

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : B60T 8/00</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/09376</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Februar 2000 (24.02.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06350</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 9. August 1999 (09.08.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 36 025.8 10. August 1998 (10.08.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE). LATARNIK, Christine (Erbin des verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Römerstrasse 7, D-61381 Friedrichsdorf (DE).</p> <p>(72) Erfinder: LATARNIK, Michael (verstorben).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: DE, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: ESP REGULATOR FOR MOTOR VEHICLES

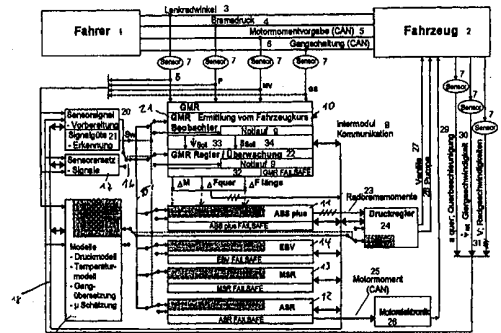
(54) Bezeichnung: ESP-REGLER FÜR KRAFTFAHRZEUGE

(57) Abstract

An ESP regulator for motor vehicles containing at least one motor vehicle dynamic regulator (GMR) and an anti-blocking system (ABS or ABS Plus) as basic functions and which can also be provided with other basic functions or systems such as ASR, MSR, EBV, whereby the basic functions are organized in a hierarchical manner and the motor vehicle dynamic regulator (GMR regulator) has priority over the other systems. The motor vehicle dynamic regulator calculates an additional yawing moment (ΔM) and additional longitudinal and lateral forces (ΔF_L , ΔF_S) arising therefrom on the basis of a deviation of the yaw velocity from an ideal yaw velocity that is predefined for an actual driving situation and on the basis of a deviation of an estimated sideslip angle of the motor vehicle. These variables (ΔM , ΔF_{quer} , $\Delta F_{\text{längs}}$) are then evaluated as correction values for the yawing moments, lateral forces and longitudinal forces that are generated by the subordinate systems or basic functions.

(57) Zusammenfassung

Bei einem ESP-Regler für Kraftfahrzeuge, der als Basisfunktionen mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR) und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) enthält und weitere Basisfunktionen oder Systeme, wie ASR, MSR, EBV, aufweisen kann, sind die Basisfunktionen hierarchisch organisiert, wobei der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) den übrigen Systemen übergeordnet ist. Dabei errechnet der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels ein zusätzliches Giermoment (ΔM) und zusätzliche resultierende Längs- und Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S). Diese Größen (ΔM , ΔF_{quer} , $\Delta F_{\text{längs}}$) werden dann als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Systemen oder Basisfunktionen erzeugten Giermomente, Seiten- und Längskräfte ausgewertet.



- 1. DRIVER
- 2. MOTOR VEHICLE
- 3. STEERING WHEEL INCLINATION ANGLE
- 4. BRAKING PRESSURE
- 5. PREDETERMINED ENGINE TORQUE (CAN)
- 6. GEARSHIFTING (CAN)
- 7. SENSOR
- 8. INTERMODULE COMMUNICATION
- 9. EMERGENCY OPERATION
- 10. GMR DETERMINATION OF THE COURSE OF THE VEHICLE
- 11. ABS PLUS FAILSAFE
- 12. ASR FAILSAFE
- 13. ASR FAILSAFE
- 14. EBS FAILSAFE
- 17. SENSOR REPLACEMENT-SIGNALS
- 19. MODELS
- PRESSURE MODEL
- TEMPERATURE MODEL
- GEAR RATIO
- ESTIMATION
- 20. SENSOR SIGNAL PREPARATION
- 21. SIGNAL QUALITY RECOGNITION
- 22. GMR CONTROL/ERMONITORING
- 23. WHEEL-BRAKE TORQUE
- 24. PRESSURE CONTROLLER
- 25. ENGINE TORQUE (CAN)
- 26. ENGINE ELECTRONICS
- 27. VALVES
- 28. PUMP
- 29. A TRANSVERSAL: TRANSVERSAL ACCELERATION
- 30. ACTUAL YAW VELOCITY
- 31. WHEEL SPEEDS
- 32. GMR FAILSAFE
- 33. DESIRED ψ
- 34. DESIRED θ

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	Aserbaidzhan	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			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

ESP-Regler für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft einen ESP-Regler für Kraftfahrzeuge, mit hierarchisch organisierten Basisfunktionen, die mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR) und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) umfassen und der weitere Basisfunktionen oder Systeme, wie ASR, MSR, EBV, ICC, BA etc., aufweisen kann, wobei der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) den übrigen Basisfunktionen oder Systemen übergeordnet ist und ein zusätzliches Giermoment (ΔM) berechnet.

Systeme zur Regelung der Fahrdynamik, sog. ESP-Systeme oder ESP-Regler, von Kraftfahrzeugen sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikationen bekannt. Hierbei werden im allgemeinen aus Meß- und Schätzgrößen Soll-Größen bestimmt, deren Einregelung mit Hilfe von individuell einstellbaren Bremsmomenten an den Radbremsen zur Stabilisierung des Fahrverhaltens beitragen. Das ESP-System benutzt dabei ABS, ABSplus und ASR etc. Basisfunktionen und bedient sich zusätzlich weiterer Aktuatorik und Sensorik. Hierbei werden im allgemeinen als Meßgrößen die Radgeschwindigkeiten der Räder, die Giergeschwindigkeit, die Querbewegung und der Lenkwinkel des Fahrzeugs verwendet.

