

(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
19. Juni 2003 (19.06.2003)

PCT

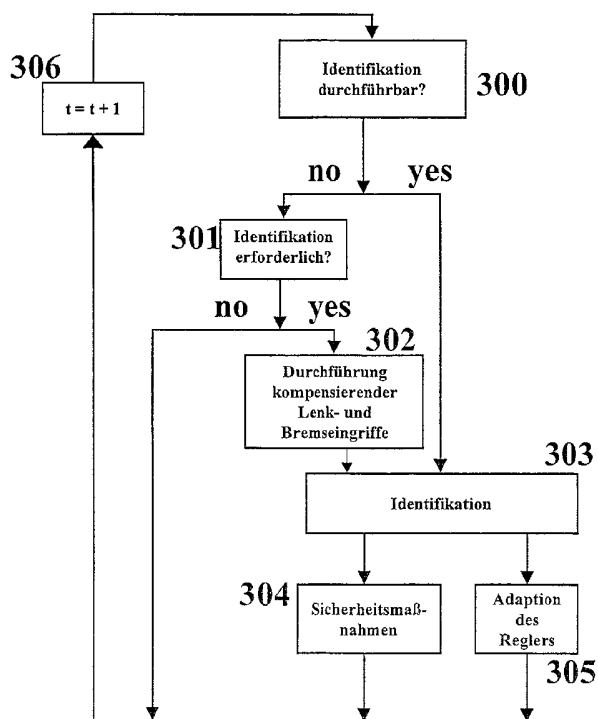
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/049981 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60T 8/00**, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
B62D 6/04 **US**): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04359 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. November 2002 (27.11.2002) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WETZEL, Gabriel**
[DE/DE]; Brackenhimer Str. 31, 70435 Stuttgart (DE).
LEIMBACH, Klaus-Dieter [DE/DE]; Amselweg 11,
73569 Eschach (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 60 353.3 8. Dezember 2001 (08.12.2001) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING PARAMETERS

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG VON KENNGRÖßEN



300 IDENTIFICATION POSSIBLE?
301 IDENTIFICATION REQUIRED?
302 COMPENSATING STEERING AND BRAKING
INTERVENTIONS CARRIED OUT
303 IDENTIFICATION
304 SAFETY MEASURES
305 ADAPTATION OF THE REGULATOR

(57) Abstract: The invention relates to a device for determining parameters influencing the driving dynamics of a motor vehicle. According to the invention, the device contains at least two different control and/or regulation systems, by which means interventions influencing the driving dynamics of the vehicle can be carried out by means of appropriate actuators, independently from each other and from the driver; during an intervention influencing the driving dynamics of the vehicle, carried out by means of one of said at least two different control and/or regulation systems, the corresponding parameter determining the driving dynamics is modified by said intervention; at least two of the interventions influencing the driving dynamics are carried out in such a way that the corresponding parameter determining the driving dynamics is modified as little as possible by the interventions, and ideally, not at all.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Ermittlung von die Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs beeinflussenden Größen, - wobei die Anordnung wenigstens zwei verschiedene Steuerungs- und/oder Regelungssysteme enthält, mittels derer unabhängig voneinander und fahrerunabhängig mit Hilfe geeigneter Aktuatoren die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussende Eingriffe durchgeführt werden können, - wobei bei Durchführung eines die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussenden Eingriffs durch jeweils ein einziges dieser wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme sich jeweils dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe durch diesen Eingriff ändert - wobei wenigstens zwei der die Fahrdynamik beeinflussenden Eingriffe so durchgeführt werden, dass dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt

nicht verändert wird.

WO 03/049981 A2



Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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.

Anordnung und Verfahren zur Ermittlung von Kenngrößen

Stand der Technik

Aus der DE 44 19 131 A1 ist eine Erfindung für ein Kraftfahrzeug, vorzugsweise ein Personenkraftfahrzeug mit einer blockiergeschützten hydraulischen Bremsanlage (ABS) bekannt. Um den im allgemeinen bestehenden Zielkonflikt bei herkömmlichen ABS-Systemen zwischen Bremsweg und Fahrstabilität aufzulösen, werden die den Bremsen der einzelnen Fahrzeugräder zugeführten Bremsdrücke völlig unabhängig voneinander und jeweils ausschließlich in Abhängigkeit von der jeweilig erfassten bzw. ermittelten individuellen Blockiergefährdung der einzelnen Fahrzeugräder geregelt, wodurch der an den einzelnen Rädern herrschende Kraftschluß zwischen Fahrbahn und Rad jeweils bestmöglich ausgenutzt und damit ein kürzest möglicher Brems- bzw. Anhalteweg erzielt wird. Hierdurch gegebenenfalls eintretende Tendenzen zur Richtungs- bzw. Fahrinstabilität werden in einfacher Weise durch eine geregelte Lenkeinrichtung kompensiert, bei der einem vom Fahrer durch das Lenkrad gegebenenfalls an sich manuell vorgegebenen Basislenkeinschlag jeweils zwecks Aufrechterhaltung der Fahrstabilität des Fahrzeugs selbsttätig ein z.B. von der jeweiligen Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs abhängiger Zusatzlenkeinschlag überlagert wird.

Aus der De 197 49 005 A1 ist eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zur Regelung von die Fahrzeugbewegung repräsentierenden Bewegungsgrößen bekannt. Die Vorrichtung enthält 1. Mittel zur Erfassung von die Fahrzeugbewegung reprä-

sentierenden Größen. Die Vorrichtung enthält außerdem wenigstens zwei Regelungsvorrichtungen, die unabhängig voneinander, mit Hilfe geeigneter Aktuatoren, ausgehend von den mit Hilfe der 1. Mittel erfaßten Größen, Regelungseingriffe zur Stabilisierung des Fahrzeuges durchführen. Dabei greift wenigstens eine der Regelungsvorrichtungen in die Lenkung des Fahrzeuges ein. Ferner greift wenigstens eine der Regelungsvorrichtungen in die Bremsen und/oder in den Motor des Fahrzeuges ein, und/oder eine weitere Regelungsvorrichtung greift in die Fahrwerksaktuatoren ein. Außerdem enthält die Vorrichtung 2. Mittel, mit denen ausgehend von den mit den 1. Mitteln erfaßten Größen, Signale und/oder Größen ermittelt werden, mit denen wenigstens eine der wenigstens zwei Regelungsvorrichtungen zumindest zeitweise so beeinflusst wird, daß dadurch das Fahrzeug stabilisiert wird. Dabei führt wenigstens eine der wenigstens zwei Regelungsvorrichtungen solange durch die zweiten Mittel unbeeinflusst Regelungseingriffe zur Stabilisierung des Fahrzeuges durch, bis sie durch die mit Hilfe der zweiten Mittel ermittelten Signale und/oder Größen beeinflusst wird.

