



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 19 969 B4** 2006.06.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 19 969.8**
 (22) Anmeldetag: **30.04.1999**
 (43) Offenlegungstag: **09.11.2000**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **14.06.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B60K 28/16** (2006.01)
B62D 37/00 (2006.01)

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE;
Continental Teves AG & Co. OHG, 60488 Frankfurt, DE

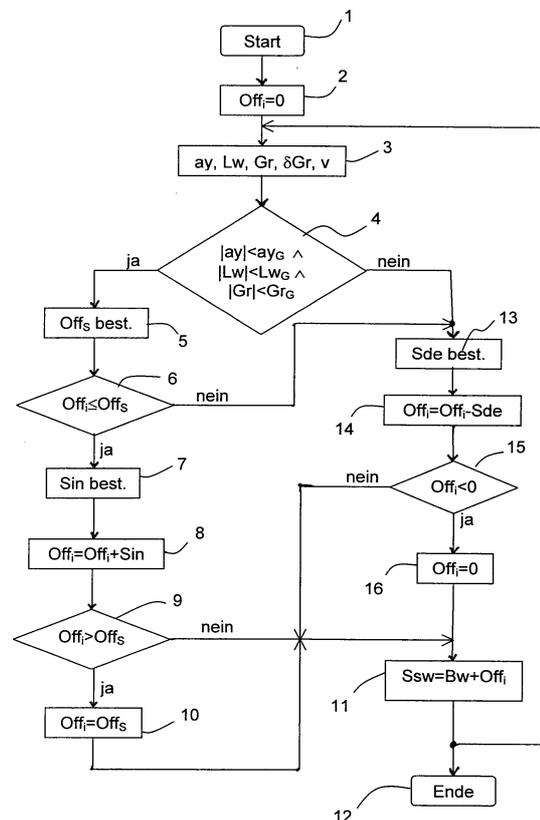
(72) Erfinder:
Fischle, Gerhard, Dipl.-Ing., 73732 Esslingen, DE;
Jung, Joachim, Dipl.-Ing., 73347 Mühlhausen, DE;
Klingel, Ralph, Dipl.-Ing., 71299 Wimsheim, DE;
Latarnik, Michael, Dr., 61381 Friedrichsdorf, DE;
Schafiyha, Scharad, 65812 Bad Soden, DE;
Schütz, Christof, 65439 Flörsheim, DE;
Steinbrück, Jörg, 63674 Altenstadt, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 44 29 242 A1
DE 41 23 232 A1
DE 35 46 575 A1
Burckhardt, Manfred: Fahrwerktechnik:
Radschlupf-
Regelsysteme, Vogel-Buchverlag 1993, ISBN:
3-8023-
0477-2;

(54) Bezeichnung: **Antriebsschlupfregelverfahren**

(57) Hauptanspruch: Antriebsschlupfregelverfahren für ein Kraftfahrzeug, bei dem

- eine Antriebsschlupfregelphase für ein jeweiliges Antriebsrad aktiviert wird, wenn dessen Antriebsschlupf einen vorgebbaren SchlupfSchwellwert (Ssw) überschreitet, dadurch gekennzeichnet, daß
- sensorisch festgestellt wird, ob die momentane Fahrsituation innerhalb oder außerhalb eines vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt, und
- der SchlupfSchwellwert (Ssw) für Fahrsituationen, die innerhalb des vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegen, um einen Ist-Offsetwert (Off_i) größer als ein für Fahrsituationen außerhalb dieses Bereiches geltender Basiswert (Bw) vorgegeben wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Antriebsschlupfregelverfahren für ein Kraftfahrzeug, bei dem eine Antriebsschlupfregelphase für ein jeweiliges Antriebsrad aktiviert wird, wenn dessen Antriebsschlupf einen vorgebbaren SchlupfSchwellwert überschreitet.

Stand der Technik

[0002] Derartige Verfahren sind zur Antriebsschlupfregelung für das oder die angetriebenen Räder eines Kraftfahrzeuges bekannt, insbesondere bei Automobilen, siehe beispielsweise das Fachbuch M. Burckhardt, "Fahrwerktechnik: Radschlupf-Regel-systeme", Vogel-Buchverlag, 1993. Der SchlupfSchwellwert, bei dessen Überschreiten eine Antriebsschlupfregelphase für das betreffende Antriebsrad aktiviert wird und der dann als Sollwert für diese Antriebsschlupfregelphase dient, wird herkömmlicherweise nur in Abhängigkeit vom Reibwert bzw. einer dafür indiziellen Größe, wie dem Motormoment, so ausreichend niedrig gewählt, daß die Fahrstabilität selbst in diesbezüglich schwierigen Fahrsituationen und insbesondere in Kurven nicht verlorengelht. Der so gewählte SchlupfSchwellwert liegt im allgemeinen wegen der Fahrstabilitätsbedingung deutlich niedriger als der Schlupfwert maximaler Traktion, z. B. in der Größenordnung von 4%, während der Schlupfwert maximaler Traktion typisch bei 10% und darüber liegt.

