

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. Mai 2002 (02.05.2002)

PCT

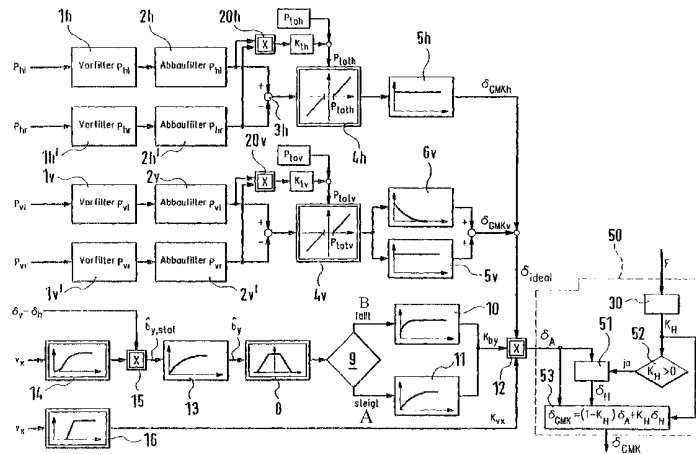
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/34599 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B60T 8/00, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von B65D 5/04, B62D 6/04, 7/15 US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04029
- (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Oktober 2001 (20.10.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 53 604.2 28. Oktober 2000 (28.10.2000) DE
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HACKL, Matthias [DE/DE]; Rosenweg 15, 71665 Vaihingen (DE). KRAEMER, Wolfgang [DE/DE]; Böhmerwaldstrasse 22, 85051 Ingolstadt (DE). MUENZ, Rainer [DE/DE]; Obstwiesenweg 9, 71254 Ditzingen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR OPERATING A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES FAHRZEUGS



- A.....RISING  
P<sub>h1</sub>...Pre-Filter P<sub>h1</sub>  
P<sub>hr</sub>...Pre-Filter P<sub>hr</sub>  
P<sub>vl</sub>...Pre-Filter P<sub>vl</sub>  
P<sub>vr</sub>...Pre-Filter P<sub>vr</sub>
- 2h...Reduction Filter P<sub>h1</sub>  
2h<sup>1</sup>...Reduction Filter P<sub>hr</sub>  
2y...Reduction Filter P<sub>vl</sub>  
2v<sup>1</sup>...Pre-Filter P<sub>vr</sub>  
B...FALLING

(57) Abstract: Device and method for operating a motor vehicle with a vehicle regulator, for individual adjustment of the braking forces on the wheels of at least one axle of the vehicle and a yaw moment compensator for at least partial compensation of a yaw moment of the motor vehicle, arising from differing braking forces on individual wheels of the at least one axle, by means of intervention in the steering of the vehicle, whereby intervention in the steering of the vehicle does not occur, or occurs in a limited manner, during the adjustment of the braking force by means of the vehicle regulator.

(57) Zusammenfassung: Einrichtung und Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit einem Fahrzeugregler zur individuellen Einstellung von Bremskräften der Räder zumindest einer Achse des Fahrzeugs und einem Giermomentenkompensator zur zumindest teilweisen Kompensation eines Giermomentes

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/34599 A1



**(84) Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

---

des Fahrzeuges infolge unterschiedlicher Bremskräfte einzelner Räder der zumindest einen Achse durch einen Eingriff in eine Lenkung des Fahrzeugs, wobei der Eingriff des Giermomentenkompensators in die Lenkung nicht oder nur verringert erfolgt, während mittels des Fahrzeugreglers Bremskräfte einstellt werden.

Einrichtung und Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung und ein Verfahren zum  
5 Betrieb eines Fahrzeugs mit einem Fahrzeugregler zur individuellen  
Einstellung von Bremskräften der Räder zumindest einer Achse  
des Fahrzeugs und einem Giermomentenkompensator zur zumindest  
teilweisen Kompensation eines Giermomentes des Fahrzeuges infolge  
10 unterschiedlicher Bremskräfte einzelner Räder der zumindest einen  
Achse durch einen Eingriff in eine Lenkung des Fahrzeugs.

Bremsanlagen wie etwa hydraulische, elektrohydraulische, pneuma-  
tische, elektropneumatische oder elektromechanische Bremsanlagen  
15 sind heute vermehrt elektrisch steuerbar. Die elektrische  
Steuerung erlaubt einen vom Fahrerbremswunsch, d.h. von der  
Bremspedalbetätigung durch den Fahrer unabhängigen Druckaufbau  
in den Radbremsen. Derartige elektrische Steuerungen von Brems-  
anlagen dienen beispielsweise der Durchführung einer Antiblok-  
20 kierung (ABS, d.h. Antiblockiersystem) oder einer Fahr-  
dynamikregelung (FDR bzw. ESP, d.h. Electronic Stability Pro-  
gram).

