



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 019 316 A1** 2006.11.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 019 316.1**

(22) Anmeldetag: **26.04.2005**

(43) Offenlegungstag: **02.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B62D 6/10** (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
**ZF Lenksysteme GmbH, 73527 Schwäbisch
 Gmünd, DE**

(72) Erfinder:
Sprinzel, Michael, 73072 Donzdorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
 ziehende Druckschriften:

DE 195 41 749 C1

DE 198 20 381 A1

DE 102 44 070 A1

US 67 78 890 B2

EP 12 75 573 A2

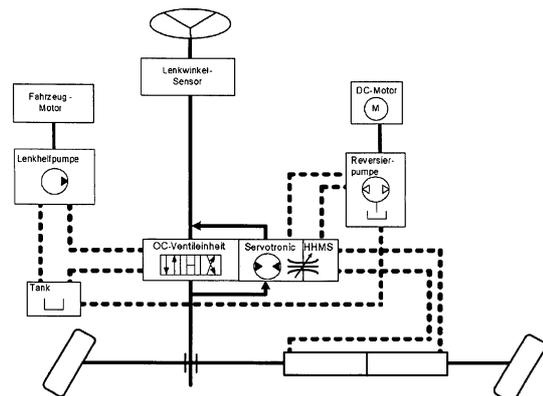
JP 11-2 86 280 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Erkennung eines von einem Fahrer verursachten Lenkeingriffs in ein Servolenk-
 system eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erkennung eines von einem Fahrer verursachten Lenkeingriffs in ein Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs. Zur Erkennung des Lenkeingriffs wird vorgeschlagen, die Bestimmung eines aufgebrachtens Zusatzmoments zur Einleitung eines Lenkzusatzmoments anhand eines mathematischen Modells vorzunehmen, einen Schwellenwert daraus zu bilden und diesen mit einer weiteren Systemgröße zu verknüpfen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erkennung eines von einem Fahrer verursachten Lenkeingriffs in ein Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und dem Oberbegriff des nebengeordneten Anspruchs 2.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Einrichtungen zur Einleitung eines zusätzlichen Lenkmoments zur Erreichung einer freien Lenkmomentbeeinflussung in ein Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs bekannt. Diese Einrichtungen werden im Allgemeinen auch als Handmomentensteller (HMS) bezeichnet.

[0003] In der älteren Anmeldung mit dem Aktenzeichen DE 10 2004 038 936.5 wird eine hydraulische Servosteuerung offenbart welche einerseits durch den Fahrer und andererseits durch eine externe Steuerung zur Einleitung eines zusätzlichen Handmoments betätigt werden kann. Mit Einrichtung dieser Art können autonome Fahrmanöver vorgenommen werden.

[0004] Fig. 1 zeigt beispielhaft die Systemübersicht eines fluidisch wirkenden hydraulischen Handmomentenstellers (HHMS) mit einer Lenkhandhabe, einem Lenkwinkelsensor der im Lenkstrang angeordnet ist, einer Lenkhilfpumpe, einer Reversierpumpe und einer extern steuerbaren Ventileinheit nach dem aus dem Stand der Technik bekannten „Servotronic“-Prinzip.

[0005] Ein Elektromotor treibt die Reversierpumpe reibungsarm an, wodurch eine Steuerung der Menge, Richtung und Druck des Druckmittels ermöglicht wird. Die nicht dargestellten Rückwirkräume des Servotronic-Ventils werden durch die Druckmittel der Reversierpumpe beaufschlagt. Der an den Rückwirkräumen anliegende Differenzdruck erzeugt dabei ein proportionales Zusatzmoment. Dieses Zusatzmoment bewirkt durch einen nicht dargestellten Ringkolben eine relative Verdrehung zwischen einer ebenfalls nicht dargestellten Steuerhülse und einem Drehschieber. Diese relative Verdrehung bewirkt die Einprägung eines zusätzlichen Lenkmoments zur Erzielung einer freien Lenkmomentbeeinflussung des Servolenksystems.