Vorteile der Erfindung

Während bei den als Stand der Technik dargelegten Schriften die Aufgabe in einer Regelung von fahrdynamischen Größen besteht, befasst sich die vorliegende Erfindung mit der Ermittlung von die Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs beeinflussenden Größen.

Bei der Erfindung handelt es sich um eine Anordnung zur Ermittlung von die Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs beeinflussenden Größen,

- wobei die Anordnung wenigstens zwei verschiedene Steuerungs- und/oder Regelungssysteme enthält, mittels derer unabhängig voneinander und fahrerunabhängig mit Hilfe geeigneter Aktuatoren die Fahrdynamik des Fahrzeuges beeinflussende Eingriffe durchgeführt werden können,

- wobei bei Durchführung eines die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussenden Eingriffs durch jeweils ein einziges dieser wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme sich jeweils dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe durch diesen Eingriff ändert und
- wobei wenigstens zwei der die Fahrdynamik beeinflussenden Eingriffe durch zwei dieser verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme so durchgeführt werden, dass dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt nicht verändert wird.

Dadurch, dass sich die die Fahrdynamik beschreibende Größe möglichst wenig ändert, wird ein hohes Maß an Fahrkomfort beibehalten. Zugleich kommt das Fahrzeug durch die beschriebenen Maßnahmen dadurch nicht in einen gefährlichen Fahrzustand.

Ein vorteilhafte Ausführungsform der Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass als verschiedene Steuerungs- und/oder Regelungssysteme wenigstens zwei der folgenden Steuerungs- und/oder Regelungssysteme vorgesehen sind, nämlich

- ein in die Bremsen eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem,
- ein in den Motor eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem,
- ein in die Lenkung des Fahrzeugs eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem,
- die in die Fahrzeugdämpfer eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem und
- ein in die Stabilisatoren eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn die wenigstens zwei die Fahrdynamik beeinflussenden Eingriffe gleichzeitig durchge

führt werden. Der Begriff „gleichzeitig“ ist dabei im Sinne von „im wesentlichen gleichzeitig“ gemeint, da beispielsweise durch unterschiedliche Schaltzeiten von Aktoren eine exakte Gleichzeitigkeit im mathematischen Sinne nicht erreicht werden kann.

Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt nicht veränderten, die Fahrdynamik beschreibenden Größe um eine Größe handelt, deren Änderung einen Einfluß auf die Querdynamik des Fahrzeuges hat.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt nicht veränderten, die Fahrdynamik beschreibenden Größe um die Gierrate handelt. Ein Gierratensensor ist heute bereits in vielen Fahrzeugen enthalten. Dadurch kann bei der Überprüfung, ob sich die Gierrate verändert hat, ohne wesentlichen Zusatzaufwand auf die Ausgangssignale dieses Sensors zurückgegriffen werden.

Vorteilhaft ist weiterhin, wenn es sich bei den wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssystemen um ein in die Lenkung des Fahrzeugs eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem und ein in die Bremsen des Fahrzeugs eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem handelt. Hierbei ist beispielsweise an eine elektrohydraulische Bremse (EHB) für die Bremsengriffe und an einen Lenksteller für die Lenkengriffe gedacht. Beide dieser Systeme erlauben sehr präzise Eingriffe, was für die vorliegende Erfindung von Vorteil ist.

Von Vorteil ist, wenn die Eingriffe der wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme nur während

einer Geradeausfahrt des Fahrzeugs erfolgen. Dieser Fahrzustand ist fahrdynamisch am einfachsten zu beschreiben und es kann eine Regelung beispielsweise auf die Gierrate Null erfolgen.

Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass durch die wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme jeweils wenigstens zwei die Fahrdynamik beeinflussende Eingriffe mit abgestufter Intensität durchgeführt werden. Dadurch wird die Ermittlung von Kennlinien ermöglicht.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der folgenden Zeichnung dargestellt. Die Zeichnung besteht aus den Figuren 1 bis 4.

Fig. 1 zeigt links ein Fahrzeug ohne Vorliegen gleichzeitiger Lenk- und Bremseingriffe sowie rechts ein Fahrzeug bei Vorliegen gleichzeitiger Lenk- und Bremseingriffe.

Fig. 2 zeigt das Zusammenwirken des fahrdynamischen Reglers mit dem Fahrzeug und dem Identifikationsblock.

Fig. 3 zeigt den Ablauf des im Identifikationsblock durchgeführten Verfahrens.

Fig. 4 zeigt ein Fahrzeug mit darauf wirkenden Kräften.

Ausführungsbeispiele

Kern des Ausführungsbeispiels ist die aktive Benutzung der Lenkung und der Bremse, um Kenngrößen zu ermitteln. Unter

dem Begriff „Kenngrößen“ werden dabei beispielsweise die folgenden Größen verstanden:

- Radlasten
- Bremsenkennlinien (Hysterese, Steigung)
- Reifenkennlinien (Seitensteifigkeiten, Längssteifigkeiten)
- Lenkungskenngößen
- Haftreibbeiwerte

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass die Lenk- und Bremseingriffe so gekoppelt werden, dass sie keinen spürbaren Einfluss bzw. keinen wesentlichen Einfluss auf das querdynamische Fahrverhalten haben. Dieses Verfahren wird in Fig. 1 näher erläutert. Links in Fig. 1 ist ein Fahrzeug ohne Brems- und Lenkeingriffe dargestellt, rechts ist ein Fahrzeug mit gezielten Brems- und Lenkeingriffen dargestellt. Die schwarz ausgefüllten Blöcke stellen die Räder des Fahrzeugs dar. Das Fahrzeug soll in beiden Fällen einer bestimmten Fahrtrichtung mit der Geschwindigkeit v folgen, die dem Fahrerwunsch entspricht. Diese Fahrtrichtung sei in Fig. 1 jeweils durch den senkrechten Pfeil nach oben dargestellt.

Nun führe man für das rechte Fahrzeug in Fig. 1 die folgenden drei Gedankenexperimente durch:

1. Es erfolge lediglich ein Lenkeingriff, welcher die beiden Vorderräder nach links dreht (der Lenkwinkel sei δ , wie in Fig. 1 dargestellt). Es findet kein Bremseingriff statt. Es tritt nun ein Giermoment M_{psiL} auf, welches das Fahrzeug nach links dreht. Als Folge fährt das Fahrzeug eine Linkskurve.
2. Es erfolge lediglich ein Bremseingriff am rechten Hinterrad (mit der Bremskraft F_b , wie dargestellt), aber es finde kein Lenkeingriff statt. Als Folge führt das Fahrzeug eine Gierbewegung um das rechte Hinterrad aus, durch welche sich das Fahrzeug nach rechts dreht. Das Giermoment sei M_{psiR} .