[0003] Aus der Offenlegungsschrift DE 35 46 575 A1 ist es bekannt, drei unterschiedlich hohe SchlupfSchwellwerte fahrsituationsabhängig vorzugeben. Ein unterer SchlupfSchwellwert wird gewählt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen gewissen Geschwindigkeitsschwellwert und der Lenkwinkel einen gewissen Lenkwinkelschwellwert überschritten haben, die Fahrzeuglängsbeschleunigung in einem gewissen Beschleunigungsfenster von z. B. zwischen 0,1 g und 0,3 g liegt und ein bestimmtes ASR-Signal vorliegt. Ein oberer SchlupfSchwellwert wird gewählt, wenn der Lenkwinkel einen gewissen Lenkwinkelschwellwert und die Längsbeschleunigung einen gewissen Längsbeschleunigungsschwellwert überschreiten. Ein mittlerer SchlupfSchwellwert wird gewählt, wenn weder die Bedingungen für den unteren, noch diejenigen für den oberen SchlupfSchwellwert vorliegen.

[0004] Bei einem in der Offenlegungsschrift DE 44 29 242 A1 offenbarten Traktionsregelsystem erfolgt die Einstellung von SchlupfSchwellwerten für die Antriebsräder auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Fahrbahnreibwertes. Die SchlupfSchwellwert-Einstelleinrichtung ist Teil eines Motorregelsystems, das zusammen mit einer Lenkbedingungs-Überwachungseinrichtung und einer Regelverstärkungs-Einstelleinrichtung das Traktionsregel-

system bildet. Die Regelverstärkungs-Einstelleinrichtung stellt die Steuer- bzw. Regelverstärkung des Motorregelsystems in Abhängigkeit vom Lenkzustand bzw. vom Vorliegen eines Kurvenfahrtzustands ein, dessen Bestimmung die Lenkbedingungs-Überwachungseinrichtung dient. Das Motorregelsystem verringert dann bei übermäßigem auftretendem Schlupf die Motorausgangsleistung.

[0005] Die Offenlegungsschrift DE 41 23 232 A1 offenbart ein Verfahren zur Verhinderung von Fahrinstabilitäten. Dazu soll durch geeignetes Detektieren der Fahrsituation bezüglich des Gierverhaltens des Fahrzeugs ein eventueller instabiler Fahrzustand sehr frühzeitig erkannt und dann eine Anpassung der SchlupfSchwellwerte entsprechend frühzeitig dergestalt vorgenommen werden, dass dem drohenden instabilen Fahrzustand entgegengewirkt wird. Speziell besteht die Anpassung der SchlupfSchwellwerte in Abhängigkeit von der detektierten Fahrsituation bezüglich des Fahrzeuggierverhaltens darin, dass die SchlupfSchwellwerte geeignet verringert werden, wenn aufgrund des erfassten Gierverhaltens des Fahrzeugs abgeleitet wird, dass ein Bedarf für eine größere Seitenführungskraft an den Antriebsrädern besteht. Die Detektion der Fahrsituation bezüglich des Gierverhaltens erfolgt in einer Recheneinheit dadurch, dass der Istwert der Gierwinkelgeschwindigkeit mit einem Sollwert verglichen wird, der seinerseits von der Recheneinheit in Abhängigkeit von Sensorsignalen ermittelt wird, die Informationen über die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und den Lenkradwinkel bzw. den Lenkwinkel der Räder enthalten. Vorzugsweise wird für die Detektion der Fahrsituation bezüglich des Gierverhaltens auch die zeitliche Änderung desselben berücksichtigt, um daraus abzuleiten, ob eine Instabilitätszunahme oder -abnahme vorliegt, wobei im Fall einer Instabilitätszunahme der SchlupfSchwellwert betraglich stärker verändert wird. Des weiteren wird berücksichtigt, ob ein Fall des Übersteuerns oder Untersteuerns vorliegt, was aus dem Vorzeichen der Differenz zwischen Istwert und Sollwert der Gierwinkelgeschwindigkeit abgeleitet wird.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Antriebsschlupfregelverfahrens der eingangs genannten Art zugrunde, bei dem der SchlupfSchwellwert so vorgegeben wird, daß einerseits die Fahrstabilität in den verschiedenen Fahrsituationen erhalten bleibt und andererseits in bestimmten, stabilitätsunkritischeren Fahrsituationen eine erhöhte Traktion erzielt werden kann.

[0007] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Antriebsschlupfregelverfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei diesem Verfahren wird sensorisch festgestellt, ob die mo-

mentane Fahrsituation innerhalb oder außerhalb eines vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt. Als diesbezügliche Sensorik kann insbesondere diejenige eines herkömmlichen, mit radindividuellen Bremseneingriffen arbeitenden Fahrdynamikregelsystems verwendet werden, wie dem sogenannten ESP-System der Anmelderin. Das Vorgeben des betreffenden Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt erfolgt dabei durch Vorgabe entsprechender Grenzwerte für die sensorisch überwachten Fahrstabilitäts- und Geradeausfahrtparameter, wie z. B. Gierrate, Querbeschleunigung und Lenkwinkel. Die momentane Fahrsituation liegt dann innerhalb des vorgegebenen Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt, wenn ein durch die Parametergrenzwerte definiertes Maß an Fahrstabilität und Geradeausfahrt eingehalten wird.

