



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>B60T 8/00, 8/24</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/30942</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Juni 1999 (24.06.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/07602  (22) Internationales Anmeldedatum: 25. November 1998 (25.11.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 55 761.9 16. Dezember 1997 (16.12.97) DE 198 21 593.2 14. Mai 1998 (14.05.98) DE 198 30 189.8 6. Juli 1998 (06.07.98) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): CONTINENTAL TEVES AG &amp; CO. OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FENNEL, Helmut [DE/DE]; Feldbergstrasse 8, D-65812 Bad Soden (DE). KEMMLER, Frank [DE/DE]; Waldallee 55, D-65817 Eppstein-Bremthal (DE). KIENLE, Lothar [DE/DE]; Mozartstrasse 11, D-68623 Lampertheim (DE). IHRIG, Hans-Georg [DE/DE]; Emilstrasse 28, D-64293 Darmstadt (DE).  (74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG &amp; CO. OHG; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>

(54) Title: METHOD FOR IMPROVING TILT STABILITY IN A MOTOR VEHICLE

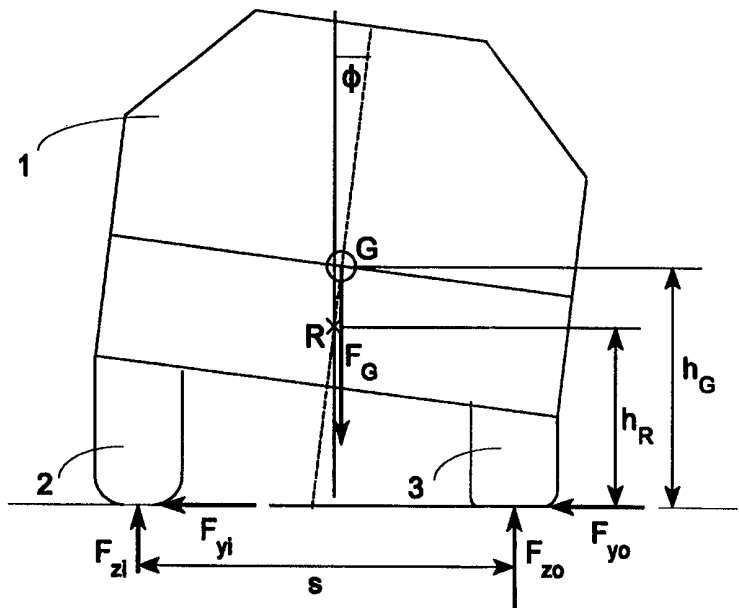
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERHÖHUNG DER KIPPSTABILITÄT EINES FAHRZEUGES

(57) Abstract

A method for improving side roll, initially based on a conceivably unfavourable motor vehicle load to indicate a stability-critical transversal acceleration (aykrit) or related variable when the vehicle begins to travel. By observing said motor vehicle during travel, information on real mass distribution can be obtained. Whenever there is a danger of tilting during cornering, braking occurs in at least the front wheel (3) that is located towards the outside of the bend, resulting in a reduction of lateral forces and transversal acceleration (ay). An additional active motor vehicle suspension can also be provided.

(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren zur Vermeidung seitlichen Umkippen eines Fahrzeuges legt bei Fahrtantritt zunächst eine denkbar ungünstige Fahrzeugbelastung zur Angabe einer stabilitätskritischen Querbeschleunigung (aykrit) oder verwandten Größe zugrunde. Während der Fahrt können dann aus Fahrzeugbeobachtungen Informationen über die tatsächliche Massenverteilung im Fahrzeug gewonnen werden. Bei Kippgefahr in einer Kurve wird zumindest das kurvenäußere Vorderrad (3) abgebremst, was zur Reduzierung von Seitenkräften und somit der Querbeschleunigung (ay) führt. Zusätzlich kann eine aktive Fahrzeugaufhängung vorgesehen sein.



### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

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

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

## Verfahren zur Erhöhung der Kippstabilität eines Fahrzeuges

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der seitlichen Kippstabilität eines mindestens zweiachsigen und zweispurigen Fahrzeuges, also eines mindestens dreirädrigen Fahrzeuges.

In T.D.Gillespies Buch "Fundamentals of Vehicle Dynamics", Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale 1992, Kapitel 9, S. 309-333, sind verschiedene Modelle für Überrollunfälle beschrieben. Beginnend mit einem quasistationären Modell für ein starres Fahrzeug über ein quasistationäres Modell für ein gefedertes Fahrzeug bis hin zu dynamischen Modellen unter Berücksichtigung von Wankfrequenzen werden Bedingungen für bestehende Kippgefahren berechnet.

Während es für Lastkraftwagen, Lastzüge, Busse, Kleinbusse und Geländewagen aufgrund hochliegender Schwerpunkte und/oder geringer Spurbreite schon bei Veröffentlichung des o.g. Buches bekannt war, daß bei Kurvenfahrt mit großer Wankbewegung eine Kippgefahr besteht, hat es sich erst in jüngerer Zeit gezeigt, daß sich auch Personenkraftwagen - insbesondere bei sinusartigen Lenkbewegungen - seitlich bis zum Umkippen aufschaukeln können. Eine solche Kippgefahr wird durch unsachgemäße Beladung, beispielsweise extrem einseitig oder auf dem Fahrzeugdach, erheblich erhöht, weil die Lage des Massenschwerpunktes des Fahrzeug nach oben oder zu einer Seite verlagert wird.

In der DE-A 197 46 889 ist ein System zur Erhöhung der Seitenstabilität bei Kurvenfahrt beschrieben, welches mit einer Neigungserfassungseinrichtung ausgestattet ist. Diese Neigungserfassungseinrichtung mißt entweder den Höhenunterschied zwischen rechter und linker Fahrzeugseite oder die Querb beschleunigung des Fahrzeugs, um den Wankwinkel zwischen der Fahrzeughorizontalen und der Fahrbahnhorizontalen zu erfassen. Wird von der Neigungserfassungseinrichtung eine Kippgefahr erkannt, wird ein gegensteuerndes Giermoment erzeugt durch Abbremsen des kurvenäußeren Vorderrades.

Wie allerdings oben schon beschrieben, sind die zulässige Querb beschleunigung sowie der zulässige Wankwinkel abhängig von der Lage, insbesondere der Höhe des Fahrzeugschwerpunktes.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das unter Berücksichtigung auch ungünstiger Beladung einer Kippgefahr bedarfsgerecht entgegenwirkt.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei einem Fahrtantritt nicht der Schwerpunkt des leeren Fahrzeuges, sondern der denkbar ungünstigste Fahrzeugschwerpunkt unter Berücksichtigung der zulässigen Fahrzeugbeladung zur Berechnung einer Stabilitätsschwelle herangezogen wird. Diese Stabilitätsschwelle kann eine Querb beschleunigung oder eine damit korrelierende Größe, beispielsweise eine Gierrate sein. Allerdings hat die Auswahl der Querb beschleunigung gegenüber der Gierrate den Vorteil, daß ein fahrzeugfest eingebauter Querb beschleunigungsmesser automatisch seitliche

Fahrbahnneigungen, beispielsweise in überhöhten Kurven, berücksichtigt.

Im weiteren Fahrtverlauf wird sich an der bei Fahrtbeginn gegebenen Massenverteilung im Fahrzeug nicht allzu viel ändern: Es können andere Sitzpositionen eingenommen werden, und der Füllstand des Fahrzeugtanks sinkt. Im Verhältnis zur Fahrzeugmasse sind dies aber nur kleine und/oder langsame Änderungen. Während der Fahrt können von der Fahrzeugsensorik weitere Beobachtungen des Beschleunigungs- und Verzögerungsverhaltens gemacht werden, aus denen sich genauer die tatsächliche Lage des Fahrzeugschwerpunktes berechnen läßt.

