

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. April 2002 (04.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/26545 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B62D 5/04** **Jochen** [DE/DE]; Bismarckstr. 17, 73269 Hochdorf (DE). **HORWATH, Jochen** [DE/DE]; Neckarstr. 16, 72669 Unterensingen (DE). **CLEPHAS, Bernd** [DE/DE]; Zimmerbachstr. 12, 73730 Esslingen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/05329
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. Mai 2001 (10.05.2001) (74) **Anwalt: LENZING, Andreas**; Münsterstr. 248, 40470 Düsseldorf (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten (national)**: BR, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) **Bestimmungsstaaten (regional)**: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität:
100 46 858.6 20. September 2000 (20.09.2000) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MERCEDES BENZ LENKUNGEN GMBH** [DE/DE]; Rather Str. 51, 40476 Düsseldorf (DE). **Veröffentlicht:**
— mit internationalem Recherchenbericht
- (72) **Erfinder; und** *Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHÖNTHALER,**



WO 02/26545 A1

(54) **Title:** METHOD FOR MONITORING THE OPERATION OF A STEER-BY-WIRE SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR FUNKTIONSÜBERWACHUNG EINER STEER-BY-WIRE-LENKUNG

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for monitoring the operation of a steer-by-wire system. The inventive method reliably controls the main functions of a steer-by-wire system, costing little in terms of sensor analysis.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Funktionsüberwachungsverfahren für eine Steer-by-wire-Lenkung, das mit geringem Aufwand an Sensorik die wesentlichen Funktionen einer Steer-by-wire-Lenkung zuverlässig überprüft.

Verfahren zur Funktionsüberwachung einer Steer-by-wire-Lenkung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Eine Lenkung, auf die das vorliegende Verfahren anwendbar ist, ist aus der DE 19855404 A1 bekannt. Diese Lenkung umfaßt einen hydraulischen Stellmotor oder Aktuator zur Betätigung einer Kraftfahrzeuglenkung. Der Stellmotor wird über ein Wechselventil wahlweise mit Hydraulikdruck aus insgesamt zwei Hydraulikkreisen beaufschlagt. Der Fahrer betätigt dabei beispielsweise ein Lenkrad, das einen Sollwinkelgeber enthält. Über eine Regelelektronik wird dann ein Steuerventil in Gestalt eines Proportionalventils derart angesteuert, daß der entsprechend in einem Arbeitsraum erzeugte Hydraulikdruck

zu einer Radwinkeländerung führt, die letztlich den gewünschten Lenkwinkel erreicht.

Die Funktionsüberwachung dieser Steer-by-wire-Lenkung, bei der kein mechanischer Durchgriff von dem Lenkrad auf den Lenkaktuator besteht, sieht die Überwachung von Einzelkomponenten vor. Hierfür sind bei der bekannten Lenkung zahlreiche Sensoren vorgesehen, die ein Versagen einer einzelnen Komponente eines Hydraulikkreises anzeigen würden. Bei einem Versagen einer Einzelkomponente würde dann über das Wechselventil auf einen zweiten Hydraulikkreis umgeschaltet werden.

In der Praxis ist dieses Verfahren konstruktiv sehr aufwendig, denn es führt dazu, daß eine Vielzahl von Sensoren vorgesehen sein muß, die im übrigen auch redundant ausgelegt sein sollten. Bei dem Überwachungsverfahren ist außerdem von Nachteil, daß bei einem Ausfall eines Sensors vorsorglich ein Fehlersignal ausgelöst werden muß, obwohl der Hydraulikkreis an sich funktionstüchtig ist. In Verbindung mit der großen Anzahl der Sensoren liegt hierin ein Grund für eine größere Fehlerhäufigkeit bei diesen Lenkvorrichtungen.

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Funktionsüberwachung einer Steer-by-wire-Lenkung zu schaffen, das bei geringerem Aufwand an Sensorik eine zuverlässige Fehlererkennung gewährleistet.

