem vorzugsweise elektrischen Stellmotor erreicht werden. Durch das Überlagerungsgetriebe ist es möglich, dem vom Fahrer des Fahrzeugs über das Lenkrad vorgegebenen Lenkwinkel einen Überlagerungswinkel zu addieren, so dass bspw. beim Einparken der Lenkeinschlag der gelenkten Räder zusätzlich zu dem vom Fahrer des Fahrzeugs vorgegebenen Lenkwinkel vergrößert wird. Wenn das Fahrzeug übersteuern sollte, kann der Lenkwinkel, welcher vom Fahrer des Fahrzeugs vorgegeben wurde, durch das Überlagerungsgetriebe und den Stellmotor verringert werden, um so das Fahrzeug zu stabilisieren.

[0004] Selbstverständlich unterliegen aktive Lenkungen ebenso wie alle anderen Lenkungen von Fahrzeugen höchsten Sicherheitsanforderungen. Deshalb ist es notwendig, eventuell auftretende Fehler bei der aktiven Lenkung möglichst bald und eindeutig zu erkennen, damit aus diesen Fehlern keine Gefährdung der Fahrzeuginsassen erwächst.

[0005] Aus der DE 100 12 133 A1 ist ein Verfahren zur Plausibilisierung der Drehwinkelsensoren einer aktiven Lenkung eines Kraftfahrzeugs bekannt. Dabei stützt sich die Plausibilisierung auf ein dynamisches Modell der Lenkung, was aufwändig zu implementieren ist und viel Rechenzeit im Betrieb erfordert.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, dass ein Gesamtlenkdrehwinkel aus dem Signal des Stellmotordrehwinkelsensors und dem Signal des Lenkraddrehwinkelsensors berechnet wird.

[0007] Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2, durch ein Computerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 8, durch ein Steuergerät mit den Merkmalen des Anspruchs 10 sowie eine Lenkung mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Vorteilhaftige Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorteile der Erfindung

[0008] Bei dem beanspruchten Verfahren wird der Lenkwinkel des Lenkrads mit dem Lenkraddrehwinkelsensor erfasst, der Drehwinkel des Ritzels des Lenkgetriebes mit dem Ritzeldrehwinkelsensor erfasst, der Drehwinkel des ersten Stellmotors des Überlagerungsgetriebes mit dem ersten Stellmotordrehwinkelsensor erfasst, der erste Stellmotor in Abhängigkeit externer Eingangsgrößen angesteuert und die Plausibilität der vom Ritzeldrehwinkelsensor generierten Signale durch Vergleich mit den von Lenkraddrehwinkelsensor und erstem Stellmotordrehwinkelsensor generierten Signale überprüft.

[0009] Durch die Plausibilitätsprüfung der Signale von Ritzeldrehwinkelsensoren, Lenkraddrehwinkelsensor und erstem Stellmotordrehwinkelsensor kann ohne zusätzlichen Aufwand geprüft werden, ob alle drei Sensoren ordnungsgemäß arbeiten und ob die aktive Lenkung wie gewünscht arbeitet.

[0010] Selbstverständlich sind beim Vergleich der von Lenkraddrehwinkelsensor und erstem Stellmotordrehwinkelsensor generierten Signale mit den vom Ritzeldrehwinkelsensor generierten Signalen die Übersetzungsverhältnisse zwischen Lenkraddrehwinkelsensor, Ritzeldrehwinkelsensor und erstem Stellmotordrehwinkelsensor zu berücksichtigen. Dies erfolgt dadurch, dass ein Gesamtlenkdrehwinkel aus dem Signal des Stellmotordrehwinkelsensors und dem Signal des Lenkraddrehwinkelsensors nach folgender Formel berechnet wird:

$$\delta_{LW,gesamt} = i_1 \times \delta_{LR} + i_2 \times \delta_{SM}$$

mit:

$\delta_{LW,GESAMT}$	Gesamtlenkwinkel
δ_{LR}	Lenkradwinkel
δ_{SM}	Stellmotorwinkel
i_1 :	erstes Übersetzungsverhältnis
i_2 :	zweites Übersetzungsverhältnis.

