



(10) **DE 10 2014 004 729 A1** 2014.09.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 004 729.6**

(22) Anmeldetag: **01.04.2014**

(43) Offenlegungstag: **25.09.2014**

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

**B62D 5/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE**

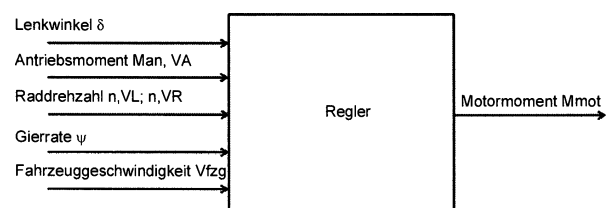
(72) Erfinder:  
**Hoelzle, Peter, Dipl.-Ing. (FH), 71384 Weinstadt, DE; Reininger, Micha, 73499 Wört, DE; Liendo, Sebastian, 70329 Stuttgart, DE**

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Kompensation von Antriebseinflüssen einer Lenkung eines Kraftfahrzeuges**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf eine hilfskraftunterstützte Lenkung eines Kraftfahrzeuges, wobei eine Steuerung vorgesehen ist, die die Antriebseinflüsse, die auf eine Bedieneinrichtung der Lenkung wirken, durch Anpassung der Hilfskraft kompensiert, wobei Soll-Radgeschwindigkeiten mit Ist-Radgeschwindigkeiten verglichen werden und bei Feststellung einer Abweichung zwischen Soll-Radgeschwindigkeiten und Ist-Radgeschwindigkeiten eine notwendige Anpassung der Hilfskraft zur Kompensation der Antriebseinflüsse auf die Lenkung ermittelt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf eine hilfskraftunterstützte Lenkung eines Kraftfahrzeugs. Dabei ist eine Steuerung vorgesehen, die Antriebseinflüsse, die auf eine Bedieneinrichtung der Lenkung wirken, durch Anpassung der Hilfskraft kompensiert.

**[0002]** Verfahren der eingangs genannten Art sind im Stand der Technik bekannt. Beim Durchfahren einer Kurve werden bei den allermeisten Kraftfahrzeugen die vorderen Räder gelenkt. Die Vorderachse ist bei vielen Kraftfahrzeugen häufig auch Antriebsachse. Bei der Kurvenfahrt wird ein kurveninneres Rad auf einem kleineren Radius bewegt als ein kurvenäußeres Rad. Zudem wird das kurveninnere Rad weniger stark vertikal belastet als das kurvenäußere Rad. Infolgedessen kann das kurveninnere Rad weniger Antriebsmoment auf die Fahrbahn übertragen als das kurvenäußere Rad.

**[0003]** Zum Ausgleich der unterschiedlichen Raddrehzahlen wird bei angetriebenen, gelenkten Rädern ein Differenzial eingesetzt. Dieses Differenzial erlaubt unterschiedliche Drehzahlen an beiden Achsen. Im Stand der Technik sind unterschiedliche Differenzialtypen bekannt. Ein offenes Differenzial erlaubt alle Drehzahlunterschiede an den beiden Rädern und überträgt die Antriebskräfte gleichmäßig auf das kurveninnere und das kurvenäußere Rad. Verzögert man das kurveninnere Rad mittels einer Bremse, so stellt sich am kurvenäußeren Rad ein größeres Antriebsmoment ein.

**[0004]** Auch bei sogenannten Sperrdifferentialen oder Differenzialsperren kann es zu einer asymmetrischen Aufteilung der Achsantriebskraft kommen. Ein Sperrdifferential bewirkt, abhängig vom Sperrgrad, eine Angleichung der Raddrehzahlen bzw. eine Limitierung des Unterschieds der Raddrehzahlen. Gleichzeitig verteilt es die Antriebskräfte nicht mehr gleichmäßig, sondern bewirkt – abhängig von der Sperrung – eine erhöhte Kraft auf das kurvenäußere Rad.