3. Nun werden sowohl der erwähnte Lenkeingriff als auch der erwähnte Bremseingriff zeitgleich durchgeführt. Damit treten zwei konkurrierende Effekte auf, welche das Fahrzeug sowohl nach links als auch nach rechts lenken wollen. Es ist möglich, die Intensität des Lenkeingriffes (beispielsweise über den Lenkwinkel δ messbar) und die Intensität des Bremseingriffes (bei hydraulischen oder elektrohydraulischen Bremsen (EHB) beispielsweise über den Druck im Radbremszylinder des rechten Hinterrads messbar, bei elektromechanischen Bremsen (EMB) beispielsweise über den Strom messbar) so zu wählen, dass sich die beiden konkurrierenden Effekte gegenseitig aufheben und das Fahrzeug geradeaus weiterfährt. Das bedeutet, dass die Giermomente M_{psiL} und M_{psiR} betragsmäßig gleich sind, aber unterschiedliche Vorzeichen haben. Damit heben sich die Giermomente gegenseitig auf und das Fahrzeug fährt geradeaus weiter. Das drückt sich mathematisch durch $M_{psi} = M_{psiR} + M_{psiL} = 0$ aus. Beim Giermoment M_{psi} handelt es sich um ein Drehmoment mit der Dimension Nm.

Genaue und präzise dosierte Bremseingriffe sind beispielsweise mit einer elektrohydraulischen Bremse (EHB) möglich, genaue und präzise dosierte Lenkeingriffe sind beispielsweise mit einem FLS-Lenksteller möglich (FLS = fahrdynamisches Lenksystem). Da durch die Kombination der beiden Eingriffe kein spürbarer Einfluß auf das querdynamische Fahrverhalten erfolgt, wird der Fahrkomfort durch ein solches Verfahren nicht verschlechtert. Auch wird dadurch ein Sicherheitsrisiko durch eine auftretende Seitenbewegung des Fahrzeugs vermieden.

Die Einbettung der Vorrichtung zur Identifikation der Kenngrößen in das System bestehend aus fahrdynamischem Regler und Kraftfahrzeug ist in Fig. 2 dargestellt.

Dabei werden die folgenden Symbole und Blöcke verwendet:

Fw = den Fahrerwunsch beschreibende Größen,
St = Stellgrößen,
Sen = Sensorsignale und
Kg = Kenngrößen.
199 = Fahrer
200 = fahrdynamischer Regler
201 = Fahrzeug (einschließlich Sensoren und Aktuatoren)
202 = Kenngrößen-Identifikationsblock

Der topologische Aufbau von Fig. 2 ist der folgende:

- Block 199 liefert die Größen Fw an Block 200.
- Block 200 liefert die Größen St an die Blöcke 201 und 202
- Block 201 liefert die Größen Sen an Block 202
- Block 202 liefert die Größe Kg an Block 200

Im folgenden werden die in Fig. 2 enthaltenen Blöcke detaillierter beschrieben:

- Block 199 repräsentiert den Fahrer des Fahrzeugs. Dieser stellt die den Fahrerwunsch beschreibenden Größen Fw zur Verfügung. Darunter sind Größen wie beispielsweise die Lenkradstellung, die Bremspedalstellung, die Gaspedalstellung sowie die zeitlichen Änderungen dieser Größen zu verstehen.
- Block 200 ist fahrdynamischer Regler, dabei kann es sich beispielsweise um ein Fahrdynamikregelungssystem (FDR = Fahrdynamikregelung, ESP = „electronic stability program“), um eine Antriebsschlupfregelung (ASR) oder ein Antiblockiersystem (ABS) handeln. Als für die Erfindung bedeutende Eingangsgrößen stehen der Fahrerwunsch Fw sowie die Kenngrößen Kg zur Verfügung.
- Block 201 repräsentiert das Fahrzeug, welches auf die von Block 200 kommenden Stellgrößen reagiert. Diese Reaktion äußert sich beispielsweise in der Betätigung von im Fahrzeug befindlichen Aktuatoren (Bremsen, Motorsteuerung, Lenkeingriff) und daraufhin in der geometrischen Gestalt der vom Fahrzeug gefahrenen Bahnkurve. Block 201 erhält

als Eingangssignale die Stellgrößen. Die Ausgangssignale von Block 201 sind Sensorsignale Sen. Diese werden von Sensoren, welche am Fahrzeug befestigt sein können, geliefert. Hier ist durchaus denkbar, nicht am Fahrzeug befestigte Sensoren mit einzubeziehen, welche Informationen über das Fahrzeug (z.B. Standort, Geschwindigkeit) liefern. Im Block 201 sind auch die zum Fahrzeug gehörende Sensorik (Bremsdruck, Lenkwinkel, Gierrate,...) und Aktorik (Bremsen, Lenkung,...) enthalten.

- Block 202 ist der Identifikationsblock. In diesem Block werden die Kenngrößen berechnet, welche dann dem fahrdynamischen Regler zugeführt werden. Als Eingangssignale erhält der Identifikationsblock Stellgrößen und Sensorsignale.

In Block 201 stehen beispielsweise Sensoren für die Erfassung der folgenden Größen zur Verfügung:

- Bremsdruck der einzelnen Radbremszylinder bzw. Druck im Bremskreis bzw. Bremsstrom bei der elektromechanischen Bremse (EMB)
- Lenkwinkel
- Gierrate
- Querbefleunigung
- Raddrehzahlen bzw. Radgeschwindigkeiten

Die durch die Sensoren gemessenen Größen sind in Fig. 2 als Sensorsignale Sen bezeichnet. Neben den Sensorsignalen treten in Fig. 2 noch die Stellgrößen St sowie die Kenngrößen Kg auf.

Unter Stellgrößen werden dabei diejenigen Größen verstanden, welche vom fahrdynamischen Regler 200 eingeregelt werden. Beispiele dafür sind der elektrische Strom durch eine elektrische Lenkvorrichtung bzw. einen elektrischen Lenksteller oder der Bremsdruck in den einzelnen Radbremszylindern. Diese Größen werden nicht direkt durch Sensoren erfasst, sondern im fahrdynamischen Regler 200 berechnet. Mit diesen

Stellgrößen werden die im Fahrzeug befindlichen Steller und Aktuatoren beeinflusst.