Zur näheren Beschreibung von Einzelheiten der Erfindung wird im folgenden eine Zeichnung herangezogen.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein vierrädriges Fahrzeug in Hinteransicht beim Durchfahren einer Linkskurve.

In der Zeichnung sind folgende Größen dargestellt:

- G Masseschwerpunkt des Fahrzeugs 1
- $h_G$  Höhe des Masseschwerpunktes M
- R Rotationszentrum einer Fahrzeugwankbewegung
- $h_R$  Höhe des Rotationszentrums R
- s Spurbreite des Fahrzeugs 1
- $\phi$  Wankwinkel
- $F_G$  Schwerkraft des Fahrzeugs 1
- $F_{y_i}$  Seitenkraft auf den kurveninneren Reifen 2

$F_{zi}$  Hochkraft auf den kurveninneren Reifen 2  
 $F_{y0}$  Seitenkraft auf den kurvenäußeren Reifen 3  
 $F_{z0}$  Hochkraft auf den kurvenäußeren Reifen 3

Die folgenden Betrachtungen werden ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit für das eine Linkskurve durchfahrende Fahrzeug 1 angestellt. Um gleichermaßen auf eine Rechtskurve anwendbar zu sein, müßten die Terme der folgenden Gleichungen jeweils mit Betragsstrichen versehen werden, was der Übersichtlichkeit halber aber unterlassen wurde.

Ein Abheben des kurveninneren Rades 2 vom Boden beginnt dann, wenn sich im fahrzeugfesten System die Hebelmomente auf den Schwerpunkt um die hier als Punkt betrachtete Radaufstandsfläche des kurvenäußeren Rades 3 aufheben. Im Gegenuhrzeigersinn ist das für kleine  $\phi$  mit  $m$  als Fahrzeugmasse:

$$m \cdot g \cdot [s/2 - \phi \cdot (h_M - h_R)]$$

mit  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

Im Uhrzeigersinn wirkt die virtuelle Zentrifugalkraft  $-F_y = -a_y \cdot m$  und bewirkt das Hebelmoment:

$$-m \cdot a_{y\text{krit}} \cdot h_M$$

Gleichsetzung der Hebelmomente, Substitution von  $\phi$  mithilfe von  $R_\phi$ , der dimensionslosen Wankrate  $\phi \cdot g/a_y$ , die die Änderung des Wankwinkels  $\phi$  (in rad) mit der Querbeschleunigung (in Vielfachen von  $g$ ) angibt und Auflösung nach  $a_{y\text{krit}}$  ergibt für die kritische Querbeschleunigung, bei der das kurveninnere Rad abhebt, folgende Bedingung:

$$a_{ykrit} = \frac{g * s}{2 h_M} * \frac{1}{1 + R_f(1 - h_R/h_M)}$$

Die kritische Querbeschleunigung ist also umso kleiner, je weiter der Masseschwerpunkt über dem Wankrotationszentrum liegt. Die Lage des Masseschwerpunktes ist daher für Aussagen über die Seitenstabilität wichtig.

Diese einfache Berechnung der kritischen Querbeschleunigung gilt nur im quasistationären Fall. Bei dynamischen Lenkmanövern mit schwingungsähnlichen Auslenkungen kann sich das Fahrzeug aufschaukeln. Daher sollte ein stabilisierendes System seinen Eintrittsschwellenwert  $a_{yon}$  schon bei kleineren Querbeschleunigungen haben:

$$a_{yon} = d * a_{ykrit}$$

mit  $0 < d < 1$

Die Austrittsschwelle aus einer stabilisierenden Regelung bestimmt sich analog:

