

| | | |
|--|---|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation⁶ : B60T 8/24, 7/12, 8/58 | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/26823 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Juni 1999 (03.06.99) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02184 (22) Internationales Anmeldedatum: 30. Juli 1998 (30.07.98) (30) Prioritätsdaten: 197 51 891.5 22. November 1997 (22.11.97) DE | (81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHRAMM, Herbert [DE/DE]; Tilgshausenstrasse 47/1, D-71229 Leonberg (DE). DOMINKE, Peter [DE/DE]; Rechentshofenerstrasse 9, D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE). LEIMBACH, Klaus-Dieter [DE/DE]; Haldenweg 45, D-71696 Möglingen (DE). WETZEL, Gabriel [FR/DE]; Allmandring 10 B 27, D-70569 Stuttgart (DE). | | |

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR STABILISING MOTOR VEHICLE TILT

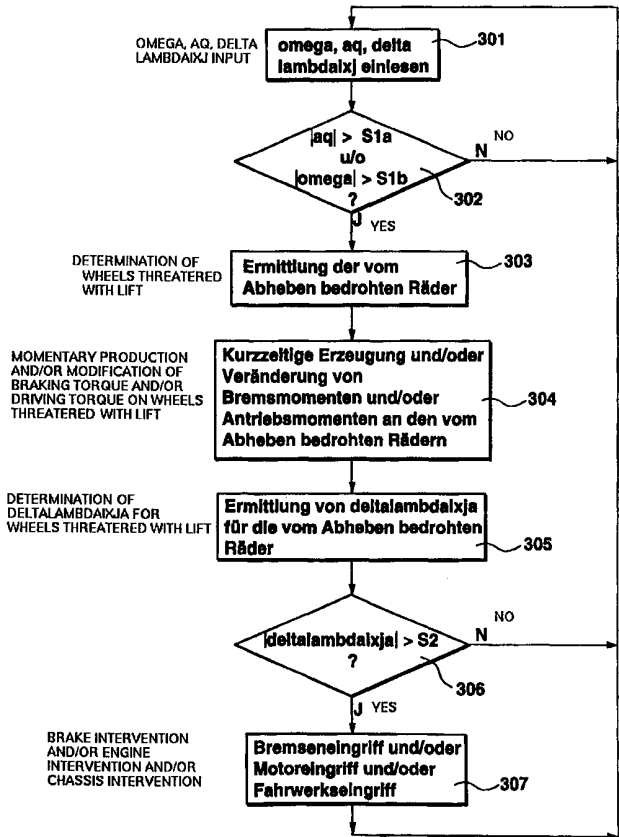
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STABILISIERUNG EINES FAHRZEUGES BEI KIPPTENDENZ

(57) Abstract

The invention relates to a method for stabilising motor vehicle tilt. To achieve this, a quantitative value describing the wheel performance for at least one wheel is determined. Motor vehicle tilt is then determined with respect to a vehicle axis oriented in the longitudinal direction of said vehicle, at least on the basis of a quantitative value describing the wheel performance for at least one wheel. If tilting exists, braking is effected for at least one wheel of said motor vehicle to achieve stabilization.

(57) Zusammenfassung

Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz. Hierzu wird für wenigstens ein Rad eine das Radverhalten des entsprechenden Rades quantitativ beschreibende Größe ermittelt. Wenigstens in Abhängigkeit der für das wenigstens eine Rad ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, wird ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Bei Vorliegen einer Kipptendenz werden wenigstens an wenigstens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe durchgeführt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbajdschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

5

10 Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz.

20

Verfahren und Vorrichtungen zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikationen bekannt.

25

Aus der DE 32 22 149 C2 ist ein Verfahren und eine Einrichtung zur Vermeidung des Seitwärtskippens eines Fahrzeuges bekannt. Bei diesem Fahrzeug handelt es sich um einen Portalhubwagen. Die Vorrichtung enthält eine Meßeinrichtung zur Berechnung der Höhe des Gesamtschwerpunktes des Fahrzeuges mit der Ladung. Desweiteren enthält sie eine Einrichtung zur Berechnung der statischen Stabilität des Fahrzeuges als kritischer Bezugswert aus dem Quotienten von Fahrzeugspur und zweifacher Höhe des Gesamtschwerpunktes. Ferner enthält die Vorrichtung eine Einrichtung zu Berechnung der dynamischen Instabilität aus dem Quotienten von Fahrzeuggeschwindigkeit im Quadrat und dem Produkt des aus dem jeweiligen Steuerwinkel berechneten Kurvenradius mit der Erdbeschleunigung. Wird

35

der Bezugswert durch die dynamische Instabilität überschritten, so wird die Geschwindigkeit des Fahrzeuges reduziert. Dies geschieht zum einen durch Ansteuerung der Fahrzeugbremsen und zum anderen durch entsprechende Ansteuerung der Motorkupplung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, bestehende Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. durch die Anspruchs 9 bzw. durch die des Anspruchs 10 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Mit dem Verfahren wird ein Fahrzeuges bei Kipptendenz stabilisiert. Hierzu wird für wenigstens ein Rad eine das Radverhalten des entsprechenden Rades quantitativ beschreibende Größe ermittelt. Ferner wird wenigstens in Abhängigkeit der für das wenigstens eine Rad ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Liegt eine Kipptendenz vor, so werden wenigstens an wenigstens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe durchgeführt.

An dieser Stelle sei bemerkt, wenn nachfolgend der Begriff „Kipptendenz des Fahrzeuges“ verwendet wird, so sei die „Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse“ gemeint. Die Formulierung „eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse“ ist folgendermaßen zu verstehen: Zum einen kann es sich bei der Fahrzeugachse, um die eine Kipptendenz des

Fahrzeuges auftritt, um die eigentliche Fahrzeuglängsachse handeln. Zum anderen kann es sich um eine Fahrzeugachse handeln, die um einen gewissen Winkel gegenüber der eigentlichen Fahrzeuglängsachse verdreht ist. Dabei ist es unerheblich, ob die verdrehte Fahrzeugachse durch den Schwerpunkt des Fahrzeuges geht oder nicht. Der Fall der verdrehten Fahrzeugachse soll auch solch eine Orientierung der Fahrzeugachse zulassen, bei der die Fahrzeugachse entweder einer Diagonalachse des Fahrzeuges oder einer zu dieser parallelen Achse entspricht.

Vorteilhafterweise wird für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine von der auf das jeweilige Rad wirkenden Radlast abhängige Größe ermittelt. Oder es wird für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine den Schlupf des jeweiligen Rades beschreibende Größe ermittelt.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, daß für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine Größe ermittelt wird, die den Durchmesser oder den Radius des jeweiligen Rades beschreibt. Diese Größe wird wenigstens in Abhängigkeit einer die Raddrehzahl des entsprechenden Rades beschreibenden Größe, einer die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe, einer die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größe und einer die Geometrie des Fahrzeuges beschreibenden Größe ermittelt. Hierfür wird vorteilhafterweise als die die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierende Größe eine die Gierrate des Fahrzeuges und/oder eine die Querbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt, und die die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibende Größe wenigstens in Abhängigkeit von den für die Räder ermittelten Größen, die die Raddrehzahlen beschreiben, ermittelt.

Zur Erkennung der Kipptendenz eines Fahrzeuges bietet sich vorteilhafterweise folgende Vorgehensweise an: Für wenigstens ein Rad wird eine die Raddrehzahl beschreibende Größe ermittelt. Ferner wird wenigstens eine die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierende Größe ermittelt. Wenigstens in Abhängigkeit von einer der die Querdynamik des Fahrzeugs repräsentierenden Größen, werden an wenigstens einem Rad kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert. Während die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einem Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, wird für dieses wenigstens eine Rad, wenigstens in Abhängigkeit von der die Raddrehzahl dieses Rades beschreibenden Größe die das Radverhalten quantitativ beschreibende Größe ermittelt. Zur Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges, wird während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die sich ergebende Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse liegt dann vor, wenn der Betrag der sich ergebenden Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe, größer als ein entsprechender Schwellenwert ist.

Vorteilhafterweise wird wenigstens in Abhängigkeit von einer der ermittelten, die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen festgestellt, welche Räder des Fahrzeuges zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längs-

richtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse geeignet sind. Die Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges wird vorteilhafterweise anhand wenigstens eines dieser Räder durchgeführt, indem an wenigstens einem dieser Räder kurzzeitig
5 Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden. Insbesondere werden hierbei die sich auf der Kurveninnenseite befindenden Räder des Fahrzeuges ausgewählt.

10 Gemäß einer zweiten Erkennung liegt für das Fahrzeug eine Kipptendenz dann vorliegt, wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, größer als ein erster Schwellenwert ist, oder wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten
15 quantitativ beschreibt, kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist, und/oder wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Differenz, die aus dem Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, und einem Vergleichswert gebildet wird, größer als ein entsprechender Schwellenwert
20 ist, und/oder wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Größe, die den zeitlichen Verlauf der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe beschreibt, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist, und/oder wenn der Betrag einer den Neigungswinkel einer Radachse beschreibenden Größe
25 größer als ein entsprechender Schwellenwert ist, wobei für die Räder der entsprechenden Radachse jeweils die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen ermittelt werden, und in Abhängigkeit dieser Größen die den Neigungswinkel der Radachse beschreibende Größe ermittelt wird. Oder
30 es liegt für das Fahrzeug eine Kipptendenz dann vor, wenn der Betrag einer Differenz, die aus einer die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe und einem Geschwindigkeitsgrenzwert gebildet wird, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist.

35

Von besonderem Vorteil ist, wenn wenigstens am kurvenäußeren Vorderrad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe dergestalt durchgeführt werden, daß an diesem Rad ein Bremsmoment erzeugt und/oder erhöht wird. Vorteilhafterweise werden zur Stabilisierung des Fahrzeuges ferner Motoreingriffe und/oder Eingriffe in Fahrwerksaktuatoren durchgeführt.

Weitere Vorteile sowie vorteilhafte Ausgestaltungen können den Unteransprüchen, der Zeichnung sowie der Beschreibung der Ausführungsbeispiele entnommen werden.

Zeichnung

Die Zeichnung besteht aus den Figuren 1 bis 6. Die Figuren 1a und 1b zeigen verschiedene Straßenfahrzeuge, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt wird. Die Figuren 2 und 4 zeigen jeweils in einer Übersichtsansordnung zwei verschiedene Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Figuren 3 und 5 (Figur 5 besteht aus den Teilfiguren 5a und 5b) zeigen jeweils mit Hilfe eines Ablaufdiagrammes die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im jeweiligen Ausführungsbeispiel wesentlichen Schritte. Figur 6 stellt in einer schematischen Darstellung den physikalischen Sachverhalt für ein Straßenfahrzeug bei Kurvenfahrt dar.

Es sei darauf hingewiesen, daß Blöcke mit derselben Bezeichnung in unterschiedlichen Figuren die selbe Funktion haben.

Ausführungsbeispiele

Zunächst soll auf die Figuren 1a und 1b eingegangen werden, die verschiedene Straßenfahrzeuge darstellen, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommen kann.

In Figur 1a ist ein einteiliges Fahrzeug 101 dargestellt. Bei diesem Fahrzeug kann es sich sowohl um einen Personenkraftwagen als auch um einen Nutzkraftwagen handeln. Bei dem
5 in Figur 1a dargestellten einteiligen Fahrzeug 101 soll es sich um ein Fahrzeug mit wenigstens zwei Radachsen handeln, was durch die teilweise gestrichelte Darstellung angedeutet ist. Die Radachsen des Fahrzeuges 101 sind mit 103ix be-
zeichnet. Dabei gibt der Index i an, ob es sich um eine Vor-
10 derachse (v) oder um eine Hinterachse (h) handelt. Durch den Index x wird bei Fahrzeugen mit mehr als zwei Achsen angegeben, um welche der Vorder- bzw. Hinterachsen es sich handelt. Dabei gilt folgende Zuordnung: Der Vorderachse bzw. der Hinterachse, die der Fahrzeugberandung am nächsten ist,
15 ist jeweils der Index x mit dem kleinsten Wert zugeordnet ist. Je weiter die jeweilige Radachse von der Fahrzeugberandung entfernt ist, desto größer ist der Wert des zugehörigen Index x. Den Radachsen 103ix sind die Räder 102ixj zugeordnet. Die Bedeutung der Indizes i bzw. x entspricht der vor-
20 stehend beschriebenen. Mit dem Index j wird angezeigt, ob sich das Rad auf der rechten (r) bzw. auf der linken (l) Fahrzeugseite befindet. Bei der Darstellung der Räder 102ixj wurde auf die Unterscheidung zwischen Einzelrädern bzw. Zwillingsrädern verzichtet. Ferner enthält das Fahrzeug 101
25 ein Steuergerät 104, in welchem die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens implementiert ist.