[0008] Für Fahrsituationen, die innerhalb des vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegen, wird nun charakteristischerweise der Schlupf-schwellwert um einen Ist-Offsetwert größer als für die Fahrsituationen außerhalb dieses Bereiches vorgegeben. Gegenüber den herkömmlichen Antriebs-schlupfregelungen ohne diese Eigenschaft läßt sich damit in diesen Fahrsituationen, in denen ein ausreichendes Maß an Fahrstabilität und Geradeausfahrt vorliegt, erfindungsgemäß ein erhöhter Schlupf-schwellwert einstellen und damit die Traktion erhöhen. Speziell kann für Fahrsituationen auf Niedrig-reibwert zum einen bei Kurvenfahrt der Schlupf-schwellwert auf dem niedrigeren Basiswert gehalten werden, um maximale Fahrstabilität zu gewährleisten, und zum anderen bei ausreichend stabiler Geradeausfahrt durch Anhebung des Schlupf-schwellwertes vom Basiswert um den Ist-Offsetwert die erzielbare Traktion erhöht werden.

[0009] In Weiterbildung der Erfindung wird gemäß Anspruch 2 der Bereich fahrstabiler Geradeausfahrt speziell durch Vorgabe entsprechender Grenzwerte für den Querbeschleunigungsbetrag, den Lenkwinkelbetrag und den Gierratenbetrag definiert. Dabei wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 3 der Gierraten-Grenzwert mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit fallend vorgegeben, was der Tatsache Rechnung trägt, daß sich die Fahrstabilitätsgrenze mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit zu niedrigeren Gierratenwerten hin verschiebt.

[0010] Bei einem nach Anspruch 4 weitergebildeten Antriebsschlupfregelverfahren wird der Ist-Offsetwert, um den der Schlupf-schwellwert angehoben wird, in aufeinanderfolgenden Verfahrenszyklen schrittweise, d.h. inkremental, in Richtung eines Soll-Offsetwertes verändert, der folglich den Zielwert der Offsetanhebung des Schlupf-schwellwertes bildet. Die schrittweise Anpassung des Ist-Offsetwertes mit vorgegebener Inkrementiertrate und Dekrementiertrate führt zu sanften Übergängen des Schlupf-schwell-

wertes zwischen dem erhöhten Wert bei fahrstabiler Geradeausfahrt und dem niedrigeren Basiswert in den übrigen Fahrsituationen. In Ausgestaltung dieser Maßnahme wird gemäß Anspruch 5 die Dekrementiertrate in Abhängigkeit von der Gierrate mit wachsender Gierrate ansteigend vorgegeben. Damit kann zum einen im fahrstabilen Bereich durch eine niedrigere Dekrementiertrate eine sanfte Rückführung des Schlupf-schwellwertes vom erhöhten Wert auf den Basiswert bewirkt und zum anderen schnell auf auftretende Instabilitäten durch raschere Rückführung des Schlupf-schwellwertes auf den Basiswert reagiert werden.

[0011] Bei einem nach Anspruch 6 weitergebildeten Antriebsschlupfregelverfahren wird als Zielwert für den Ist-Offsetwert ein Soll-Offsetwert vorgegeben, der in Abhängigkeit von der Querbeschleunigung, der Gierratenregelabweichung und der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird, so daß die Anhebung des Schlupf-schwellwertes graduell an das Maß momentan vorliegender fahrstabiler Geradeausfahrt angepaßt wird. Eine spezielle vorteilhafte Ausgestaltung dieser Maßnahme ist im Anspruch 7 angegeben. Danach bestimmt sich der Soll-Offsetwert multiplikativ aus drei Faktoren bezüglich der drei genannten Einflußgrößen. Dabei wird der Faktor für die Querbeschleunigung mit steigendem Querbeschleunigungsbetrag bis zum Erreichen eines vorgebbaren Querbeschleunigungs-Grenzwertbetrages fallend vorgegeben. Analog wird er auch mit steigendem Betrag der Gierratenregelabweichung und der Fahrzeuggeschwindigkeit fallend vorgegeben, wobei vorliegend der Begriff "fallend" auch den Fall einschließt, daß die betreffende funktionelle Abhängigkeit stückweise konstant verläuft. Speziell werden sowohl der Faktor bezüglich der Gierratenregelabweichung als auch derjenige bezüglich der Fahrzeuggeschwindigkeit jeweils unterhalb eines vorgebbaren Gierratenregelabweichungs-Schwellwertes bzw. Fahrzeuggeschwindigkeits-Schwellwertes auf einem konstanten Wert gehalten, von wo aus sie mit weiter steigender Gierratenregelabweichung bzw. Fahrzeuggeschwindigkeit bis auf null abfallen. Es zeigt sich, daß mit diesen Maßnahmen eine sehr gute, variable Anpassung des Schlupf-schwellwertes an die jeweilige Fahrsituation erzielt wird.

Ausführungsbeispiel

[0012] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) ein Flußdiagramm eines Verfahrenszyklusses eines Antriebsschlupfregelverfahrens mit fahrsituationsabhängiger Schlupf-schwellwerteeinstellung,

[0014] [Fig. 2](#) ein Diagramm eines im Verfahren von

Fig. 1 verwendeten Gierraten-Grenzwertes in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit,

[0015] **Fig. 3** ein Diagramm eines ersten Offsetfaktors zur Schlupfsollwertanhebung in Abhängigkeit von der Fahrzeugquerbeschleunigung,

[0016] **Fig. 4** ein Diagramm eines zweiten Offsetfaktors zur Schlupfsollwertanhebung in Abhängigkeit von der Gierratenregelabweichung und

[0017] **Fig. 5** ein Diagramm eines dritten Offsetfaktors zur Schlupfschwellwertanhebung in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit.