$$a_{yoff} = e * a_{ykrit}$$

mit  $0 < e < d$

Als zusätzliche Größe zur Erkennung einer Kippgefahr kann die Veränderung, also die zeitliche Ableitung  $\dot{a}_y$  der Querbeschleunigung  $a_y$  herangezogen werden, wodurch insbesondere bei wechseldynamischen Manövern ein Aufschaukeln erkannt werden kann. Eine Überschreitung eines Schwellenwertes  $\dot{a}_{yon}$ , der abhängig ist von aktueller und kritischer Querbeschleunigung, kann als UND-Bedingung zur Einleitung einer stabilisierenden Maßnahme eingeführt werden:

$$a_y > a_{yon}$$

- 6 -

und  $\dot{a}_y > \dot{a}_{yon}$

Oder es kann eine Gesamtbetrachtung erfolgen mit einer Stabilitätsbedingung gemäß:

$$i \cdot a_y + j \cdot \dot{a}_y \leq a_{ykrit}$$

mit  $i, j$  als empirisch gewonnenen fahrzeugspezifischen Parametern, wobei  $i$  dimensionslos ist und  $j$  die Dimension einer Zeit hat. Sobald dann gilt

$$i \cdot a_y + j \cdot \dot{a}_y > a_{ykrit},$$

wird eine stabilisierende Maßnahme eingeleitet. Selbstverständlich kann auch statt einer linearen Beziehung eine quadratische oder andere Form gewählt werden. Die am besten geeignete Beziehung wird sich gegebenenfalls durch Versuchsreihen bestimmen lassen.

Der gewählten Eintrittsbedingung entsprechend gilt dann als Austrittsbedingung:

$$a_y < a_{yoff}$$

$$\text{und } \dot{a}_y < \dot{a}_{yoff}$$

mit  $\dot{a}_{yoff} = f \cdot \dot{a}_{yon}$  und  $0 < f < 1$ ; oder:

$$i \cdot a_y + j \cdot \dot{a}_y \leq k \cdot a_{ykrit}$$

mit  $0 < k < 1$ ;

oder ein entsprechend komplexeres Kriterium.

Eine hohe Querbeschleunigung tritt dann auf, wenn große Seitenkräfte zwischen Reifen und Fahrbahn übertragen werden. Die Reibung im Reifenlatsch, also der Kontaktfläche zwischen Fahrbahn und Reifen bestimmt, wie hoch die übertragbare Horizontalkraft ist. Die Vektorsumme aus Längskraft und Seitenkraft kann die aus dem Reibkoeffizienten bestimmte Maximalkraft nicht überschreiten. Um eine gefährliche Querbeschleunigung zu reduzieren, kann also ein



Regeleingriff vorgenommen werden, der die Längskraft mittels Bremseneingriff erhöht und demzufolge die maximal übertragbare Seitenkraft verringert. Das Fahrzeug wird dann ein untersteuerndes Verhalten annehmen, also einem größeren Kurvenradius folgen.

Ein stabilisierender Regeleingriff, der eine aktive, also automatische Bremsbetätigung beinhaltet, wird auf jeden Fall das kurvenäußere Vorderrad abbremsen. Zum einen sind bei einer Kurvenfahrt die äußere Fahrzeugseite und beim Bremsen die Vorderachse stärker belastet. Das kurvenäußere Vorderrad kann daher wesentlich höhere Kräfte zwischen Reifen und Fahrbahn übertragen als die übrigen Räder, so daß hier der größte Effekt zu erwarten ist. Zum anderen verläuft der Kraftvektor der am kurvenäußeren Vorderrad aufgebauten Längskraft auf der kurvenäußeren Seite am Fahrzeugschwerpunkt vorbei und trägt somit unterstützend zur Stabilisierung bei. Ein ähnlich unterstützender Effekt ist am kurvenäußeren Hinterrad zu beobachten. Allerdings ist hier, wenn kein Antiblockiersystem vorhanden sein sollte, Vorsicht geboten, da ein Blockieren des stärker belasteten äußeren Hinterrades vor den Vorderrädern bekanntlich zum Ausbrechen des Fahrzeughecks führen kann. Der Längskraftvektor des kurveninneren Vorderrades zeigt zwar nur bei extrem stark eingeschlagenem Lenkrad zur kurvenäußeren Seite des Schwerpunktes, so daß die Längskraft i.d.R. gegen die Stabilisierung wirkt, was aber in anbetracht der dafür reduzierten Seitenkraft nicht schwer ins Gewicht fällt. Das kurveninnere Hinterrad abzubremesen bringt keinerlei Vorteile für die Seitenstabilisierung, da dieses Rad als wenig belastetes Rad nur eine minimale Rolle bei der Seitenkraftübertragung spielt, zusätzlich einen