In Figur 1b ist eine Fahrzeugkombination, bestehend aus ei-
30 ner Zugmaschine 105 und einem Auflieger 106 dargestellt. Die gewählte Darstellung soll keine Einschränkung darstellen, denkbar ist auch eine Fahrzeugkombination, die aus einer Zugmaschine und einem Deichselanhänger besteht. Die Zugma-
schine 105 soll die Radachsen 108iz aufweisen. Den Radachsen
35 108iz sind die entsprechenden Räder 107ijz zugeordnet. Die

Bedeutung der Indizes i bzw. j entspricht der bereits im Zusammenhang mit Figur 1a beschriebenen. Der Index z gibt an, daß es sich um Radachsen bzw. Räder der Zugmaschine handelt. Ferner weist die Zugmaschine 105 ein Steuergerät 109 auf, mit dem eine Kipptendenz der Zugmaschine 105 und/oder eine Kipptendenz des Aufliegers 106 und/oder eine Kipptendenz der gesamten Fahrzeugkombination um eine in Längsrichtung orientierte Fahrzeugachse erkannt wird. Der Auflieger 106 soll zwei Radachsen 108ixa enthalten. Den beiden Radachsen 108ixa sind in entsprechender Weise die Räder 107ixja zugewiesen. Die Bedeutung der Indizes i bzw. x bzw. j entspricht der bereits im Zusammenhang mit Figur 1a dargestellten. Der Index a gibt an, daß es sich um Komponenten des Aufliegers 106 handelt. Die in Figur 1b dargestellte Anzahl von Radachsen für die Zugmaschine 105 bzw. für den Auflieger 106 soll keine Einschränkung darstellen. Das Steuergerät 109 kann anstelle in der Zugmaschine 105 auch im Auflieger 106 angeordnet sein. Ferner ist es denkbar, sowohl das Zugfahrzeug 105 als auch den Auflieger 106 mit einem Steuergerät auszustatten.

Die in den Figuren 1a und 1b gewählte Kennzeichnung durch die Indizes a, i, j, x sowie z ist für sämtliche Größen bzw. Komponenten, bei denen sie Verwendung findet, entsprechend.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren betrifft die Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse. In dieser Anmeldung werden zwei Ausführungsbeispiele vorgestellt, denen unterschiedliche Erkennungen der Kipptendenz zugrunde liegen.

Zunächst soll mit Hilfe der Figuren 2 und 3 das erste Ausführungsbeispiel beschrieben werden.

Bei dem Fahrzeug handelt es sich, wie in Figur 1a dargestellt, um ein einteiliges Fahrzeug. Ferner sei angenommen, daß dieses einteilige Fahrzeug wenigstens zwei Radachsen 103ix aufweist. Bei diesen beiden Radachsen soll es sich um die Vorderachse 103v1 mit den Rädern 102v1r bzw. 102v1l sowie um die Hinterachse 103h1 mit den Rädern 102h1r bzw. 102h1l handeln. Die zu diesen Rädern gehörenden Raddrehzahlsensoren 201v1r, 201v1l, 201h1r bzw. 201h1l sind in Figur 2 dargestellt. Je nach Anzahl der Radachsen des einteiligen Fahrzeuges können, wie in Figur 2 angedeutet, weitere Raddrehzahlsensoren 201ixj berücksichtigt werden. Mit den Raddrehzahlsensoren 201ixj werden die Größen nixj ermittelt, die jeweils die Raddrehzahl des entsprechenden Rades 102ixj beschreiben. Die Raddrehzahlsensoren 201ixj sind unabhängig von der Art des Reglers 209 auf jeden Fall vorhanden und die mit ihnen erzeugten Größen nixj werden unabhängig von der Art des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung implementierten Reglers 209 auf jeden Fall Blöcken 205 sowie 209 zugeführt.

In Abhängigkeit der Art des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung implementierten Reglers 209 stehen verschiedene Sensoren zur Verfügung. Handelt es sich bei dem Regler 209 um einen Bremsschlupfregler, der aufgrund der in ihm ablaufenden Regelung in die Radbremsen eingreift und/oder handelt es sich bei dem Regler 209 um einen Antriebsschlupfregler, der aufgrund der in ihm ablaufenden Regelung in die Radbremsen und/oder in den Motor eingreift, so sind die Raddrehzahlsensoren 201ixj, wie bereits oben angedeutet, auf jeden Fall vorhanden. In diesem Fall ist allerdings kein Querschleunigungssensor 202, kein Gierratensensor 203 und auch kein Lenkwinkelsensor 204 vorhanden. Folglich müssen in diesen Fällen, falls die Querschleunigung und/oder die Gier rate des Fahrzeuges und/oder der Lenkwinkel benötigt werden, diese Größen aus den Raddrehzahlen nixj in bekannter Weise im Regler 209 bzw. im Block 206 hergeleitet werden. In die-

sem Fall sind die in Figur 2 für den Block 206 eingezeichneten Zuführungen der Größen a_q , δ sowie ω durch eine Zuführung der Größen n_{ixj} zu ersetzen. An dieser Stelle sei bemerkt, daß in Figur 2 auf eine entsprechende Darstellung verzichtet wurde, was allerdings keine Einschränkung darstellen soll.

Handelt es sich dagegen bei dem Regler 209 um einen Regler, der in seiner Grundfunktion eine die Fahrdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe, beispielsweise eine von der Quereschleunigung und/oder der Gierrate des Fahrzeuges abhängige Größe, durch Eingriffe in die Radbremsen und/oder in den Motor regelt - solch ein Regler ist beispielsweise aus der in der Automobiltechnischen Zeitschrift (ATZ) 16, 1994, Heft 11, auf den Seiten 674 bis 689 erschienenen Veröffentlichung "FDR - die Fahrdynamikregelung von Bosch" bekannt -, so sind - wie in Figur 2 eingezeichnet - neben den Raddrehzahlsensoren 201 ixj auch ein Quereschleunigungssensor 202, ein Gierratensensor 203 und ein Lenkwinkelsensor 204 vorhanden. In diesem Fall können im Regler 209 bzw. im Block 206 die mit Hilfe der entsprechenden Sensoren ermittelten Größen verarbeitet werden. Dieser Fall ist in Figur 2 dargestellt. An dieser Stelle sei noch bemerkt, daß für diesen Fall, d.h. wenn der Quereschleunigungssensor und/oder der Gierratensensor und/oder der Lenkwinkelsensor ausfallen sollte, die entsprechende Größe ebenfalls aus den Raddrehzahlen hergeleitet werden kann.

Die in Figur 2 gewählte Darstellung soll keine Einschränkung darstellen. In Abhängigkeit der Art des implementierten Reglers sind, wie oben angedeutet, eventuell leichte Modifikationen erforderlich.

Im folgenden sei angenommen, daß das Fahrzeug 101 einen Quereschleunigungssensor 202, einen Gierratensensor 203 so-

wie einen Lenkwinkelsensor 204 enthält. Die die Querbeschleunigung des Fahrzeugs beschreibende Größe a_q , die die Gierrate des Fahrzeuges beschreibende Größe ω und die den Lenkwinkel des Fahrzeuges beschreibende Größe δ werden Blöcken 206 sowie 209 zugeführt.

Im Block 205 wird in bekannter Weise aus den Größen n_{ixj} eine die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibende Größe v_f ermittelt. Diese Größe v_f wird dem Block 209 zugeführt. Ferner werden im Block 205 ausgehend von den Größen n_{ixj} , sowie der Größe v_f , in bekannter Weise Größen λ_{aixj} ermittelt, die den Antriebs- und/oder Bremsschlupf der Räder beschreiben. Diese Größen λ_{aixj} werden sowohl dem Block 206 als auch dem Block 209 zugeführt.

Zum einen werden im Block 206 die Räder des Fahrzeuges ermittelt, die aufgrund des Fahrzustandes vom Abheben bedroht sind. Mit anderen Worten, es werden die Räder des Fahrzeuges ermittelt, die zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse geeignet sind.

Die Ermittlung dieser Räder geschieht wenigstens in Abhängigkeit von einer der ermittelten, die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen δ bzw. a_q bzw. ω , die dem Block 206 zugeführt werden. Hierzu wird im Block 206 aus der den Lenkwinkel beschreibenden Größe δ und/oder aus der die Querbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibenden Größe a_q und/oder aus der die Gierrate des Fahrzeuges beschreibenden Größe ω eine Größe ermittelt, ausgehend von der erkennbar ist, ob und was für eine Kurve, d.h. Links- oder Rechtskurve, das Fahrzeug durchfährt.

Prinzipiell ist es ausreichend, die kurveninneren Räder zu ermitteln, da bei einem Kippvorgang die kurveninneren Räder

des Fahrzeuges für gewöhnlich zuerst abheben bzw. da sich ein beginnender Kippvorgang eines Fahrzeuges durch ein Abheben der kurveninneren Räder „ankündigt“. Eine Verfeinerung der Feststellung dahingehend, daß festgestellt wird, ob das kurveninnere Vorderrad oder das kurveninnere Hinterrad stärker vom Abheben bedroht ist, ist denkbar. Dies ist vor dem Hintergrund von Bedeutung, daß in Abhängigkeit der Fahrzeuggeometrie und/oder der Beladung des Fahrzeuges eher das kurveninnere Vorderrad oder das kurveninnere Hinterrad vom Abheben bedroht ist. In diesem Fall ist, wie oben beschrieben, eine Größe zu ermitteln, die beispielsweise vom Lenkwinkel, der Querschleunigung des Fahrzeuges und der Gierrate des Fahrzeuges abhängig ist. Die für die vom Abheben bedrohten Räder ermittelten Größen (λ_{aixj}) sind in Figur 2 mit dem nachgestellten Index „a“ gekennzeichnet.

Zum anderen werden im Block 206, wenn die vom Abheben bedrohten Räder bekannt sind, Signale SM_{ixj} bzw. SM erzeugt, ausgehend von denen an wenigstens einem der vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden. Da die vom Abheben bedrohten Räder empfindlich gegenüber Veränderungen der Radynamik reagieren, kann beispielsweise durch Auswertung der Schlupfwerte der vom Abheben bedrohten Räder festgestellt werden, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt oder nicht.

Ferner ist es denkbar, bei der Ermittlung der Räder des Fahrzeuges, die vom Abheben bedroht sind, und die sich somit zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges eignen, und/oder bei der kurzzeitigen Erzeugung und/oder Veränderung der Bremsmomente und/oder Antriebsmomente an wenigstens einem Rad, zusätzlich das Antriebskonzept des Fahrzeuges, d.h. ob es sich um ein Fahrzeug mit Vorder- oder Hinter- oder Allradantrieb handelt, zu berücksichtigen. Letzteres kann

beispielsweise durch eine entsprechende Beeinflussung der Größen SM_{ixj} bzw. SM erreicht werden.

5 Sind an den Rädern des Fahrzeuges keine individuellen Bremseneingriffe möglich, sei es daß die implementierte Bremsanlage dies nicht zuläßt, oder daß dies aufgrund eines vorliegenden Fahrzeugzustandes nicht möglich ist, so entfällt in diesem Fall die Ermittlung der vom Abheben bedrohten Räder. In diesem Fall werden an allen Rädern des Fahrzeuges gleichzeitig kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert.

10

Die in Block 206 erzeugten Größen SM_{ixj} sowie SM werden dem Block 209 zugeführt. Ausgehend von den Größen SM_{ixj} werden die den Rädern zugeordneten Aktuatoren 213_{ixj} , mit denen Bremsmomente erzeugbar sind, angesteuert. Ausgehend von der Größe SM wird ein dem Motor 211 zugeordnetes Mittel, mit dem das vom Motor abgegebene Motormoment beeinflußbar ist, angesteuert. Die Größen SM_{ixj} sowie SM werden dabei im Block 206 so erzeugt, daß an den jeweiligen vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig ein Bremsmoment und/oder ein Antriebsmoment erzeugt und/oder verändert wird. Dabei wird durch geeignete Ansteuerung des dem jeweiligen vom Abheben bedrohten Rades zugeordneten Aktuators 213_{ixj} ein geringes Bremsmoment aufgebaut und/oder es ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Bremsmomentes. Dabei wird durch geeignete Ansteuerung des dem Motor des Fahrzeuges zugeordneten Mittels und den den Rädern zugeordneten Aktuatoren 213_{ixj} ein geringes Antriebsmoment erzeugt und/oder es ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Antriebsmomentes.