[0011] Besonders einfach ist die Plausibilitätsprüfung, wenn aus dem gemäß oben angegebener Formel berechneten Gesamtlenkwinkel $\delta_{LW,GESAMT}$ und dem von dem Ritzelwinkelsensor gemessenen Ritzelwinkel δ_{Ritzel} eine Differenz gebildet wird und auf ein fehlerhaftes Verhalten der aktiven Lenkung, insbesondere der beteiligten Sensoren, geschlossen

wird, wenn die Differenz einen vorgegebenen Grenzwert übersteigt.

[0012] Zur Verbesserung der Erkennung von Fehlfunktionen der aktiven Lenkung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Fehlersignal nur ausgegeben wird, sobald die Differenz einen vorgegebenen Grenzwert während eines bestimmten Zeitintervalls übersteigt. Damit können sehr kurzzeitige Abweichungen des Gesamtlenkwinkels vom Ritzelwinkel, die nicht auf eine Fehlfunktion der aktiven Lenkung zurückzuführen sind, ausgeblendet werden. Solche sehr kurzzeitigen Abweichungen können bspw. durch unterschiedliche Abtastraten der verschiedenen Drehwinkelsensoren verursacht werden.

[0013] Die erfindungsgemäße Plausibilitätsprüfung kann weiter verbessert werden, wenn der Grenzwert, bei dessen Übersteigen ein Fehlersignal ausgegeben wird, in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit und/oder der Drehgeschwindigkeit des Lenkrads festgelegt wird. Zwischen Drehgeschwindigkeit des Lenkrads und dem vom Lenkrad auf die Lenkung übertragenen Drehmoment besteht ein Zusammenhang. Diesen Zusammenhang kann man ausnutzen, um ohne Drehmomentmessung aus der Drehgeschwindigkeit des Lenkrads auf das vom Lenkrad übertragene Drehmoment zu schließen.

[0014] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Grenzwert in Abhängigkeit des zwischen Lenkrad und Lenksäule übertragenen Drehmoments festgelegt wird, da die Torsion der Lenksäule sowie evtl. vorhandenes Spiel bei der Übertragung der Drehbewegung vom Lenkrad auf das Lenkgetriebe stark drehmomentabhängig ist. Dadurch ist es möglich, den Grenzwert abhängig vom Betriebszustand der aktiven Lenkung zu minimieren und somit Fehler rascher und mit größerer Zuverlässigkeit zu erkennen. In Folge dessen wird die potentielle Gefährdung der Insassen des mit der erfindungsgemäßen aktiven Lenkung ausgerüsteten Fahrzeugs verringert.

[0015] Die erfindungsgemäßen Vorteile werden auch mit einer Lenkung für ein Fahrzeug mit einem Lenkrad, einer Lenksäule und einem Lenkgetriebe zur Umsetzung der Lenkbewegungen des Lenkrads in Stellbewegungen der gelenkten Räder des Fahrzeugs, mit einem Überlagerungsgetriebe zur Überlagerung der Stellbewegung eines ersten Stellmotors auf die Lenkbewegungen, mit einem Lenkraddrehwinkelsensor zur Erfassung der Lenkbewegungen des Lenkrads, mit einem Ritzeldrehwinkelsensor zur Erfassung der Drehbewegung eines vom Lenkrad angetriebenen Ritzels des Lenkgetriebes, mit einem ersten Stellmotordrehwinkelsensor zur Erfassung der Stellbewegung des ersten Stellmotors und mit einem Steuergerät, dadurch erzielt, dass das Steuergerät zur Durchführung eines der oben beschriebenen Verfahren geeignet ist.

[0016] Weitere Vorteile der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar.

[0017] Es zeigen:

[0018] Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung einer erfindungsgemäßen aktiven Lenkung, und

[0019] Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0020] In Fig. 1 ist eine aktive Lenkung schematisch dargestellt. Der Fahrerlenkwunsch wird über ein Lenkrad auf eine aus drei Teilen bestehende Lenksäule **3** übertragen, welche ihrerseits ein Lenkgetriebe **5** antreibt. Das Lenkgetriebe **5** ist bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel als Zahnstangenlenkgetriebe ausgeführt. Von dem Zahnstangenlenkgetriebe ist in Fig. 1 nur ein Ritzel **7**, welches mit einer nicht dargestellten Zahnstange zusammenwirkt, dargestellt. Das Lenkgetriebe **5** setzt die Drehbewegung des Lenkrads **1** in eine im wesentlichen geradlinige Bewegung von Spurstangen **9** um, welche mit den nicht dargestellten gelenkten Rädern eines Fahrzeugs in Wirkverbindung stehen.