ungünstig verlaufenden Längskraftvektor aufweist und bei Blockieren eine Schleudertendenz begünstigen würde.

Grundsätzlich sollte kein totaler Verlust der Seitenführung herbeigeführt werden, da sonst das Fahrzeug schlichtweg von der Straße rutscht, was selbstverständlich keine wünschenswerte Alternative zu einem Umkippen des Fahrzeugs darstellt.

Wenn während einer vom Fahrer veranlaßten Bremsung eine kritische Querbesehleunigung erkannt wird, müssen die vorliegenden Bremskräfte unter Berücksichtigung der gewünschten Seitenkraftreduzierung umverteilt werden, wobei sich das Gesamtbremsmoment nicht verringern darf. Solange sich die Räder auf dem ansteigenden Abschnitt der bekannten  $\mu(\lambda)$ -Kurve befinden, ist eine Erhöhung der Bremskraft unkritisch. Bei Erreichen des Maximums muß allerdings in Betracht gezogen werden, daß eine weitere Erhöhung des Bremsdruckes einen - wenn auch leichten - Verlust an Bremsmoment mit sich bringt.

Aus den vorgenannten Gründen empfiehlt es sich, einen Bremseneingriff zur Seitenkraftreduzierung nur auf dem linear ansteigenden Ast der  $\mu(\lambda)$ -Kurve unterhalb der Sättigung vorzunehmen, also im sogenannten Teilbremsbereich.

Zusätzlich kann eine aktive Fahrzeugaufhängung vorgesehen sein, die den Wankwinkel zumindest teilweise kompensiert, indem die kurvenäußere Fahrzeugseite angehoben wird. Derartige Systeme sind z.B. für LKWs und Busse entwickelt worden.

Zu Fahrtbeginn wird als Stabilitätsschwelle für die Querbesehleunigung ein Wert angenommen, der sicherstellt, daß bei jeglicher - legal zulässiger - Beladung ein Umkippen durch einen Regeleingriff mit größter Wahrscheinlichkjeit vermieden werden kann, sofern physikalisch möglich. Im weiteren Verlauf einer Fahrt können durch Beobachtung der Radsensorsignale weitere Rückschlüsse auf den Ort des Masseschwerpunktes gezogen werden, die u.U. ein Heraufsetzen dieser Schwelle erlauben:

Unter der Voraussetzung, daß das vom Antriebsmotor bei Beschleunigung aufgebraehte Antriebsmoment bekannt ist, kann die Antriebskraft, also die Längskraft zwischen Reifen und Fahrbahn berechnet werden. Die Radsensoren vozugweise nichtangetriebener Räder liefern die erzielte Fahrzeuggeschwindigkeit, aus der sich die Fahrzeugbesehleunigung mittels zeitlicher Ableitung ermitteln läßt. Aus der Beschleunigung dividiert durch die Antriebskraft ergibt sich die Fahrzeugmasse. Zur Betrachtung der bei einer Wank- oder Nickbewegung bewegten Masse  $m$  wird die bekannte, fahrzeugspezifische Masse aller ungefederten Teile subtrahiert.

Ähnliche Betrachtungen lassen sich natürlich auch während einer Bremsung mit der Fahrzeugverzögerung anstellen, wobei einem Bremsdruck eine definierte Bremskraft zuzuordnen ist.