Aus der DE 44 46 592 A1 ist ein modulares Fahrdynamikregelsystem bekannt, das aufwärts kompatibel zu vorhandenen Serienreglern ist. Man erhält so eine hierarchisch strukturierte Fahrdynamikregelung mit einem übergeordneten

- 2 -

GMR-Regler für die Fahrzeugbewegung und unterlagerten Reglern für die Fahrzeugbremse (Antiblockiersystem) bzw. für den Antriebsstrang (Antriebsschlupfregelung, Getriebesteuerung). Dabei sind das unterlagerte Antiblockiersystem (Regelung des Radschlupfs bzw. der Radverzögerung) oder weitere Basisfunktionen als sog. "stand alone"-Serienregler ausgebildet, die zusätzlich mit einer Schnittstelle zum überlagerten GMR-Regler versehen sind. Dies hat den Vorteil, dass die unterlagerten Regler nicht extra entwickelt und appliziert werden müssen. Insbesondere ist eine Mehrfachnutzung von Systemkomponenten für verschiedene Regelungssysteme möglich.

Ein Modul ist im allgemeinen Sprachgebrauch ein integrierter Bestandteil eines Gesamtsystems mit einer weitgehend eigenständigen Funktion.

Der Begriff "modulares Fahrdynamikreglersystem" umfaßt demgemäß ein System, in dem diverse funktionale Software-Basisfunktionen (ABS, ABSplus, EBV, GMR etc.) zwar zu einer Einheit zusammengefaßt sind und in einem gemeinsamen elektronischen Regler zur Auswirkung kommen, jedoch über geeignete Schnittstellen so voneinander entkoppelt sind, dass sie weitgehend autonom lokale Ziele verfolgen können.

Ziel des Antiblockiersystems ist es, einen minimalen Bremsweg bei akzeptabler Lenkbarkeit und Stabilität des Fahrzeugs zu erreichen, während die Antriebsschlupfregelung (ASR) eine maximale Traktion bei akzeptabler Lenkbarkeit und Stabilität anstrebt.

- 3 -

Über eine einfache Bestimmung der Prioritäten , z.B. in Form ABS vor ASR etc., wird der Zugriff auf die Aktuatorik festgelegt.

Die untergeordneten Basisfunktionen oder Systeme müssen dabei die lokalen Ziele und diese einfachen Prioritätsentscheidungen auch mit teilweise fehlenden Sensorinformationen ausführen, so daß die Standardfunktionalität gewährleistet ist.

Der übergeordnete GMR-Regler übernimmt dabei die Bewertung der von den untergeordneten Basisfunktionen ermittelten Größen nach deren Prioritätsentscheidungen für lokale Ziele und entscheidet.

Bei einem aus ATZ Automobile Technische Zeitschrift 96 (1994) 11 Seiten 674 - 688 bekanntem Fahrdynamikregler, dem ESP-Regler, werden durch Sollschlupfänderungen, die von den unterlagerten Brems- und Antriebsschlupfreglern eingestellt werden müssen, Längskräfte und damit auch indirekt die Seitenkräfte an einem Rad so geändert, dass ein Zusatzgiermoment dem Kraftfahrzeug aufgeprägt wird, welches über eine Drehung um die Hochachse des Kraftfahrzeugs einem "übersteuernden" oder "untersteuernden" Fahrverhalten entgegenwirkt. Wenn jedoch der Haftreibwert niedriger ist als der Wert der Querschleunigung entlang der stationären Sollspur, dann ist dieser Soll-Wert zu groß und muß von einer Schwimmwinkelregelung auf einen Wert reduziert werden, der dem physikalisch noch fahrbaren Spurverlauf entspricht.

- 4 -

Der Fahrdynamikregler regelt die beiden Zustandsgrößen Giergeschwindigkeit und Schwimmwinkel und berechnet das Giermoment, das benötigt wird, um die Ist-Zustandsgrößen den Soll-Zustandsgrößen anzugleichen.

Dies führt zu einem noch physikalisch fahrbaren Spurverlauf, der von der Fahrspur erheblich abweichen kann, weil die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs in Längs- und Querrichtung für den aktuellen Haftreibwert zu hoch ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen ESP-Regler für Kraftfahrzeuge zu schaffen, der durch flexible Koordination der Basismodulaufgaben eine verbesserte Fahrdynamikregelung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Grundgedanke der Erfindung ist also darin zu sehen, dass neben der Berechnung des Giermoments durch Berechnung der zusätzlichen resultierenden Längs- und/oder Seitenkräfte oder der radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte im Fahrzeugdynamikregler, diese Größen als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Basisfunktionen oder Systemen errechneten oder erzeugten Seiten- und/oder Längskräfte ausgewertet bzw. bestimmt werden. Diese Kräfte und das Giermoment werden vorzugsweise additiv zu dem schon vom ABS_{plus} und anderen

- 5 -

untergeordneten Basisfunktionen wie EBV, MSR, ASR erzeugten Giermoment, den Seiten- und den Längskräften zugeordnet. Durch die Bereitstellung der zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte durch den Fahrzeugdynamikregler ist eine zusätzliche Stabilisierung des Fahrzeugverhaltens während einer ESP-Regelung bei einer Kurvenfahrt des Kraftfahrzeugs möglich. Denn neben der selektiven Ansteuerung der Radbremsen der Räder zum Erzeugen eines Zusatzdrehmoments um die Hochachse des Fahrzeugs entgegengesetzt zum detektierten "übersteuernden" oder "untersteuernden" Fahrverhalten des Fahrzeugs ist eine Geschwindigkeitsregelung über die zusätzlichen resultierenden Längs- und Seitenkräfte möglich. Die Verbesserung der Systemmodularität wird folglich dadurch erreicht, indem der ESP-Regler die Vorgaben Giermoment, resultierende Längs- und/oder Seitenkräfte an die unterlagerten Basisfunktionen oder Systeme weiterleitet. In diesen werden die Sollgrößen mit den eigenen superponiert und die Aktuatoren entsprechend betätigt.