Diese Aufgabe wird von einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie des Anspruchs 2 und einer Kombination gelöst.

Weil folgende Schritte vorgesehen sind:

- zur Überwachung der Regelstrecke (Überwachung a)):

- Ermitteln der zeitlichen Veränderung des Istlenkwinkels als Lenkwinkelgeschwindigkeit
- Vergleich der Lenkwinkelgeschwindigkeit und des Arbeitsraumdrucks eines mit Druck beaufschlagten Arbeitsraums mit vorgegebenen Mindestwerten in Abhängigkeit von der Stellgröße und der Fahrzeuggeschwindigkeit
- - Ausgabe eines Fehlersignals, falls sowohl die erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit als auch der Arbeitsraumdruck unterhalb der Mindestwerte bleiben,

wird ein Fehler nur dann generiert, wenn es zu einer tatsächlichen Abweichung des gesamten Systemverhaltens von dem vorgesehenen, sicheren Verhalten kommt. Dieses Verhalten ist in der Praxis für einen sicheren Betrieb relevant und wird zuverlässig überwacht, ohne daß es auf die detaillierte Auswertung der einzelnen Komponenten ankommt.

Eine Überwachung des Reglers und der Regelstrecke sind möglich, wenn folgendes vorgesehen ist:

- Vergleich des Solllenkwinkels mit dem Istlenkwinkel zur Ermittlung einer Regelabweichung
- Ermitteln der zeitlichen Veränderung des Istlenkwinkels als Lenkwinkelgeschwindigkeit
- Vergleich der Lenkwinkelgeschwindigkeit mit vorgegebenen Mindestwerten in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Regelabweichung
- Ausgabe eines Fehlersignals, falls die erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit unterhalb des Mindestwertes

(Überwachung b)).

Eine solche Lenkung ist insbesondere für Fahrzeuge mit höherer Fahrgeschwindigkeit geeignet, wenn insgesamt zwei Hydraulikkreise vorgesehen sind, zwischen denen umgeschaltet werden kann; mit der Überwachung a) in Kombination mit der Überwachung b) wird die Regelstrecke insgesamt doppelt mit unabhängigen Auswertelgorithmen überwacht, so dass die Sicherheit besonders groß ist. Bei der Überwachung b) wird zusätzlich der Regler überwacht. Hier kann erkannt werden, wenn der Regler Fehlfunktionen aufweist.

Wenn die Lenkvorrichtung weiter folgendes umfaßt:

- eine fahrerseitig betätigten Lenkhandhabe, z. B. einem Lenkhandrad,
- - einen mit gelenkten Fahrzeugrädern zu deren Lenkverstellung zwangsgekoppelten, doppelt wirkenden, ein Gehäuse und zwei Arbeitsräume aufweisenden hydraulischen Stellmotor bzw. Lenkaktuator,
- - eine motorisch, insbesondere elektrisch betätigte Steuerventilanordnung, welche über einen Druckanschluss und einen Niederdruckanschluss mit wenigstens einem Hydraulikkreis verbunden ist, der eine Hydraulikpumpe sowie ein Hydraulikreservoir aufweist, wobei die Steuerventilanordnung über zwei Hydraulikleitungen mit den beiden Seiten des Stellmotors verbunden ist und eine Druckdifferenz zwischen den Hydraulikleitungen bezüglich Maß und Richtung zu steuern gestattet, und

- - eine elektronische Regelanordnung , welche einen von der Lenkhandhabe betätigten Lenkwinkel-Sollwertgeber sowie einen mit den gelenkten Fahrzeuigrädern betätigten Lenkwinkel-Istwertgeber aufweist und die das Servoventil in Abhängigkeit von einem Soll-Istwert-Vergleich regelt,
- - Drucksensoren, die den Druck in den Arbeitsräumen erfassen,

ist das Verfahren auf eine hydraulische Servolenkung mit den für einen Kraftfahrzeugbetrieb erforderlichen Funktionen anwendbar.