15

20

25

30

Die Schlupfwerte λ_{ixja} der vom Abheben bedrohten Räder werden ausgehend vom Block 206 einem Block 207 zugeführt. Die beiden erfindungswesentlichen Blöcke 206 bzw. 207 sind

35

zu einem Block 208 zusammengefaßt. An dieser Stelle sei er-
wähnt, daß als die das Radverhalten quantitativ beschreiben-
de Größe, alternativ zu der den Schlupf des jeweiligen Rades
beschreibenden Größe, auch die die Raddrehzahl beschreibende
5 Größe selbst und/oder eine die zeitliche Änderung der Rad-
drehzahl beschreibende Größe verwendet werden kann.

Im Block 207 wird ausgehend von den ihm zugeführten Größen
lambdaixja die Erkennung, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges
10 um eine Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahr-
zeugachse vorliegt, durchgeführt. Hierzu wird zunächst für
wenigstens ein Rad, welches vom Abheben bedroht ist, die Än-
derung deltalambdaixja der entsprechenden das Radverhalten
quantitativ beschreibenden Größe ermittelt. Dabei wird die
15 die Änderung deltalambdaixja während der Zeitdauer, in der
die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem jewei-
ligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden
und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmo-
mente an dem jeweiligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder ver-
ändert wurden ermittelt.
20

In Abhängigkeit der Änderung deltalambdaixja der das Radver-
halten quantitativ beschreibenden Größe wird ermittelt, ob
für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt. Ist der Betrag
25 der Größe deltalambdaixja größer als ein entsprechender
Schwellenwert, so liegt eine Kipptendenz des Fahrzeuges vor.
In diesem Fall wird im Block 207 eine Größe KT erzeugt, die
ausgehend vom Block 207 dem Block 209 zugeführt wird. Durch
diese Größe KT wird dem Regler bzw. Fahrzeugregler 209 mit-
30 geteilt, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt oder
nicht.

Mit 209 ist der im Steuergerät 104 implementierte Regler
bzw. Fahrzeugregler bezeichnet. Bei dem Regler 209 handelt
35 es sich beispielsweise um einen Regler, der in seiner Grund-

funktion eine die Fahrdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe, beispielsweise eine von der Querbesehleunigung und/oder der Gierrate des Fahrzeuges abhängige Größe, durch Eingriffe in die Radbremsen und/oder in den Motor regelt. An
5 dieser Stelle sei auf die vorstehend erwähnte Veröffentlichung "FDR - die Fahrdynamikregelung von Bosch" verweisen. Die im Block 209 in ihrer Grundfunktion stattfindende Regelung basiert in bekannter Weise auf den dem Block 209 zugeführten Größen $nixj$, δ , aq , ω , v_f , λ_{ixj} , einer
10 Größe $mot2$, die beispielsweise die Motordrehzahl des Motors 211 beschreibt und die ausgehend von dem Motor 211 dem Block 209 zugeführt wird, sowie Größen $ST2$, die ausgehend von einem Block 210, welcher die Ansteuerlogik für die im Fahrzeug enthaltenen Aktuatoren darstellt, dem Block 209 zugeführt
15 werden.

Zusätzlich zu der im Block 209 in der Grundfunktion implementierten Regelung ist in ihm eine Umkippervermeidung implementiert. Im Rahmen der Umkippervermeidung erfüllt der Regler
20 im wesentlichen zwei Aufgaben. Zum einen setzt er die Größen $SMixj$ bzw. SM in entsprechende Signal $ST1$ um, die der Ansteuerlogik 210 zugeführt werden, und ausgehend von denen an den vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden.
25 Zum anderen führt er ausgehend von den ihm zugeführten Größen KT die eigentliche Umkippervermeidung durch. Diese Umkippervermeidung kann der Regelung der Grundfunktion quasi übergeordnet sein.

30 Mit den Größen KT kann dem Regler 209 zum einen mitgeteilt werden, daß eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, außerdem kann dem Regler 209 mitgeteilt werden, wie stark diese Kipptendenz ist, bzw. wie bzw. über welche Räder
35 das Fahrzeug zu kippen droht.

Der Regler 209 erzeugt Größen ST1, die der Ansteuerlogik 210, mit der die dem Fahrzeug zugeordneten Aktuatoren angesteuert werden, zugeführt werden. Mit den Größen ST1 wird
5 der Ansteuerlogik 210 mitgeteilt, welche Aktuatoren wie angesteuert werden sollen. Dabei werden die Größen ST1 sowohl für die Regelung der Grundfunktion als auch für die Erkennung der Kipptendenz bzw. für die Umkipppvermeidung ermittelt. Bzgl. der Erzeugung der Größen ST1 gemäß der für die
10 Grundfunktion implementierten Regelung wird auf die vorstehend aufgeführte Veröffentlichung „FDR - die Fahrdynamikregelung von Bosch“ verwiesen. Für die Eingriffe, die für die Erkennung der Kipptendenz bzw. die für die Umkipppvermeidung durchgeführt werden, werden die Größen ST1 entsprechend modifiziert.
15

Um ein Umkippen des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse zu vermeiden, sind beispielsweise folgende Eingriffe in die Aktuatoren des Fahrzeuges denkbar: Zum einen kann durch Bremsen bzw. durch Zurücknahme des Motormomentes eine Verminderung der Fahrzeuggeschwindigkeit erreicht werden. Zum anderen kann durch radindividuelle Bremseneingriffe gezielt dem Umkippen des Fahrzeuges entgegengewirkt werden. Beispielsweise wird bei einem
20 Fahrzeug, welches vor dem Umkippen stark übersteuernd ist, und welches beim Umkippen über das kurvenäußere Vorderrad abrollt, durch einen gezielten Bremseneingriff an diesem kurvenäußeren Vorderrad ein Bremsmoment erzeugt. Dadurch ändern sich die Schlupfverhältnisse an diesem Rad dergestalt,
25 daß nur noch geringe Seitenkräfte übertragbar sind und die Umkipppgefahr somit reduziert wird.
30

Außerdem kann durch Eingriffe in die dem Fahrzeug zugeordneten Fahrwerksaktuatoren eine Wankbewegung des Fahrzeuges begrenzt werden.
35

Im Block 210, der Ansteuerlogik, werden die vom Regler 209 erzeugten Größen ST1 in Ansteuersignale für den Motor 211 sowie in Ansteuersignale für die Aktuatoren des Fahrzeuges umgesetzt. Bei den Aktuatoren handelt es sich beispielsweise um Fahrwerksaktuatoren 212ixj, mit denen das Verhalten des Fahrwerkes beeinflussbar ist, sowie um Aktuatoren 213ixj, mit denen an den entsprechenden Rädern eine Bremskraft erzeugbar ist. Zur Ansteuerung des Motors 211 erzeugt die Ansteuerlogik ein Signal mot1, mit dem beispielsweise die Drosselklappenstellung des Motors beeinflussbar ist. Zur Ansteuerung der Fahrwerksaktuatoren 212ixj erzeugt die Ansteuerlogik 210 Signale Fsixj, mit denen die von den Fahrwerksaktuatoren 212ixj realisierte Dämpfung bzw. Steifigkeit beeinflussbar ist. Zur Ansteuerung der Aktuatoren 213ixj, die insbesondere als Bremsen ausgebildet sind, erzeugt die Ansteuerlogik 210 Signale Aixj, mit denen die von den Aktuatoren 213ixj an den entsprechenden Rädern erzeugten Bremskräfte beeinflussbar sind. Die Ansteuerlogik 210 erzeugt Größen ST2, die dem Regler 209 zugeführt werden, und die eine Information über die Ansteuerung der einzelnen Aktuatoren enthalten.

Mit den Fahrwerksaktuatoren 212ixj wird das Fahrwerk des Fahrzeuges beeinflusst. Damit der Regler den Istzustand der Fahrwerksaktuatoren 212ixj kennt, werden ausgehend von den Fahrwerksaktuatoren 212ixj dem Regler 209 Signale Frixj zugeführt.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß neben den in Figur 2 dargestellten Aktuatoren auch der Einsatz von sogenannten Retardern denkbar ist. Bei der in Figur 2 zum Einsatz kommenden Bremsanlage kann es sich um eine hydraulische oder pneumatische oder elektrohydraulische oder elektropneumatische Bremsanlage handeln.

In Figur 3 ist ein Ablaufdiagramm zur Beschreibung des im Block 208 ablaufenden erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Dadurch daß in der Figur 3 lediglich auf ein einteiliges Fahrzeug eingegangen wird, soll keine Einschränkung der erfindungswesentlichen Idee entstehen. Das in Figur 3 dargestellte Ablaufdiagramm ist in entsprechender Weise auch für eine Fahrzeugkombination anwendbar. Das in Figur 3 verwendete Zeichen „u/o“ soll die Abkürzung für die Verknüpfung „und/oder“ darstellen.

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 301, in welchem die Größen ω , a_q , δ sowie λ_{aixj} eingelesen werden. Die Größen ω , a_q bzw. δ sind entweder mit Hilfe von entsprechenden Sensoren erfaßt worden oder aus den Raddrehzahlen hergeleitet worden. Im Anschluß an den Schritt 301 wird ein Schritt 302 ausgeführt.

Mit der im Schritt 302 stattfindenden Abfrage wird ermittelt, ob ein Fahrzustand vorliegt, bei dem eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse auftreten kann. Hierzu wird ermittelt, ob der Betrag der Größe a_q größer als ein erster Schwellenwert S_{1a} ist und/oder ob der Betrag der Größe ω größer als ein zweiter Schwellenwert S_{1b} ist. Ist im Schritt 302 wenigstens eine der beiden Teilabfragen erfüllt, so wird im Anschluß an den Schritt 302 ein Schritt 303 ausgeführt. Ist dagegen im Schritt 302 keine der beiden Teilabfragen erfüllt, so wird anschließend an den Schritt 302 erneut der Schritt 301 ausgeführt.

Im Schritt 303 werden, wie bereits oben beschrieben, die vom Abheben bedrohten Räder des Fahrzeuges ermittelt, d.h. es werden die Räder des Fahrzeuges ermittelt, die zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges geeignet sind.

Im Anschluß an den Schritt 303 wird ein Schritt 304 ausgeführt. In diesem Schritt 304 werden an wenigstens einem der vom Abheben bedrohten Rädern kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert. Zu diesem Zweck werden die vom Block 206 erzeugten Größen SM_{ixj} und SM im Regler 209 und in der Ansteuerlogik 210 in entsprechende Ansteuersignale umgesetzt. Durch geeignete Ansteuerung des dem jeweiligen vom Abheben bedrohten Rades zugeordneten Aktuators 213ixj wird ein geringes Bremsmoment aufgebaut und/oder ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Bremsmomentes. Durch geeignete Ansteuerung des dem Motor des Fahrzeuges zugeordneten Mittels und den den Rädern zugeordneten Aktuatoren 213ixj wird ein geringes Antriebsmoment erzeugt und/oder ergibt sich eine geringfügige Änderung eines bereits erzeugten Antriebsmomentes.

Für den Fall daß an den Rädern des Fahrzeuges keine individuellen Eingriffe durchführbar sind, können an allen Rädern des Fahrzeuges kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden.

Im Anschluß an den Schritt 304 wird ein Schritt 305 ausgeführt. In diesem Schritt 305 wird für die vom Abheben bedrohten Räder jeweils die Änderung $\Delta\lambda_{ixj}$ der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt. Die die Änderung $\Delta\lambda_{ixj}$ beschreibende Größe wird während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem jeweiligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem jeweiligen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, ermittelt. An dieser Stelle sei bereits auf die noch zu beschreibende Figur 4 verwiesen. Anschließend an den Schritt 305 wird ein Schritt 306 ausgeführt.

Im Schritt 306 wird in Abhängigkeit der Größe $\delta\lambda_{ixj}$ ermittelt, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt. Eine Kipptendenz liegt dann vor, wenn
5 der Betrag der Größe $\delta\lambda_{ixj}$ größer als ein entsprechender Schwellenwert S_2 ist. In diesem Fall wird anschließend an den Schritt 306 ein Schritt 307 ausgeführt. Ist dagegen der Betrag der Größe $\delta\lambda_{ixj}$ kleiner als der
10 Schwellenwert S_2 , was gleichbedeutend damit ist, daß keine Kipptendenz vorliegt, so wird im Anschluß an den Schritt 306 erneut der Schritt 301 ausgeführt.