[0021] Im oberen Teil **3a** der Lenksäule **3** ist ein Lenkraddrehwinkelsensor **11** angeordnet, welcher den Fahrerlenkwunsch bzw. den Lenkraddrehwinkel δ_{LR} erfasst. Im unteren Teil **3c** der Lenksäule **3** ist ein Überlagerungsgetriebe **13** vorhanden. Das in seiner Gesamtheit mit **13** bezeichnete Überlagerungsgetriebe umfasst einen ersten Stellmotor **15** sowie einen ersten Stellmotordrehwinkelsensor **17**.

[0022] Das Überlagerungsgetriebe **13** ermöglicht es, dem Drehwinkel des Lenkrades **1** einen zusätzlichen Winkel zu addieren oder zu subtrahieren, so dass der Drehwinkel des Ritzels **7**, welches von einer Ausgangswelle (nicht dargestellt) des Überlagerungsgetriebes angetrieben wird, größer, gleich oder kleiner dem Drehwinkel des Lenkrads **1** sein kann. Die Überlagerung der Drehbewegungen von Lenkrad **1** und erstem Stellmotor **15** kann zum Beispiel über ein in Fig. 1 nicht im Detail dargestelltes Planetengetriebe erfolgen.

[0023] Zur Erfassung des Drehwinkels des Ritzels **7** ist ein Ritzeldrehwinkelsensor **19** am Ritzel **7** vorgesehen. Der Lenkraddrehwinkelsensor **11**, der erste Stellmotordrehwinkelsensor **17** und der Ritzeldrehwinkelsensor **19** sind über Signalleitungen **21** mit einem Steuergerät **23** verbunden. Gleiches gilt für den ersten Stellmotor **15**, der vom Steuergerät **23** über eine Signalleitung **21** ansteuerbar ist.

[0024] Wegen der Kopplung zwischen Lenkrad **1** und Ritzel **7** einerseits sowie erstem Stellmotor **15** und Ritzel **7** andererseits kann der Drehwinkel des Ritzels **7** aus dem Drehwinkel des Lenkrads **1** und dem Drehwinkel des ersten Stellmotors **15** unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse berechnet werden. Diese Tatsache macht sich das erfindungsgemäße Verfahren zunutze, um durch eine Plausibilitätsprüfung festzustellen, ob die genannten Sensoren **11**, **17** und **19** sowie die übrige aktive Lenkung ordnungsgemäß arbeiten.

[0025] Dabei wird ein Gesamtlenkwinkel $\delta_{LW,GESAMT}$ berechnet, wobei in die Berechnung als Eingangsgrößen das Signal δ_{LR} des Lenkraddrehwinkelsensors **11** sowie das Signal δ_{SM} des ersten Stellmotordrehwinkelsensors eingehen. Zusätzlich werden die Übersetzungsverhältnisse i_1 und i_2 zwischen Lenkrad **1** und Ritzel **7** sowie Stellmotor **15** und Lenkrad **7** berücksichtigt.

[0026] Wenn der berechnete Gesamtlenkwinkel $\delta_{LW,GESAMT}$ um einen vorgegebenen Differenzwinkel δ_{Diff} von einem Signal δ_{Ritzel} des Ritzeldrehwinkelsensors abweicht, der größer als ein vorgegebener Grenzwert S ist, wird ein Fehler in der aktiven Lenkung, insbesondere bei den genannten Sensoren **11**, **17** und **19**, vermutet und ein Fehlersignal vom Steuergerät **23** ausgegeben. Dieses Fehlersignal kann bspw. das Aufleuchten einer Warnlampe am Armaturenbrett des Fahrzeugs bewirken oder einen sonstigen Hinweis an den Fahrer des Fahrzeugs auslösen. Zusätzlich oder alternativ dazu kann auch der Betriebsmodus der aktiven Lenkung geändert werden. Beispielsweise kann in einen Notlaufmodus umgeschaltet werden, indem nur die notwendigsten zur Funktion der Lenkung erforderlichen Funktionen bereitgestellt werden, wobei in diesem Fall der Komfort der Lenkung Einbußen erleidet.