Wenn zusätzlich vorgesehen ist, das Fehlersignal in einen Fehlerzähler zu speisen, wobei bei Erreichen eines Schwellwertes eine Fehlerreaktion ausgelöst wird, erfolgt die Fehlerreaktion nicht notwendig bei jedem als Fehler gewerteten Ereignis, sondern erst dann, wenn der Schwellwert des Fehlerzählers erreicht oder überschritten wird. Dabei ist vorteilhaft, wenn der Schwellwert variabel und von der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Regelabweichung abhängig ist. So kann bei unkritischen Fahrzuständen (Langsamfahrt) oder im Stand vor der Auslösung einer Fehlerreaktion noch einige Überwachungszyklen lang abgewartet werden, ob das zu überwachende System den Fehler möglicherweise ausregelt oder nicht. Bei höherer Fahrgeschwindigkeit, die allgemein hinsichtlich der Lenkung einen kritischen Fahrzustand darstellt, kann die Schwelle zur Auslösung der Fehlerreaktion niedriger sein.

Vorteilhaft ist, wenn bei einer Fehlerreaktion erstens ein Warnsignal erzeugt wird und zweitens auf einen zweiten Hydraulikkreis umgeschaltet wird. So ist der

Fahrer darüber informiert, daß das bis dahin aktive Hydrauliksystem nicht in der vorgesehenen Weise reagiert. Weiter ist sichergestellt, daß ein redundantes Hydrauliksystem fortan zur Lenkung des Kraftfahrzeugs verwendet wird.

Wenn die Überwachung a) bei stehendem und fahrendem Fahrzeug zur Erzeugung eines Fehlersignals ausgewertet wird und die Überwachung b) nur bei fahrendem Fahrzeug zur Erzeugung eines Fehlersignals ausgewertet wird, kann in der Überwachung b) auf die Auswertung des Arbeitsdrucks in den Arbeitsräumen verzichtet werden. Die Überwachung im Stand hat geringere Priorität als diejenige bei fahrendem Fahrzeug.

Wenn bei der Überwachung a) die Ausgabe eines Fehlersignals erst dann erfolgt, wenn sowohl die erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit als auch der Arbeitsraumdruck für eine von der Fahrgeschwindigkeit abhängige Zeitdauer unterhalb der Mindestwerte bleiben, kann das Lenksystem beim Auslösen eines Sollsignals zunächst die dem System eigene mechanische Totzeit (Leerweg) überwinden, bis sich eine entsprechende Lenkwinkelgeschwindigkeit oder ein entsprechender Arbeitsraumdruck einstellt. Diese systemimmanente Trägheit führt bei einer zutreffenden Berücksichtigung der Dynamik des Lenksystems dann nicht zu einem Fehlersignal. Gleiches gilt, wenn bei der Überwachung b) die Ausgabe eines Fehlersignals erst dann erfolgt, wenn die erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit für eine von der Regelabweichung abhängige Zeitdauer unterhalb des Mindestwertes bleibt.

Ein Fehlersignal wird sicherheitshalber unmittelbar ausgelöst, wenn die Änderung des Lenkwinkels nicht in

Richtung der Verringerung einer Regelabweichung erfolgt. Dies wird vorteilhaft als Fehlerkriterium gewertet, das zur Auslösung einer Fehlerreaktion wie oben beschrieben führt.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Überwachungsverfahrens beschrieben.