Im Schritt 307 werden, aufgrund der Tatsache, daß eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe und/oder Eingriffe an Fahrwerksaktuatoren durchgeführt, mit denen eine Stabilisierung des Fahrzeuges erreicht wird. Die Bremseneingriffe, d.h. die Eingriffe an den Aktuatoren $213ixj$, und die Motoreingriffe dienen in erster Linie der Reduzierung der Fahrzeuggeschwindigkeit. Darüber hinaus können durch Bremseneingriffe an einzelnen Rädern in bekannter Weise stabilisierende Giermomente erzeugt werden. Hierbei sei auf die oben beschriebene Bremsung des kurvenäußeren Vorderrades verwiesen. Durch die Eingriffe an den Fahrwerksaktuatoren $212ixj$ kann die Wankbewegung des Fahrzeuges teilweise kompensiert und die Lage des Schwerpunktes beeinflusst werden.
25

30 Im Anschluß an den Schritt 307 wird erneut der Schritt 301 ausgeführt.

An dieser Stelle sei nochmals auf die Ermittlung der Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe eingegangen. Diese Ermittlung ist auf folgende Arten denk-
35

bar: Zum einen kann die sich ergebende Änderung während der
Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder Antriebsmomente
kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden, ermittelt wer-
den. Beispielsweise könnte durch Berücksichtigung mehrerer
5 Werte der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe
der Gradient dieser Größe λ_{ixj} ermittelt werden. Zum
anderen kann die sich ergebende Änderung aus dem Wert, der
vor der kurzzeitigen Erzeugung und/oder Veränderung der
Bremsmomente und/oder Antriebsmomente vorlag und dem Wert
10 der entsprechend nachher vorliegt, ermittelt werden. Zu die-
sem Zweck ist ersterer Wert in einem Speichermedium zwi-
schenzuspeichern.

Mit Hilfe der Figuren 4 und 5 soll das zweite Ausführungs-
15 beispiel beschrieben werden. Die im Zusammenhang mit Figur 2
gemachten Ausführungen bzgl. der Sensorik und des Reglers
gelten auch für das in Figur 4 dargestellte Ausführungsbei-
spiel. Auf Blöcke bzw., Komponenten, die bereits im Zusam-
menhang mit Figur 2 beschrieben wurden, wird im Zusammenhang
20 mit Figur 4 nicht mehr eingegangen.

Auch dem zweiten Ausführungsbeispiel liegt ein einteiliges
Fahrzeug, wie es in Figur 1a dargestellt ist, zugrunde. Mit
den Raddrehzahlsensoren 20_{ixj} werden die Größen n_{ixj} ermit-
25 telt, die jeweils die Raddrehzahl des entsprechenden Rades
10_{ixj} beschreiben. Die Größen n_{ixj} werden Blöcken 401 sowie
404 zugeführt. Ferner sei angenommen, daß das Fahrzeug 101
einen Querschleunigungssensor 202 sowie einen Gierraten-
sensor 203 enthält. Die die Querschleunigung des Fahrzeugs
30 beschreibende Größe a_q wird sowohl dem Block 404 als auch
einem Block 402 zugeführt. Die die Gierrate des Fahrzeuges
beschreibende Größe ω wird den Blöcken 404, 401 sowie
402 zugeführt.

Die im Block 205 ermittelte Größe v_f wird den Blöcken 401 bzw. 404 zugeführt. Ferner werden die im Block 205 ermittelten Größen λ_{aixj} sowohl dem Block 402 als auch dem Block 404 zugeführt.

5

Im Block 401 wird ausgehend von der Größe v_f , den Größen n_{ixj} sowie der Größe ω die Größen r_{ixj} ermittelt, die das Radverhalten der Räder quantitativ beschreiben. Diese Größen r_{ixj} sind von der auf das jeweilige Rad wirkenden Radlast abhängig. Insbesondere handelt es sich bei den Größen r_{ixj} um die dynamischen Rollradien der Räder, die den Durchmesser bzw. entsprechend den Radius des jeweiligen Rades beschreiben, die mit Hilfe der Gleichung

10

15

$$r_{ixj} = \frac{v_f \pm a \cdot \omega}{n_{ixj}}$$

ermittelt werden, wobei die in der Gleichung enthaltene Größe a die halbe Spurweite des Fahrzeuges beschreibt. Für die kurvenäußeren Räder wird das Pluszeichen verwendet, für die kurveninneren Räder das Minuszeichen. Die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen r_{ixj} werden ausgehend vom Block 401 dem Block 402 zugeführt.

20

25

30

Im Block 402 wird ausgehend von den ihm zugeführten Größen λ_{aixj} , r_{ixj} , a_q , ω sowie den alternativ ihm zugeführten Größen m_{lix} , die jeweils die achsbezogene Last beschreiben, die Erkennung, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, durchgeführt. Im Block 402 werden zur Erkennung, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz vorliegt, ausgehend von den ihm zugeführten Größen verschiedene Abfragen durchgeführt. Diese verschiedenen Abfragen werden in der noch zu beschreibenden Figur 5 vorgestellt. Wird im Block 402 erkannt, daß für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine

in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt, so wird eine Größe KT erzeugt, die dem Block 404 zugeführt wird. Durch diese Größe KT wird dem Regler bzw. Fahrzeugregler 404 mitgeteilt, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt oder nicht. In Figur 4 sind die beiden im Steuergerät enthaltenen erfindungswesentlichen Komponenten 401 bzw. 402 zu einem Block 403 zusammengefaßt.

Mit 404 ist der im Steuergerät 104 implementierte Regler bzw. Fahrzeugregler bezeichnet. Der Regler 404 soll in seiner Grundfunktion dem Regler 208 in Figur 2 entsprechen. Zusätzlich zu der im Block 404 in der Grundfunktion implementierten Regelung ist im Regler 404 eine Umkipppvermeidung implementiert. Diese Umkipppvermeidung kann der Regelung der Grundfunktion quasi übergeordnet sein. Die Umkipppvermeidung wird im wesentlichen ausgehend von den Größen KT ausgeführt.

Für eine Art der Umkipperkennung, die im Block 402 durchgeführt wird, sind im Block 402 die achsbezogenen Radlasten mlix erforderlich. Diese werden im Regler 404 beispielsweise in bekannter Weise aus den Raddrehzahlen ermittelt, und ausgehend vom Block 404 dem Block 402 zugeführt.

Der Regler 404 erzeugt Größen ST1, die der Ansteuerlogik 405, mit der die dem Fahrzeug zugeordneten Aktuatoren angesteuert werden, zugeführt werden. Mit den Größen ST1 wird der Ansteuerlogik 405 mitgeteilt, welche Aktuatoren wie angesteuert werden sollen. Dabei werden die Größen ST1 sowohl für die Regelung der Grundfunktion als auch für die Umkipppvermeidung ermittelt. Bzgl. der Erzeugung der Größen ST1 gemäß der für die Grundfunktion implementierten Regelung wird auf die vorstehend aufgeführte Veröffentlichung „FDR - die Fahrdynamikregelung von Bosch“ verwiesen. Für die Eingriffe, die für die Umkipppvermeidung durchgeführt werden, werden die Größen ST1 entsprechend modifiziert.

Die zur Vermeidung des Umkippens des Fahrzeuges durchgeführten Eingriffe in die Aktuatoren des Fahrzeuges entsprechen denen, die im Zusammenhang mit Figur 2 beschrieben wurden.

5

Im Block 405, der Ansteuerlogik, werden die vom Regler 404 erzeugten Größen ST1 in Ansteuersignale für den Motor 210 sowie in Ansteuersignale für die Aktuatoren 212ixj, 213ixj des Fahrzeuges umgesetzt. Dies geschieht in entsprechender Weise wie im Zusammenhang mit Figur 2 beschrieben.

10

Mit den Fahrwerksaktuatoren 211ixj wird das Fahrwerk des Fahrzeuges beeinflußt. Damit der Regler den Istzustand der Fahrwerksaktuatoren 211ixj kennt, werden ausgehend von den Fahrwerksaktuatoren 211ixj dem Regler 208 Signale Frixj zugeführt.

15

An dieser Stelle sei bemerkt, daß neben den in Figur 2 dargestellten Aktuatoren auch der Einsatz von sogenannten Retardern denkbar ist. Bei der in Figur 2 zum Einsatz kommenden Bremsanlage kann es sich um eine hydraulische oder pneumatische oder elektrohydraulische oder elektropneumatische Bremsanlage handeln.

20

Mit Hilfe des in Figur 5 dargestellten Ablaufdiagrammes soll der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens des zweiten Ausführungsbeispiels, wie es in Figur 4 dargestellt ist, beschrieben werden. Das erfindungsgemäße Verfahren läuft im wesentlichen im Block 403 ab. Das in Figur 3 verwendete Zeichens "u/o" entspricht dem in Figur 3.

25

30

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 501, in welchem die Größen nixj, omega, aqa, vf, lambdaaixj sowie mlix eingelesen werden. Im Anschluß an den Schritt 301 wird ein Schritt 502 ausgeführt. Die im Schritt 502 statt-

35

findende Abfrage entspricht der im Schritt 302 stattfindenden. Ist im Schritt 502 wenigstens eine der beiden Teilabfragen erfüllt, so wird im Anschluß an den Schritt 502 ein Schritt 503 ausgeführt. Ist dagegen im Schritt 502 keine der
5 beiden Teilabfragen erfüllt, so wird anschließend an den Schritt 502 erneut der Schritt 501 ausgeführt.

Im Schritt 503 wird der Betrag der den Antriebs- und/oder Bremsschlupf beschreibende Größe λ_{ixj} mit einem Schwellenwert S_2 verglichen. Die im Schritt 503 stattfindende Abfrage wird aus folgendem Grund durchgeführt: Die im Schritt
10 504 stattfindende Ermittlung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen r_{ixj} , die die dynamischen Rollradien der Räder darstellen, kann nur durchgeführt werden,
15 wenn die Räder quasi schlupffrei sind, d.h., wenn der Antriebs- und/oder Bremsschlupf der Räder kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Ist dies nicht erfüllt, so können die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen r_{ixj} nicht fehlerfrei ermittelt werden.

20 Wird im Schritt 503 festgestellt, daß der Betrag der Größe λ_{ixj} kleiner als der entsprechende Schwellenwert ist, so wird im Anschluß an den Schritt 503 der Schritt 504 ausgeführt, mit dem eine erste Art von Abfragen zur Erkennung
25 einer Kipptendenz eingeleitet wird. Die erste Art der Abfragen setzt sich aus den Schritten 503 bis 506 zusammen. Wird dagegen im Schritt 503 festgestellt, daß der Betrag der Größe λ_{ixj} größer als der entsprechende Schwellenwert S_2 ist, so wird anschließend an den Schritt 503 ein Schritt 508
30 ausgeführt, mit dem eine zweite Art von Abfragen zur Erkennung einer Kipptendenz eingeleitet wird. Die zweite Art der Abfragen besteht aus den Schritten 508 bis 510.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß die in den einzelnen
35 Schritten verwendete indizierte Darstellung, als Beispiel

sei hier λ_{ixj} genannt, bedeuten soll, daß die einzelnen Schritte für ein beliebiges einzelnes Rad oder für eine beliebige Anzahl von Rädern oder für alle Räder des Fahrzeuges ausgeführt werden sollen.

5

Im Schritt 504 werden mit Hilfe der o.a. Gleichung die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen ermittelt. Diese Größen können, wie bereits oben angedeutet, nur ermittelt werden, wenn kein allzu großer Radschlupf vorliegt, d.h. wenn die Radgeschwindigkeiten und die Fahrzeuggeschwindigkeit nicht allzusehr voneinander abweichen. Ist dies nicht gegeben, so kann es aufgrund der in diesem Fahrzeugzustand ermittelten Größen λ_{ixj} , im Schritt 506 zu Fehlentscheidungen kommen. Anschließend an den Schritt 504 wird ein Schritt 505 ausgeführt. Im Schritt 505 werden die Größen $\Delta \lambda_{ixj}$, λ_{ixj} sowie α_{ix} ermittelt. Bei der Größe $\Delta \lambda_{ixj}$ handelt es sich um eine Differenz, die aus dem aktuellen Wert, der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe λ_{ixj} und einem Wert, der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe, der bei einer Geradeausfahrt ermittelt wurde, gebildet wird.