[0006] Die Lenkhilfpumpe dient dazu die eigentliche Servokraft zur Verstellung der Räder aufzubringen. Die Arbeitsweise eines elektrischen Handmomentenstellers (EHMS) ist ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt: Parallel zur Lenksäule ist ein Elektromotor angeordnet welcher mittels eines ge-

eigneten Antriebesmechanismus z.B. einen Riementrieb das Zusatzmoment auf die Lenksäule aufbringt. Dieses Zusatzmoment entspricht in diesem Fall dem zusätzlich aufgebracht Lenkmoment.

[0007] Aus dem Stand der Technik sind so genannte Trajektorien bekannt welche beispielsweise einen Lenkwinkel über eine Strecke aufzeigen. Das Regelsystem eines EHMS oder HHMS erhält die Trajektorie als Sollvorgabe für die Fahrbewegung welche das Fahrzeug während eines autonomen Lenkmanövers z.B. einer automatischen Parkierfunktion idealerweise folgen soll.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0008] Insbesondere bei automatischen Parkiermanövern können an der Lenkhandhabe eines Kraftfahrzeugs hohe Winkelgeschwindigkeiten von bis zu 500°/s und darüber hinaus entstehen. Aufgrund der Eigenmasse der Lenkrades, den hohen Winkelgeschwindigkeiten und der zusätzlichen Momenteinleitung durch einen Handmomentensteller entsteht eine hohe Rotationsenergie welche Verletzungen des Fahrers verursachen kann.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Erkennung eines durch den Fahrer absichtlich oder versehentlich vorgenommenen Lenkeingriffs in einen Handmomentensteller zum Schutz vor Arm-, Hand- und Fingerletzungen oder zur Erkennung einer mit dieser Handlung angezeigten Ablehnung des autonomen Lenkmanövers. Diese Aufgaben werden durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs 1 und des nebengeordneten Anspruchs 2 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen finden sich in den Unteransprüchen.

Technische Lösung

[0010] Ein wesentliches Merkmal der Erfindung stellt die Bestimmung des aufgebracht Zusatzmoments zur direkten oder indirekten Einleitung eines Lenkzusatzmoments in einen elektrisch oder fluidisch wirkenden Handmomentensteller dar. Die Bestimmung des Zusatzmoments kann erfindungsgemäß durch eine direkte Druckmessung an den Rückwirkräumen der Servosteuerung erfolgen oder unter Verwendung eines mathematischen Modells. Dazu wird anhand der gemessenen Motorgrößen eines Elektromotors, beispielsweise der Rotorlage, der Spannung und/oder der Stromaufnahme dessen aktuelles Lastmoment durch das Modell berechnet oder geschätzt. Anhand des Lastmoments und unter Verwendung mechanischer und geometrischer Kenndaten der Reversierpumpe kann auf den Differenzdruck

in den Rückwirkräumen des Servoventils und somit auf das eingeprägte Zusatzmoment geschlossen werden.

[0011] Im Falle eines elektrisch wirkenden Handmomentenstellers (EHMS) erfolgt die Bestimmung des Zusatzmoments anhand den gemessenen Motorgrößen und Kennwerten des Elektromotors welcher das Zusatzmoment direkt oder indirekt mittels eines zwischengeschalteten Getriebes auf die Lenksäule einleitet.

[0012] Erfindungsgemäß wird in einem ersten Schritt das Zusatzmoment mittels des mathematischen Modells berechnet oder abgeschätzt. Systembedingt entstehen in einem fluidisch arbeitenden Handmomentensteller (HHMS) größere Regelabweichungen zwischen vorgegebener Soll- Trajektorie und der tatsächlich gelenkten Ist- Trajektorie als in einem elektrischen Handmomentensteller (EHMS). Im Wesentlichen folgt der Ist- Lenkwinkel dem Soll- Lenkwinkel zeitverzögert. Die Ursachen hierfür liegen in den für fluidisch wirkende Steller typischen Eigenschaften wie beispielsweise der Reibung in den Leitungen des Druckmittels, Verzögerungen in Druckaufbau und Druckabbau sowie in der thermischen Abhängigkeit des Druckmittels.