**[0005]** Die kinematischen Hebelarme einer Lenkung bewirken, dass ein Hebelarm eines kurveninneren Rads auf das Lenkrad größer ist als der Hebelarm eines kurvenäußeren Rads. Bei einem offenen Differenzial, bei dem die Antriebskräfte gleich verteilt werden, bewirkt dies über die kinematischen Hebelarme ein Rückstellmoment auf das Lenkrad, sobald ein Antriebsmoment vorliegt. Bei einem Sperrdifferenzial, bei dem die Antriebskräfte am kurveninneren Rad wesentlich geringer sind als am kurvenäußeren Rad, können die kinematischen Hebelarme diesen Unterschied nicht kompensieren und es wirkt ein Eindrehmoment auf die Lenkung.

**[0006]** Aus der DE 103 45 484 A1 ist ein System zur Kompensation von sperrdifferenzialinduzierten Lenkradstörmomenten bei einem frontbetriebenen Kraftfahrzeug bekannt, das eine aktive Lenkung mit einer Krafterzeugungseinrichtung für das Lenkmoment, ein Sperrdifferenzial zwischen den angetriebenen Rädern einer lenkbaren Fahrzeugachse und Steuerungsmittel umfasst, welche in Abhängigkeit erfasster Lenkungs- und weiterer Fahrzeugparameter ein Lenkmoment bestimmen und der Krafterzeugungseinrichtung ein entsprechendes Signal zuführen, wobei die Steuerungsmittel eine dem Sperrdifferenzial zugeleitete Stellgröße empfangen und unter Berücksichtigung dieser Sperrdifferenzialstellgröße ein Kompensationsmoment bestimmen, das mit dem Lenkmoment unter Bildung eines vereinigten Signals für die Krafterzeugungseinrichtung zusammengeführt wird.

**[0007]** Nachteilig am Stand der Technik ist, dass Fahrzeuge ohne Kompensationsmöglichkeit spürbare Antriebseinflüsse an der Lenkung zeigen. Solche Einflüsse können einen Fahrer eines entsprechenden Kraftfahrzeugs möglicherweise verunsichern und reduzieren zudem die Lenkpräzision, insbesondere beim sportlichen Fahren.

**[0008]** Im Übrigen sind lediglich sehr komplexe Systeme bekannt, die eine Vielzahl von Erfassungseinrichtungen benötigen und aufwendige Berechnungen nach sich ziehen.

**[0009]** Aufgabe der Erfindung ist es, Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass Antriebseinflüsse bei angetriebenen, gelenkten Rädern auf die Lenkung kompensiert werden können. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, dies mit möglichst wenigen zusätzlichen Komponenten oder gar unter Vermeidung von zusätzlichen Bauteilen zu verwirklichen.

**[0010]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf eine hilfskraftunterstützte Lenkung eines Kraftfahrzeugs gemäß Anspruch 1. Weitere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0011]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf eine hilfskraftunterstützte Lenkung eines Kraftfahrzeugs sieht vor, dass Antriebseinflüsse, die auf eine Bedieneinrichtung der Lenkung wirken, durch Anpassung der Hilfskräfte mittels einer Steuerung zu kompensieren. Für den Fall des Auftretens solcher Antriebseinflüsse kann die Steuerung entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten, die die Antriebseinflüsse ausgleichen.