10

15

20

25

Der Wert, der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe bei Geradeausfahrt entspricht, wird von Zeit zu Zeit in geeigneten Fahrsituationen ermittelt und in einem entsprechenden Speicher zwischengespeichert.

30

Bei der Größe λ_{ixj} handelt es sich um eine Größe, die den zeitlichen Verlauf der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe λ_{ixj} darstellt. Insbesondere entspricht die Größe λ_{ixj} der zeitlichen Ableitung der Größe λ_{ixj} . Bei der Größe α_{ix} handelt es sich um eine den Neigungswinkel einer Radachse beschreibenden Größe. Die Größe α_{ix} wird gemäß der Gleichung

35

$$\text{alpahix} = \left| \frac{\text{rixl} - \text{rixr}}{2 \cdot a} \right|$$

ermittelt. Wie diese Gleichung zeigt, wird ausgehend, von
den für die beiden Räder der Radachse ermittelten Größen,
5 die jeweils das Radverhalten quantitativ beschreiben, eine
die Neigung der Radachse beschreibende Größe ermittelt. Au-
ßerdem geht in die Größe alphaix die Spurweite 2a des Fahr-
zeuges ein. Obige Gleichung für den Neigungswinkel alphaix
stellt eine Näherung dar, die für kleine Winkel alphaix
10 gilt.

Im Anschluß an den Schritt 505 wird ein Schritt 506 ausge-
führt. Mit Hilfe des Schrittes 506 wird erkannt, ob für das
Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahr-
15 zeuges orientierte Fahrzeugachse besteht. Die im Schritt 506
aufgeführten Einzelabfragen werden unter Verwendung der im
Schritt 505 ermittelten Größen, die wiederum in Abhängigkeit
des im Schritt 504 ermittelten aktuellen Wertes der das
Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe rixj ermittelt
20 werden, ausgeführt.

In einer ersten Teilabfrage wird ermittelt, ob der aktuelle
Wert der Größe rixj größer als ein erster Schwellenwert S3a
ist. Der erste Schwellenwert S3a soll dabei den Radius des
25 unbelasteten Rades darstellen. Mit dieser Abfrage wird fest-
gestellt, ob bei einer Kurvenfahrt die kurveninneren Räder
abzuheben drohen. Die erste Teilabfrage enthält eine weitere
Abfrage, mit der festgestellt wird, ob der aktuelle Wert der
Größe rixj kleiner als ein zweiter Schwellenwert S3b ist.
30 Mit dieser Abfrage werden Räder erfaßt, die sich auf der
Kurvenaußenseite befinden, und die aufgrund einer Kippten-
denz des Fahrzeuges stark zusammengedrückt werden. Mit Hilfe
der ersten Teilabfrage wird somit die absolute Größe des dy-
namischen Rollradius zur Erkennung der Kipptendenz des Fahr-

zeuges mit entsprechenden Schwellenwerten verglichen. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn entweder der dynamische Rollradius eines kurveninneren Rades größer als der Schwellenwert S3a ist oder wenn der dynamische Rollradius eines kurvenäußeren Rades kleiner als der Schwellenwert S3b ist.

In einer zweiten Teilabfrage wird festgestellt, ob der Betrag der Differenz Δr_{ixj} größer als ein dritter Schwellenwert S3c ist. Mit dieser Abfrage wird die relative Änderung des dynamischen Rollradius, die sich bei einer Kurvenfahrt ausgehend von einer Geradeausfahrt ergibt, zur Erkennung, ob eine Kipptendenz des Fahrzeuges vorliegt, ausgewertet. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn der Betrag der Differenz größer als der entsprechende Schwellenwert S3c ist.

In einer dritten Teilabfrage wird festgestellt, ob der Betrag der Größe $r_{ixj\text{punkt}}$, die den zeitlichen Verlauf der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe r_{ixj} beschreibt, kleiner als ein vierter Schwellenwert S3d ist. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn der Betrag der den zeitlichen Verlauf beschreibenden Größe kleiner als der vierte Schwellenwert S3d ist.

In einer vierten Teilabfrage wird festgestellt, ob der Betrag der den Neigungswinkel einer Radachse beschreibenden Größe α_{ixj} größer als ein fünfter Schwellenwert S3e ist. Eine Kipptendenz des Fahrzeuges liegt dann vor, wenn der Betrag der Größe α_{ixj} größer als der Schwellenwert S3e ist.

Mit Hilfe der im Schritt 506 ablaufenden Teilabfragen wird die Kipptendenz eines Fahrzeuges dann erkannt, wenn wenigstens eine der vier Teilabfragen erfüllt ist. Ist wenigstens eine der Teilabfragen erfüllt, so wird im Anschluß an den

Schritt 506 ein Schritt 507 ausgeführt. Die bei Vorliegen einer Kipptendenz im Block 402 stattfindende Ausgabe der Größe KT ist in Figur 5 nicht dargestellt. Ist im Schritt 506 keine der Teilabfragen erfüllt, d.h., liegt keine Kipptendenz des Fahrzeuges vor, so wird im Anschluß an den Schritt 506 erneut der Schritt 501 ausgeführt.

Im Schritt 507 werden, wie im Zusammenhang mit den Figuren 4 bzw. 2 erwähnt, entsprechende Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe und/oder Fahrwerkseingriffe durchgeführt, um ein Kippen des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse zu vermeiden.

Wird im Schritt 503 festgestellt, daß der Betrag der Größe λ_{ixj} größer als der entsprechende Schwellenwert S_2 ist, so kann die erste Art der Erkennung nicht angewandt werden. Deshalb wird im Anschluß an den Schritt 503 ein Schritt 508 ausgeführt, mit dem eine zweite Art von Erkennung eingeleitet wird. Diese zweite Art der Erkennung wird in Abhängigkeit von der für wenigstens ein Rad in einem vorigen Zeitschritt ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, durchgeführt. Im Schritt 508 wird eine die Schwerpunktshöhe des Fahrzeuges beschreibende Größe h_{six} , die insbesondere eine achsbezogene Schwerpunktshöhe darstellt, bereitgestellt. Hierzu wird beispielsweise die Größe h_{six} , die für einen vorigen Zeitschritt, bei dem die im Schritt 503 stattfindende Abfrage erfüllt war, und die zwischengespeichert war, eingelesen. Alternativ kann die Größe h_{six} in Abhängigkeit der Größen r_{ixj} , die für einen vorigen Zeitschritt, bei dem die im Schritt 503 stattfindende Abfrage erfüllt war, und die zwischengespeichert waren, ermittelt werden. Die achsbezogene Schwerpunktshöhe h_{six} wird allgemein gemäß der Gleichung

$$hsix = \frac{C \cdot a^2}{mlix \cdot aq} \cdot \alphaaix$$

ermittelt. In vorstehender Gleichung repräsentiert die Größe C die resultierende vertikale Steifigkeit der der Radachse zugeordneten Räder, die Größe a entspricht der halben Spurweite der Radachse, die Größe αaix entspricht dem Neigungswinkel der Radachse gegenüber der Fahrbahn, die Größe mlix entspricht der auf die Radachse wirkenden Last und die Größe aq entspricht der auf das Fahrzeug wirkenden Querschleunigung. Dabei werden die Größen mlix, aq sowie αaix beispielsweise des Zeitschrittes verwendet, zu dem die im Schritt 503 stattfindende Abfrage noch erfüllt war. Dies bedeutet in diesem Fall, daß die Größe mlix, die Größe aq sowie die Größe αaix oder die für die Ermittlung der Größe αaix erforderlichen Größen rixj laufend in einem Zwischenspeicher abgelegt werden müssen. Im Anschluß an den Schritt 508 wird ein Schritt 509 ausgeführt.

Im Schritt 509 wird in bekannter Weise, ausgehend von der die Schwerpunktshöhe des Fahrzeuges beschreibenden Größe hsix ein Geschwindigkeitsgrenzwert für die Kurvenfahrt des Fahrzeuges ermittelt. Der Geschwindigkeitsgrenzwert gibt die Geschwindigkeit für das Fahrzeug an, bei dem ein Kippen des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse nicht zu erwarten ist. Zur Ermittlung des Geschwindigkeitsgrenzwertes in Abhängigkeit der die Schwerpunktshöhe des Fahrzeuges beschreibenden Größe sei beispielsweise auf die im "Kraftfahrtechnischen Taschenbuch", VDI-Verlag, 21. Auflage, auf Seite 346 stehende Formel verwiesen. Im Anschluß an den Schritt 509 wird ein Schritt 510 ausgeführt. Im Schritt 510 wird festgestellt, ob der Betrag der Differenz, die aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Geschwindigkeitsgrenzwert gebildet wird, kleiner gleich einem Schwellenwert S4 ist. Ist der Betrag der

Differenz kleiner gleich dem Schwellenwert S_4 , so liegt eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vor, und im Anschluß an den Schritt 510 wird der Schritt 507 ausgeführt. Ist dagegen
5 der Betrag der Differenz größer als der Schwellenwert S_4 , was gleichbedeutend damit ist, daß eine Kipptendenz des Fahrzeuges nicht vorliegt, so wird anschließend an den Schritt 510 der Schritt 501 ausgeführt.

10 Das in Figur 5 dargestellte Ablaufdiagramm ist in entsprechender Weise auch für eine Fahrzeugkombination anwendbar.

Mit Hilfe von Figur 6 soll abschließend der dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrundeliegende physikalische Sachverhalt
15 dargestellt werden. In Figur 6 ist ein einteiliges Fahrzeug, wie es in Figur 1a dargestellt ist, schematisch dargestellt. Dies soll jedoch keine Einschränkung darstellen.

In Figur 6 ist eine Radachse 103ix mit den zugehörigen Rädern 102ixl bzw. 102ixr dargestellt. Ferner ist der mittels Aufhängungsvorrichtungen 605 bzw. 606 mit der Radachse 103ix verbundene Fahrzeugaufbau 601 dargestellt. In Figur 6 ist die Spurweite $2a$ des Fahrzeuges eingezeichnet. Ferner ist der achsbezogene Schwerpunkt S und die zugehörige achsbezogene Schwerpunktshöhe $hsix$ eingezeichnet. Ebenso ist der Neigungswinkel α_{ix} der Radachse gegenüber dem Fahrbahnuntergrund eingezeichnet. Für das Fahrzeug liegt eine Kurvenfahrt nach links vor.
20
25

30 Wie Figur 6 zeigt, entstehen bei einer Kurvenfahrt Lastverlagerungen, das kurveninnere Rad 102ixl wird entlastet und kann in Extremsituationen den Bodenkontakt verlieren. Dabei ist es unerheblich, ob die Kurvenfahrt auf einer ebenen oder auf einer geneigten Fahrbahn stattfindet. Das kurvenäußere
35 Rad 102ixr wird stärker belastet. Durch diese Lastverlage-

5 rung an den einzelnen Rädern ändert sich zum einen der je-
weilige dynamische Rollradius r_{ixj} . Zum anderen geht an den
kurveninneren Rädern die vom Rad übertragene Normalkraft ge-
gen Null, wodurch nur noch geringe oder keine Umfangskräfte
10 mehr durch den Reifen auf die Fahrbahn übertragen werden
können. In einem solchen Zustand sind die Schlupfverhältnis-
se am entsprechenden Rad besonders empfindlich gegenüber
Veränderungen der Raddynamik, die beispielsweise durch kurz-
zeitige Erzeugung und/oder Veränderung von Antriebsmomenten
15 und/oder Bremsmomenten am jeweiligen Rad verursacht werden.
Beides läßt sich zur Erkennung eines abhebenden Rades ver-
wenden, was wiederum zur Erkennung der Kipptendenz des Fahr-
zeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte
Fahrzeugachse verwendet werden kann.

15 Abschließend sei bemerkt, daß die in der Beschreibung ge-
wählte Form des Ausführungsbeispiels sowie die in den Figu-
ren gewählte Darstellung keine einschränkende Wirkung auf
die erfindungswesentliche Idee darstellen soll.