Im Block 202 werden die Kenngrößen identifiziert. Es ist möglich, zwischen Fahrzeugkenngrößen und Umweltkenngrößen zu unterscheiden. Bei den Fahrzeugkenngrößen kann es sich beispielsweise um Radlasten, Bremsenkennlinien (Hysterese, Steilheit), Reifenkennlinien, Notraderkennung oder Lenkungs-kenngrößen handeln. Bei den Umweltkenngrößen kann es sich beispielsweise um die Haftreibbeiwerte zwischen Reifen und Straße handeln.

Die aktuelle Identifikation der Kenngrößen in Block 202 basiert auf dem Vergleich zwischen den verfügbaren Signalen (Stellgrößen, Sensorsignale) und den mit einem internen Modell in Block 202 geschätzten Werten. Durch diesen Vergleich werden die gesuchten Kenngrößen identifiziert, damit sie für den nächsten Rechenschritt im fahrdynamischen Regler 200 und im Modell in Block 202 bereitstehen. Um die Identifikation durchführen zu können, müssen die Stellgrößen und/oder die Sensorsignale häufig von Null verschieden sein. Dies ist eine ganz wesentliche Einschränkung, welche die Leistungsfähigkeit fahrdynamischer Regler stark beeinflussen kann. Beispielsweise können in bestimmten Fahrzuständen wie einem freirollenden Fahrzeug die fahrdynamischen Regler gewisse Kenngrößen nicht schätzen.

Das Verfahren zur Identifikation von Kenngrößen ist in Fig. 3 dargestellt.

Dabei haben die einzelnen Blöcke die folgende Bedeutung:

Block 300: Abfrage, ob eine Identifikation von Kenngrößen mit den aktuell vorliegenden Stellgrößen überhaupt durchführbar ist.

Block 301: Abfrage, ob eine Identifikation überhaupt erforderlich ist.

Block 302: Durchführung sich gegenseitig kompensierender Lenk- und Bremseingriffe.

Block 303: Identifikation der Kenngrößen

Block 304: Durchführung von Sicherheitsmaßnahmen

Block 305: Adaption des Reglers

Block 306: Zeitinkrementation $t = t+1$

Der topologische Aufbau von Fig. 3 ist der folgende:

- In Block 300 findet eine Abfrage statt, ob eine Identifikation durchführbar ist. Lautet die Antwort „ja“ (als „yes“ in Fig. 3 eingezeichnet), dann wird zu Block 303 weitergegangen. Lautet die Antwort „nein“ (als „no“ in Fig. 3 eingezeichnet), dann wird zu Block 301 weiterverzweigt.
- In Block 301 findet eine weitere Abfrage statt, ob eine Identifikation erforderlich ist. Lautet die Antwort „ja“ (als „yes“ in Fig. 3 eingezeichnet), dann wird zu Block 302 weitergegangen. Lautet die Antwort „nein“ (als „no“ in Fig. 3 eingezeichnet), dann wird zu Block 306 weiterverzweigt.
- Die Ausgangssignale von Block 303 werden an die Blöcke 304 und 305 weitergereicht.
- Die Ausgangssignale von Block 302 werden an Block 303 weitergereicht.
- Die Ausgangssignale der Blöcke 304 und 305 werden an Block 306 weitergereicht.
- Die Ausgangssignale von Block 306 werden an Block 300 weitergereicht.

Nun wird der Aufbau von Fig. 3 im Detail erläutert.

In Block 300 wird festgestellt, ob die Identifikation der Kenngrößen mit den momentan vorliegenden Stellgrößen (z.B. dem momentanen Lenkwinkel oder dem momentanen Bremsdruck) durchführbar ist. Ist die Identifikation durchführbar, dann wird sie in Block 303 durchgeführt. Ist die Identifikation momentan nicht durchführbar, dann wird in Block 301 festgestellt, ob eine Identifikation zum momentanen Zeitpunkt überhaupt erforderlich ist. Ist zum momentanen Zeitpunkt eine

Identifikation nicht erforderlich, dann wird zu einem späteren Zeitpunkt erneut in Block 300 gestartet. Dies ist durch die Block 306 durchgeführten Zeitinkrementierung ($t = t+1$) dargestellt. Ist eine Identifikation zum momentanen Zeitpunkt dagegen erforderlich, dann erfolgt in Block 302 eine Einstellung kompensierender Lenk- und Bremseingriffe. Dabei sind diese Eingriffe (und damit die ihnen zugrunde liegenden Stellgrößen) so gekoppelt, dass der Fahrer keinen oder nur einen geringen Einfluss spürt. Anschließend erfolgt in Block 303 die Identifikation der Kenngrößen. Nach erfolgter Identifikation können entweder in Block 304 Sicherheitsmaßnahmen eingeleitet werden (ein Beispiel hierfür ist die Identifikation eines Reifendruckverlustes, als Sicherheitsmaßnahme kommt dann beispielsweise eine Beschränkung der maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit in Frage) und/oder es findet in Block 305 eine Adaption des fahrdynamischen Reglers 200 statt. Unter der Adaption des fahrdynamischen Reglers ist beispielsweise zu verstehen, dass die in diesem implementierten Modelle oder Kennlinien an die aktuell ermittelten Kenngrößen angepasst werden. Nach Durchführung der Sicherheitsmaßnahmen (Block 304) oder der Adaption des Reglers (Block 305) findet in Block 306 eine Zeitinkrementation statt und danach beginnt in Block 300 eine erneute Überprüfung, ob eine Identifikation der Kenngrößen mit den aktuellen Stellgrößen durchführbar ist.

Das Ausführungsbeispiel soll im folgenden noch weiter konkretisiert werden. Das Giermoment M_{psi} lässt sich allgemein in Abhängigkeit bzw. als Funktion f_1 der auf das Fahrzeug wirkenden Längskräfte FL und der auf das Fahrzeug wirkenden Seitenkraft FS ausdrücken:

$$M_{psi} = f_1(FL, FS).$$

Da das Giermoment M_{psi} eng mit der auftretenden Gierrate ψ verknüpft ist (im wesentlichen die Newtonsche Bewegungsgleichung), kann damit auch die auftretende Gierrate ψ als Funktion von FL und FS ausgedrückt werden.