Gemäß einer Ausbildung berechnet der Fahrzeugdynamikregler das zusätzliche Giermoment und/oder die zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels und verwendet die Größen für die Bestimmung der Sollwerte M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ nach

- 6 -

$$\begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{L/Soll,Basis} \\ F_{S/Soll,Basis} \\ M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix}$$

,wobei M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ die Sollwerte für die Fahrzeugaktuatoren darstellen. Die Fahrzeugaktuatoren können als Druckregler, Kraftregler und/oder Motormomentregler ausgebildet sein. Die vorgeschlagene Schnittstelle (ΔM , ΔF_L , ΔF_S) basiert auf universellen physikalischen Größen. Dadurch ist die Anwendung der hierarchischen Struktur nach der Erfindung für ein sehr breites Spektrum von Sensoren (Kräftemessung im oder am Reifen oder der Radaufhängung, radindividuelle Druckmessung, etc.) und Aktuatoren (Radkräfteregelung, Momentenregelung, etc.) sehr vereinfacht und von einer Basisfunktion oder System auf ein anderes ohne Aufwand übertragbar.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung sieht vor, dass der Fahrzeugdynamikregler das zusätzliche Giermoment und/oder die zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

- 7 -

a = Querbeschleunigung
 λ = Schlupfwerte $\{ \lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}] \}$
 v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit
 v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit
 μ = Reibwert $\{ \mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}] \}$
 α = Schräglaufwinkel $\{ \alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}] \}$
 $F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte
 $\{ F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}] \}$
 $F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte
 $\{ F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}] \}$
 $F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler
 berechnete Soll-Reifenlängskräfte
 $F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler
 berechnete Soll-Seitenkräfte
 $M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-
 Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet und für die Bestimmung der Sollwerte verwendet.
 Die vorgeschlagene Aufteilung der Aufgaben und
 Schnittstellen zwischen dem GMR-Regler als übergeordnete
 Basisfunktion oder System und anderen Basisfunktionen
 ermöglicht eine einfache Einführung einer Vor-oder Pre-ESP-
 Regelung. Dieser Pre-ESP Eingriff wirkt vorbeugend und
 vereinfacht oder verhindert den konventionellen ESP-
 Eingriff. Dadurch kann die Sicherheit und der Komfort in
 einer hoch dynamischen Fahrsituation verbessert werden.

Nach einer weiteren Ausbildung weist der ESP-Regler als
 untergeordnete Basisfunktion oder System zumindestens ein
 ABS oder ABSplus und ein ASR auf. Dabei wird in den
 untergeordneten Systemen eine Bremsdruckregelung vorrangig
 von dem ABS oder ABSplus bestimmt und erforderlichenfalls
 von dem ASR und/oder von anderen untergeordneten Systemen

- 8 -

korrigiert. Diese Bestimmung der Bremsdruckregelung in der untergeordneten Basisfunktion oder System durch das ABS oder ABS_{plus} gewährleistet eine sehr einfache Koordination für den Bremseneingriff, weil das ABS-Modul die umfangreichsten Informationen über die Radzustände und Raddrücke sowie -kräfte ermittelt und anwendet. Diese Koordination ist dann an einem Modul gebunden, das nahezu in jedem Fahrzeug mit Bremseneingriff vorhanden ist.

Ein Eingriff in die Antriebsmotorsteuerung wird in dem ESP-Regler vorrangig von dem ASR bestimmt und erforderlichenfalls von dem ABS oder ABS_{plus} und/oder von den anderen untergeordneten Funktionen bzw. Systemen berücksichtigt. Dadurch wird eine sehr einfache Koordination für Eingriffe in den Motor oder die Gangübersetzung erreicht, weil das ARS Modul die umfangreichsten Informationen über das Motormoment und/oder die Gangübersetzung ermittelt und anwendet. Diese vereinfachte Koordination ist dann an einem Modul gebunden, der ebenfalls in vielen Fahrzeugen vorhanden ist.

Der ESP-Regler ist über eine ESP-Signalaufbereitung (Sensorsignalvorbereitung und Signalgüteeerkennung) mit einer Vielzahl Sensoren, wie Lenkwinkelsensor, Bremsdrucksensor, Motormomentsensor, Gangschaltungssensor, Querbeschleunigungssensor, Giergeschwindigkeitssensor, Radgeschwindigkeitssensoren verbunden, deren Sensorsignale vorverarbeitet und dann dem ESP-Regler zur Verfügung gestellt werden. Die Sensor-Signale enthalten Informationen über den Zustand des Fahrzeugs und werden mittels einer Intermodul-Kommunikation an Signalaufbereitungen von ABS/EBV und ASR/MSR weitergeleitet. Diese Signale werden dort genutzt, um bereits vorhandene abgeleitete Signal zu

ergänzen oder in ihrer Genauigkeit zu erhöhen. Im Falle einer fehlerhaften ESP-Sensorik wird eine Sensorersatzsignalberechnung auf der Basis der konventionellen ABS-Sensoren realisiert und dadurch die ABS_{plus}- bzw. ABS oder EBV-Standardfunktion gewährleistet. Der ESP-Regler weist hierzu eine Vorrichtung zum Ersetzen eines fehlerhaften Sensorsignals auf, Mittel zum Überprüfen eines Sensorsignals auf Richtigkeit, Mittel zum Erkennen eines fehlerhaften Sensorsignals, Mittel zum Bilden eines Ersatzsignals aus dem Ausgangssignal eines oder mehrerer anderer Sensoren und Umschaltmittel zum Verbinden der Vorrichtung mit den Basisfunktionen oder Systemen. Dadurch, dass über die Umschaltmittel die Basisfunktionen oder Systeme mit der Vorrichtung verbunden werden können, ist bei Fehlern in der Standardsensorik einer Basisfunktion immer die Funktion der untergeordneten Basisfunktion oder des Systems gewährleistet. Bei Fehlern in der ABS-Standardsensorik kann eine Notlauf-EBV-Funktion aktiviert werden.

Mit dem ESP-Regler wird eine Fahrdynamikregelung eines Fahrzeugs auf der Basis der zusätzlichen resultierenden oder radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte und/oder des Giermoments nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/1st}, F_{S/1st}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

- 10 -

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

a = Querbeschleunigung

λ = Schlupfwerte $\{\lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}]\}$

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert $\{\mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}]\}$

α = Schräglaufwinkel $\{\alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}]\}$

$F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte

$\{F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}]\}$

$F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte

$\{F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}]\}$

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler

berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler

berechnete Soll-Seitenkräfte

$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-

Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet und mit Hilfe dieser berechneten Längs- und/oder Seitenkräfte und/oder des Giermoments eine die Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung des Kraftfahrzeugs beeinflussende Längs- bzw. Seitenkraft und/oder ein Zusatzgiermoment für die Einstellung der Fahrzeugaktuatoren bestimmt.