**[0012]** Im Rahmen der Erfindung ist vorgesehen, dass Soll-Radgeschwindigkeiten mit Ist-Radge-

schwindigkeiten verglichen werden und bei Feststellung einer Abweichung zwischen Soll-Radgeschwindigkeit und Ist-Radgeschwindigkeiten eine notwendige Anpassung der Hilfskraft zur Kompensation der Antriebseinflüsse auf die Lenkung ermittelt wird. Die Radgeschwindigkeiten lassen sich unter anderem durch die Umdrehungen der Räder pro Zeiteinheit ermitteln. Der Vergleich von Soll-Radgeschwindigkeiten und Ist-Radgeschwindigkeiten lässt sich sehr einfach bewerkstelligen. Bei den meisten modernen Kraftfahrzeugen sind Raddrehzahlsensoren für ein Antiblockiersystem einer Bremse verbaut, deren Signale zu diesen Zwecken abgegriffen werden können. Zudem lassen sich Soll-Raddrehzahlen leicht ermitteln. Die im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendigen Informationen können daher ohne zusätzliche Aggregate ermittelt werden und mit geringem Rechenaufwand in Kenngrößen für Steuersignale für eine Hilfskraftunterstützung der Lenkung umgerechnet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren bewirkt auf diese Weise eine natürliche und neutrale Lenkung, die ein präziseres Fahren des Kraftfahrzeugs erlaubt.

**[0013]** Gemäß einer ersten möglichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass eine Differenz der Soll-Radgeschwindigkeiten zwischen rechtem und linkem Rad mit einer Differenz der Ist-Radgeschwindigkeiten zwischen rechtem und linkem Rad verglichen wird.

**[0014]** Auf diese Weise kann über eine einfach zu ermittelnde Drehzahldifferenz zwischen einem kurveninnerem und kurvenäußerem Rad im Ist- und im Soll-Zustand die Höhe der Abweichung bestimmt und aus dieser Abweichung der resultierende Einfluss auf die Lenkung ermittelt werden. Weiterhin lässt sich – beispielsweise mittels eines Kennfeldes – bestimmen, inwieweit die Hilfskraft angepasst werden muss, um an der Bedieneinrichtung von Antriebseinflüssen des Motors unbeeinflusst gleichbleibende Bedienkräfte hervorzurufen.

**[0015]** Beispielsweise werden bei Aktivierung einer Differenzialsperre durch die Sperrwirkung die Radgeschwindigkeiten der gelenkten Räder einer Achse angeglichen, so dass die Differenz der Radgeschwindigkeiten zwischen rechtem und linkem Rad minimal wird. Die Soll-Radgeschwindigkeiten können nun zum Beispiel aus einem Zweispurmodell ermittelt werden, die Raddrehzahlsensoren ermitteln die Ist-Radgeschwindigkeiten.

**[0016]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Anpassung der Hilfskraft vorgenommen werden, wenn die Abweichung von Soll-Radgeschwindigkeiten und Ist-Radgeschwindigkeiten einen Grenzwert überschreitet. Kleinere Antriebseinflüsse auf die Lenkung können unerheblich sein und durch Vorsehen

eines Grenzwerts kann die Summe der Eingriffe reduziert werden.

**[0017]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Höhe der Anpassung der Hilfskraft mittels eines Kennfeldes ermittelt wird. Ein solches Kennfeld, das beispielsweise als Look-Up-Table implementiert werden kann, erlaubt eine einfache Zuordnung der Anpassung zu einer gegebenen Situation. Entsprechende Kennfelder lassen sich theoretisch und/oder empirisch ermitteln und relativ leicht anpassen.

**[0018]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass zur Ermittlung der Anpassung ein Lenkwinkel der Lenkung berücksichtigt wird. Mit Hilfe des Lenkwinkels, ggf. unter Berücksichtigung der Spurweite, können einerseits die Soll-Raddrehgeschwindigkeiten bzw. ein Verhältnis der Soll-Raddrehgeschwindigkeiten und andererseits das durch eine Abweichung von Soll-Raddrehgeschwindigkeit und Ist-Raddrehgeschwindigkeit induzierte Lenkmoment ermittelt werden.

**[0019]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung kann zur Ermittlung der Anpassung ein Sperrgrad einer Differenzialsperre oder eines Sperrdifferenzials berücksichtigt werden. Sollte eine Differenzialsperre in der gelenkten Antriebsachse eines Kraftfahrzeugs vorgesehen sein, so kann mit Hilfe dieser Ausgestaltung der sperrgradabhängige Einfluss der Differenzialsperre berücksichtigt werden.