[0027] Zur Erhöhung der Sicherheit der aktiven Lenkung kann parallel zum ersten Stellmotor **15** und zum ersten Stellmotordrehwinkelsensor **17** ein zweiter Stellmotor **25** mit einem zweiten Stellmotordrehwinkelsensor **27** vorgesehen sein. Damit sind der Stellmotor und der zugehörige Drehwinkelsensor redundant ausgeführt, was die Zuverlässigkeit der elektronischen aktiven Lenkanlage weiter erhöht.

[0028] Fig. 2 zeigt den Ablauf des beanspruchten Verfahrens zum Betreiben einer aktiven Lenkung in Diagrammform. In einem ersten Schritt **31** wird die aktive Lenkung in Betrieb genommen. Dies bedeutet, dass das Steuergerät **23** initialisiert wird und geprüft wird, ob von allen Sensoren, insbesondere von den Sensoren **11**, **17** und **19**, Signale vorliegen. Außerdem wird geprüft, ob im Steuergerät **23** weitere Eingangssignale, in Fig. 1 durch den Pfeil **29** angedeutet, vorliegen. Die weiteren Signale **29** können bspw. die Geschwindigkeit des Fahrzeugs, dessen Gierrate

und anderes mehr sein. Mit Hilfe dieser Signale und der durch die genannten Drehwinkelsensoren **11**, **17** und **19** generierten Signale wird die aktive Lenkung vom Steuergerät **23** gesteuert.

[0029] In einem zweiten Schritt **33** wird der Lenkwinkel δ_{LR} des Lenkrads **1** mit dem Lenkraddrehwinkelsensor **11** erfasst, der Drehwinkel δ_{Ritzel} des Ritzels **7** des Lenkgetriebes **5** mit dem Ritzeldrehwinkelsensor **19** erfasst, der Drehwinkel δ_{SM} des ersten Stellmotors **15** des Überlagerungsgetriebes **13** mit dem ersten Stellmotordrehwinkelsensor **17** erfasst und der erste Stellmotor **15** in Abhängigkeit weiterer externer Eingangsgrößen **29** angesteuert.

[0030] In einem dritten Schritt **35** wird die Plausibilität der vom Ritzeldrehwinkelsensor **19** generierten Signale δ_{Ritzel} durch den Vergleich mit den vom Lenkraddrehwinkelsensor **11** und erstem Stellmotordrehwinkelsensor **17** generierten Signalen δ_{LR} und δ_{SM} überprüft. Dies geschieht unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse zwischen Lenkraddrehwinkelsensor **11**, Ritzeldrehwinkelsensor **19** und erstem Stellmotordrehwinkelsensor beispielsweise in folgender Weise:

Zunächst wird ein Gesamtlenkwinkel $\delta_{RW,gesamt}$ aus dem Signal δ_{SM} des Stellmotordrehwinkelsensors **17** und dem Signal δ_{LR} des Lenkraddrehwinkelsensors **11** nach folgender Formel:

$$\delta_{LW,gesamt} = i_1 \times \delta_{LR} + i_2 \times \delta_{SM}$$

[0031] Danach wird eine Winkeldifferenz δ_{Diff} aus dem Gesamtlenkwinkel und dem vom Ritzeldrehwinkelsensor **19** gemessenen Ritzelwinkel δ_{Ritzel} gebildet. In einem weiteren Schritt **37** wird verglichen, ob die Winkeldifferenz δ_{Diff} einen vorgegebenen Grenzwert S übersteigt (Schritt **37**).

[0032] Wenn dies der Fall ist, wird ein Fehlersignal ausgegeben. Dies ist in Fig. 2 durch den Schritt **39** angedeutet. Wenn diese Prüfung negativ verläuft, ist die beanspruchte aktive Lenkung in Ordnung und das Verfahren springt zurück vor den zweiten Schritt **33**.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren wird weiter verbessert, wenn ein Fehlersignal nur dann ausgegeben wird, wenn die Winkeldifferenz δ_{Diff} den vorgegebenen Grenzwert S während der Dauer eines vorgegebenen Zeitintervalls Δt übersteigt. Durch diese Maßnahme können kurzzeitig auftretende Abweichungen, die sich bspw. aus unterschiedlichen Abtastraten der Drehwinkelsensoren **11**, **17** und **19** ergeben können, ausgefiltert werden.