Beim Beispiel nach Fig.1 werden die vorderen Räder leicht gelenkt, d.h. es treten Seitenkräfte an den vorderen Rädern auf. Diese hängen vom Reibbeiwert μ zwischen Reifen und Fahrbahn, dem Lenkwinkel δ und den an diesen Rädern wirkenden Normalkräften (= Radaufstandskräften) F_{nvl} und F_{nvr} (F_{nvr} = Normalkraft vorne rechts, F_{nvl} = Normalkraft vorne links) ab:

$$F_S = f_2(\mu, \delta, F_{nvr}, F_{nvl}).$$

Das rechte Hinterrad wird gebremst. Die Bremskraft hängt vom Bremsdruck p_B an diesem Rad, vom Reibbeiwert μ und der Radaufstandskraft F_{nhr} (= Normalkraft hinten rechts) ab:

$$F_L = f_3(\mu, p_B, F_{nhr}).$$

Nun werden die folgenden Überlegungen angestellt:

- Es ist nun möglich, die Gierrate ψ als Funktion von μ , δ , F_{nvr} , F_{nvl} , p_B und F_{nhr} auszudrücken:
$$\psi = f_4(\mu, \delta, F_{nvr}, F_{nvl}, p_B, F_{nhr}) \quad (1)$$
- Dies ist eine zusätzliche Gleichung. Das bedeutet, bei Kenntnis von ψ kann aus dieser Gleichung beispielsweise der Reibbeiwert μ ermittelt werden. Aus dieser Gleichung können auch der Radbremsdruck p_B , der Lenkwinkel δ oder sogar die Normalkräfte ermittelt werden.
- Ist allerdings die Gierrate ψ von Null verschieden, dann ist das mit beeinträchtigtem Fahrkomfort oder sogar mit einem Sicherheitsrisiko für das Fahrzeug und den Fahrer verbunden (vom Fahrer nicht gewollte Seitwärtsbewegung des Fahrzeugs).
- Durch die beschriebene Erfindung gelingt es, die Gierrate $\psi = 0$ zu erreichen, wobei gleichzeitig ein von Null verschiedener Radbremsdruck und ein von Null verschiedener Lenkwinkel vorliegen. Damit wird eine Identifikation von Größen durch eine zusätzliche Gleichung ohne eine Beeinträchtigung von Fahrkomfort oder Fahrsicherheit ermöglicht.

Das Ziel der Erreichung einer Gierrate $\psi = 0$ ist insbesondere im Falle einer Geradeausfahrt sinnvoll. Das bedeutet, dass auch während der Durchführung der Lenk- und Bremseingriffe das Fahrzeug weiterhin geradeaus fährt. Im Fall einer Kurvenfahrt können die Lenk- und Bremseneingriffe so dosiert werden, dass die Gierrate ψ konstant bleibt.

In Fig. 4 ist dieser Sachverhalt nochmals graphisch dargestellt. Dabei sei der Schwerpunkt in der Mitte des Fahrzeugs durch 401 gekennzeichnet. Durch die Lenkung der Vorderräder wirkt eine Kraft F_S nach links. Diese Kraft möchte das Fahrzeug nach links um den Schwerpunkt herum drehen. Am rechten Hinterrad wirkt die Bremskraft F_b bzw. die Längskraft F_L nach hinten. Diese Kraft möchte das Fahrzeug um den Schwerpunkt herum nach rechts drehen. Sind die durch diese Kräfte ausgeübten Drehmomente im Gleichgewicht, dann findet keine Drehbewegung des Fahrzeugs um den Schwerpunkt herum und damit keine Gierbewegung statt. Die Gierrate ψ ist Null. Es liegt zwar ein geringfügiger (bremsender) Einfluss auf die Längsbewegung des Fahrzeugs vor, dieser stellt jedoch kein Sicherheitsrisiko dar. Zudem läßt sich dieser bremsende Einfluß durch eine Erhöhung des Motormoments ausgleichen.

Noch ein weiterer Punkt soll an dieser Stelle bemerkt werden. Für den Lenkwinkel können verschiedene Werte gewählt werden. Beispielsweise kann mit einem Lenkwinkel von 1 Grad begonnen werden, kurz darauf wird der Lenkwinkel auf 2 Grad erhöht, usw.... Das bedeutet, es wird eine Sequenz von verschiedenen Lenkwinkeln appliziert. Parallel dazu wird am rechten Hinterrad eine Sequenz von verschiedenen Bremsdrücken bzw. Bremskräften appliziert, denn es muss ja stets eine Kompensation des Giermoments (und damit eine verschwindende Gierrate) auftreten. Damit werden in die Gleichung $\psi = 0$ bei jedem Punkt dieser Sequenz neue Zahlenwerte für den Lenkwinkel und den Bremsdruck eingesetzt, man erhält eine Sequenz von Gleichungen.

Eine weitere Konkretisierung betrifft die Achslastverteilung in Fahrzeuglängsrichtung. In einer einfachen Näherung ergibt sich die Radaufstandskraft F_{nij} für das Rad ij durch die Beziehung

$$F_{nij} = m * (\text{statische Achslastverteilung bzgl. Rad } ij) * (\text{dynamische Achslastverteilung bzgl. Rad } ij) .$$

Als allgemeiner Zusammenhang gilt

$$F_{nij} = f_5(m, \text{statische Achslastverteilung, dynamische Achslastverteilung})$$

Dabei gehen in die statische Achslastverteilung der Achsabstand in Längsrichtung sowie die Achsabstände vom Fahrzeugschwerpunkt ein, in die dynamische Achslastverteilung gehen beispielsweise Lastwechsel bei Bremsvorgängen ein. m ist die Fahrzeugmasse.

Werden ermittelte Radaufstandskräfte in die obige Formel (1) für die Größen F_{nvl} , F_{nvr} und F_{nhr} eingesetzt, dann wird damit aus der Beziehung $\psi = 0$ beispielsweise eine Berechnung der Masse m ermöglicht.

Eine weitere Konkretisierung betrifft die Ermittlung einer Bremsenkennlinie. Das Bremsmoment M sei mit dem Bremsdruck p_B über die Funktion f_6 verknüpft: $M = f_6(p_B)$. Als einfache lineare Näherung kann sogar $M = c * p_B$ angenommen werden. Die zusätzliche Gleichung $\psi = 0$ (Gleichung 1) kann nun dazu verwendet werden, um die Konstante c oder sogar die Funktion f_6 zu ermitteln. Dazu kann beispielsweise die Funktion f_6 durch ein Polynom mit N unbekannten Koeffizienten approximiert werden. Wird nun eine Sequenz mit N verschiedenen Lenkwinkeln (und natürlich den zugehörigen Bremskräften) durchfahren, dann können durch Auswertung der N erhaltenen Gleichungen die N unbekannten Koeffizienten bestimmt werden. Auch eine Berücksichtigung von Hysterese-Verhalten ist denkbar.