Die Abbremsung eines Fahrzeuges kann auch dazu genutzt werden, für gegebene Verzögerungen anhand von auftretenden Schlupfunterschieden an Vorder- und Hinterachse auf die vorliegende Massenverlagerung, also den Nickwinkel des Fahrzeuges zu schließen. Bei bekannten Elastizitäten in der Fahrzeugaufhängung und bekannter gefederter Masse  $m$  läßt

sich aus dem Nickhebelmoment die Höhe  $h_m$  des Masseschwerpunktes berechnen. Schlupfunterschiede an der Vorder- und Hinterachse können bei allradgetriebenen Fahrzeugen auch aus der Beschleunigung ermittelt werden.

Die ermittelte Höhe des Massenschwerpunktes kann dann in die Gleichung zur Berechnung der kritischen Querbeschleunigung  $a_{ykrit}$  eingesetzt werden, um mit dieser entsprechend den Eintrittsschwellenwert  $a_{yon}$  oder eine komplexere Eintrittsbedingung zu modifizieren.

Diese Art der Schwerpunktsermittlung kann entweder einmal unmittelbar zu Fahrtbeginn während der ersten Beschleunigungs- und Bremsmanöver durchgeführt werden, nach bestimmten Zeitintervallen wiederholt werden oder bei jeder geeigneten Bremsung und/oder Beschleunigung (vorzugsweise ohne Lenkwinkelschlag) durchgeführt werden.

Sollte das betreffende Fahrzeug mit einem System zur Giermomentenregelung ausgestattet sein, so sollte dieses System gewissen Modifikationen unterzogen werden. Eine Giermomentenregelung regelt die Gierrate eines Fahrzeugs auf einen Sollwert hin. Der Sollwert wird in der Regel auf einen physikalisch sinnvollen Wert begrenzt. Die physikalischen Betrachtungen berücksichtigen im allgemeinen aber nur die Reibwertverhältnisse des Straßenbelages: Bei Hochreibwert ist die maximal ansetzbare Sollgierrate höher als bei Niedrigreibwert. Allerdings besteht gerade bei Hochreibwert erhöhte Kippgefahr durch große übertragbare Seitenkräfte. Die Begrenzung der Sollgierrate sollte daher auch unter Berücksichtigung der kritischen Querbeschleunigung bzw. der Eintrittsschwelle für die Seitenstabilitätsregelung

erfolgen. Dies ist insbesondere kritisch bei Systemen, die nicht nur einer Übersteuerungstendenz, sondern auch einer übermäßigen Untersteuertendenz entgegenwirken. Während die Bekämpfung eines Übersteuerns grundsätzlich auch eine Kippgefahr reduziert, kann die Bekämpfung eines Untersteuerns eine Kippgefahr hervorrufen oder fördern. Daher sollte die Erhöhung der seitlichen Kippstabilität im Zweifelsfall Vorrang vor Vermeidung eines Untersteuerns haben.

An eine Bremsanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Seitenstabilisierung werden folgende Anforderungen gestellt:

Es muß die Möglichkeit zur Durchführung einer radindividuellen aktiven Bremsung bestehen. Das heißt, daß zumindest an den einzelnen Vorderrädern eine Bremsbetätigung ohne Zutun des Fahrers möglich sein muß. Diese Bedingung ist zum Beispiel bei Fahrzeugen mit Vorderachsantrieb und Antriebsschlupfregelung gegeben. Kleine Modifikationen in der Ventilanordnung ermöglichen dann das aktive Einbremsen in jedes der Räder. Aber auch Fahrzeuge, die ein System zur Giermomentenregelung mittels Bremseneingriffs aufweisen, sind zur aktiven Bremsung ausgestattet, i.d.R. individuell für jedes Rad. Antiblockiersysteme hingegen sind normalerweise auf das Bremspedal angewiesen, um Bremsdruck aufbauen zu können. Diese Systeme können beispielsweise mit einem aktiven Bremskraftverstärker ausgestattet werden oder mit einer selbstansaugenden Pumpe mit Verbindung zum Bremsflüssigkeitsbehälter und Sperrventil in der Bremsleitung. Auch mag es sich empfehlen, eine radindividuelle Ansteuerung