**[0020]** Gemäß einer weiteren möglichen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann zur Ermittlung der Anpassung ein Antriebsmoment berücksichtigt werden. Das Antriebsmoment eines Antriebs des Kraftfahrzeugs, beispielsweise eines Elektroantriebs oder eines Verbrennungsmotors kann die Rückstellkraft beeinflussen, sodass die Berücksichtigung des Antriebsmoments eine genauere Regulierung erlaubt. Ein Antriebsmoment kann ebenfalls von einer Bremse des Kraftfahrzeugs hervorgerufen werden.

**[0021]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann zur Ermittlung der Anpassung eine Fahrzeuggeschwindigkeit berücksichtigt werden. Eine Fahrzeuggeschwindigkeit kann unter anderem dazu dienen, einen Schlupf an der Antriebsachse zu ermitteln, andererseits aber auch dazu, einen Grenzwert sowie die Höhe der Anpassung zu definieren. Bei langsamer Fahrt kann eine Anpassung bei höheren Geschwindigkeiten stärker erfolgen als bei niedrigeren Geschwindigkeiten.

**[0022]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann die Bedieneinrichtung ein Lenkrad sein.

**[0023]** In einer weiterführenden Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Hilfskraft von einem Elektromotor aufgebracht wird. Ein Elektromotor kann schnell eingeregelt werden und darüber hinaus unterschiedliche Drehmomente erzeugen. Ein Elektromotor eignet sich daher sehr gut zur Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0024]** Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Dabei zeigen schematisch:

**[0025]** Fig. 1 Eingangs- und Ausgangsgrößen für eine Steuerung zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

**[0026]** Fig. 2 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie

**[0027]** Fig. 3 ein entsprechendes Anpassungskennfeld.

**[0028]** Fig. 1 zeigt Eingangs- und Ausgangsgrößen für eine Steuerung zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0029]** Die Steuerung 2 weist eine Vielzahl von Eingangsgrößen auf. Diese umfassen einen Lenkwinkel, ein Antriebsmoment, eine Raddrehzahl, eine Gierrate sowie eine Fahrzeuggeschwindigkeit. Aus der Gierrate einer bekannten Spurweite sowie dem Lenkwinkel lässt sich aus dem sogenannten Zweispurmodell eine Differenz der Soll-Radgeschwindigkeiten ermitteln:

$$\Delta V_{VA} = V_{VL} - V_{VR} = -\Psi \cdot b_v \cdot \cos \delta,$$

wobei  $\delta$  der Lenkwinkel,  $\Psi$  die Gierrate und  $b_v$  die Spurweite des Fahrzeuges ist.

**[0030]** Aus den tatsächlichen Raddrehzahlen von rechtem und linkem Vorderrad lässt sich eine Ist-Radgeschwindigkeitendifferenz ermitteln, die mit der nach der vorherigen Formel ermittelten Soll-Radgeschwindigkeitendifferenz verglichen werden kann.

**[0031]** Auch andere Berechnungsmöglichkeiten als das Zweispurmodell können Verwendung finden. Durch den Vergleich der Soll-Radgeschwindigkeitendifferenz und der Ist-Radgeschwindigkeitendifferenz kann unter Berücksichtigung von Antriebsmoment und Fahrzeuggeschwindigkeit eine Abweichung ermittelt werden und der daraus resultierende Einfluss auf das Lenkrad, der sich in einem Eindrehmoment oder einem Rückstellmoment zeigen kann. Hieraus kann die Steuerung 2 ein zur Kompensation notwendiges Motormoment errechnen und an einen entsprechenden Motor, insbesondere einen Elektromotor der Lenkung weiterleiten.

**[0032]** Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0033]** Im obersten dargestellten Zweig werden die Raddrehgeschwindigkeiten von linkem und rechtem Vorderrad ermittelt und eine Raddrehzahldifferenz berechnet.