[0018] **Fig. 1** zeigt den Verfahrensablauf eines insbesondere für ein Automobil geeigneten Antriebschlupfregelverfahrens, zu dessen Durchführung ein herkömmliches Antriebsschlupfregelungssystem verwendbar ist, dem zusätzlich eine Fahrstabilitätssensorik zugeordnet ist. Letztere kann beispielsweise von einer ESP-Zusatzsensorik gebildet sein, wie sie in Fahrzeugen der Anmelderin im Rahmen des sogenannten ESP-Fahrstabilitätsregelungssystems eingesetzt wird. Diese herkömmliche ESP-Zusatzsensorik erfaßt die Regelabweichung der vom ESP-System geregelten Gierrate, wobei eine steigende Gierraten-Regelabweichung als zunehmende Instabilität des Fahrverhaltens behandelt wird.

[0019] Beim vorliegenden Verfahren wird der Schlupfschwellwert, bei dessen Überschreiten die Antriebsschlupfregelung aktiv wird und versucht, den Schlupfstwert auf diesen Schlupfschwellwert als Sollwert einzuregulieren, in Abhängigkeit davon variabel vorgegeben, ob die momentane Fahrsituation innerhalb oder außerhalb eines vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt. Bei dem in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiel wird dies durch folgenden Verfahrensablauf bewerkstelligt. Nach Verfahrensbeginn (Schritt 1) wird ein Ist-Offsetwert Off_i , um den der aktuelle Schlupfschwellwert gegenüber einem in herkömmlicher Weise z. B. in Abhängigkeit vom Reibwert bzw. Motormoment bestimmten Basiswert angehoben wird, zunächst auf den Ausgangswert null gesetzt (Schritt 2). Des Weiteren werden die zur Schlupfschwellwertbestimmung relevanten Momentanwerte für die Fahrzeugquerbeschleunigung a_y , den Lenkwinkel Lw , die Gierrate Gr , die Gierraten-Regelabweichung δGr und die Fahrzeuggeschwindigkeit v erfaßt (Schritt 3). Es versteht sich, daß hierbei die Momentanwerte nicht zwingend dem jeweils zuletzt gewonnenen Wert entsprechen müssen, sondern vorzugsweise als gleitende Mittelwerte, z. B. durch Filterung aus einer gewissen Anzahl zuletzt gewonnener Werte der betreffenden Größe, bestimmt werden.

[0020] In einem anschließenden Abfrageschritt 4 wird festgestellt, ob die momentane Fahrsituation in-

nerhalb oder außerhalb eines vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt. Dazu wird abgefragt, ob der Betrag der Querbewegung a_y unterhalb eines vorgegebenen Querbewegungs-Grenzwertes a_{yG} , der Betrag des Lenkwinkels Lw unterhalb eines vorgegebenen Lenkwinkel-Grenzwertes Lw_G und der Betrag der Gierrate Gr unterhalb eines vorgebbaren Gierraten-Grenzwertes Gr_G liegen. Als Zahlenbeispiel können der Querbewegungs-Grenzwert $a_{yG} = 1,5m/s^2$ und der Lenkwinkelgrenzwert $Lw_G = 2^\circ$ betragen.

[0021] Der Gierraten-Grenzwert Gr_G wird bevorzugt in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit v variabel vorgegeben, z. B. gemäß einer im Diagramm von **Fig. 2** gezeigten Kennlinie dergestalt, daß er mit von null aus ansteigender Fahrzeuggeschwindigkeit v bis zum Erreichen eines zugehörigen Schwellwertes v_{SGr} konstant auf einem maximalen Wert bleibt, der abhängig vom Querbewegungs-Grenzwert a_{yG} z. B. auf einen Wert von $8^\circ/s$ festgelegt wird und von dem aus der Gierraten-Grenzwert Gr_G dann bei weiter ansteigender Fahrzeuggeschwindigkeit v streng monoton in einem konvexen Kennlinienverlauf abnimmt. Die Kennlinie von **Fig. 2** ist vorzugsweise so gewählt, daß sie eine absolute Stabilitätsgrenznlinie bildet, deren Überschreiten anzeigt, daß ein instabiles Fahrverhalten vorliegt und die Fahrsituation daher nicht mehr innerhalb eines Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt.

[0022] Der letztgenannte Bereich und insbesondere das zugehörige Maß an Geradeausfahrt wird durch die beiden anderen Grenzwerte bestimmt, d.h. den Querbewegungs-Grenzwert a_{yG} und den Lenkwinkelgrenzwert Lw_G .

