

Verfahren zum Betrieb eines Lenksystems für ein Kraftfahrzeug
und Lenksystem

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Lenksystems für ein Kraftfahrzeug und auf ein Lenksystem nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. 6.

In der Druckschrift DE 197 13 576 A1 ist ein Lenksystem für ein Kraftfahrzeug offenbart, bei dem die Lenkbewegung des Fahrers über das Lenkrad und eine Lenkwelle auf ein Lenkgetriebe übertragen wird, über das die Lenkbewegung unter Berücksichtigung eines Übersetzungsverhältnisses in eine Stellbewegung der gelenkten Vorderräder umgesetzt wird. Zur Unterstützung und Verstärkung der vom Fahrer erzeugten Lenkkraft ist ein Stellmotor vorgesehen, in welchem in Abhängigkeit des vom Fahrer generierten Handlenkmoments ein Motorstellmoment erzeugt wird, das auf die gelenkten Fahrzeugräder übertragen wird.

Grundsätzlich besteht bei derartigen Lenksystemen das Problem, dass insbesondere zum Auslösen einer Lenkbewegung vom Fahrer ein erhöhter Lenkwiderstand überwunden werden muss, der auf Systemreibung im Lenksystem zurückzuführen ist. Die Systemreibung entsteht durch das Zusammenwirken bewegter mechanischer Teile im Lenksystem. Die Reibung kann zwar grundsätzlich durch das Aufschalten des Motorstellmomentes kompensiert werden, jedoch besteht beim Einleiten einer Lenkbewegung das Problem, dass die Reibungskompensation erst mit zunehmender Motordrehzahl des Stellmotors voll wirksam wird. Bei kleinen Lenkbewegungen muss der Fahrer daher ein erhöhtes Lenkmoment aufbringen, was zu ei-

nem subjektiv unangenehmen Lenkgefühl führt.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Lenksystem bzw. ein Verfahren für den Betrieb eines Lenksystems zu schaffen, bei dem auch bei geringen Lenkbewegungen das vom Fahrer aufzubringende Lenkmoment reduziert ist. Dies soll insbesondere auch für Lenksysteme mit einer durchgehenden mechanischen Verbindung zwischen Lenkrad und gelenkten Rädern gelten.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß bei einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 und bei einem Lenksystem mit den Merkmalen des Anspruches 6 gelöst. Die Unteransprüche geben zweckmäßige Weiterbildungen an.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird in der Sollmomentvorgabe, die dem Stellmotor für die Erzeugung des tatsächlichen Motorstellmoments zugeführt wird, ein die Reibung im Lenksystem zumindest annähernd kompensierendes Hysterese moment berücksichtigt, das auf das Sollmoment aufaddiert wird. Die Ermittlung dieses die Reibung im Lenksystem kompensierenden Motorsollmoments erfolgt vor der Übertragung der Sollmomentvorgabe an den Stellmotor, zweckmäßig in einer vorgeschalteten Regel- und Steuereinheit im Lenksystem. Über die vorgeschaltete Berücksichtigung des Hysterese moments in der Sollmomentvorgabe kann die Systemreibung im Lenksystem zumindest näherungsweise kompensiert und insbesondere im Bereich kleiner Lenkbewegungen das vom Fahrer aufzubringende Lenkmoment verringert werden. Die verringerten Lenkkräfte bei kleinen Lenkbewegungen verbessern auch das subjektive Fahrgefühl für den Fahrer.

Das Hysterese moment wird vorteilhaft aus einer Hysterese kennlinie als Funktion des nicht-kompensierten Sollmoments ermittelt, indem beispielsweise das nicht-kompensierte Sollmoment in die

Hysteresekennlinie als Eingangsgröße einfließt und als Ausgangsgröße ein theoretisches Istmoment bestimmt wird, welches sich unter Berücksichtigung der Hysterese aus dem nicht-kompensierten Sollmoment ergibt. Das Hysterese moment kann anschließend durch Subtraktion des theoretischen Istmoments vom nicht-kompensierten Sollmoment ermittelt werden. Das Hysterese moment bezeichnet die Momentendifferenz zwischen dem idealen Verlauf des Istmoments und dem durch Berücksichtigung der Hysterese sich ergebenden theoretischen Istmoment. Dieser Momentendifferenzbetrag wird auf das nicht-kompensierte Sollmoment zur Erzielung des kompensierten Motorsollmoments hinzuaddiert.