Vorteilhaft wird anhand einer Bewertung der Längs- und/oder Seitenkräfte während einer Kurvenfahrt eine Veränderung der Längskraft auf der Basis des für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Reibwertes und der Beurteilung der aktuellen Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung unter Berücksichtigung der Eingaben des Fahrers über die Fahrzeugaktuatoren vorgenommen. Durch die Bewertung der

- 11 -

Längs- und/oder Seitenkräfte ist eine Bremsregelung während der Kurvenfahrt möglich, mittels der die Querdynamik des Fahrzeugs begrenzt werden kann, so dass eine kritische Fahrsituation bereits im Vorfeld vermieden wird. Der ESP-Regler tritt nicht in die Regelung ein und berechnet kein zusätzliches Giermoment, da die Geschwindigkeit in Längs- und Querrichtung begrenzt ist.

Führt eine Veränderung der Längskraft nicht zur vollständigen Unterdrückung der Gierbewegung, regelt der ESP-Regler die Größen Giermoment, Schwimmwinkel und die Längskraft. Der physikalisch noch fahrbare Spurverlauf nähert sich dabei durch die Geschwindigkeitsreduzierung der Soll-Fahrspur an. Die Stabilität des Fahrzeugs erhöht sich.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung dienen das zusätzliche Giermoment und die zusätzliche Längskraft zur Festlegung von Druckgrößen und/oder des Motormoments, die über die Bremsdruckregelung ein Zusatzgiermoment und/oder eine Verringerung der Geschwindigkeit in Längsrichtung erzeugen, welche die Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit zur Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und/oder die Ist-Längsgeschwindigkeit zur Soll-Längsgeschwindigkeit hinführt. Die Verringerung der Ist-Längsgeschwindigkeit erfolgt bevorzugt durch eine gemeinsame Bremsdruckregelung der Vorderbremsen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

In der Fig. 1 ist ein modularer ESP-Regler dargestellt mit hierarchisch organisierten Basisfunktionen, die mindestens

- 12 -

einen Fahrzeugdynamikregler 10 und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) 11 umfassen. Weitere Basisfunktionen oder -systeme wie ASR 12, MSR 13, EBV 14 oder ICC, BA können in dem ESP-Regler vorgesehen werden. Der Fahrzeugdynamikregler ist den übrigen Basisfunktionen oder Systemen übergeordnet. Als untergeordnete funktionale Basis arbeiten die Komponenten EBV und ABSplus, die gegenüber dem konventionellen Antiblockiersystem mit zusätzlichen Stabilisierungsmechanismen für Teil- und Vollbremsungen im Kurvenbereich ausgestattet sind. Die Komponenten MSR und ASR sorgen im wesentlichen durch Beeinflussung des Motormoments für Fahrstabilität im Schlepp- und Traktionsbetrieb, wobei das ASR auch noch ein BASR beinhaltet, also zusätzlich einen gezielten individuellen Bremseneingriff an den Antriebsrädern durchführen kann, um die Fahrzeugtraktion auf inhomogenen Fahrbahnen zu erhöhen. Die wesentliche Komponente im ESP-Regler ist der GMR-Regler, der den Fahrer in allen kritischen Fahrsituationen unterstützt, indem Fahrstabilität und Lenkfähigkeit des Fahrzeugs im Kurvengrenzbereich durch eine exakte Radmomentenverteilung optimiert werden. Über eine Eingangsschnittstelle 15 werden die Eingangssignale der Sensoren eingelesen und den Basisfunktionen zugänglich gemacht. Während die Signale der vier Radgeschwindigkeits-sensoren von allen Basisfunktionen verwendet werden, benötigt der GMR-Regler die Signale zusätzlicher Sensoren, um die Fahrdynamik des Fahrzeugs zu erfassen. Dem GMR-Regler werden die Signale des Querschleunigungs-Sensors, des Giergeschwindigkeits-Sensors, des Lenkradwinkel-Sensors, des Bremsdruck-Sensors und des Motormoments-Sensors und optional des Sensors, der ein Signal über den

ingelegten Gang zur Verfügung stellt, über eine Signalaufbereitung zugeführt. In der Signalaufbereitung durchlaufen die Signale eine Sensorsignalvorbereitung und eine Signalgüteeerkennung. Danach können die Signale in den verschiedenen Basisfunktionen oder Systemen verwendet werden. Im Rahmen der Signalaufbereitung und Signalgüteeerkennung können die Signale gefiltert werden oder es können andere Signalanpassungen erfolgen.

Im Falle einer fehlerhaften ESP-Sensorik gelangen die Signale in eine Vorrichtung 17 zum Ersetzen des fehlerhaften Sensorsignals. Die Vorrichtung 17 weist eine Überprüfungseinrichtung zum Überprüfen des Signals des Sensors auf Richtigkeit und Erkennen des fehlerhaften Signals und eine Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln eines Ersatzsignals aus dem Ausgangssignal eines oder mehrerer anderer Sensoren auf. Über die Umschalteinrichtung 16 wird auf die Erkennung eines fehlerhaften Sensorsignals hin das Ersatzsignal anstelle des fehlerhaften Sensorsignals den Basisfunktionen zugeführt, indem der Umschalter 16 die Vorrichtung 17 mit der Eingangsschnittstelle verbindet. Der ESP-Regler weist weiterhin einen Rechenmodul 19 auf, in dem mittels modellhafter Sensorik geschätzte z.B. Raddrücke für alle vier Räder des Fahrzeugs ermittelt werden. Entsprechende Modelle zur Temperaturschätzung oder für die Gangübersetzung oder den Reibwert μ können in dem Modul vorgesehen werden.