[0013] Erfindungsgemäß erfolgt deshalb in einem zweiten Schritt die Integration des aktuell ermittelten Zusatzmoments oder des Differenzdrucks über bestimmte Zeitgrenzen zur Bestimmung eines systemabhängigen Schwellenwerts. Sollte dieser Schwellenwert erreicht bzw. überschritten werden so wird davon ausgegangen, dass dies mit einer entsprechenden Bewegung der Lenkhandhabe einhergeht, vorausgesetzt dass kein Lenkeingriff durch den Fahrer oder die Auslenkung der Räder gegen ein Hindernis z.B. einer Bordsteinkante oder einer tiefen Spurrinne erfolgt. einem dritten Schritt sieht die Erfindung vor, die Erkennung des vom Fahrer verursachten Lenkeingriffs anhand einer Verknüpfung des Schwellenwerts mit mindestens einer nachfolgend aufgeführten Systemgrößen vorzunehmen, wobei eine Systemgröße alleine verwendet wird oder mit wenigstens einer weiteren Systemgröße plausibilisiert wird. Folgende Methoden der Plausibilisierung werden erfindungsgemäß als vorteilhaft und zur Erkennung des Lenkeingriffs als geeignet angesehen:

[0014] Erste Methode: Verknüpfung mit einer Lenkwinkelinformation;
Durch die Verknüpfung des Schwellenwerts mit der Lenkwinkelinformation kann festgestellt werden, ob sich das Lenkrad dreht. Es wird davon ausgegangen, dass sich das Lenkrad bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellenwerts bewegt. Ändert sich der Wert der Lenkwinkelinformation nicht, wird angenommen dass der Fahrer das Lenkrad festhält oder dass der HMS die Räder gegen ein Hindernis anlenkt.

[0015] Zweite Methode: Vergleich der Vorzeichen des Zusatzmoments und der Winkelgeschwindigkeit zueinander;

Mit dieser Plausibilisierung kann festgestellt werden, ob der Fahrer der durch den HMS vorgegeben Richtung entgegengewirkt hat. Die Lenkhandhabe ist in diesem Fall offensichtlich eine andere Richtung bewegt worden, als sie sich eigentlich hätte bewegen müssen. Es ist auch möglich, die entsprechenden zeitlichen Ableitungen der Größen zu verwenden.

[0016] Dritte Methode: Bewertung der Regelabweichung, also der Differenz zwischen der Soll-Lenkwinkelinformation und der Ist-Lenkwinkelinformation eines zur Funktionalität des HMS gehörenden Winkelreglers. Überschreitet dabei die Regelabweichung einen vorgegebenen Grenzwert, so muss eine externe Störung in Form eines Lenkeingriffs durch den Fahrer oder einer Anlenkung der Räder gegen ein Hindernis vorgelegen haben. Erfindungsgemäß können die zeitlichen Ableitungen der Signale, also die Lenkwinkelgeschwindigkeiten und Lenkwinkelbeschleunigungen analog dazu verwendet werden.

[0017] In einer verschiedenen Ausprägung der Erfindung gemäß des nebengeordneten Anspruchs 2 kann zweckmäßigerweise auf die Bildung des Schwellenwerts aufgrund der speziellen Eigenheiten des jeweiligen Fehlersymptoms verzichtet werden. Erfindungsgemäß sind zwei weitere Methoden einer Plausibilisierung vorgesehen:

[0018] Vierte Methode: Sicherstellung des Stillstand des Lenkrads. Unmittelbar vor Beginn eines vom Fahrer willentlich eingeleiteten Lenkmanövers, z.B. einer automatischen Einparkfunktion, ist es zweckmäßig den Stillstand des Lenkrades sicherzustellen. Damit soll erkannt werden, ob der Fahrer noch seine Hände am Lenkrad hat. Zu diesem Zweck wird die Lenkwinkelinformation ausgewertet. Sollte eine Bewegung des Lenkrades anhand dieser Information beispielsweise durch Überschreitung eines vorgegebenen Toleranzbandes für die Lenkwinkelinformation festgestellt werden, so kann das bedeuten dass der Fahrer einen Lenkeingriff vorgenommen hat.