Das nicht-kompensierte Sollmoment wird bevorzugt als Funktion eines nicht-kompensierten Motorsollmoments ermittelt, das wiederum als Funktion des vom Fahrer vorgegebenen Handlenkmoments zur Verstärkung der Lenkbewegung zu bestimmen ist. Zusätzlich kann in dem nicht-kompensierten Sollmoment additiv das vom Fahrer vorgegebene Handlenkmoment berücksichtigt werden, zweckmäßig jedoch erst im Anschluss an eine Lenkübersetzung in einem Übersetzungsgetriebe des Lenksystems.

Das erfindungsgemäße Lenksystem, welches sich vorteilhaft zur Durchführung des Verfahrens eignet, umfasst ein Übersetzungsgetriebe über Übertragungsweg zwischen Lenkrad und gelenkten Fahrzeugrädern sowie einen Stellmotor zur Verstärkung des Handlenkmoments und eine Regel- und Steuereinheit, in der eine die Reibung im Lenksystem kennzeichnende Hysterese funktion abgespeichert ist und ein Hysterese moment zu ermitteln ist, welches zur Kompensation der Reibung auf die einem Stellmotor zuzuführende Sollmomentvorgabe aufaddiert wird.

Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und der Zeichnung zu ent-

nehmen, die ein Blockschaltdiagramm zur Ermittlung eines Motorsollmoments für den Stellmotor des Lenksystems in Abhängigkeit der im Lenksystem auftretenden Reibung zeigt.

Die in dem Blockschaltbild dargestellten einzelnen Blöcke symbolisieren den Ablauf des Verfahrens zum Betrieb des Lenksystems. In einem ersten Block 1 wird zunächst vom Fahrer ein Handlenkmoment M_{Hand} auf das Lenkrad des Fahrzeuges übertragen, welches gemäß dem nachfolgenden Block 2 in einem Übersetzungsgetriebe des Lenksystems eine Lenkübersetzung erfährt und auf einen Wert $M_{\text{Hand},\dot{\theta}}$ reduziert wird.

In Abhängigkeit des vom Fahrer erzeugten Handlenkmomentes M_{Hand} wird in einem Block 3 ein nicht-kompensiertes Motorsollmoment $M_{\text{Mot},\text{soll}}$ erzeugt, welches als Sollvorgabe - gemeinsam mit dem Handlenkmoment - dem Stellmotor M des Lenksystems zur Verstärkung der Lenkkraft zuzuführen ist. Das nicht-kompensierte Motorsollmoment $M_{\text{Mot},\text{soll}}$ kann beispielsweise als nichtlineare Funktion in Abhängigkeit des Handlenkmomentes M_{Hand} berechnet werden.

In einem Addierer 4 werden das nicht-kompensierte Motorsollmoment $M_{\text{Mot},\text{soll}}$ und das übersetzte Handlenkmoment $M_{\text{Hand},\dot{\theta}}$ zusammengeführt und zu einem nicht-kompensierten Sollmoment M_{soll} addiert. Dieses nicht-kompensierte Sollmoment M_{soll} wird als Eingangsgröße einer Hysterese Kennlinie 5 zugeführt, über die die Systemreibung im Lenksystem berücksichtigt werden kann. In Abhängigkeit des nicht-kompensierten Sollmoments M_{soll} wird ein theoretisches Istmoment M_{Ist} ermittelt, in welchem die Hysterese berücksichtigt ist und das am Ausgang der Hysterese Kennlinie 5 zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung steht.

In einem Addierer 6 wird das mit negativem Vorzeichen versehene

Istmoment M_{ist} vom nicht-kompensierten Sollmoment M_{soll} subtrahiert, wodurch das Hysterese moment M_{Hys} erzeugt wird, welches die reibungsbedingte Differenz zwischen Istmoment M_{ist} und einer idealen Kennlinie repräsentiert.