Die Basisfunktionen oder Systeme sind über die Intermodul-Kommunikation 18 miteinander verbunden und tauschen Informationen untereinander aus. Das bedeutet, dass eine Basisfunktion, die über spezielle Informationen des

Fahrzustands verfügt, wie insbesondere der GMR-Regler, diese auch den untergeordneten Basisfunktionen oder Systemen zur Verfügung stellt. Auf diese Weise wird die Qualität der untergeordneten Basisfunktionen, beispielsweise des ABS_{plus}, erhöht, indem zum einen die Erkennung von Kurvenmanövern absichert wird, zum anderen bei sicher erkannter Geradeausbremsung auf Hochreihwert-Fahrbahnen ganz gezielt die Bremsleistung optimiert und damit die physikalischen Maximalwerte ausschöpft. Der modulare ESP-Regler bewirkt, dass bei Ausfall eines Sensors, der nur vom GMR-Regler zwingend benötigt wird, auch nur eine Abschaltung dieses GMR-Reglers erfolgt, während alle anderen Basisfunktionen weiterhin fehlerfrei arbeiten können. Für das ABS_{plus} bedeutet dies, dass nach dem oben genannten Beispiel die Kurvenerkennung nicht mehr durch die ESP-Sensoren gestützt, sondern in konventioneller Weise durch die Berechnung geeigneter Hilfssignale der modellhaften Sensorik fortgesetzt wird. Dazu benutzt das ABS nur noch die Radgeschwindigkeitssensoren und ermittelt die Kurvenfahrt anhand von Geometrieschlupf und bestimmten Radgeschwindigkeitsmustern. Dieser Algorithmus wird auch im fehlerfreien Betrieb durchlaufen. Die ESP-Sensorsignale sorgen zusätzlich für eine schnellere, eindeutigere Erkennung. Auf der Rückfallebene arbeitet das ABS also mit einer Leistung, die einer ABS-Funktion ohne übergeordneten GMR-Regler entspricht. Auf diese Weise wird eine maximale Restfunktionalität sichergestellt.

Jede Basisfunktion oder System verfügt dazu weiterhin über ein eigenes Failsafe-Modul, um ebenfalls unabhängig von anderen Komponenten und deren Status eine ständige

Selbstüberprüfung durchführen zu können. Über die Ausgangsschnittstelle erfolgt die Ansteuerung der Fahrzeugaktuatoren sowie des Fahrzeug-Datenbus-Systems. Damit in einem Zeitpunkt immer nur eine Basisfunktion direkten Zugriff zu den Ressourcen hat, erfolgt entweder über die Intermodul-Kommunikation auch eine Koordination der Basisfunktionen oder Systeme oder das Antiblockiersystem, nämlich das ABS oder ABS_{plus}, übernimmt diese Funktion der Koordination als dem GMR-Regler direkt untergeordnete Basisfunktion (strichlierte Darstellung in der Zeichnung).

Wie die Zeichnung zeigt, berechnet der GMR-Regler ein zusätzliches Giermoment (ΔM) und zusätzliche resultierende Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) und greift in die Regelung des unterlagerten Antiblockiersystems oder des ABS_{plus} dann ein, wenn die momentan vorliegenden Längs- und/oder Seitenkräfte und/oder die Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs außerhalb von zulässigen Grenzwerten liegen. Die Grenzwerte wiederum hängen ab von dem Fahrzustand und der Fahrsituation des Fahrzeugs. Der GMR-Regler wertet diese Größen (ΔF_L , ΔF_S , ΔM) als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Systemen oder Basisfunktionen errechneten oder erzeugten Giermomente, Längs- und/oder Seitenkräfte aus. Die Berechnung von ΔF_L , ΔF_S , ΔM erfolgt nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

oder auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels. Während nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

a = Quereschleunigung

λ = Schlupfwerte $\{ \lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}] \}$

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert $\{ \mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}] \}$

α = Schräglaufwinkel $\{ \alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}] \}$

$F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte

$\{ F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}] \}$

$F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte

$\{ F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}] \}$

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler

berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler

berechnete Soll-Seitenkräfte

$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-

Regler) berechnetes Soll-Giermoment

- 17 -

eine direkte Berechnung des zusätzlichen Giermoments (ΔM) und/oder der zusätzlichen resultierenden Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) erfolgt, wird nach der zweiten Methode die Berechnung der Längs- und/oder Seitenkräfte über das Giermoment und die Fahrzeugschwimmwinkelabweichung berechnet. Die so berechneten Größen werden für die Bestimmung der Soll-Werte M_{Soll} (zusätzliches Giermoment), $F_{L,Soll}$ (Soll-Längskraft) und $F_{S,Soll}$ (Soll-Seitenkraft) verwendet. Die Soll-Werte für das zusätzliche Giermoment, die Längskraft und/oder Seitenkraft stellen die endgültigen Größen für die Fahrzeugaktuatoren dar. Als Fahrzeugaktuatoren können Druckregler, Kraftregler oder Motormomentregler etc. eingesetzt werden.

Dieser GMR-Regler ermittelt somit in seinem Beobachterteil 21 unter Berücksichtigung der geschätzten Reibwerte zwischen den Reifen und der Fahrbahn den vom Fahrer vorgegebenen Fahrzeugkurs in Form von einer Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit $d(\psi_{Soll}) / dt$ und vom Soll-Fahrzeugschwimmwinkel β_{Soll} und berechnet das zusätzliche Giermoment (ΔM) und die zusätzlichen resultierenden Längs- und Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S). Mit Hilfe der berechneten Längs- und Seitenkräfte und/oder des Giermoments werden die Regelgrößen im untergeordneten Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) dahingehend korrigiert, daß Sollwerte nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{L/Soll,Basis} \\ F_{S/Soll,Basis} \\ M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix}$$