Eine Steer-by-wire-Lenkung, also eine Lenkung ohne mechanischen Durchgriff vom Lenkrad auf den Stellmotor, für ein schnell fahrendes Kraftfahrzeug weist folgende Komponenten auf:

Ein Lenkrad, das mit einem Lenkwinkel-Sollwertgeber versehen ist;

zwei redundant vorhandene Hydraulikkreise mit je einer Hydraulikpumpe und je einem elektrisch angetriebenen Steuerventil, vorzugsweise in der Bauform eines Proportionalventils;

ein Wechselventil zum Umschalten der beiden Hydraulikkreise;

einen Lenkaktuator in Form eines doppelt wirkenden hydraulischen Stellmotors, der über eine Abtriebswelle in an sich bekannter Weise die Lenkung der gelenkten Räder des Fahrzeugs bewirkt;

einen Lenkwinkel-Istwertgeber, der den Lenkwinkel der gelenkten Räder mittelbar oder unmittelbar detektiert;

zwei Drucksensoren, die unmittelbar den Druck in den Arbeitsräumen des Lenkactuators messen; sowie

einen Regler, der dem Steuerventil eine Stellgröße in Abhängigkeit von der Regeldifferenz (der Differenz

zwischen Sollwinkel und Istwinkel), der Fahrzeuggeschwindigkeit und gegebenenfalls anderen Größen ausprägt.

Weiter ist eine Überwachungsvorrichtung vorgesehen, die sowohl den Sollwinkel als auch den Istwinkel, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Stellgröße und die Drücke in den Arbeitsräumen erfaßt und auswertet.

Die Überwachungsvorrichtung ist dabei dazu eingerichtet, als Fehlerreaktion ein Warnsignal an den Fahrer zu übermitteln sowie das Wechselventil in der Weise umzuschalten, daß ein Hydraulikkreis abgeschaltet und der andere Hydraulikkreis dem Lenkaktuator aufgeschaltet wird.

Im Betrieb nimmt nun die Überwachungsvorrichtung zunächst die Überwachung a) vor. Dabei wird zunächst die Stellgröße erfaßt und in Abhängigkeit von der Stellgröße die vorgesehene Lenkwinkelgeschwindigkeit ermittelt. Liegt die gemessene Lenkwinkelgeschwindigkeit, die aus der zeitlichen Ableitung des Istwinkels der gelenkten Räder zu berechnen ist, unterhalb des als normal vorgesehenen Bereichs, so wird der Druck in dem mit Druck beaufschlagten Arbeitsraum des Lenkactuators ermittelt. Liegt dieser Druck unterhalb des als normal vorgesehenen Druckbereichs, so wird ein Fehlersignal ausgelöst. Die Messung wird dann wiederholt und gegebenenfalls ein erneutes Fehlersignal ausgelöst, so lange, bis der Schwellwert des Fehlerspeichers für den derzeit vorhandenen Fahrzustand erreicht ist. Sodann wird als Fehlerreaktion ein Warnsignal abgegeben und das Wechselventil schaltet auf den zweiten Hydraulikkreis um.

Dabei wird nicht im ersten Überwachungszyklus das volle Erreichen der Lenkwinkelgeschwindigkeit bzw. des Drucks im Arbeitsraum gefordert, sondern vielmehr das dynamische Verhalten des Lenksystems berücksichtigt. In der Praxis wird die sich aufbauende Lenkwinkelgeschwindigkeit bzw. der sich aufbauende Arbeitsdruck in dem zeitlichen Verlauf berücksichtigt.

Bei diesem Vorgehen kann die Überwachungsvorrichtung erkennen, ob beispielsweise die Lenkung derzeit mechanisch blockiert ist, weil beispielsweise das Kraftfahrzeug mit einem gelenkten Rad unmittelbar an einer Bordsteinkante anliegt. In diesem Fall kann wie oben beschrieben die vorgesehene Lenkwinkelgeschwindigkeit nicht dazu führen, daß die Stellgröße unmittelbar in eine Schwenkbewegung der gelenkten Räder umgesetzt wird. Dieses Verhalten stellt allein noch keinen Fehler in der Funktion des Lenksystems dar. Hierbei wird dann das Proportionalventil den vollen Ventilquerschnitt öffnen und den betreffenden Arbeitsraum des Lenkaktuators mit Druck beaufschlagen. Die Überwachung des Arbeitsdrucks in dem Arbeitsraum muß dann zeigen, daß der vorgesehene Arbeitsdruck erreicht wird. So wird die Funktionsfähigkeit der Lenkung anhand des Druckaufbaus in dem Arbeitsraum erkannt, auch wenn die vorgesehene Lenkwinkelgeschwindigkeit nicht erreicht wird und letztlich der Istwinkel nicht den Sollwinkel erreicht. Dieses Verhalten, das in der Praxis mit großer Wahrscheinlichkeit bei Stillstand des Fahrzeugs auftritt, wird von der Überwachung a) sicher erkannt. Die Überwachung a) kann jedoch nicht feststellen, ob der Regler eine falsch berechnete Stellgröße abgibt.