der Hinterachsbremsen ggf. durch zusätzliche Ventile sicherzustellen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der seitlichen Kippstabilität eines mindestens zweiachsigen und mindestens zweispurigen Fahrzeuges, bei dem beim Überschreiten eines ersten Schwellenwertes einer mit der Fahrzeugquerbeschleunigung korrelierenden Größe Maßnahmen zur Kippverhinderung eingeleitet werden, wobei der Schwellenwert zumindest bei Fahrtantritt den niedrigsten Wert darstellt, bei welchem bei zulässiger Fahrzeugbeladung jeglicher Art eine Kippgefahr auftritt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die korrelierende Größe die Querbeschleunigung an einer Stelle ist, die ungefähr dem Ort des Fahrzeugschwerpunktes bei unbeladenem Fahrzeug entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die korrelierende Größe eine Funktion aus der Fahrzeugquerbeschleunigung und deren zeitlicher Ableitung ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Unterschreitung des ersten Schwellenwertes oder eines zweiten, niedrigeren Schwellenwertes derselben physikalischen Größe die stabilisierenden Maßnahmen abgebrochen werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während der Fahrt durch Beobachtung der Reaktion des Fahrzeugs auf

Geschwindigkeitsänderungen eine Abschätzung erfolgt mit der Maßgabe, den ersten Schwellenwert und/oder den zweiten Schwellenwert der Schwerpunktshöhe des Fahrzeugs entsprechend anzupassen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeugquerbeschleunigung ausschließlich aus den Radsensorsignalen ermittelt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeugquerbeschleunigung aus einem Lenkwinkelsignal und Radsensorsignalen ermittelt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Maßnahme zur Kippverhinderung eine Bremsbetätigung an der vorderen Achse beinhaltet.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche für ein Fahrzeug mit einer aktiven Fahrzeugaufhängung, dadurch gekennzeichnet, daß die Maßnahme zur Kippverhinderung einen Eingriff in die Fahrzeugaufhängung beinhaltet.



10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche für ein Fahrzeug mit einer Einrichtung zur Vermeidung exzessiven Untersteuerns, dadurch gekennzeichnet, daß die Maßnahme zur Kippverhinderung Vorrang vor einer Maßnahme zur Vermeidung exzessiven Untersteuerns hat.