**[0034]** Parallel dazu werden Lenkwinkel und Gierrate abgefragt und unter Hinzuziehung der feststehenden Spurweite eine Radgeschwindigkeitendifferenz berechnet. Die beiden Raddrehzahldifferenzen werden fortlaufend überwacht. Das Ergebnis der Überwachung dient dazu, festzustellen, ob die Differenz einen Grenzwert überschreitet und im Falle eines solchen Überschreitens wird eine Anpassung der Hilfskraft eines entsprechenden Motors der Lenkung veranlasst.

**[0035]** Zur Berechnung der Anpassung werden Motordrehzahl, statisches Motormoment sowie die momentan vorliegende Motor-Rad-Übersetzung mit ggf. weiteren Größen, zum Beispiel bei allradgetriebenen Fahrzeugen eine Verteilung der Antriebskraft zwischen Vorderachse und Hinterachse in ein an der Vorderachse anliegendes Antriebsmoment umgerechnet.

**[0036]** Unter Hinzuziehung des momentan vorliegenden Lenkradwinkels wird mit Hilfe eines Kennfeldes eine Kraft an der Lenkung, beispielsweise an einer Zahnstange, ermittelt. Für den Fall, dass im Vergleich zwischen Soll-Raddrehgeschwindigkeit und Ist-Raddrehgeschwindigkeit so große Abweichungen ermittelt worden sind, dass eine Anpassung sinnvoll ist, so werden unter Hinzuziehung der Fahrzeuggeschwindigkeit die vorliegenden Informationen aufbereitet und eine Anpassung der Lenkkraftunterstützung ermittelt und an eine Hilfskraftunterstützung der Lenkung weitergeleitet.

**[0037]** Fig. 3 zeigt ein entsprechendes Kennfeld, welches zur Ermittlung der Anpassung der Lenkkraftunterstützung verwendet wird.

**[0038]** Auf einer Achse wird der Lenkradwinkel in Grad aufgetragen, in einer anderen Achse das Antriebsmoment. Auf der Hochachse wird die Zahnstangenkraft eines konkreten Fahrzeuges berechnet. Dabei zeigt sich, dass je höher Lenkradwinkel und je höher Antriebsmoment sind, desto höher die Zahnstangenkraft ist. Hieraus kann eine Anpassung der Kompensationskraft ermittelt werden, sodass die effektiven Lenkkräfte für den Fahrer des Kraftfahrzeuges mehr oder weniger unverändert bleiben.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10345484 A1 [0006]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Kompensation von Antriebseinflüssen auf eine hilfskraftunterstützte Lenkung eines Kraftfahrzeuges, wobei eine Steuerung vorgesehen ist, die Antriebseinflüsse, die auf eine Bedieneinrichtung der Lenkung wirken, durch Anpassung der Hilfskraft kompensiert, **dadurch gekennzeichnet**, dass Soll-Radgeschwindigkeiten mit Ist-Radgeschwindigkeiten verglichen werden und bei Feststellung einer Abweichung zwischen Soll-Radgeschwindigkeiten und Ist-Radgeschwindigkeiten eine notwendige Anpassung der Hilfskraft zur Kompensation der Antriebseinflüsse auf die Lenkung ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Differenz der Soll-Radgeschwindigkeiten zwischen rechtem und linkem Rad mit der Differenz der Ist-Radgeschwindigkeiten zwischen rechtem und linkem Rad verglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anpassung der Hilfskraft vorgenommen wird, wenn die Abweichung von Soll-Radgeschwindigkeiten und Ist-Radgeschwindigkeiten einen Grenzwert überschreitet.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe der Anpassung mittels eines Kennfeldes ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Anpassung ein Lenkwinkel der Lenkung berücksichtigt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Anpassung ein Sperrgrad einer Differenzialsperre berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Anpassung ein Antriebsmoment berücksichtigt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Anpassung eine Fahrzeuggeschwindigkeit berücksichtigt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bedieneinrichtung ein Lenkrad ist.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hilfskraft von einem Elektromotor aufgebracht wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