[0023] Wenn alle drei Bedingungen des Abfrageschrittes 4 erfüllt sind, wird dies dahingehend interpretiert, daß die momentane Fahrsituation innerhalb des vorgegebenen Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt und folglich eine Anhebung des Schlupfsollwertes gegenüber dem Basiswert zuläßt. In einem nächsten Schritt 5 wird dann der zugehörige Soll-Schlupfschwellwert Off_s bestimmt, um den der Schlupfschwellwert angepaßt an die vorliegende Fahrsituation so erhöht werden kann, daß dadurch keine Fahrinstabilität auftritt. Beispielhaft erfolgt diese Bestimmung des Soll-Offsetwertes Off_s multiplikativ durch die Beziehung

$$Off_s = F_{a_y} \cdot F_{\delta Gr} \cdot F_v$$

unter Verwendung eines ersten, die Querbewegung a_y berücksichtigenden Faktors F_{a_y} , eines zweiten Faktors $F_{\delta Gr}$, der die Gierraten-Regelabweichung δGr berücksichtigt, sowie eines dritten, die Fahrzeuggeschwindigkeit v berücksichtigenden Faktors F_v . Beispielhafte Kennlinien dieser Faktoren F_{a_y} , $F_{\delta Gr}$ und F_v sind in den **Fig. 3** bis **Fig. 5** dargestellt.

[0024] Im Beispiel von [Fig. 3](#) fällt der Querbeschleunigungs-Faktor F_{ay} in Abhängigkeit vom Querbeschleunigungsbetrag ay ausgehend von einem Maximalwert, der beim Beschleunigungswert null z. B. 2 km/h beträgt, mit höherem Betrag der Querbeschleunigung ay bis zum vorgegebenen Querbeschleunigungs-Grenzwert ay_G linear ab, wo er dann z. B. noch den Wert 0,5 km/h besitzt. Für höhere Querbeschleunigungsbeträge entfällt eine Vorgabe des Querbeschleunigungs-Faktors F_{ay} , da in diesem Fall die Fahr-situation außerhalb des vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt und daher keine Neubestimmung des Soll-Offsetwertes Off_s vorzunehmen ist.

[0025] Im Beispiel von [Fig. 4](#) wird der sich auf die Gierraten-Regelabweichung δGr beziehende Faktor $F_{\delta Gr}$ mit zunehmender Gierraten-Regelabweichung δGr zunächst bis zum Erreichen eines zugehörigen Schwellwertes δGr_s auf einem maximalen Wert gehalten, z. B. auf dem Wert eins, von wo aus er mit weiter steigender Gierraten-Regelabweichung δGr linear bis auf den Wert null abfällt. Dieser Faktor $F_{\delta Gr}$ bewertet die momentane Fahrstabilität des Fahrzeugs, die somit über diesen Faktor $F_{\delta Gr}$ das Maß an zulässiger Anhebung des Schlupf-schwellwertes mitbestimmt. Mit der Gierraten-Regelabweichung δGr wird speziell auch eine Schlingerbewegung des Fahrzeug um die Hochachse erkannt, so daß der dann niedriger gewählte Faktor $F_{\delta Gr}$ eine empfindlichkeitserhöhende Absenkung des Schlupf-schwellwertes für den Fall schlingender Geradeausfahrt bewirkt.

[0026] Im Beispiel von [Fig. 5](#) wird gemäß der dortigen Kennlinie der die Fahrzeuggeschwindigkeit v berücksichtigende Faktor F_v mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit v bis zum Erreichen eines zugehörigen Schwellwertes v_s auf einem maximalen Wert von z. B. eins gehalten, wobei dieser Geschwindigkeitsschwellwert v_s z. B. bei 70 km/h liegen kann. Mit weiter steigender Fahrzeuggeschwindigkeit v fällt dann der zugehörige Faktor F_v linear bis auf null ab, z. B. ab einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 80 km/h. Durch diese geschwindigkeitsabhängige Vorgabe des Soll-Offsetwertes Off_s lassen sich stabilitätskritische Fahrzustände speziell bei Niedrigreißwerten ausschließen, d.h. von einer Anhebung des Schlupf-schwellwertes ausnehmen.

[0027] Nachdem der Soll-Offsetwert Off_s in obiger Weise abhängig von der Fahr-situation und insbesondere vom Maß an stabiler Geradeausfahrt bestimmt wurde, wird in einem anschließenden Abfrageschritt **6** festgestellt, ob der Ist-Offsetwert Off_i kleiner als der ermittelte Soll-Offsetwert Off_s ist. Wenn dies der Fall ist, wird ein Offset-erhöhungsincrement Sin bestimmt (Schritt **7**), um das dann der Ist-Offsetwert Off_i in Richtung des Soll-Offsetwertes Off_s erhöht wird (Schritt **8**). In zwei nachfolgenden Schritten **9** und **10** wird sichergestellt, daß der Ist-Offsetwert Off_i nicht

über den Soll-Offsetwert Off_s anwächst. Danach wird der momentan einzustellende Schlupf-schwellwert Ssw als Summe des in herkömmlicher Weise z. B. in Abhängigkeit vom Reibwert bzw. Motormoment, aber unabhängig vom Maß an fahrstabiler Geradeausfahrt ermittelten Basiswertes Bw und des wie oben beschrieben gewonnenen Ist-Offsetwertes Off_i ermittelt und für die laufende bzw. anstehende Antriebs-schlupfregelphase verwendet (Schritt **11**).