20

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipp-
tendenz, insbesondere zur Umkipppvermeidung eines Fahrzeuges,
bei dem für wenigstens ein Rad eine das Radverhalten des
15 entsprechenden Rades quantitativ beschreibende Größe ermit-
telt wird,

bei dem wenigstens in Abhängigkeit der für das wenigstens
eine Rad ermittelten Größe, die das Radverhalten quantitativ
beschreibt, ermittelt wird, ob für das Fahrzeug eine Kipp-
20 tendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte
Fahrzeugachse vorliegt,

bei dem bei Vorliegen einer Kipptendenz wenigstens an wenig-
stens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremsenein-
griffe durchgeführt werden.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten
des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine
von der auf das jeweilige Rad wirkenden Radlast abhängige
30 Größe ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß für das wenigstens eine Rad, als die das Radverhalten
des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine

den Schlupf des jeweiligen Rades beschreibende Größe ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
5 daß für das wenigstens ein Rad, als die das Radverhalten
des jeweiligen Rades quantitativ beschreibende Größe, eine
Größe, die den Durchmesser oder den Radius des jeweiligen
Rades beschreibt, ermittelt wird,
insbesondere wird diese Größe wenigstens in Abhängigkeit ei-
10 ner die Raddrehzahl des entsprechenden Rades beschreibenden
Größe, einer die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe,
einer die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden
Größe und einer die Geometrie des Fahrzeuges beschreibenden
Größe ermittelt,
15 wobei insbesondere als die die Querdynamik des Fahrzeuges
repräsentierende Größe eine die Gierrate des Fahrzeuges
und/oder eine die Querschleunigung des Fahrzeuges be-
schreibende Größe ermittelt wird, und die die Fahrzeugge-
schwindigkeit beschreibende Größe wenigstens in Abhängigkeit
20 von den für die Räder ermittelten Größen, die die Raddreh-
zahlen beschreiben, ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß für wenigstens ein Rad eine die Raddrehzahl beschreiben-
25 de Größe ermittelt wird,
daß wenigstens eine die Querdynamik des Fahrzeuges repräsen-
tierende Größe ermittelt wird,
daß wenigstens in Abhängigkeit von einer der die Querdynamik
des Fahrzeuges repräsentierenden Größen, an wenigstens einem
30 Rad kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt
und/oder verändert werden,
daß während die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an
dem wenigstens einem Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verän-
dert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die
35 Antriebsmomente an dem wenigstens einem Rad kurzzeitig er-

zeugt und/oder verändert wurden, für dieses wenigstens eine Rad, wenigstens in Abhängigkeit von der die Raddrehzahl dieses Rades beschreibenden Größe die das Radverhalten quantitativ beschreibende Größe ermittelt wird,

5 insbesondere wird zur Erkennung der Kipptendenz des Fahrzeuges, während der Zeitdauer, in der die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden und/oder nachdem die Bremsmomente und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens
10 einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert wurden, die sich ergebende Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe ermittelt, wobei eine Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse dann vorliegt,
15 wenn der Betrag der sich ergebenden Änderung der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe, größer als ein entsprechender Schwellenwert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
20 daß wenigstens in Abhängigkeit von einer der ermittelten, die Querdynamik des Fahrzeuges repräsentierenden Größen festgestellt wird, welche Räder des Fahrzeuges zur Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse geeignet sind, und
25 daß die Erkennung einer Kipptendenz des Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse anhand wenigstens eines dieser Räder durchgeführt wird, indem an wenigstens einem dieser Räder kurzzeitig Bremsmomente und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert werden,
30 insbesondere werden hierbei die sich auf der Kurveninnenseite befindenden Räder des Fahrzeuges ausgewählt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
35 daß für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse dann vorliegt,

- wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, größer als ein erster Schwellenwert ist, oder
wenn für wenigstens ein Rad der Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist, und/oder
- 5
- wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Differenz, die aus dem Wert der Größe, die das Radverhalten quantitativ beschreibt, und einem Vergleichswert gebildet wird, größer als ein entsprechender Schwellenwert ist, und/oder
- 10
- wenn für wenigstens ein Rad der Betrag einer Größe, die den zeitlichen Verlauf der das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größe beschreibt, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist, und/oder
- 15
- wenn der Betrag einer den Neigungswinkel einer Radachse beschreibenden Größe größer als ein entsprechender Schwellenwert ist,
wobei für die Räder der entsprechenden Radachse jeweils die das Radverhalten quantitativ beschreibenden Größen ermittelt werden, und in Abhängigkeit dieser Größen die den Neigungswinkel der Radachse beschreibende Größe ermittelt wird, oder
- 20
- daß für das Fahrzeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse dann vorliegt, wenn der Betrag einer Differenz, die aus einer die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibenden Größe und einem Geschwindigkeitsgrenzwert gebildet wird, kleiner als ein entsprechender Schwellenwert ist.
- 25
- 30
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens am kurvenäußeren Vorderrad des Fahrzeuges stabilisierende Bremseneingriffe dergestalt durchgeführt werden, daß an diesem Rad ein Bremsmoment erzeugt und/oder erhöht wird,

insbesondere werden zur Stabilisierung des Fahrzeuges ferner Motoreingriffe und/oder Eingriffe in Fahrwerksaktuatoren durchgeführt.

- 5 9. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei Kipp-
tendenz, insbesondere zur Umkippervermeidung eines Fahrzeuges,
bei dem ermittelt wird, ob für das Fahrzeug eine Kipptendenz
um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahr-
zeugachse vorliegt,
- 10 bei dem bei Vorliegen einer Kipptendenz wenigstens am kur-
venäußeren Vorderrad des Fahrzeuges ein stabilisierender
Bremseneingriff durchgeführt wird.
- 15 10. Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuges bei
Kipptendenz, insbesondere zur Umkippervermeidung eines Fahr-
zeuges,
die erste Mittel enthält, mit denen für wenigstens ein Rad
eine das Radverhalten des entsprechenden Rades quantitativ
beschreibende Größe ermittelt wird,
- 20 die zweite Mittel enthält, mit denen wenigstens in Abhängig-
keit der mit den ersten Mitteln für das wenigstens eine Rad
ermittelten Größe, ermittelt wird, ob für das Fahrzeug eine
Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orien-
tierte Fahrzeugachse vorliegt,
- 25 wobei bei Vorliegen einer Kipptendenz wenigstens an wenig-
stens einem Rad des Fahrzeuges stabilisierende Bremsenein-
griffe durchgeführt werden.

Fig. 1a

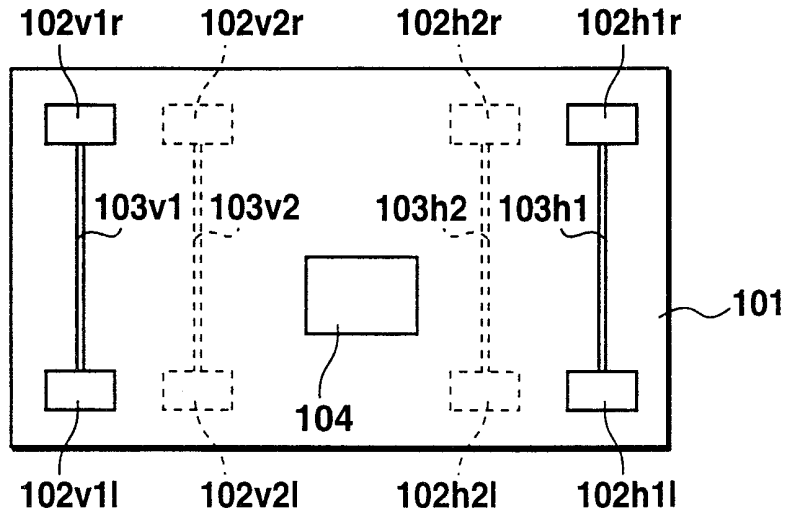


Fig. 1b

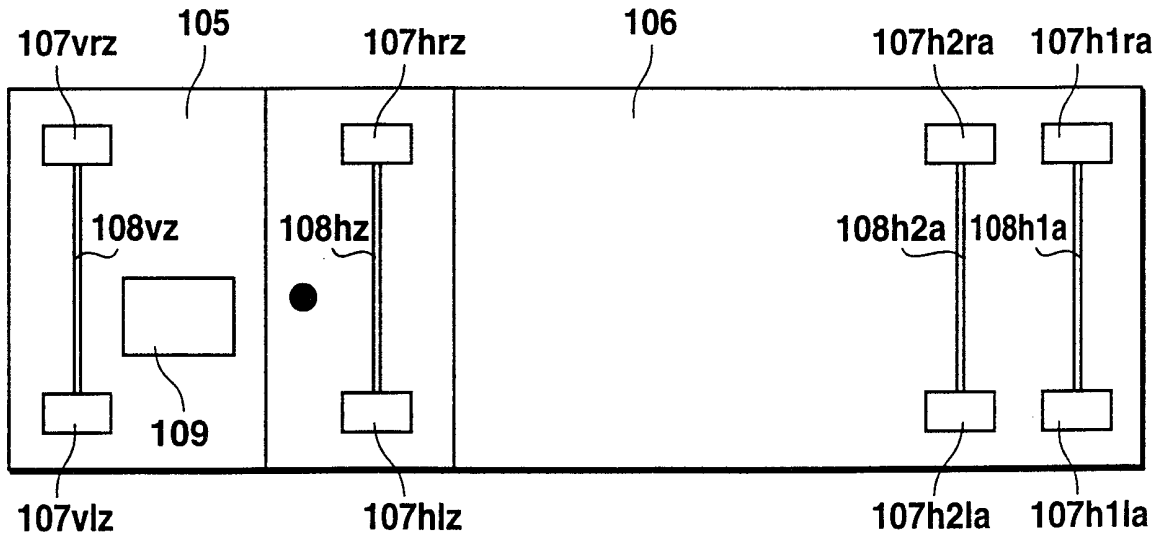
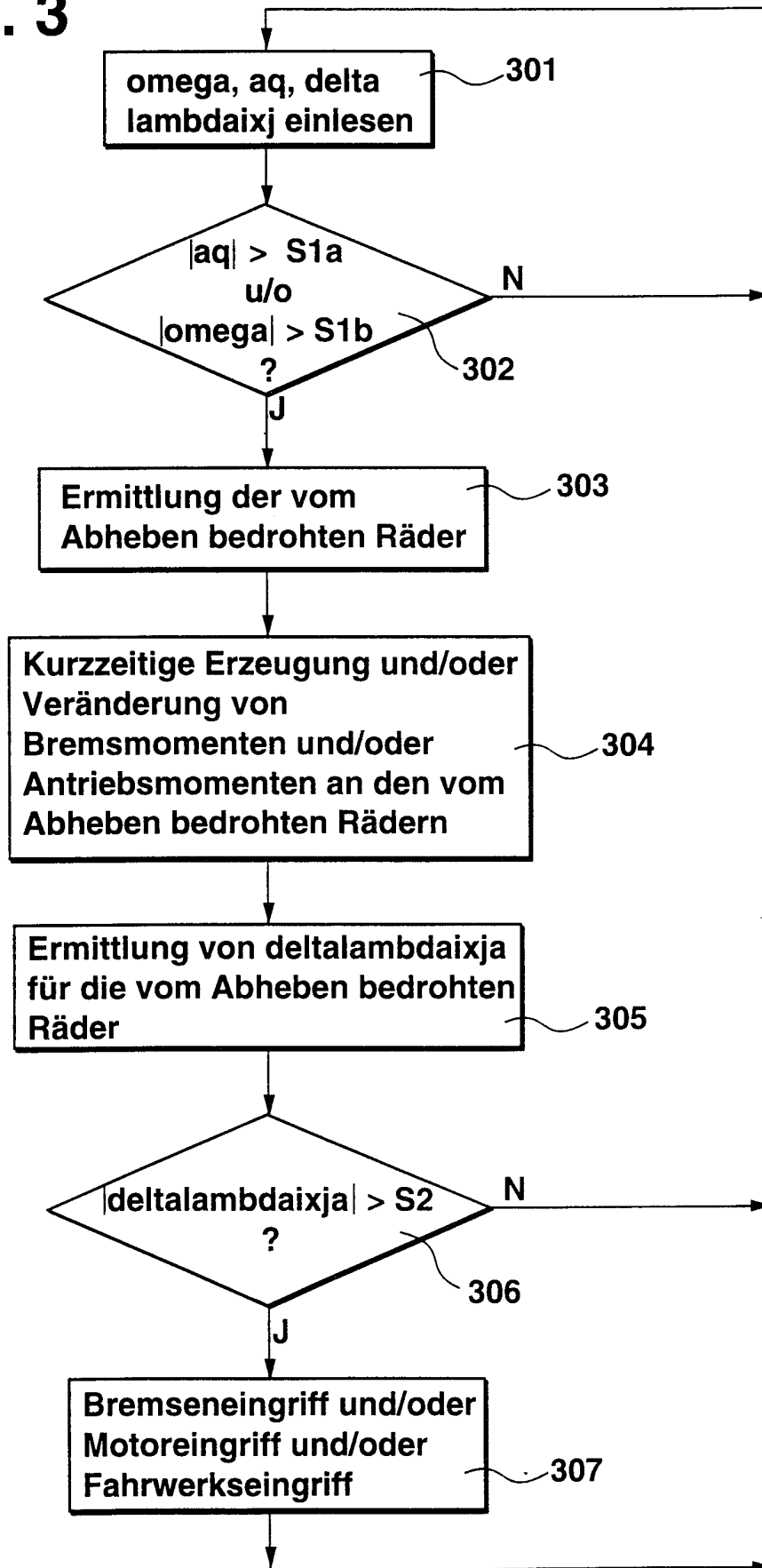