Hierfür ist die Überwachung b) vorgesehen, die zeitgleich oder alternierend mit der Überwachung a) ausgeführt werden kann, jedenfalls bei rollendem Fahrzeug.

Die Überwachung b) ermittelt zunächst die Regelabweichung, also die Differenz zwischen Sollwinkel und Istwinkel. Dann wird die zeitliche Veränderung des Istlenkwinkels als Lenkwinkelgeschwindigkeit ermittelt. Die bei den gegebenen Betriebszuständen (hauptsächlich der Fahrgeschwindigkeit) für die gegebene Regelabweichung vorgesehenen Lenkwinkelgeschwindigkeitswerte werden dann ermittelt und mit der tatsächlichen Lenkwinkelgeschwindigkeit nach Betrag und Richtung verglichen. Dabei wird die Dynamik des Lenksystems berücksichtigt, nach der möglicherweise die vorgesehene Lenkwinkelgeschwindigkeit nur mit einer zeitlichen Verzögerung erreicht werden kann. Wird die vorgesehene Lenkwinkelgeschwindigkeit auch nach Berücksichtigung dieser dynamischen Verzögerung nicht erreicht oder liegt die ermittelte Lenkwinkelgeschwindigkeit nicht in dem als normal angesehenen Bereich, so wird ein Fehlersignal ausgelöst. Ein Fehlersignal wird auch ausgelöst, wenn die Lenkwinkelgeschwindigkeit nicht in eine Richtung weist, die einer Verringerung der Regelabweichung entspricht.

Auf diese Weise wird neben einer Überwachung des Hydrauliksystems auch die Funktionsfähigkeit des Reglers überwacht. Die Messung der Arbeitsdrücke in den Arbeitsräumen des Lenkaktuators ist hierfür nicht erforderlich. Ein Fehler in dem Regler kann beispielsweise dazu führen, daß der Regler schwingt und folglich Stellgrößen erzeugt, die die Regelstrecke zu einer Änderung des Lenkwinkels in die falsche Richtung oder mit der falschen Amplitude veranlaßt. Ein Fehler in

dem Regler kann auch dazu führen, daß die Stellgröße falsch berechnet wird. Dies ist unmittelbar daran erkennbar, daß der aufgrund der Stellgröße eingestellte Istlenkwinkel nicht mit dem vom Lenkwinkel-Sollwertgeber erzeugten Solllenkwinkel übereinstimmt. In diesem Falle würde bei vermeintlich ausgeregelter Regelstrecke eine Regelabweichung verbleiben, obwohl die Lenkwinkelgeschwindigkeit zu null wird. Die Fehlerhaftigkeit des Reglers ist damit unmittelbar erkennbar.