In einem nachfolgenden Addierer 7 wird das Hysterese moment M_{Hys} zum nicht-kompensierten Motorsollwert $M_{Mot,soll}$ hinzuaddiert, wodurch ein kompensiertes Sollmoment $M_{soll,komp}$ erzielt wird, das eine Kompensation der Systemreibung beinhaltet. Dieses kompensierte Sollmoment $M_{soll,komp}$ wird im weiteren Verlauf dem Stellmotor M als Sollmomentvorgabe zugeführt, woraufhin der Stellmotor M ein tatsächliches Motorstellmoment M_{Servo} erzeugt, welches zur Einstellung des gewünschten Lenkwinkels auf die gelenkten Fahrzeugräder übertragen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Lenksystems für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einem lenkbaren Fahrzeugrad (3), mit einem Übersetzungsgetriebe im Übertragungsweg zwischen einem Lenkrad (2) und dem Fahrzeugrad (3) und mit einem Stellmotor (M), wobei dem Stellmotor (M) zur Erzeugung eines auf das Fahrzeugrad (3) zu übertragenden Motorstellmoments (M_{Servo}) eine Sollmomentvorgabe als Funktion des vom Fahrer erzeugten Handlenkmoments (M_{Hand}) zugeführt wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass in der Sollmomentvorgabe für den Stellmotor (M) ein die Reibung im Lenksystem zumindest annähernd kompensierendes Hysterese moment (M_{Hys}) gemäß der Funktion

$$M_{\text{Soll, komp}} = M_{\text{Soll}} + M_{\text{Hys}}$$

berücksichtigt wird, wobei

$M_{\text{Soll, komp}}$ das kompensierte, dem Stellmotor zuzuführende Sollmoment,

M_{Soll} das nicht-kompensierte, aus dem Handlenkmoment (M_{Hand}) zu bestimmende Sollmoment und

M_{Hys} das Hysterese moment

bezeichnet.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das Hysterese moment (M_{Hys}) aus einer Hysterese kennlinie als

Funktion des nicht-kompensierten Sollmoments (M_{soll}) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das nicht-kompensierte Sollmoment (M_{soll}) als Eingangsgröße in die Hysteresekennlinie eingeht und als Ausgangsgröße ein Istmoment (M_{ist}) bestimmt wird, wobei das Hystereselement (M_{Hys}) durch Subtraktion des Istmoment (M_{ist}) vom nicht-kompensierten Sollmoment (M_{soll}) gemäß der Beziehung

$$M_{\text{Hys}} = M_{\text{soll}} - M_{\text{ist}}$$

bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das nicht-kompensierte Sollmoment (M_{soll}) in Abhängigkeit eines nicht-kompensierten Motorsollmoments ($M_{\text{Mot, soll}}$) und eines vom Fahrer erzeugten Handlenkmoments ($M_{\text{Hand, ü}}$) gemäß der Beziehung

$$M_{\text{soll}} = M_{\text{Mot, soll}} + M_{\text{Hand, ü}}$$

ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das Handlenkmoment ($M_{\text{Hand, ü}}$) aus dem vom Fahrer auf das Lenkrad übertragenen und im Übersetzungsgetriebe modifizierten Handlenkmoment (M_{Hand}) bestimmt wird.

6. Lenksystem für ein Kraftfahrzeug, insbesondere Lenksystem

zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit wenigstens einem lenkbaren Fahrzeugrad (3), einem Übersetzungsgetriebe (1) im Übertragungsweg zwischen einem Lenkrad (2) und dem Fahrzeugrad (3), und einem Stellmotor (M), wobei dem Stellmotor (M) zur Erzeugung eines auf das Fahrzeugrad (3) zu übertragenden Motorstellmoments (M_{servo}) eine Sollmomentvorgabe als Funktion des vom Fahrer erzeugten Handlenkmoments zueführbar ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass in einer Regel- und Steuereinheit eine die Reibung im Lenksystem kennzeichnende Hystereseffunktion abgespeichert ist und die Sollmomentvorgabe für den Stellmotor (M) um ein die Reibung im Lenksystem zumindest annähernd kompensierendes Hystereseffmoment (M_{Hys}) gemäß der Funktion

$$M_{\text{soll, komp}} = M_{\text{soll}} + M_{\text{Hys}}$$

ermittelbar ist, wobei

$M_{\text{soll, komp}}$ das kompensierte, dem Stellmotor zuzuführende Sollmoment,