gebildet werden, über die die Geschwindigkeit in Längs- und Querrichtung des Fahrzeugs beeinflusst wird. Dabei wird anhand einer Bewertung der Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) während einer Kurvenfahrt eine Veränderung der Längskraft auf der Basis des für die aktuelle Fahrsituation geschätzten Reibwertes unter Beurteilung der aktuellen Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung und unter Berücksichtigung der Eingaben des Fahrers vorgegeben und über den Koordinator des Antiblockiersystems oder der Intermodul-Kommunikation die Fahrzeugaktuatoren geregelt. Dadurch wird das Fahrverhalten eines Kraftfahrzeugs bei kritischer Haftung der Fahrzeugräder auf der Fahrbahn über die Verringerung der Geschwindigkeit am Beginn der Kurvenfahrt oder während einer Kurvenfahrt so weit verringert, dass ein Giermoment oder Zusatzdrehmoment von dem Beobachter des ESP-Reglers nicht ermittelt wird und somit eine kritische Fahrsituation für den Fahrer vermieden wird. Bei einer hohen Querdynamik und ermittelten zusätzlichen Giermoment führt die zusätzliche Regelung der Längskraft, die zur Festlegung von Druckgrößen oder zur Veränderung des Motormoments dient, zu einer Reduzierung der Querdynamik über eine Verringerung der Geschwindigkeit in Längsrichtung durch Hinführung der Ist-Längsgeschwindigkeit zur Soll-Längsgeschwindigkeit. Der Spurverlauf des Fahrzeugs wird bei gleichzeitigem Wirksamwerden des Giermoments bzw. Zusatzdrehmoments um die Hochachse des Fahrzeugs an den Spurverlauf des Fahrzeugs angenähert bzw. zu ihm hingeführt, der möglich wäre, bei griffiger Fahrbahn mit hohem Haftreibwert. Die vorgenommene Bremsregelung vor oder während der Giermomentenregelung regelt die Bremskräfte der Vorderradbremmen gemeinsam oder

einzelnen auf der Grundlage der Soll-Werte der im GMR-Regler ermittelten Längskräfte, denen die einseitig wirkenden Bremskräfte, die das zusätzliche Giermoment oder Zusatzdrehmoment des Fahrzeugs um die Hochachse bewirken, den die Geschwindigkeit in Längsrichtung veränderten Bremskräften aufgeschaltet wird. Das zusätzliche Giermoment kann durch Druckabbau oder Druckaufbau an den einzelnen Rädern in Abhängigkeit von dem "untersteuernden" oder "übersteuernden" Fahrverhalten erzeugt werden.

Patentansprüche

1. ESP- Regler für Kraftfahrzeuge, mit hierarchisch organisierten Basisfunktionen, die mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR) und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) umfassen und der weitere Basisfunktionen oder Systeme, wie ASR, MSR, EBV, ICC, BA etc., aufweisen kann, wobei der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) den übrigen Basisfunktionen oder Systemen übergeordnet ist und ein zusätzliches Giermoment (ΔM) berechnet, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) zusätzliche resultierende Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) oder die radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_{L1} , ΔF_{S1} bis ΔF_{L4} , ΔF_{S4}) berechnet und daß diese Größen (ΔM , ΔF_L , ΔF_S) als Korrekturwerte für die von den untergeordneten Systemen oder Basisfunktionen errechneten oder erzeugten Giermomente, Längs- und /oder Seitenkräfte ($F_{L,Soll,Basis}$, $F_{S,Soll,Basis}$) ausgewertet werden.
2. ESP-Regler nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) das zusätzliche Giermoment (ΔM) und/oder die zusätzlichen resultierenden oder radindividuellen Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) auf Basis der Giergeschwindigkeitsabweichung von der für die aktuelle Fahrsituation vordefinierten Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und der Abweichung des geschätzten Fahrzeugschwimmwinkels berechnet und für die Bestimmung der Sollwerte M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und

$F_{S,Soll}$ nach

$$\begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{L/Soll,Basis} \\ F_{S/Soll,Basis} \\ M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix}$$

verwendet, wobei M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ die Sollwerte für die Fahrzeugaktuatoren darstellen.

3. ESP-Regler nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) das zusätzliche Giermoment (ΔM) und/oder die zusätzlichen Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

a = Querbeschleunigung

λ = Schlupfwerte $\{ \lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}] \}$

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert $\{ \mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}] \}$

α = Schräglaufwinkel $\{ \alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}] \}$

$F_{L,Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte

$$\{F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}]\}$$

$F_{S,Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte

$$\{F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}]\}$$

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler

berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-Regler

berechnete Soll-Seitenkräfte

$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-

Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet und für die Bestimmung der Sollwerte M_{Soll} ,

$F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ nach

$$\begin{bmatrix} F_{L,Soll} \\ F_{S,Soll} \\ M_{Soll} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta F_{L/Soll,Basis} \\ \Delta F_{S/Soll,Basis} \\ \Delta M_{Soll,Basis} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix}$$

verwendet, wobei M_{Soll} , $F_{L,Soll}$ und $F_{S,Soll}$ die Sollwerte für die Fahrzeugaktuatoren darstellen.

4. ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 dadurch **gekennzeichnet**, daß die Fahrzeugaktuatoren einen Druckregler und/oder Kraftregler und/oder Motormomentregler umfassen.
5. ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 dadurch **gekennzeichnet**, daß dieser als untergeordnete Systeme oder Funktionen zumindest ein ABS oder ABSplus und ein ASR umfaßt und daß eine Bremsdruckregelung vorrangig von dem ABS oder ABSplus

bestimmt und erforderlichenfalls von dem ASR und/oder von anderen untergeordneten Systemen korrigiert wird.

6. ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß dieser als untergeordnete Systeme oder Funktionen zumindest ein ABS oder ABSplus und ein ASR umfaßt und daß ein Eingriff in die Antriebsmotorsteuerung vorrangig von dem ASR bestimmt und erforderlichenfalls von dem ABS oder ABSplus und /oder von den anderen untergeordneten Funktionen bzw. Systemen korrigiert wird.
7. ESP-Regler nach einem der Ansprüche 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß den Basisfunktionen oder Systemen eine Vorrichtung zum Ersetzen eines fehlerhaften Sensorsignals zugeordnet ist, die Mittel zum Überprüfen eines Sensorsignals auf Richtigkeit, Mittel zum Erkennen eines fehlerhaften Sensorsignals, Mittel zum Bilden eines Ersatzsignals aus dem Ausgangssignal eines oder mehrerer anderer Sensoren und Umschaltmittel zum Verbinden der Vorrichtung mit den Basisfunktionen oder Systemen aufweist.
8. Fahrdynamikregelung insbesondere mit einem ESP-Regler nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, der mindestens einen Fahrzeugdynamikregler (GMR), in dem mindestens ein zusätzliches Giermoment (ΔM) berechnet wird und ein Antiblockiersystem (ABS oder ABSplus) aufweist dadurch **gekennzeichnet**, daß in dem Fahrzeugdynamikregler (GMR-Regler) zusätzliche resultierende oder radindividuelle Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) nach der Beziehung

$$\begin{bmatrix} \Delta F_L \\ \Delta F_S \\ \Delta M \end{bmatrix} = f \left\{ \beta_{soll}, \beta_{ist}, \dot{\psi}_{soll}, \dot{\psi}_{ist}, a, \lambda, v_x, v_y, \mu, \alpha, F_{L/Ist}, F_{S/Ist}, F_{L/Soll,Basis}, F_{S/Soll,Basis}, M_{Soll,Basis} \right\}$$

mit

β_{soll} = Soll-Schwimmwinkel

β_{ist} = Ist-Schwimmwinkel

$\dot{\psi}_{soll}$ = Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit

$\dot{\psi}_{ist}$ = Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit

a = Quereschleunigung

λ = Schlupfwerte $\{ \lambda = [\lambda_{VL}, \lambda_{VR}, \lambda_{HL}, \lambda_{HR}] \}$

v_x = Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit

v_y = Fahrzeug-Quergeschwindigkeit

μ = Reibwert $\{ \mu = [\mu_{VL}, \mu_{VR}, \mu_{HL}, \mu_{HR}] \}$

α = Schräglaufwinkel $\{ \alpha = [\alpha_{VL}, \alpha_{VR}, \alpha_{HL}, \alpha_{HR}] \}$

$F_{L/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenlängskräfte

$\{ F_L = [F_{L,VL}, F_{L,VR}, F_{L,HL}, F_{L,HR}] \}$

$F_{S/Ist}$ = berechnete oder gemessene Ist-Reifenseitenkräfte

$\{ F_S = [F_{S,VL}, F_{S,VR}, F_{S,HL}, F_{S,HR}] \}$

$F_{L/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-

Regler) berechnete Soll-Reifenlängskräfte

$F_{S/Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-

Regler) berechnete Soll-Seitenkräfte

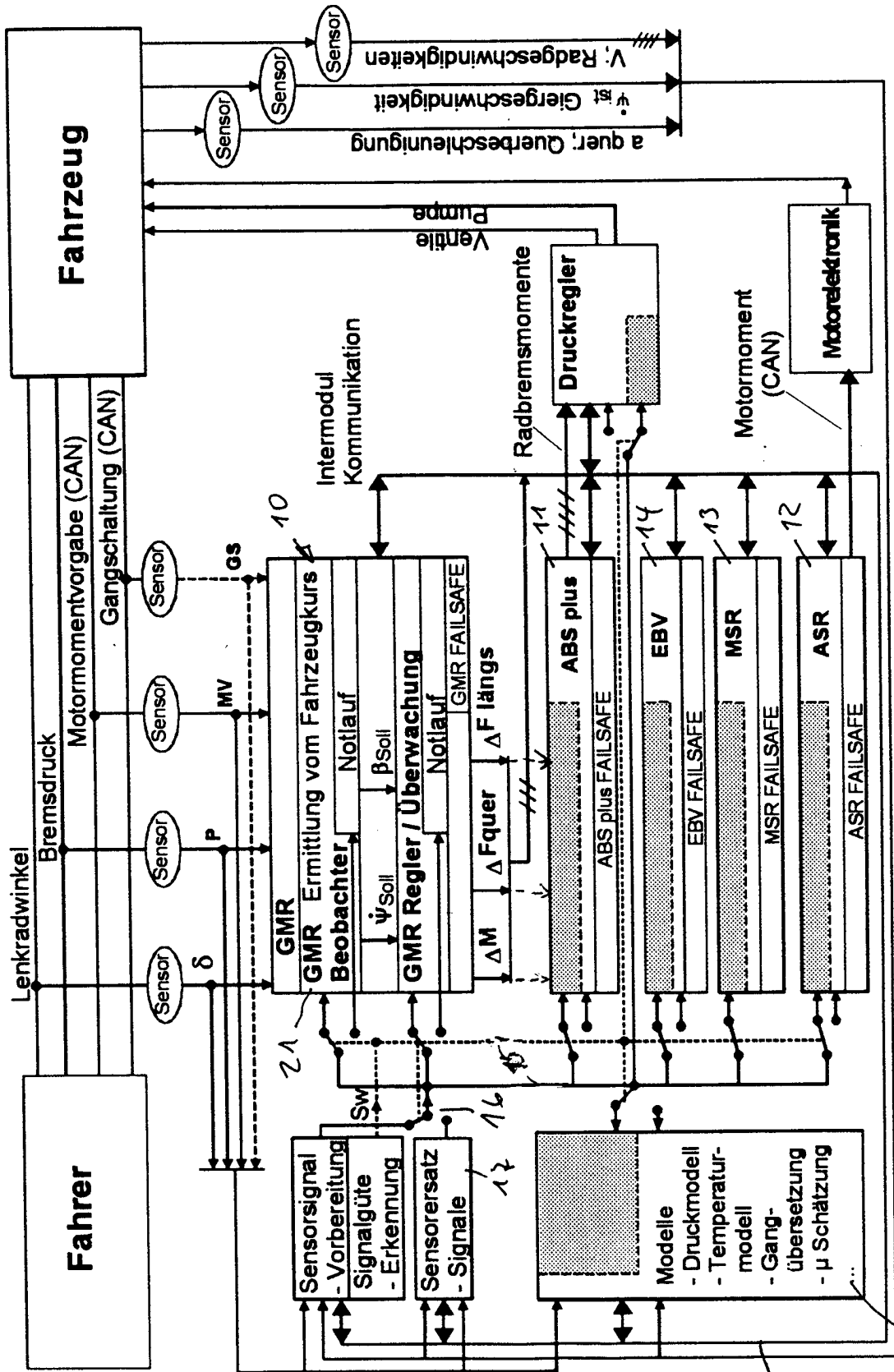
$M_{Soll,Basis}$ = vom Basiskoordinator (ABS oder ABSplus-