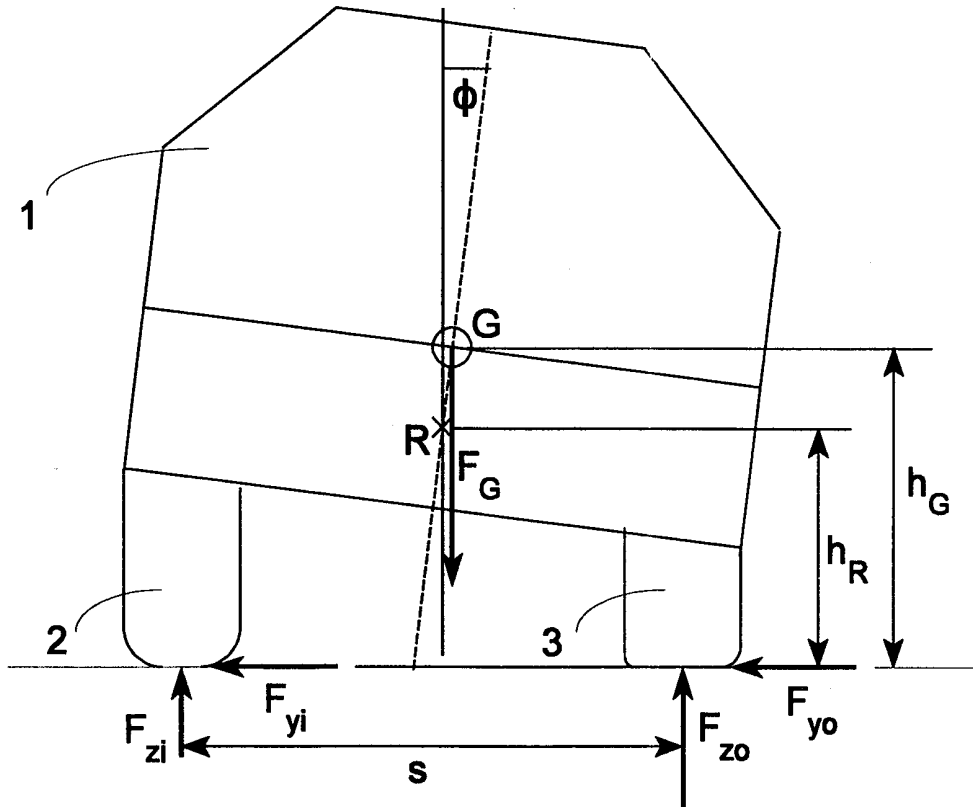


Fig. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/07602

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 B60T8/00 B60T8/24

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 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	EP 0 758 601 A (MAN NUTZFAHRZEUGE AG) 19 February 1997	1,2,4,5
Y	see column 3, line 21 - column 4, line 20	8,9
A	see column 7, line 46 - line 53; figures 7,8	3
---		
Y	DE 196 02 879 C (KNORR BREMSE SYSTEME) 7 August 1997 see column 2, line 46 - line 63; figure 1	8
---		
Y	US 3 608 925 A (MURPHY PETER H) 28 September 1971 see column 1, line 5 - line 53; figure 1	9
---		
A	US 4 898 431 A (KARNOPP DEAN C ET AL) 6 February 1990 see claim 1; figure 5	1
-----		

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

17 March 1999

Date of mailing of the international search report

25/03/1999

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

Wiberg, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/07602

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0758601 A	19-02-1997	DE 19529539 A	13-02-1997
DE 19602879 C	07-08-1997	WO 9728017 A EP 0871578 A	07-08-1997 21-10-1998
US 3608925 A	28-09-1971	NONE	
US 4898431 A	06-02-1990	DE 3919347 A DE 3943776 C JP 2737739 B JP 8244589 A JP 2070561 A	15-02-1990 09-04-1998 08-04-1998 24-09-1996 09-03-1990

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07602

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 6 B60T8/00 B60T8/24

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 6 B60T 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 <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 758 601 A (MAN NUTZFAHRZEUGE AG) 19. Februar 1997	1,2,4,5
Y	siehe Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 4, Zeile 20	8,9
A	siehe Spalte 7, Zeile 46 - Zeile 53; Abbildungen 7,8	3
Y	---	
Y	DE 196 02 879 C (KNORR BREMSE SYSTEME) 7. August 1997 siehe Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 63; Abbildung 1	8
Y	---	
Y	US 3 608 925 A (MURPHY PETER H) 28. September 1971 siehe Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 53; Abbildung 1	9
	---	
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> 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

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17. März 1999

25/03/1999

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

Wiberg, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07602

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 898 431 A (KARNOPP DEAN C ET AL) 6. Februar 1990 siehe Anspruch 1; Abbildung 5 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07602

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0758601 A	19-02-1997	DE 19529539 A	13-02-1997
DE 19602879 C	07-08-1997	WO 9728017 A	07-08-1997
		EP 0871578 A	21-10-1998
US 3608925 A	28-09-1971	KEINE	
US 4898431 A	06-02-1990	DE 3919347 A	15-02-1990
		DE 3943776 C	09-04-1998
		JP 2737739 B	08-04-1998
		JP 8244589 A	24-09-1996
		JP 2070561 A	09-03-1990