[0019] Fünfte Methode: Überwachung der Winkelgeschwindigkeit des Lenkrades. Wirkt sich die Krafteinleitung durch den Lenkeingriff des Fahrers nur sehr wenig auf die Bewegung des Lenkrades aus, so stellt der Regler des HMS eine erhöhte Regelabweichung zwischen Soll- und Ist-Lenkradwinkel fest. Der Regler versucht der zunehmenden Regelabweichung entgegenzuwirken indem er den Differenzdruck bzw. das Zusatzmoment gleichsinnig erhöht. Gibt der Fahrer das Lenkrad wieder frei, so kann insbesondere in einem HHMS das Zusatzmoment nicht schnell genug abgebaut werden, dies führt zu dem Effekt, dass das Lenkrad, vergleichbar einer gespannten Feder, beim Loslassen hohe Winkelbe-

schleunigungen erfährt. Dies kann unter Verwendung der Lenkwinkelinformation festgestellt werden, wobei hier typischerweise die erste und/oder zweite Ableitung der Lenkwinkelinformation nach der Zeit verwendet wird. Überschreitet dieser Wert einen vorgegebenen Grenzwert, deutet dies auf einen Lenkeingriff des Fahrers hin.

[0020] Die Lenkwinkelinformation, welche der aktuellen Stellung der Lenkhandhabe entspricht, stammt im Allgemeinen von einem im Fahrzeug befindlichen Lenkwinkelsensor welcher das aktuelle Lenkwinkelsignal zyklisch in Form einer Nachricht an ein Steuergerät übermittelt.

[0021] Erfindungsgemäß hat die Erkennung in allen Fällen den Abbruch des automatischen Lenkmanövers des HHMS oder EHMS, beispielsweise der Parkierfunktion, zur Folge. Dies wird im Allgemeinen erreicht, indem schnellstmöglich die Bereitstellung eines Zusatzmoments zur direkten oder indirekten Einleitung eines Lenkmoments unterbunden wird. Das HMS- System wird erfindungsgemäß in diesem Fall kontrolliert in einen sicheren Zustand überführt, welcher im Allgemeinen den Abbruch eines eingeleiteten Lenkmanövers, beispielsweise dem Parkiervorgang, als Konsequenz hat. Es ist vorgesehen, dies dem Fahrer durch ein optisches oder akustisches Signal anzuzeigen.

Vorteilhafte Wirkungen

[0022] Prinzipiell kann die Erkennung eines Lenkeingriffs auch unter Verwendung der Information eines Drehmomentsensors erfolgen. Automobiltaugliche Drehmomentsensoren weisen jedoch ein tordierbares Wellenelement ähnlich einem Drehstab in einem Lenkventil, auf.

[0023] Die Erkennung des Lenkeingriffs unter Verwendung der Lenkwinkelinformation bzw. einer davon abgeleiteten Größe hat den Vorteil dass kein weiterer Drehstab zusätzlich zum bereits vorhandenen Drehstab im Lenkventil erforderlich ist. Die Verwendung eines weiteren Drehstabs in Lenkstrang würde einer Reihenschaltung von zwei Drehstäben gleichkommen was sich sehr ungünstig auf das Lenkgefühl und das Regelverhalten auswirkt und zu vermeiden wäre. Ferner sind Fahrzeuge, die mit einem Lenksystem ausgerüstet sind, welche in der Lage sind, autonome Lenkmanöver oder eine Lenkkorrektur auszuführen aus funktionalen- und aus Sicherheitsgründen bereits mit einem Lenkwinkelsensor ausgerüstet.