[0028] Damit ist dann ein Verfahrenszyklus der Antriebs-schlupfregelung mit variabler, abhängig vom Maß an stabiler Geradeausfahrt erfolgreicher Schlupf-schwellwerteinstellung abgeschlossen, und es wird zur Durchführung des nächsten Zyklus vor den Schritt **3** zur sensorbasierten Erfassung der maßgeblichen Einflußgrößen zurückgegangen, solange noch nicht das Ende der Antriebs-schlupfregelphase (Schritt **12**) erreicht ist.

[0029] Wenn im Abfrageschritt **4** über das Vorliegen eines für eine Anhebung des Schlupf-schwellwertes ausreichenden Maßes an fahrstabiler Geradeausfahrt festgestellt wird, daß dies wegen Nichterfüllens wenigstens einer der drei angegebenen Bedingungen nicht der Fall ist, oder wenn im Schritt **6** des Vergleichs von Ist-Offsetwert Off_i und Soll-Offsetwert Off_s festgestellt wird, daß der Ist-Offsetwert Off_i größer als der Soll-Offsetwert Off_s ist, wird zu einem Verfahrensteil übergegangen, in welchem der Ist-Offsetwert Off_i schrittweise dekrementiert wird. Dazu wird zunächst ein Offsetdekrement Sde bestimmt (Schritt **13**), um das dann der Ist-Offsetwert Off_i verringert wird (Schritt **14**). In zwei nachfolgenden Verfahrensschritten **15**, **16** wird sichergestellt, daß der Ist-Offsetwert Off_i auf diese Weise den Wert null nicht unterschreitet. Mit dem so bis höchstens wieder auf den Ausgangswert null dekrementierten Ist-Offsetwert Off_i wird dann wieder der für die laufende bzw. anstehende Antriebs-schlupfregelphase gültige Schlupf-schwellwert Ssw als Summe des Basiswertes Bw und des geltenden Ist-Offsetwertes Off_i bestimmt (Schritt **11**).

[0030] Das Offset-Inkrement Sin und das Offset-Dekrement Sde können je nach Bedarf vorgegeben werden. Beispielsweise kann das Inkrement Sin , das quasi als "Lerngeschwindigkeit" fungiert, mit der sich der Ist-Offsetwert Off_i dem Soll-Offsetwert Off_s und damit der Schlupf-schwellwert seinem erhöhten Zielwert nähert, auf ca. 0,04 km/h pro Verfahrenszyklus gesetzt werden. Für das Dekrement Sde , das in analoger Weise eine "Verlerngeschwindigkeit" darstellt, mit welcher der Schlupf-schwellwert sich von einem erhöhten Wert wieder dem Basiswert Bw nähert, ist vorzugsweise eine von der Gierrate Gr abhängige Festlegung vorgesehen, z. B. auf 0,01 km/h pro Zyklus für Gierratenbeträge unter $2^\circ/s$ und auf 0,05 km/h pro Zyklus für Gierratenbeträge über $2^\circ/s$. Damit wird abhängig von der vorzugsweise gefilterten

Gierrate ein rascherer Abbau eines erhöhten SchlupfSchwellwertes bei auftretenden Fahrinstabilitäten und ein langsamerer Abbau desselben bei Übergang zu fahrstabilen Kurvenfahrtsituationen bewirkt, um auf diese Weise maximale Fahrstabilität mit bestmöglicher Traktion zu kombinieren.

[0031] Wie die obige Beschreibung eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels zeigt, können beim erfindungsgemäßen Antriebsschlupfregelverfahren die Basisregelschwellen, d.h. der Basiswert B_w für den SchlupfSchwellwert S_{sw} eines jeweils antriebschlupfgeregelten Antriebsrades des Kraftfahrzeugs, vergleichsweise klein und dadurch sehr empfindlich gewählt werden, um insbesondere bei Kurvenfahrt auf Niedrigreibwert maximale Stabilität zu gewährleisten. Andererseits läßt sich bei fahrstabiler Geradeausfahrt durch die Anhebung des SchlupfSchwellwertes um den variabel vorgegebenen Offsetwert vergleichsweise viel Traktion auf Niedrigreibwert erhalten. Es versteht sich, daß die angegebenen Einflußgrößen und die diversen Schwell- und Grenzwerte je nach Anwendungsfall geeignet angepaßt gewählt werden. Des Weiteren kann statt der erwähnten ESP-Zusatzsensorik jede andere herkömmliche Fahrstabilitätssensorik eingesetzt werden, um den momentanen Fahrstabilitätsgrad sensorisch festzustellen und bestimmen zu können, ob die momentane Fahrsituation innerhalb oder außerhalb des für die Anhebung des SchlupfSchwellwertes maßgeblichen Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt.

Patentansprüche

1. Antriebsschlupfregelverfahren für ein Kraftfahrzeug, bei dem
 – eine Antriebsschlupfregelphase für ein jeweiliges Antriebsrad aktiviert wird, wenn dessen Antriebschlupf einen vorgebbaren SchlupfSchwellwert (S_{sw}) überschreitet,
dadurch gekennzeichnet, daß
 – sensorisch festgestellt wird, ob die momentane Fahrsituation innerhalb oder außerhalb eines vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegt, und
 – der SchlupfSchwellwert (S_{sw}) für Fahrsituationen, die innerhalb des vorgebbaren Bereiches fahrstabiler Geradeausfahrt liegen, um einen Ist-Offsetwert (Off_i) größer als ein für Fahrsituationen außerhalb dieses Bereiches geltender Basiswert (B_w) vorgegeben wird.

2. Antriebsschlupfregelverfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich fahrstabiler Geradeausfahrt dadurch festgelegt wird, daß der Querbeschleunigungsbetrag unter einem vorgebbaren Querbeschleunigungs-Grenzwert (ay_G), der Lenkwinkelbetrag unter einem vorgebbaren Lenkwinkel-Grenzwert (Lw_G) und der Gierratenbetrag unter einem vorgebbaren Gierraten-Grenzwert (Gr_G) liegen.

3. Antriebsschlupfregelverfahren nach Anspruch 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Gierraten-Grenzwert (Gr_G) mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit (v) fallend vorgegeben wird.

4. Antriebsschlupfregelverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Ist-Offsetwert (Off_i) in aufeinanderfolgenden Verfahrenszyklen schrittweise in Richtung eines Soll-Offsetwertes (Off_s) geändert wird, wobei er mit einer vorgebbaren Inkrementiertrate (S_{in}) erhöht und mit einer vorgebbaren Dekrementiertrate (S_{de}) erniedrigt wird.

5. Antriebsschlupfregelverfahren nach Anspruch 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Dekrementiertrate (S_{de}) in Abhängigkeit vom Gierratenbeitrag für höhere Gierratenbeträge größer als für niedrigere Gierratenbeträge vorgegeben wird.

6. Antriebsschlupfregelverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Ist- bzw. der Soll-Offsetwert (Off_i , Off_s) in Abhängigkeit von der Fahrzeugquerbeschleunigung (ay), von der Gierraten-Regelabweichung (δGr) und von der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) variabel vorgegeben wird.

7. Antriebsschlupfregelverfahren nach Anspruch 6, weiter dadurch gekennzeichnet, daß sich der Ist- bzw. der Soll-Offsetwert (Off_i , Off_s) multiplikativ aus einem Beschleunigungs-Faktor (F_{ay}), einem Faktor ($F_{\delta Gr}$) bezüglich der Gierraten-Regelabweichung (δGr) und einem Fahrzeuggeschwindigkeitsfaktor (F_v) zusammensetzt, wobei der Querbeschleunigungsfaktor mit steigendem Querbeschleunigungsbetrag bis zum Erreichen eines Querbeschleunigungs-Grenzwertes (ay_G) fallend, der Faktor ($F_{\delta Gr}$) bezüglich der Gierraten-Regelabweichung (δGr) mit steigender Gierraten-Regelabweichung bis zu einem zugehörigen, vorgebbaren Schwellwert (δGr_s) konstant und dann streng monoton fallend und der Fahrzeuggeschwindigkeitsfaktor (F_v) mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit (v) bis zu einem zugehörigen, vorgebbaren Schwellwert (v_s) konstant und dann streng monoton fallend vorgegeben werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