Regler) berechnetes Soll-Giermoment

berechnet werden und daß mit Hilfe dieser berechneten Längs- und/oder Seitenkräfte (ΔF_L , ΔF_S) und/oder des Giermoments (ΔM) eine die Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung des Kraftfahrzeugs beeinflussende Längs- bzw. Seitenkraft ($F_{L,Soll}$,

$F_{S,Soll}$) und/oder ein Giermoment (M_{Soll}) für die Einstellung der Fahrzeugaktuatoren bestimmt wird.

9. Fahrdynamikregelung nach Anspruche 8, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Fahrdynamikregler (GMR-Regler) anhand einer Bewertung der Längs- und Seitenkräfte ΔM und/oder ΔF_L und/oder ΔF_S während einer Kurvenfahrt eine Veränderung der Längskraft auf der Basis des für die aktuelle Fahrsituation geschätzten Reibwertes und der Beurteilung der aktuellen Geschwindigkeit in Längs- und/oder Querrichtung unter Berücksichtigung der Eingaben des Fahrers über die Fahrzeugaktuatoren vorgenommen wird.
10. Fahrdynamikregelung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche Giermoment (ΔM) und die zusätzliche Längskraft (ΔF_L) zur Festlegung von Druckgrößen und/oder des Motormoments dienen, die über die Bremsdruckregelung ein Zusatzgiermoment und/oder eine Verringerung der Geschwindigkeit in Längsrichtung erzeugen, welche die Ist-Gierwinkelgeschwindigkeit zur Soll-Gierwinkelgeschwindigkeit und/oder die Ist-Längsgeschwindigkeit zur Soll-Längsgeschwindigkeit hinführen.
11. Fahrdynamikregelung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Verringerung der Ist-Längsgeschwindigkeit durch eine gemeinsame Bremsdruckregelung der Vorderradbremse erfolgt.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/06350

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B60T8/00				
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 7 B60T				
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.		
A	ZANTEN VAN A T ET AL: "DIE FAHRDYNAMIKREGELUNG VON BOSCH" AUTOMATISIERUNGSTECHNIK - AT,DE,OLDENBOURG VERLAG. MUNCHEN, vol. 44, no. 7, page 359-365 XP000592696 ISSN: 0178-2312 the whole document	1-6,8-11		
A	FENNEL H: "ABS PLUS UND ESP" ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, DE, FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG. STUTTGART, vol. 100, no. 4, page 302-308 XP000750977 ISSN: 0001-2785 the whole document	1-7,9-11		
-/--				
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.				
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.				
* Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			"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
"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	Date of mailing of the international search report			
10 December 1999	17/12/1999			
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. 31 851 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3018	Authorized officer Geyer, J-L			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/06350

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DEBES M ET AL: "DYNAMISCHE STABILITAETS CONTROL DSC DER BAUREIHE 7 VON BMW - TEIL 1"</p> <p>ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, DE, FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG. STUTTGART, vol. 99, no. 3, page 134-136, 138-14</p> <p>XP000682345 ISSN: 0001-2785 the whole document</p>	1-11
A	<p>DE 43 05 155 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25 August 1994 (1994-08-25) page 2, line 10 - line 46 page 4, line 16 -page 7, line 55 page 8, line 8 -page 10, line 16; figure 1</p>	1,4,5, 9-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 99/06350

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4305155 A	25-08-1994	BR 9400606 A	23-08-1994
		GB 2275312 A,B	24-08-1994
		JP 6247269 A	06-09-1994
		US 5455770 A	03-10-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In **ationales** Aktenzeichen

PCT/EP 99/06350

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B60T8/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B60T		
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*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ZANTEN VAN A T ET AL: "DIE FAHRDYNAMIKREGELUNG VON BOSCH" AUTOMATISIERUNGSTECHNIK - AT,DE,OLDENBOURG VERLAG. MUNCHEN, Bd. 44, Nr. 7, Seite 359-365 XP000592696 ISSN: 0178-2312 das ganze Dokument	1-6,8-11
A	FENNEL H: "ABS PLUS UND ESP" ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT,DE,FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG. STUTTGART, Bd. 100, Nr. 4, Seite 302-308 XP000750977 ISSN: 0001-2785 das ganze Dokument	1-7,9-11
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* 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 "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche		Abendedatum des Internationalen Recherchenberichts
10. Dezember 1999		17/12/1999
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 Geyer, J-L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

in ~~ationales~~ Altkennzeichen

PCT/EP 99/06350

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DEBES M ET AL: "DYNAMISCHE STABILITAETS CONTROL DSC DER BAUREIHE 7 VON BMW - TEIL 1"</p> <p>ATZ AUTOMOBILTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, DE, FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG. STUTTGART, Bd. 99, Nr. 3, Seite 134-136, 138-14</p> <p>XP000682345 ISSN: 0001-2785 das ganze Dokument</p>	1-11
A	<p>DE 43 05 155 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25. August 1994 (1994-08-25) Seite 2, Zeile 10 - Zeile 46 Seite 4, Zeile 16 -Seite 7, Zeile 55 Seite 8, Zeile 8 -Seite 10, Zeile 16; Abbildung 1</p>	1,4,5, 9-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06350

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4305155 A	25-08-1994	BR 9400606 A	23-08-1994
		GB 2275312 A, B	24-08-1994
		JP 6247269 A	06-09-1994
		US 5455770 A	03-10-1995