[0034] Es hat sich weiter als vorteilhaft erwiesen, wenn der Grenzwert S in Abhängigkeit des zwischen Lenkrad und Lenksäule übertragenen Drehmoments festgelegt wird, da die Torsion in der Lenksäule **3** und eventuell vorhandenes, wenn auch unerwünsch-

tes Spiel in den die einzelnen Abschnitte der Lenksäule **3** verbindenden Gelenken berücksichtigt werden. Dadurch kann der Grenzwert S minimiert werden, so dass eventuell auftretende Fehler so schnell wie möglich erkannt werden.

[0035] Wenn keine Erfassung des zwischen Lenkrad **1** und Lenksäule **3** übertragenen Drehmoments vorhanden ist, kann alternativ auch der Grenzwert S in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit und/oder der Drehgeschwindigkeit des Lenkrads **1** festgelegt werden. Dies kann, ebenso wie bei dem zuvor genannten Ausführungsbeispiel, durch Abspeichern solcher Grenzwerte in Kennlinien oder Kennfeldern erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Lenkung für ein Fahrzeug mit einem Lenkraddrehwinkelsensor (**11**) zur Erfassung der Lenkbewegungen eines Lenkrads (**1**), mit einem Ritzeldrehwinkelsensor (**19**) zur Erfassung der Drehbewegung (δ_{Ritzel}) eines vom Lenkrad (**1**) angetriebenen Ritzels (**7**) und mit einem ersten Stellmotordrehwinkelsensor (**17**) zur Erfassung der Stellbewegung (δ_{SM}) eines ersten Stellmotors, gekennzeichnet durch folgenden Verfahrensschritt:

– Überprüfen der von Ritzeldrehwinkelsensor (**19**), Lenkraddrehwinkelsensor (**11**) und erstem Stellmotordrehwinkelsensor (**17**) generierten Signale (δ_{Ritzel} , δ_{LR} , δ_{SM}) durch Berechnen eines Gesamtlenkwinkels ($\delta_{\text{LW,gesamt}}$) aus dem Signal (δ_{SM}) des Stellmotordrehwinkelsensors (**17**) und dem Signal (δ_{LR}) des Lenkraddrehwinkelsensors (**11**) nach folgender Formel:

$$\delta_{\text{LW,gesamt}} = i_1 \times \delta_{\text{LR}} + i_2 \times \delta_{\text{SM}},$$

Bilden einer Winkeldifferenz (δ_{Diff}) aus Gesamtlenkwinkel ($\delta_{\text{LW,gesamt}}$) und Ritzelwinkel (δ_{Ritzel}) und Ausgabe eines Fehlersignals, wenn die Winkeldifferenz (δ_{Diff}) einen vorgegebenen Grenzwert (S) übersteigt.

Mit:

i_1 : Übersetzungsverhältnis zwischen Lenkraddrehwinkel-sensor (**11**) und Ritzeldrehwinkelsensor (**19**) und

i_2 : Übersetzungsverhältnis zwischen erstem Stellmotordrehwinkelsensor (**17**) und Ritzeldrehwinkelsensor (**19**)

2. Verfahren zum Betreiben einer Lenkung für ein Fahrzeug mit einem Lenkrad (**1**), einer Lenksäule (**3**) und einem Lenkgetriebe (**5**) zur Umsetzung der Lenkbewegungen (δ_{LR}) des Lenkrads (**1**) in Stellbewegungen der gelenkten Räder des Fahrzeugs, mit einem Überlagerungsgetriebe (**13**) zur Überlagerung der Stellbewegung eines ersten Stellmotors (**15**) auf die Lenkbewegungen, mit einem Lenkraddrehwinkelsensor (**11**) zur Erfassung der Lenkbewegungen des Lenkrads (**1**), mit einem Ritzeldrehwinkelsensor (**19**)

zur Erfassung der Drehbewegung (δ_{Ritzel}) eines vom Lenkrad (**1**) angetriebenen Ritzels (**7**) des Lenkgetriebes (**5**), mit einem ersten Stellmotordrehwinkelsensor (**17**) zur Erfassung der Stellbewegung (δ_{SM}) des ersten Stellmotors (**15**), mit einem Steuergerät (**23**) zur Auswertung der von Lenkraddrehwinkelsensor (**11**), Ritzeldrehwinkelsensor (**19**) und erstem Stellmotordrehwinkelsensor (**17**) generierten Signale (δ_{LR} , δ_{Ritzel} , δ_{SM}) und zur Ansteuerung des ersten Stellmotors (**15**), gekennzeichnet durch folgenden Verfahrensschritt:

– Überprüfen der von Ritzeldrehwinkelsensor (**19**), Lenkraddrehwinkelsensor (**11**) und erstem Stellmotordrehwinkelsensor (**17**) generierten Signale (δ_{Ritzel} , δ_{LR} , δ_{SM}) durch Berechnen eines Gesamtlenkwinkels ($\delta_{\text{LW,gesamt}}$) aus dem Signal (δ_{SM}) des Stellmotordrehwinkelsensors (**17**) und dem Signal (δ_{LR}) des Lenkraddrehwinkelsensors (**11**) nach folgender Formel:

$$\delta_{\text{LW,gesamt}} = i_1 \times \delta_{\text{LR}} + i_2 \times \delta_{\text{SM}},$$

Bilden einer Winkeldifferenz (δ_{Diff}) aus Gesamtlenkwinkel ($\delta_{\text{LW,gesamt}}$) und Ritzelwinkel (δ_{Ritzel}) und Ausgabe eines Fehlersignals, wenn die Winkeldifferenz (δ_{Diff}) einen vorgegebenen Grenzwert (S) übersteigt.

Mit:

i_1 : Übersetzungsverhältnis zwischen Lenkraddrehwinkel-sensor (**11**) und Ritzeldrehwinkelsensor (**19**) und

i_2 : Übersetzungsverhältnis zwischen erstem Stellmotordrehwinkelsensor (**17**) und Ritzeldrehwinkelsensor (**19**)

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fehlersignal nur ausgegeben wird, wenn die Winkeldifferenz (δ_{Diff}) einen vorgegebenen Grenzwert (S) während der Dauer eines vorgegebenen Zeitintervalls (Δt) übersteigt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grenzwert (S) in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit des Lenkrads (**1**) festgelegt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grenzwert (S) in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs festgelegt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grenzwert (S) in Abhängigkeit des zwischen Lenkrad (**1**) und Lenksäule (**3**) übertragenen Drehmoments festgelegt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grenzwert (S) in Kennfeldern oder Kennlinien abgespeichert ist.

8. Computerprogramm, **dadurch gekennzeichnet**, dass es zur Durchführung eines der vorstehend beanspruchten Verfahren geeignet ist.

9. Computerprogramm nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass es auf einem Speichermedium abspeicherbar ist.

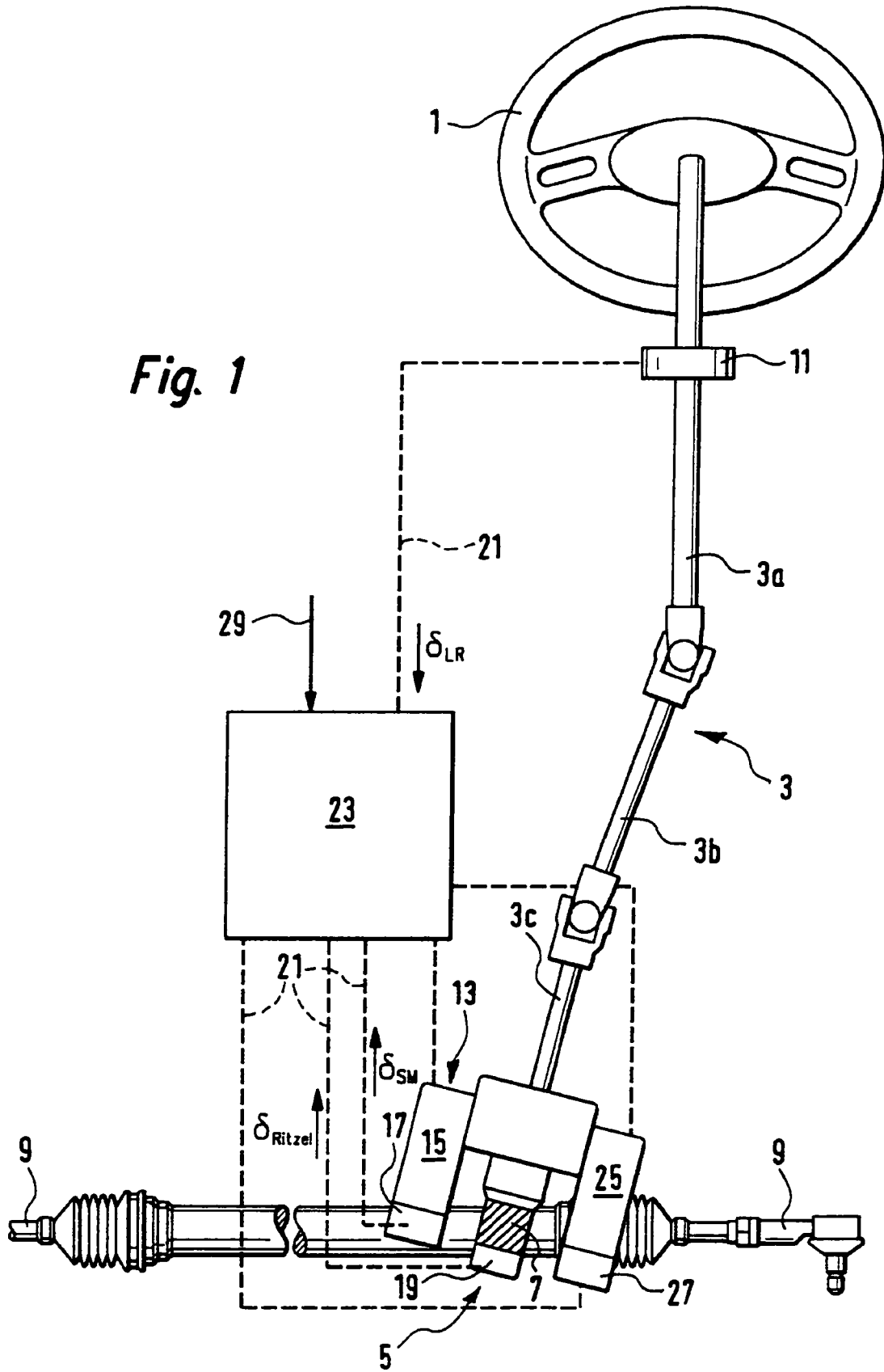
10. Steuergerät für eine Lenkung eines Fahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, dass es zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 geeignet ist.