Insgesamt wird ein Funktionsüberwachungsverfahren für eine Steer-by-wire-Lenkung geschaffen, das mit geringem Aufwand an Sensorik die wesentlichen Funktionen einer Steer-by-wire-Lenkung zuverlässig überprüft. Dabei kommt es bei der Überprüfung nicht auf die Funktionsfähigkeit der Einzelkomponenten an, sondern darauf, daß das Lenksystem wie vorgesehen funktioniert. Die Überwachung der Regelstrecke durch die Überwachungen a) und b) während der Fahrt ist dabei doppelt und je nach Ausführung unabhängig voneinander ausführbar. Sie kann beispielsweise auch von zwei unabhängig voneinander betriebenen Überwachungsvorrichtungen ausgeführt werden. Die Überwachung b) prüft dabei zusätzlich die Funktionsfähigkeit des Reglers. Die Überwachung b) arbeitet nur bei rollendem Fahrzeug, da bei stehendem Fahrzeug durch äußere Einflüsse Abweichungen von dem vorgesehenen Zusammenhang zwischen Regelabweichung und Lenkwinkelgeschwindigkeit auftreten können.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Überwachung einer Steer-by-wire-Lenkvorrichtung, mit folgenden im Betrieb ermittelten Größen:

- Solllenkwinkel
- Istlenkwinkel
- Stellgröße
- Arbeitsraumdrücke eines ersten und eines zweiten Arbeitsraums
- Fahrzeuggeschwindigkeit, **gekennzeichnet durch folgende Schritte:**

zur Überwachung der Regelstrecke (Überwachung a)):

- Ermitteln der zeitlichen Veränderung des Istlenkwinkels als Lenkwinkelgeschwindigkeit
- Vergleich der Lenkwinkelgeschwindigkeit und des Arbeitsraumdrucks eines mit Druck beaufschlagten Arbeitsraums mit vorgegebenen Mindestwerten in Abhängigkeit von der Stellgröße und der Fahrzeuggeschwindigkeit
- Ausgabe eines Fehlersignals, falls sowohl die

erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit als auch der Arbeitsraumdruck unterhalb der Mindestwerte bleiben.

2. Verfahren zur Überwachung einer Steer-by-wire-Lenkvorrichtung, mit folgenden im Betrieb ermittelten Größen:

- Solllenkwinkel
- Istlenkwinkel
- Stellgröße
- Fahrzeuggeschwindigkeit,

gekennzeichnet durch folgende Schritte:

zur Überwachung des Reglers und der Regelstrecke (Überwachung b)):

- Vergleich des Solllenkwinkels mit dem Istlenkwinkel zur Ermittlung einer Regelabweichung

- Ermitteln der zeitlichen Veränderung des Istlenkwinkels als Lenkwinkelgeschwindigkeit

- Vergleich der Lenkwinkelgeschwindigkeit mit vorgegebenen Mindestwerten in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit

- Ausgabe eines Fehlersignals, falls die erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit unterhalb des Mindestwertes bleiben.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und Anspruch 2 in Kombination.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lenkvorrichtung

folgendes umfasst:

- eine fahrerseitig betätigten Lenkhandhabe, z. B. einem Lenkhandrad,
- einen mit gelenkten Fahrzeugrädern zu deren Lenkverstellung zwangsgekoppelten, doppelt wirkenden, ein Gehäuse und zwei Arbeitsräume aufweisenden hydraulischen Stellmotor bzw. Lenkaktuator,
- eine motorisch, insbesondere elektrisch betätigte Steuerventilanordnung, welche über einen Druckanschluss und einen Niederdruckanschluss mit wenigstens einem Hydraulikkreis verbunden ist, der eine Hydraulikpumpe sowie ein Hydraulikreservoir aufweist, wobei die Steuerventilanordnung über zwei Hydraulikleitungen mit den beiden Seiten des Stellmotors verbunden ist und eine Druckdifferenz zwischen den Hydraulikleitungen bezüglich Maß und Richtung zu steuern gestattet, und
- eine elektronischen Regelanordnung, welche einen von der Lenkhandhabe betätigten Lenkwinkel-Sollwertgeber sowie einen mit den gelenkten Fahrzeugrädern betätigten Lenkwinkel-Istwertgeber aufweist und die das Servoventil in Abhängigkeit von einem Soll-Istwert-Vergleich regelt,
- Drucksensoren, die den Druck in den Arbeitsräumen erfassen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich vorgesehen ist, das Fehlersignal in einen Fehlerzähler zu speisen, wobei bei Erreichen eines Schwellwertes eine Fehlerreaktion ausgelöst wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schwellwert variabel