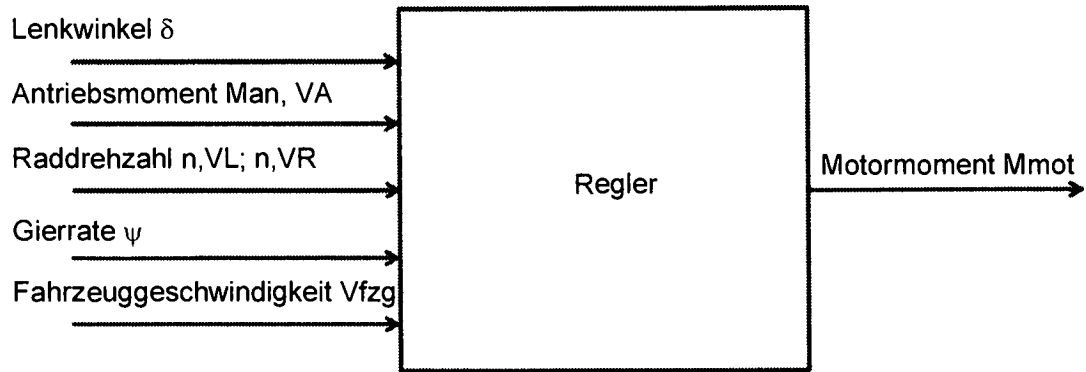


Fig. 1

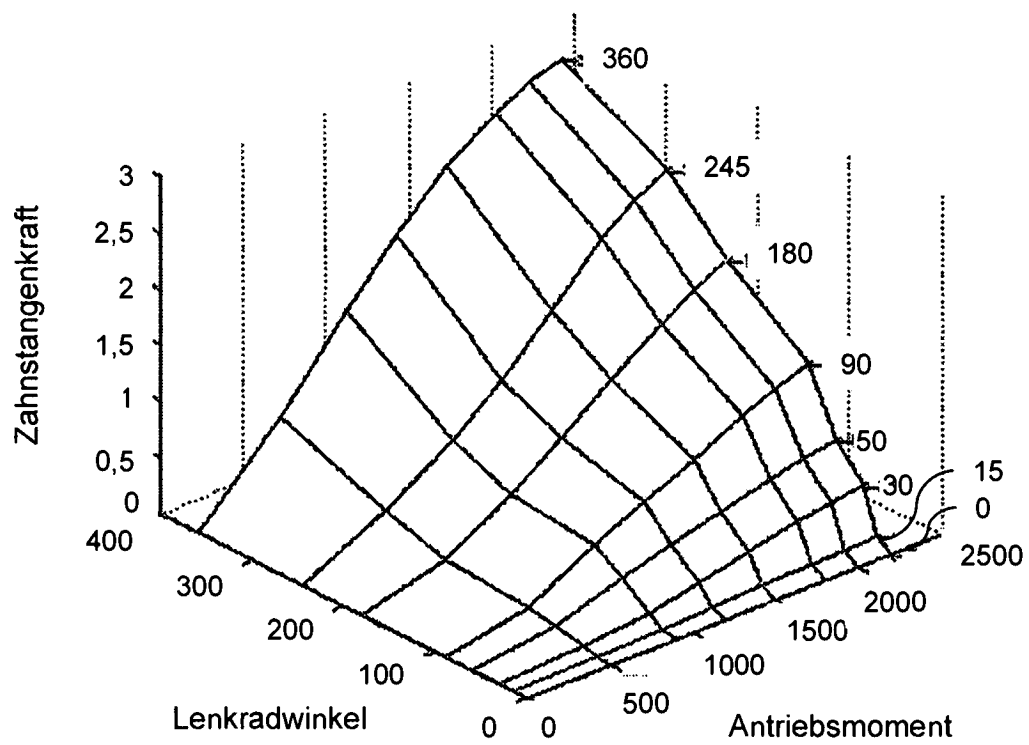