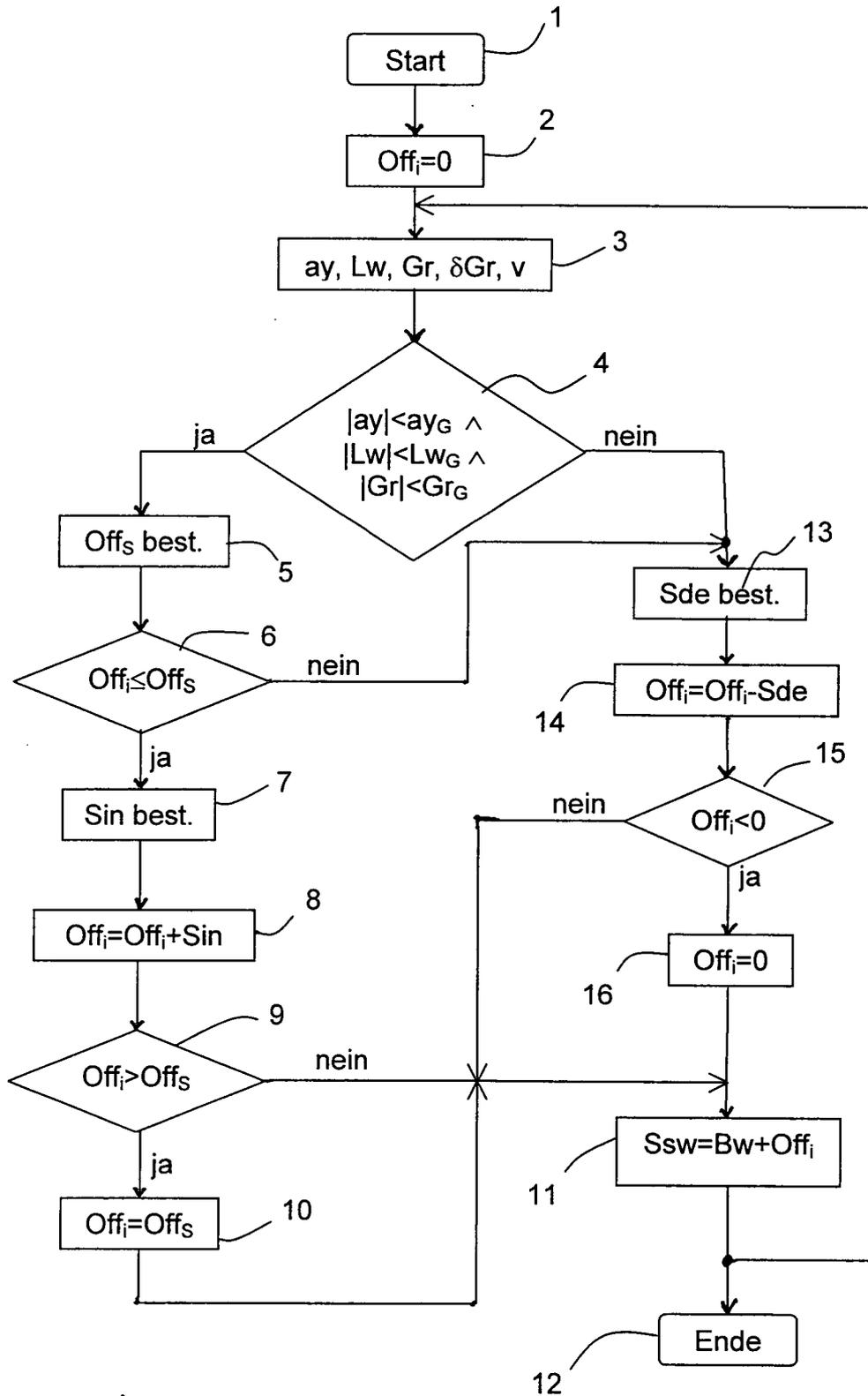


Fig. 1

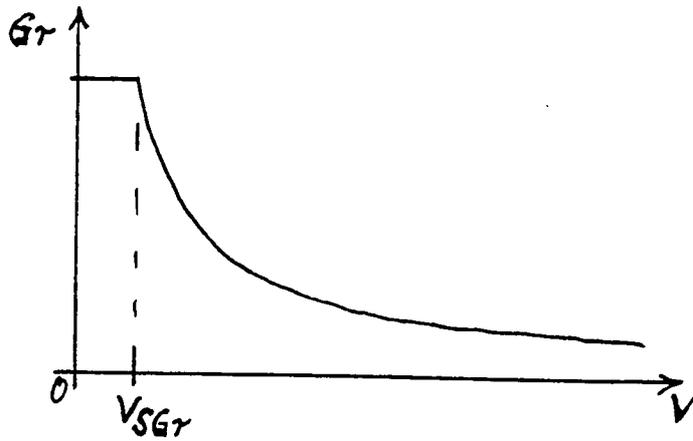


Fig. 2

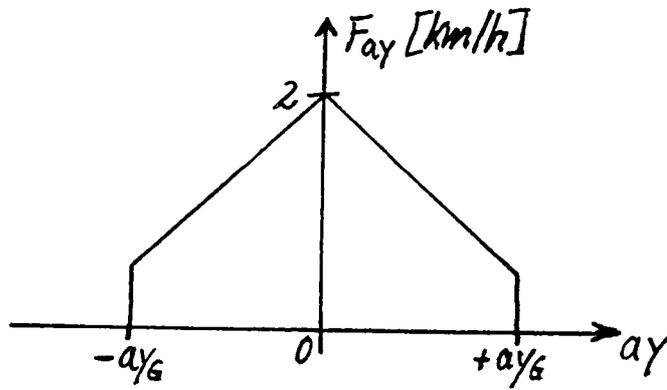


Fig. 3

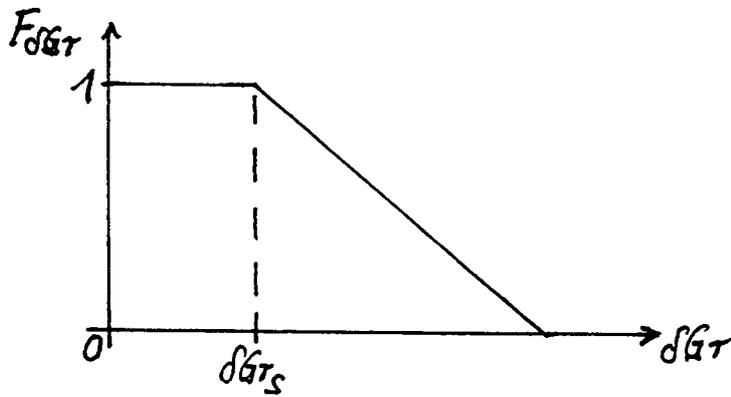


Fig. 4

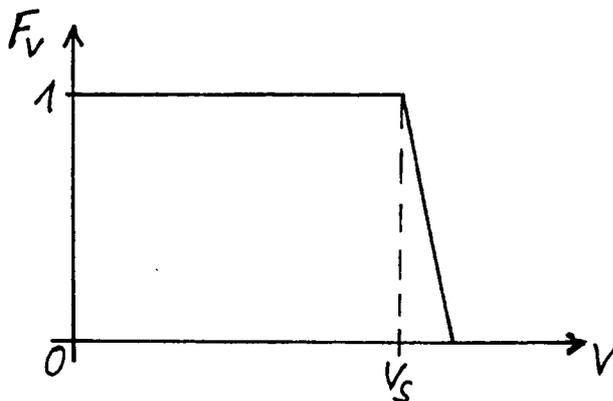


Fig. 5