Fig. 3



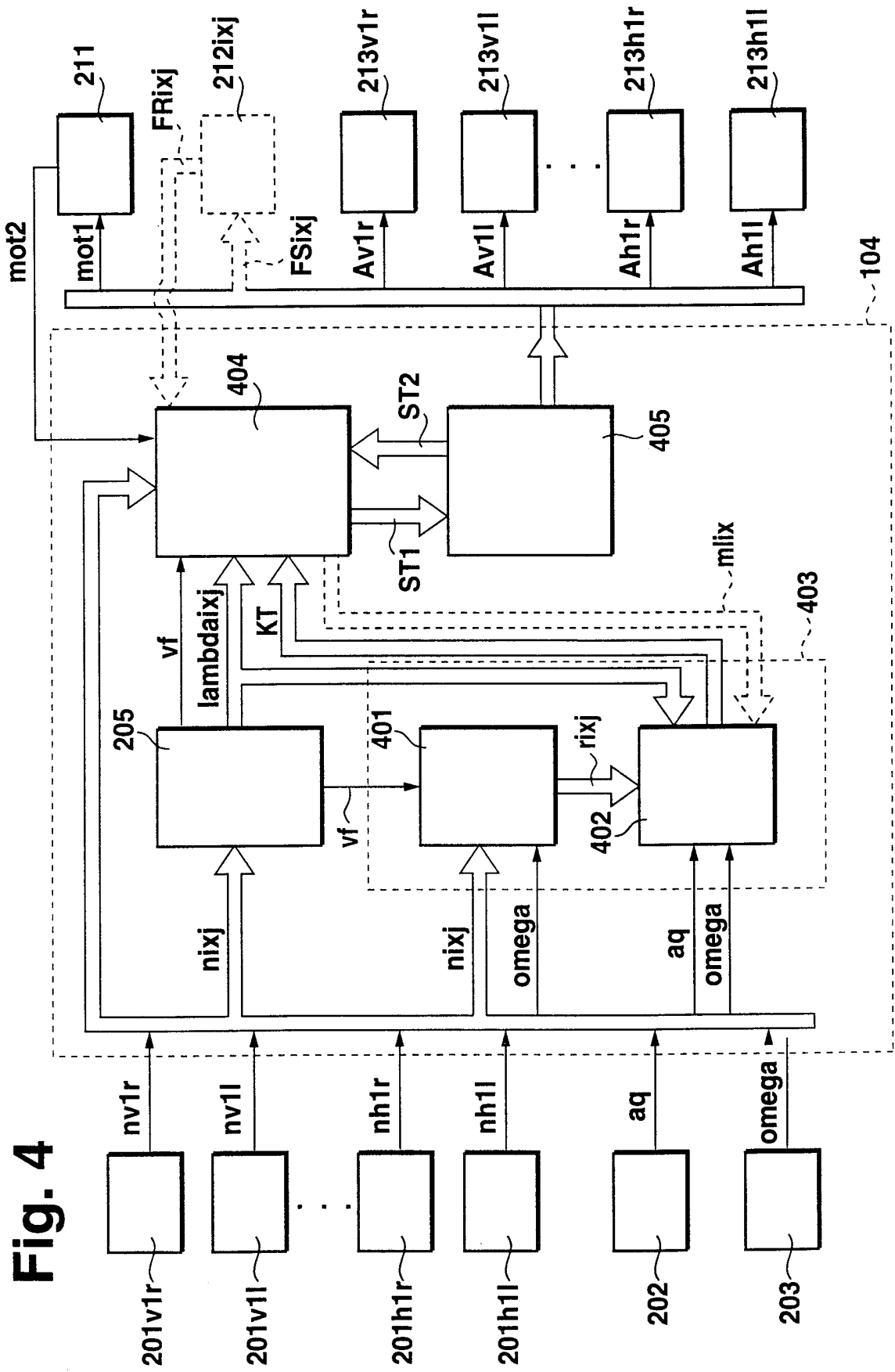


Fig. 4

Fig. 5a

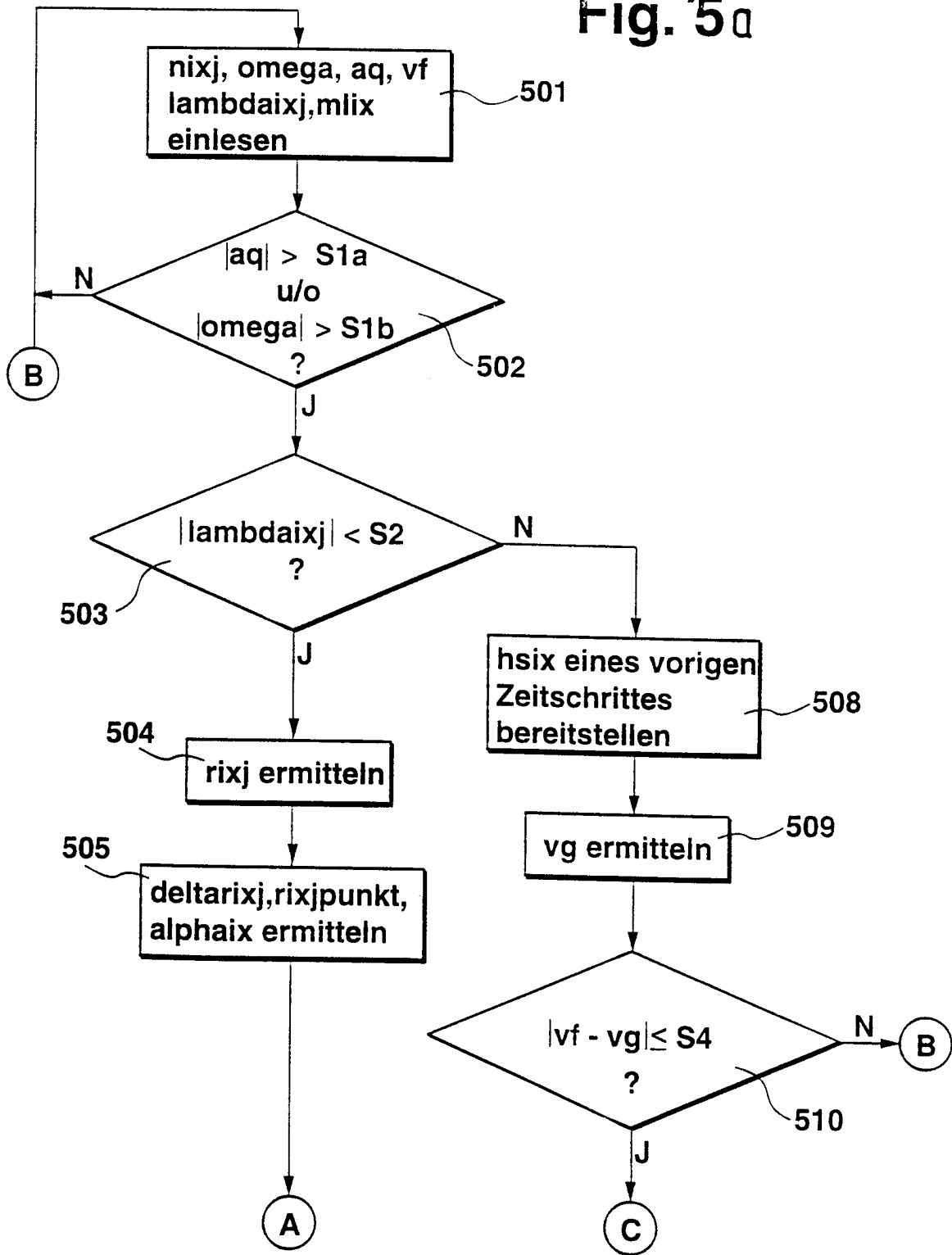


Fig. 5b

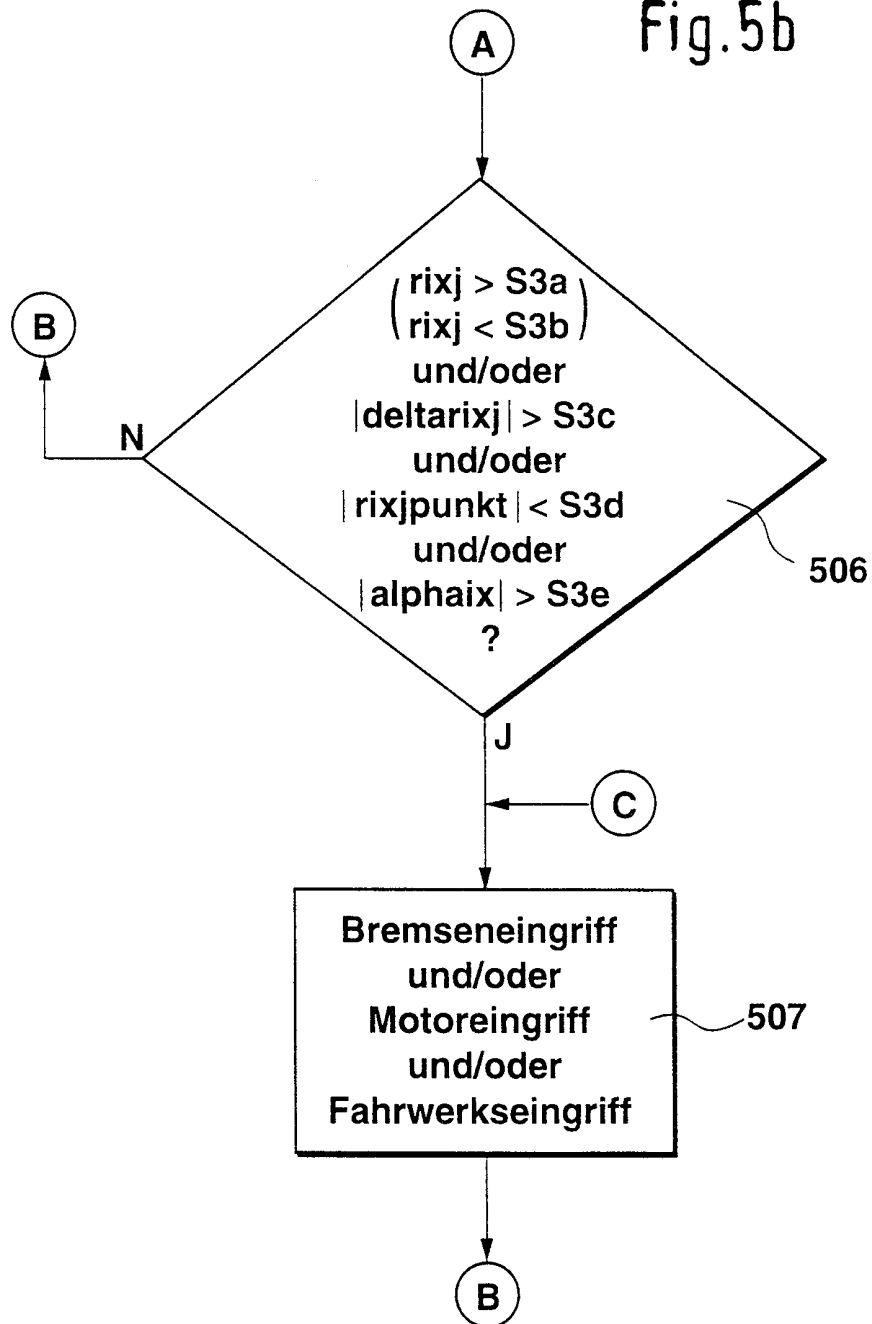
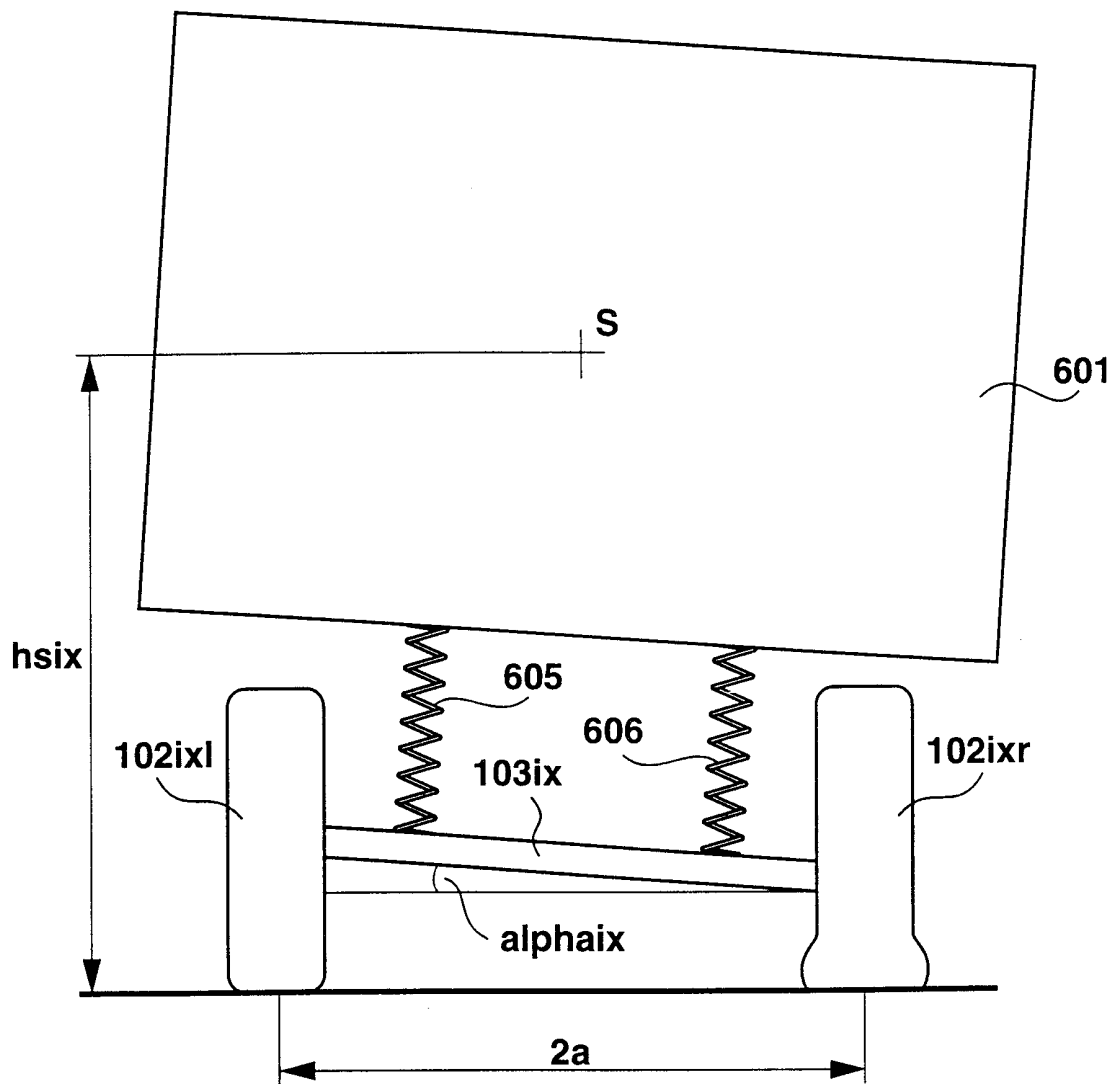