Auch die Ermittlung von Reifenkennlinien wird durch die zusätzliche Gleichung erleichtert. Dazu werden die auf die Reifen wirkenden Längs- und Seitenkräfte durch Formeln mit noch zu bestimmenden Parametern ersetzt. Durch die zusätzliche Gleichung kann wenigstens einer dieser Parameter ermittelt werden. Auch mehrere Parameter können mit dieser Methode ermittelt werden. Dazu werden beispielsweise verschiedene Lenkwinkel δ eingestellt, diese werden durch unterschiedliche Bremskräfte kompensiert, so daß sich N verschiedene Fahrzustände jeweils mit $\psi = 0$ ergeben. Dadurch erhält man N verschiedene Gleichungen (jeweils $\psi = 0$), welche zur Identifikation von N Parametern verwendet werden können (das entspricht in der Mathematik einem Gleichungssystem von N Gleichungen mit N Unbekannten). Bei diesem Verfahren werden damit Lenkwinkel und Bremseingriffe mit jeweils abgestufter Intensität durchgeführt.

Auch Haftreibbeiwerte können mit diesem Verfahren ermittelt werden. Dazu werden die Längskraft und die Seitenkraft auf einen Reifen jeweils als Funktion des Haftreibbeiwertes dargestellt. Die unbekannten Koeffizienten in diesen Gleichungen werden analog wie bei der Ermittlung der Reifenkennlinien mit diesem Verfahren identifiziert.

Die Identifikation der Kenngrößen führt zu zwei wesentlichen Vorteilen:

1. Die Genauigkeit der Reglereingriffe wird durch die bessere Adaption des fahrdynamischen Reglers erhöht.
2. Es können regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen durchgeführt werden, um beispielsweise sicherzustellen, dass die Aktuatoren richtig funktionieren.

Um den Einfluss der Bremseingriffe auf die Längsdynamik des Fahrzeugs zu reduzieren, ist auch die gleichzeitige Durchführung von aktiven Motoreingriffen denkbar. Das bedeutet

beispielsweise, dass gleichzeitig eine Erhöhung des Motormoments stattfindet.

Anstelle der beschriebenen gleichzeitigen Durchführung von Brems- und Lenkeingriffen (und möglicherweise noch Motoreingriffen) ist es auch möglich, sich für die Ermittlung von Bremsengrößen auf die Brems- und Motoreingriffe einzuschränken. Beispielsweise kann bei den nicht angetriebenen Rädern gebremst werden, während bei den angetriebenen Rädern das Motormoment erhöht wird. Auch hier ist eine Kompensation der Einflüsse dieser beiden Maßnahmen auf die Längsdynamik des Fahrzeugs möglich.

Das gesamte Prinzip, welches hier für die Lenkung und die Bremse dargestellt wurde, kann auch für andere aktive Steller, beispielsweise Stabilisatoren oder Dämpfer, verwendet werden.

Eine Durchführung des beschriebenen Verfahrens bietet sich beispielsweise an, wenn als Fahrzustand eine Geradeausfahrt des Fahrzeugs vorliegt.

Ansprüche

1. Anordnung zur Ermittlung von die Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs beeinflussenden Größen,

- wobei die Anordnung wenigstens zwei verschiedene Steuerungs- und/oder Regelungssysteme enthält, mittels derer unabhängig voneinander und fahrerunabhängig mit Hilfe geeigneter Aktuatoren die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussende Eingriffe (302) durchgeführt werden können,
- wobei bei Durchführung eines die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussenden Eingriffs (302) durch jeweils ein einziges dieser verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme sich jeweils dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe (ψ) durch diesen Eingriff ändert und
- wobei wenigstens zwei der die Fahrdynamik beeinflussenden Eingriffe durch zwei dieser verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme so durchgeführt werden, dass dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe (ψ) durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt nicht verändert wird.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als verschiedene Steuerungs- und/oder Regelungssysteme wenigstens zwei der folgenden Steuerungs- und/oder Regelungssysteme vorgesehen sind, nämlich

- ein in die Bremsen eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem,
- ein in den Motor eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem,
- ein in die Lenkung des Fahrzeugs eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem,
- die in die Fahrzeugdämpfer eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem und
- ein in die Stabilisatoren eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei die Fahrdynamik beeinflussenden Eingriffe gleichzeitig durchgeführt werden.

4. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt nicht veränderten, die Fahrdynamik beschreibenden Größe um eine Größe handelt, deren Änderung einen Einfluß auf die Querdynamik des Fahrzeuges hat.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt nicht veränderten, die Fahrdynamik beschreibenden Größe um die Gierrate (ψ) handelt.

6. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssystemen um ein in die Lenkung des Fahrzeugs eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem und ein in die Bremsen des Fahrzeugs eingreifendes Steuerungs- und/oder Regelungssystem handelt.

7. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingriffe der wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme nur während einer Geradeausfahrt des Fahrzeugs erfolgen.

8. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme jeweils wenigstens zwei die Fahrdynamik beeinflussende Eingriffe mit abgestufter Intensität durchgeführt werden.

9. Verfahren zur Ermittlung von die Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs beeinflussenden Größen,

- basierend auf einer Anordnung, welche wenigstens zwei verschiedene Steuerungs- und/oder Regelungssysteme enthält, mittels derer unabhängig voneinander und fahrerunabhängig mit Hilfe geeigneter Aktuatoren die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussende Eingriffe (302) durchgeführt werden können,
- wobei bei Durchführung eines die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussenden Eingriffs durch jeweils ein einziges dieser wenigstens zwei verschiedenen Steuerungs- und/oder Regelungssysteme sich jeweils dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe durch diesen Eingriff ändert
- wobei wenigstens zwei der die Fahrdynamik beeinflussenden Eingriffe (302) so durchgeführt werden, dass dieselbe die Fahrdynamik beschreibende Größe (ψ) durch die Eingriffe möglichst wenig und im Idealfall überhaupt nicht verändert wird.