und von der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Regelabweichung abhängig ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Fehlerreaktion
 - ein Warnsignal erzeugt wird, und
 - auf einen zweiten Hydraulikkreis umgeschaltet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachung a) bei stehendem und fahrendem Fahrzeug zur Erzeugung eines Fehlersignals ausgewertet wird, und dass die Überwachung b) nur bei fahrendem Fahrzeug zur Erzeugung eines Fehlersignals ausgewertet wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Überwachung a) die Ausgabe eines Fehlersignals erst dann erfolgt, wenn sowohl die erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit als auch der Arbeitsraumdruck für eine von der Fahrgeschwindigkeit abhängige Zeitdauer unterhalb der Mindestwerte bleiben.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Überwachung b) die Ausgabe eines Fehlersignals erst dann erfolgt, wenn die erzielte Lenkwinkelgeschwindigkeit für eine von der Regelabweichung abhängige Zeitdauer unterhalb des Mindestwertes bleibt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass nicht im ersten Überwachungszyklus das volle Erreichen der Lenkwinkelgeschwindigkeit bzw. des Drucks im Arbeitsraum gefordert wird, sondern vielmehr das

dynamische Verhalten des Lenksystems berücksichtigt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Fehlersignal erzeugt wird, wenn die Änderung des Lenkwinkels nicht in Richtung einer Verringerung der Regelabweichung erfolgt.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/05329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B62D5/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 59 806 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 6 July 2000 (2000-07-06) claim 1	1-3
A	DE 198 55 404 A (DAIMLER CHRYSLER AG ;MERCEDES BENZ LENKUNGEN GMBH (DE)) 15 June 2000 (2000-06-15) cited in the application the whole document	1-3
A	DE 195 46 733 C (DAIMLER BENZ AG) 27 March 1997 (1997-03-27) claim 1	1-12

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 October 2001

Date of mailing of the international search report

17/10/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tamme, H-M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/05329

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19859806	A	06-07-2000	DE 19859806 A1	06-07-2000
			FR 2787757 A1	30-06-2000
			GB 2345044 A ,B	28-06-2000
			JP 2000190859 A	11-07-2000
DE 19855404	A	15-06-2000	DE 19855404 A1	15-06-2000
			BR 9905782 A	05-09-2000
			EP 1006041 A2	07-06-2000
			JP 2000168596 A	20-06-2000
DE 19546733	C	27-03-1997	DE 19546733 C1	27-03-1997
			FR 2742401 A1	20-06-1997
			GB 2308107 A ,B	18-06-1997
			IT RM960865 A1	15-06-1998
			US 5862878 A	26-01-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B62D5/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 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 UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 59 806 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 6. Juli 2000 (2000-07-06) Anspruch 1	1-3
A	DE 198 55 404 A (DAIMLER CHRYSLER AG ;MERCEDES BENZ LENKUNGEN GMBH (DE)) 15. Juni 2000 (2000-06-15) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-3
A	DE 195 46 733 C (DAIMLER BENZ AG) 27. März 1997 (1997-03-27) Anspruch 1	1-12



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 internationalen 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 internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Oktober 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tamme, H-M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/05329

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19859806	A	06-07-2000	DE 19859806 A1	06-07-2000
			FR 2787757 A1	30-06-2000
			GB 2345044 A , B	28-06-2000
			JP 2000190859 A	11-07-2000
DE 19855404	A	15-06-2000	DE 19855404 A1	15-06-2000
			BR 9905782 A	05-09-2000
			EP 1006041 A2	07-06-2000
			JP 2000168596 A	20-06-2000
DE 19546733	C	27-03-1997	DE 19546733 C1	27-03-1997
			FR 2742401 A1	20-06-1997
			GB 2308107 A , B	18-06-1997
			IT RM960865 A1	15-06-1998
			US 5862878 A	26-01-1999