11. Lenkung für ein Fahrzeug mit einem Lenkrad (1), einer Lenksäule (3) und einem Lenkgetriebe (5) zur Umsetzung der Lenkbewegungen des Lenkrads (1) in Stellbewegungen der gelenkten Räder des Fahrzeugs, mit einem Überlagerungsgetriebe (13) zur Überlagerung der Stellbewegung (δ_{SM}) eines ersten Stellmotors (15) auf die Lenkbewegungen, mit einem Lenkraddrehwinkelsensor (11) zur Erfassung der Lenkbewegungen des Lenkrads (1), mit einem Ritzeldrehwinkelsensor (19) zur Erfassung der Drehbewegung eines vom Lenkrad (1) angetriebenen Ritzels (7) des Lenkgetriebes (5), mit einem ersten Stellmotordrehwinkelsensor (17) zur Erfassung der Stellbewegung (δ_{SM}) des ersten Stellmotors (15) und mit einem Steuergerät (23) zur Auswertung der von Lenkraddrehwinkelsensor (11), Ritzeldrehwinkelsensor (19) und ersten Stellmotordrehwinkelsensor (17) generierten Signale und zur Ansteuerung des ersten Stellmotors (15), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuergerät (23) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 geeignet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1



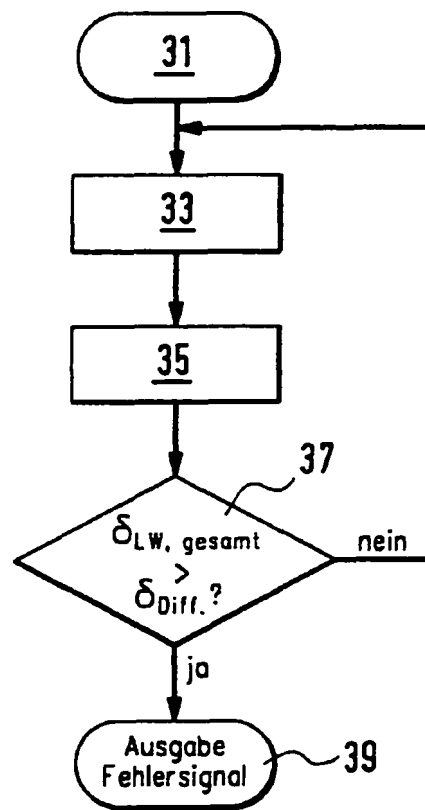


Fig. 2