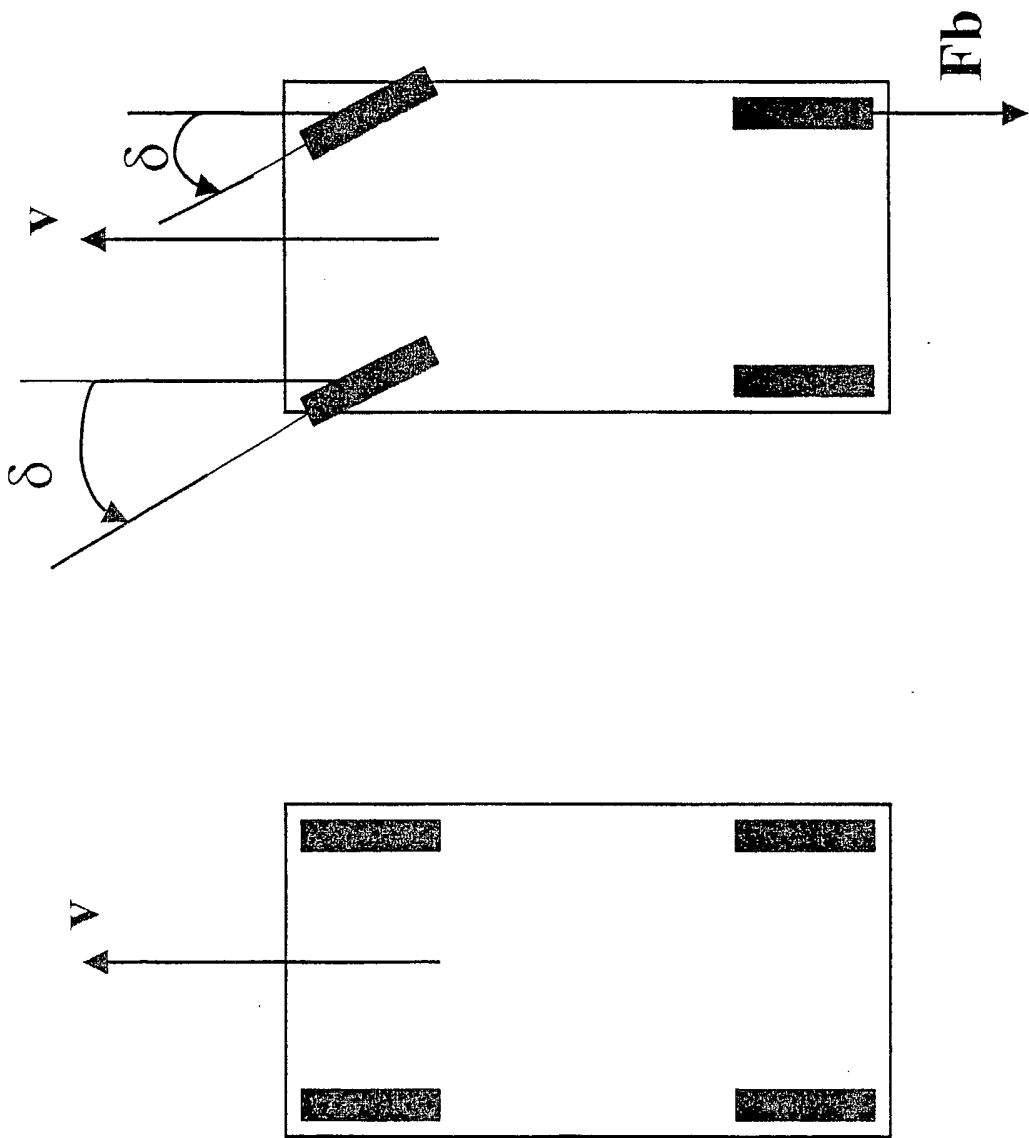


Fig. 1

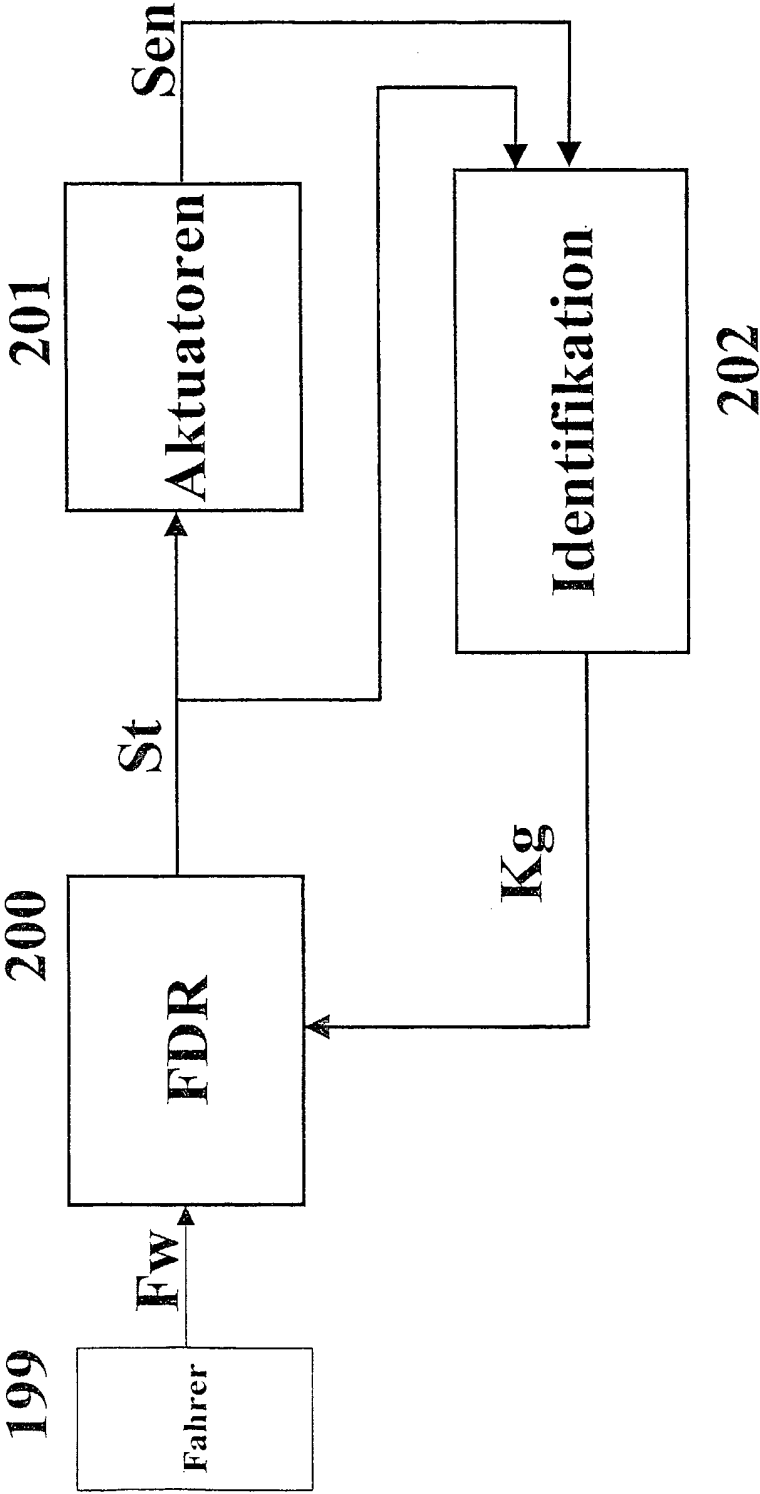


Fig. 2

3/4