[0024] Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass keine weiteren Sensoren zur Ermittlung des Zusatzmoments wie z.B. Drucksensoren an den Rückwirkkämen vorgesehen sind als ohnehin bereits im System zur Realisierung elementarer Regelfunktionen zwangsläufig vorhanden sind. So liegen die

Sensoren zur Erfassung der Messgrößen zur Regelung eines Elektromotors wie z.B. Ströme und Spannungen oder Rotorlage-Sensoren, bereits im System vor.

[0025] Als weiteren Vorteil der Erfindung hat sich herausgestellt, dass die Verwendung der Lenkwinkelinformation schneller und mit höherer Sicherheit zur Erkennung des Lenkeingriffs führt als die Verwendung der Information aus einem Drehmomentsensor.

Ausführungsbeispiel

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] **Fig. 1** zeigt beispielhaft die Systemübersicht eines fluidisch wirkenden, hydraulischen Handmomentenstellers (HHMS) mit einer Lenkhandhabe, einem Lenkwinkelsensor welcher im Lenkstrang angeordnet ist, einer Lenkhilfepumpe und einer Reversierpumpe, einer extern steuerbaren Ventileinheit nach dem aus dem Stand der Technik bekannten „Servotronic“ – Prinzip. Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand dieser exemplarischen Anordnung verdeutlicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines von einem Fahrer verursachten Lenkeingriffs in ein Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs mit:

- Mittel zur Einleitung eines Zusatzmoments zur Erzielung einer freien Lenkmomentbeeinflussung,
- Mittel zur Erfassung einer Lenkwinkelinformation einer Lenkhandhabe
- Mittel zur Erfassung von elektrischen Größen eines Elektromotors
- Regelsystem, geeignet zur Regelung eines vorgegebenen Soll-Lenk winkels, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- 1.1 Bestimmung des Zusatzmoments
- 1.2 Integration des Zusatzmoments über einen definierten Zeitbereich zur Bildung eines Schwellenwerts
- 1.3 Verwendung wenigstens einer Systemgröße in Verbindung mit dem Schwellenwert zur Erkennung eines Lenkeingriffs.

2. Verfahren zur Erkennung eines von einem Fahrer verursachten Lenkeingriffs in ein Servolenksystem eines Kraftfahrzeugs mit

- Mittel zur Einleitung eines Zusatzmoments zur Erzielung einer freien Lenkmomentbeeinflussung,
- Mittel zur Erfassung eines Lenkwinkels einer Lenkhandhabe
- Regelsystem, geeignet zur Regelung eines vorgegebenen Soll-Lenk winkels, gekennzeichnet durch folgendes Verfahren:

- 2.1 Erkennen des Lenkeingriffs unter Verwendung mindestens einer Systemgröße.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung des Zusatzmoments anhand eines mathematischen Modells erfolgt, welches elektrische und/oder mechanische Größen oder Kennwerte verwendet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in das mathematische Modell Strom und/oder Spannung und/oder die Rotorlage-Information eines Elektromotors eingehen.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Systemgröße die Lenkwinkelinformation und/oder eine zeitliche Ableitung davon darstellt.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemgrößen die entsprechenden mathematischen Vorzeichen des Zusatzmoments und der Lenkwinkelinformation und/oder der zeitlichen Ableitungen davon sind.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Systemgröße eine Regeldifferenz zwischen Soll- und Ist-Lenkwinkel des Regelsystems darstellt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Systemgröße die Regeldifferenz zwischen den zeitlichen Ableitungen der Soll- und Ist-Lenkwinkelgeschwindigkeit des Regelsystems darstellt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemgrößen Grenz- oder Bereichs-Beschränkungen erfahren.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüchen 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemgrößen Bestandteil einer binären oder unscharfen Verknüpfung sind.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahren parallel und/oder Kombination ausgeführt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet dass ein Fehlerverhalten im Falle der Erkennung des Lenkeingriffs eingeleitet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Fehlerverhalten ein Abschalten des Zusatzmoments zur Folge hat.

14. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche auf einem Steuergerät auszuführen.

15. Steuergerät für ein Servolenksystem zur Ausführung eines Computerprogramms gemäß Anspruch 14.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

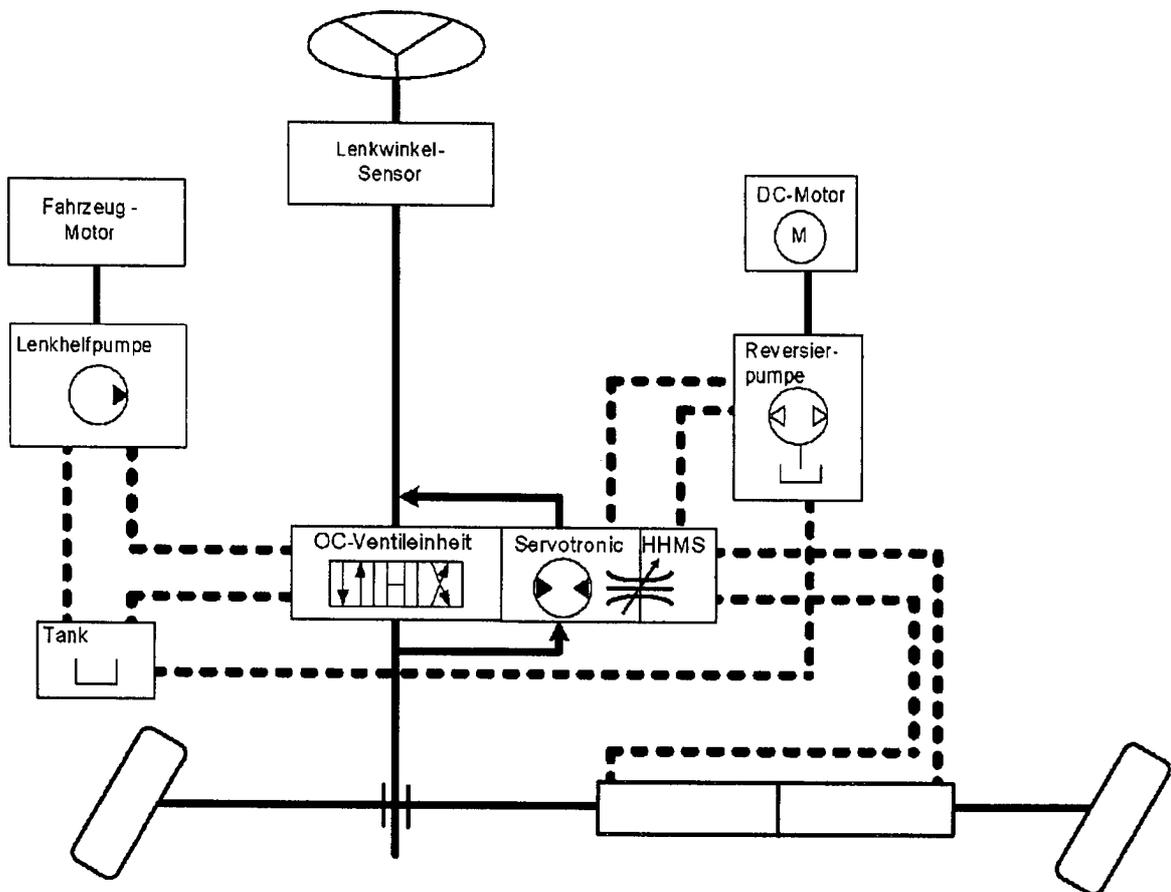


Abb. 1