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 98/02184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 B60T8/24 B60T7/12 B60T8/58

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 6 B60T B60G B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---------------------|---|---|
| X A X | WO 97 28017 A (KNORR BREMSE SYSTEME ;SEMSEY AKOS (HU)) 7 August 1997 see page 3, last paragraph - page 5, last paragraph; figures 1,3 ---- DE 43 42 732 A (ANTON ELLINGHAUS MASCHINENFABR) 22 June 1995 see column 1, line 34 - line 45 see column 1, line 55 - line 58 see column 2, line 13 - line 36 --- -/-- | 1,3,5, 7-10 6 1,2,7-10 |

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

| | |
|---|---|
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Date of the actual completion of the international search 2 December 1998 | Date of mailing of the international search report 09/12/1998 |
|---|---|

| | |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Meijs, P |
|--|---|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 In: International Application No
 PCT/DE 98/02184

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | DE 32 22 149 A (TOYO UMPANKI CO LTD) 3 November 1983 see abstract; claims 1,3,4 see page 15, line 3 - line 5 see page 15, line 17 - line 20 see page 23, line 20 - line 34; figure 8 & DE 32 22 149 C (TOYO UMPANKI CO LTD) cited in the application ---- | 1,2,7-10 |
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 311 (M-851), 17 July 1989 -& JP 01 101238 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 19 April 1989 see abstract; figures ---- | 9 |
| A | ---- | 1,2,7,10 |
| A | US 4 964 679 A (RATH HEINRICH-BERNHARD) 23 October 1990 see column 2, line 56 - column 3, line 8 see column 6, line 3 - line 22 ---- | 1,2,7-10 |
| A | US 4 386 674 A (SUGATA TAKASHI) 7 June 1983 see abstract; figure 1 see column 2, line 8 - line 13 see column 3, line 34 - line 37 see column 4, line 58 ---- | 1,8-10 |
| A | ZANTEN VAN A ET AL: "FDR - DIE FAHRDYNAMIK-REGELUNG VON BOSCH" ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, vol. 96, no. 11, 1 November 1994, pages 674-678, 683 - 689, XP000478694 STUTTGART DE cited in the application ---- | 1,3,5, 8-10 |
| A | LEIBER, LIMPert: "Der Elektronische Bremsregler" ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT., vol. 71, no. 6, June 1969, pages 181-189, XP002084368 STUTTGART DE see page 183, right-hand column, last paragraph - page 184, right-hand column, paragraph 4 ---- | 3,5 |
| A | US 3 609 313 A (LUCIEN RENE) 28 September 1971 see column 8, line 24 - line 32 ---- | 4 |
| P,X | DE 196 32 943 A (DAIMLER BENZ AG) 19 February 1998 see abstract; claims ----- | 9 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/02184

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|---|------------------|---|--|
| WO 9728017 | A | 07-08-1997 | DE 19602879 C EP 0871578 A | 07-08-1997 21-10-1998 |
| DE 4342732 | A | 22-06-1995 | NONE | |
| DE 3222149 | A | 03-11-1983 | JP 1486022 C JP 58152793 A JP 63034073 B FI 78647 B FR 2522845 A GB 2116344 A,B SE 444307 B SE 8203358 A US 4480714 A | 14-03-1989 10-09-1983 07-07-1988 31-05-1989 09-09-1983 21-09-1983 07-04-1986 06-09-1983 06-11-1984 |
| US 4964679 | A | 23-10-1990 | DE 3805589 A EP 0330149 A JP 1297357 A | 31-08-1989 30-08-1989 30-11-1989 |
| US 4386674 | A | 07-06-1983 | JP 1379272 C JP 56095768 A JP 61047743 B AU 521936 B AU 6557480 A BR 8008427 A DE 3048856 A FI 803997 A,B GB 2066538 A,B NL 8006728 A SE 448581 B SE 8009131 A | 28-05-1987 03-08-1981 21-10-1986 06-05-1982 02-07-1981 14-07-1981 17-09-1981 28-06-1981 08-07-1981 16-07-1981 02-03-1987 28-06-1981 |
| US 3609313 | A | 28-09-1971 | DE 1902131 A FR 1560462 A GB 1254643 A SE 346505 B | 28-08-1969 21-03-1969 24-11-1971 10-07-1972 |
| DE 19632943 | A | 19-02-1998 | FR 2752402 A GB 2316455 A JP 10081215 A | 20-02-1998 25-02-1998 31-03-1998 |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 B60T8/24 B60T7/12 B60T8/58

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 B60T B60G B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ^o | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| X | WO 97 28017 A (KNORR BREMSE SYSTEME ; SEMSEY AKOS (HU)) 7. August 1997 siehe Seite 3, letzter Absatz - Seite 5, letzter Absatz; Abbildungen 1,3 | 1, 3, 5, 7-10 |
| A | --- | 6 |
| X | DE 43 42 732 A (ANTON ELLINGHAUS MASCHINENFABR) 22. Juni 1995 siehe Spalte 1, Zeile 34 - Zeile 45 siehe Spalte 1, Zeile 55 - Zeile 58 siehe Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 36 --- | 1, 2, 7-10 |
| | -/-- | |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Dezember 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/12/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meijs, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ² | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|--|--------------------|
| X | DE 32 22 149 A (TOYO UMPANKI CO LTD) 3. November 1983 siehe Zusammenfassung; Ansprüche 1,3,4 siehe Seite 15, Zeile 3 - Zeile 5 siehe Seite 15, Zeile 17 - Zeile 20 siehe Seite 23, Zeile 20 - Zeile 34; Abbildung 8 & DE 32 22 149 C (TOYO UMPANKI CO LTD) in der Anmeldung erwähnt --- | 1,2,7-10 |
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 311 (M-851), 17. Juli 1989 -& JP 01 101238 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 19. April 1989 siehe Zusammenfassung; Abbildungen --- | 9 |
| A | --- | 1,2,7,10 |
| A | US 4 964 679 A (RATH HEINRICH-BERNHARD) 23. Oktober 1990 siehe Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 3, Zeile 8 siehe Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 22 --- | 1,2,7-10 |
| A | US 4 386 674 A (SUGATA TAKASHI) 7. Juni 1983 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 siehe Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 13 siehe Spalte 3, Zeile 34 - Zeile 37 siehe Spalte 4, Zeile 58 --- | 1,8-10 |
| A | ZANTEN VAN A ET AL: "FDR - DIE FAHRDYNAMIK-REGELUNG VON BOSCH" ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Bd. 96, Nr. 11, 1. November 1994, Seiten 674-678, 683 - 689, XP000478694 STUTTGART DE in der Anmeldung erwähnt --- | 1,3,5, 8-10 |
| A | LEIBER, LIMPert: "Der Elektronische Bremsregler" ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT., Bd. 71, Nr. 6, Juni 1969, Seiten 181-189, XP002084368 STUTTGART DE siehe Seite 183, rechte Spalte, letzter Absatz - Seite 184, rechte Spalte, Absatz 4 --- | 3,5 |
| A | US 3 609 313 A (LUCIEN RENE) 28. September 1971 siehe Spalte 8, Zeile 24 - Zeile 32 --- | 4 |
| P,X | DE 196 32 943 A (DAIMLER BENZ AG) 19. Februar 1998 siehe Zusammenfassung; Ansprüche ----- | 9 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02184

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|--|--|
| WO 9728017 A | 07-08-1997 | DE 19602879 C EP 0871578 A | 07-08-1997 21-10-1998 |
| DE 4342732 A | 22-06-1995 | KEINE | |
| DE 3222149 A | 03-11-1983 | JP 1486022 C JP 58152793 A JP 63034073 B FI 78647 B FR 2522845 A GB 2116344 A,B SE 444307 B SE 8203358 A US 4480714 A | 14-03-1989 10-09-1983 07-07-1988 31-05-1989 09-09-1983 21-09-1983 07-04-1986 06-09-1983 06-11-1984 |
| US 4964679 A | 23-10-1990 | DE 3805589 A EP 0330149 A JP 1297357 A | 31-08-1989 30-08-1989 30-11-1989 |
| US 4386674 A | 07-06-1983 | JP 1379272 C JP 56095768 A JP 61047743 B AU 521936 B AU 6557480 A BR 8008427 A DE 3048856 A FI 803997 A,B, GB 2066538 A,B NL 8006728 A SE 448581 B SE 8009131 A | 28-05-1987 03-08-1981 21-10-1986 06-05-1982 02-07-1981 14-07-1981 17-09-1981 28-06-1981 08-07-1981 16-07-1981 02-03-1987 28-06-1981 |
| US 3609313 A | 28-09-1971 | DE 1902131 A FR 1560462 A GB 1254643 A SE 346505 B | 28-08-1969 21-03-1969 24-11-1971 10-07-1972 |
| DE 19632943 A | 19-02-1998 | FR 2752402 A GB 2316455 A JP 10081215 A | 20-02-1998 25-02-1998 31-03-1998 |