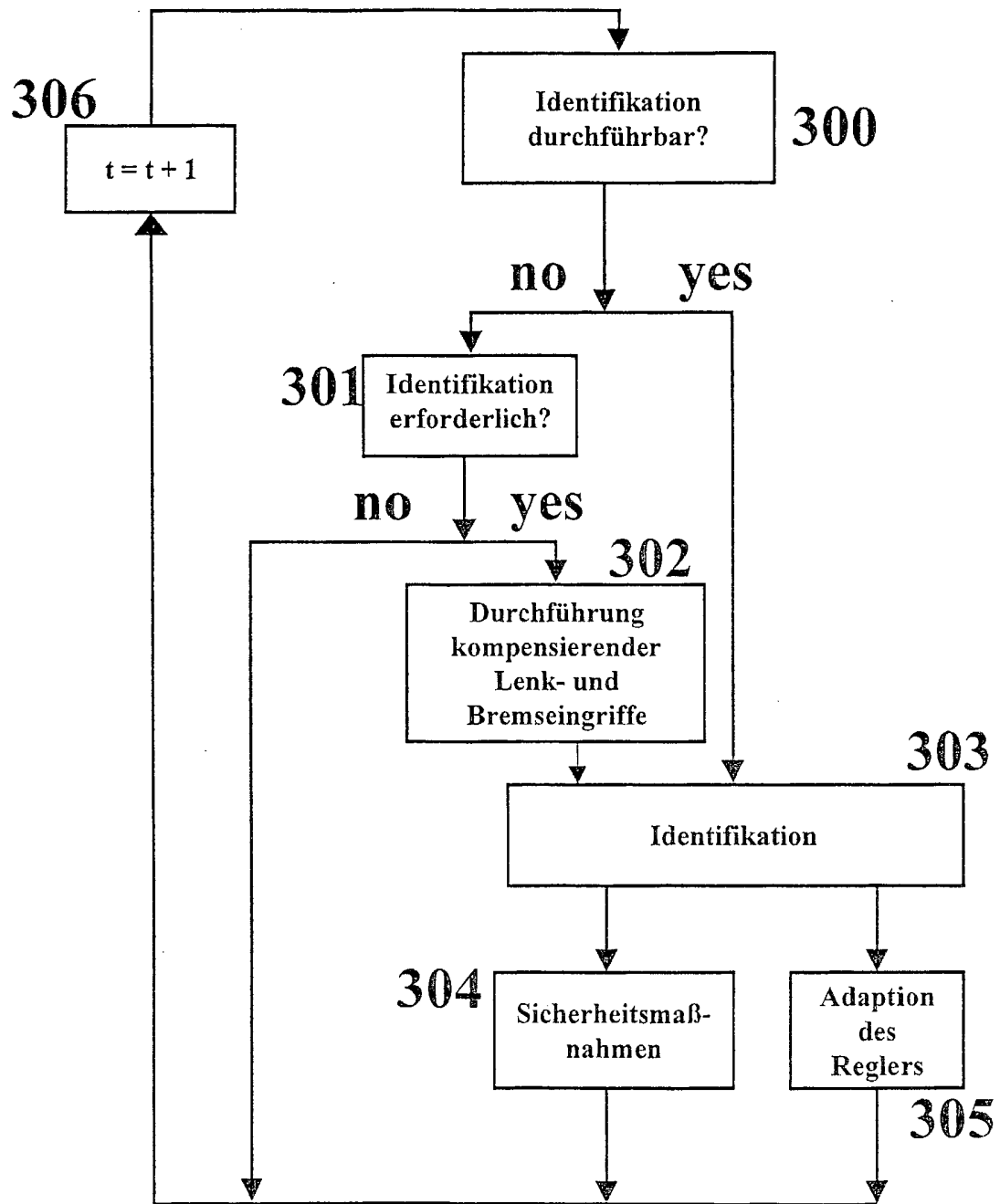


Fig. 3

4/4

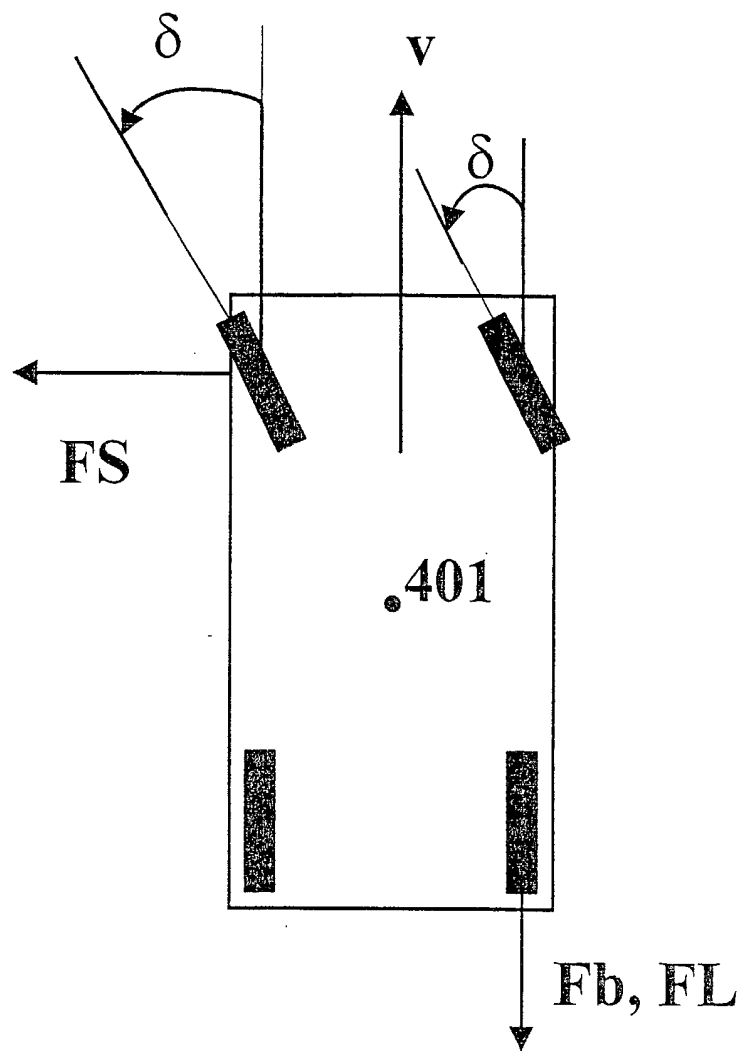


Fig. 4