Fig. 3

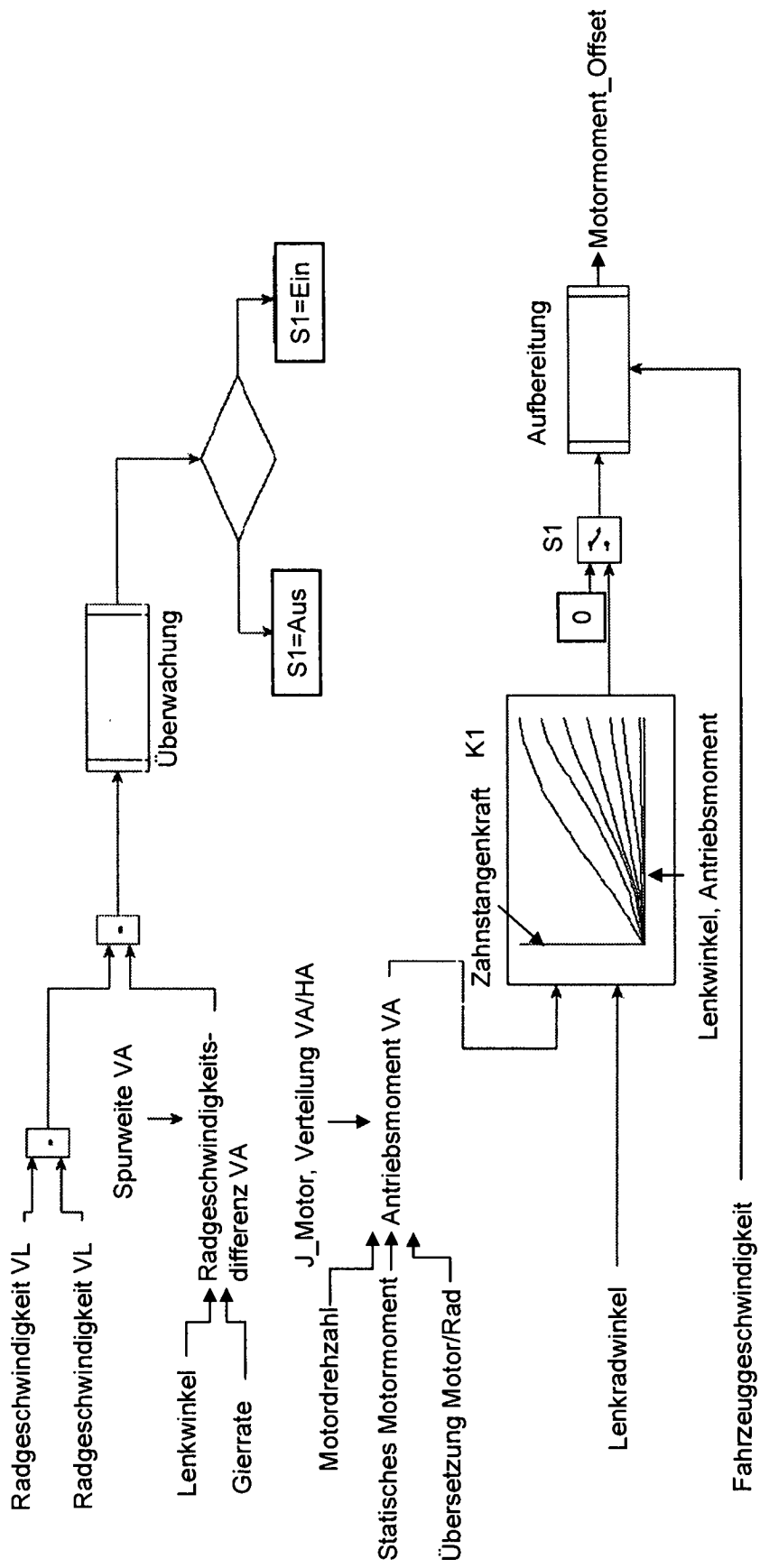


Fig. 2