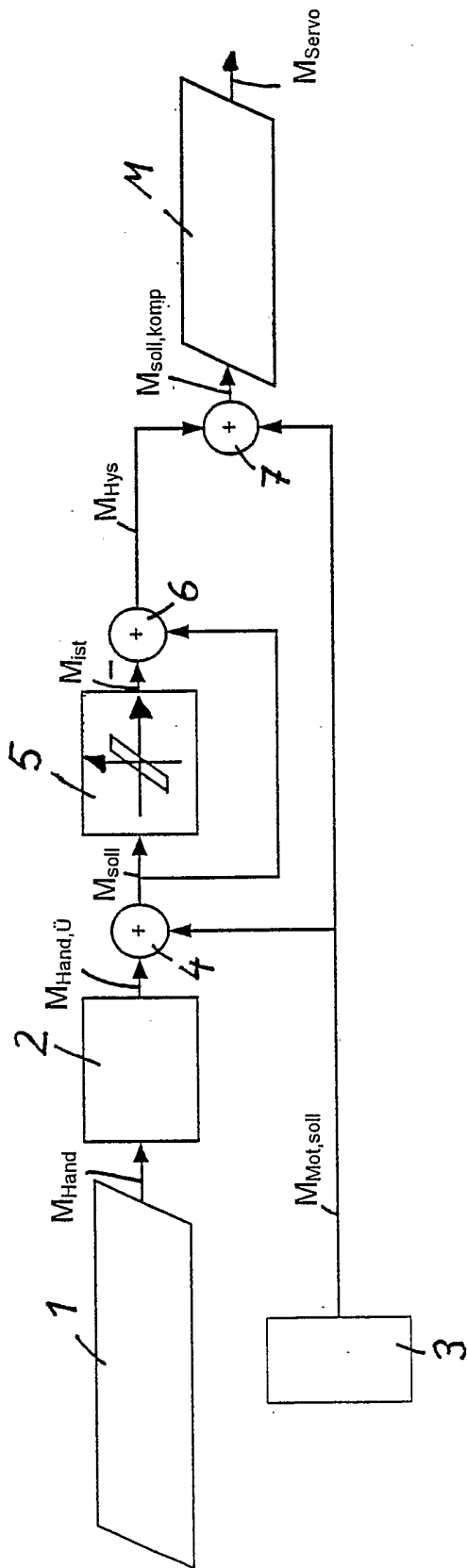
M_{soll} das nicht-kompensierte Sollmoment und

M_{Hys} das Hystereseffmoment

bezeichnet.

Bezugszeichenliste

1	Block
2	Block
3	Block
4	Addierer
5	Hysteresekennlinie
6	Addierer
7	Addierer
M	Stellmotor
M_{Hand}	Handlenkmoment
$M_{\text{Hand},\text{Ü}}$	übersetztes Handlenkmoment
$M_{\text{Mot},\text{soll}}$	nicht-kompensiertes Motorsollmoment
M_{soll}	nicht-kompensiertes Sollmoment
M_{ist}	Istmoment
M_{Hys}	Hysteresemoment
$M_{\text{soll},\text{komp}}$	kompensiertes Sollmoment



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/04632

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.
X	DE 38 42 334 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21 June 1990 (1990-06-21)	1,6
A	the whole document	2-5
A	WO 01 60682 A (DELPHI TECH INC) 23 August 2001 (2001-08-23) abstract; claims 1,3-6,10-14; figures 1-4 page 4, line 5 -page 6, line 28	1,5,6

 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

23 July 2003

Date of mailing of the international search report

14/08/2003

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

Balázs, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/04632

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3842334	A	21-06-1990	DE 3842334 A1	21-06-1990
			WO 9006880 A1	28-06-1990
			DE 58904877 D1	12-08-1993
			EP 0400127 A1	05-12-1990
			JP 3504585 T	09-10-1991
			JP 3056244 B2	26-06-2000
			US 5236056 A	17-08-1993
<hr/>				
WO 0160682	A	23-08-2001	WO 0160682 A1	23-08-2001
<hr/>				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B62D5/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes 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.
X	DE 38 42 334 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21. Juni 1990 (1990-06-21)	1,6
A	das ganze Dokument	2-5
A	WO 01 60682 A (DELPHI TECH INC) 23. August 2001 (2001-08-23) Zusammenfassung; Ansprüche 1,3-6,10-14; Abbildungen 1-4 Seite 4, Zeile 5 -Seite 6, Zeile 28	1,5,6
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 23. Juli 2003		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 14/08/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Balázs, M

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04632

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3842334 A	21-06-1990	DE 3842334 A1	21-06-1990
		WO 9006880 A1	28-06-1990
		DE 58904877 D1	12-08-1993
		EP 0400127 A1	05-12-1990
		JP 3504585 T	09-10-1991
		JP 3056244 B2	26-06-2000
		US 5236056 A	17-08-1993

WO 0160682 A	23-08-2001	WO 0160682 A1	23-08-2001