Ein Antiblockiersystem (ABS) hat den Zweck, ein Schleudern eines  
Fahrzeugs infolge eines Blockierens seiner Räder während einer  
25 Bremsung insbesondere auf einem glatten Untergrund zu verhindern.  
Zu diesem Zweck wird bei einer dauerhaften Betätigung des  
Bremspedals durch den Fahrer über Sensoren festgestellt, ob die  
einzelnen Räder blockieren und immer dann, wenn dies der Fall  
ist, der Bremsdruck auf die jeweils zugehörige Radbremse redu-  
30 ziert. Typischerweise (aber nicht zwingend) werden bei einem  
solchen Antiblockiersystem die Vorderräder des Fahrzeugs getrennt  
und damit unterschiedlich angesteuert, während die Hinterräder  
gemeinsam angesteuert werden.

Eine Fahrdynamikregelung (FDR bzw. ESP) dient der Kontrolle von Lenk-, Brems- und Gaspedalvorgaben durch den Fahrer um ein Schleudern des Fahrzeugs infolge von falschen Vorgaben zu verhindern. Dabei werden falsche Vorgaben durch gezielte Brems-  
5 eingriffe an den einzelnen Rädern aufgefangen.

Ähnlich wie Bremsanlagen durch elektrische Steuerungen können auch Lenkanlagen durch motorbetriebene Lenksysteme gesteuert werden. Dabei kann beispielsweise mittels eines Stellgliedes zum  
10 überlagerten Lenkeingriff die Lenkradleistung, die vom Fahrer aufgebracht wird, mit der Leistung einer Leistungsquelle, etwa eines Elektromotors überlagert werden. Einerseits kann so eine die Lenkradleistung des Fahrers unterstützende Wirkung erzielt werden. Andererseits können die Lenksysteme des Fahrzeugs mit  
15 Lenksignalen beaufschlagt werden, die die Fahrsicherheit und/oder den Fahrkomfort erhöhen. Ein solches motorbetriebenes Lenksystem wird beispielsweise in der DE 40 31 316 A1 beschrieben.

Eine Kombination aus einer Steuerung einer Bremsanlage und einer  
20 Lenkanlage eines Fahrzeugs wird in der EP 487 967 B1 (Fahrzeug mit einem Antiblockierregler) beschrieben. Auf diese Patentschrift wird vollinhaltlich Bezug genommen. Kurz gesagt, wird in der EP 487 967 B1 eine Giermomentkompensation (GMK) für ein mit einem Antiblockiersystem (ABS) ausgerüstetes Fahrzeug beschrie-  
25 ben. Die Giermomentkompensation kompensiert das beim Bremsen auf inhomogener Fahrbahn (beispielsweise bei  $\mu$ -Split) infolge unterschiedlicher Bremskräfte an dem oder den linken und rechten Rad bzw. Rädern entstehende Giermoment des Fahrzeugs durch Bestimmung eines Korrekturlenk winkels.

30 Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Steuerung einer Bremsanlage und

einer Lenkanlage eines Fahrzeugs, sowie ein Fahrzeug mit einer entsprechenden Vorrichtung zur Verfügung zu stellen.

5 Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie eine  
Einrichtung gemäß Anspruch 11 gelöst. Dabei erfolgt zum Betrieb  
eines Fahrzeugs mit einem Fahrzeugregler zur individuellen  
Einstellung von Bremskräften der Räder zumindest einer Achse des  
Fahrzeugs und einem Giermomentenkompensator zur zumindest  
10 teilweisen Kompensation eines Giermomentes des Fahrzeuges infolge  
unterschiedlicher Bremskräfte einzelner Räder der zumindest einen  
Achse durch einen Eingriff in eine Lenkung des Fahrzeugs der  
Eingriff des Giermomentenkompensators in die Lenkung nicht oder  
nur verringert, während mittels des Fahrzeugreglers Bremskräfte  
einstellt werden.

15 D.h. insbesondere, daß der Eingriff des Giermomentenkompensators  
in die Lenkung nicht erfolgt, während der Fahrzeugregler aktiv  
ist.

20 Der Fahrzeugregler ist insbesondere Teil einer Fahrdynamikregel-  
ung (FDR bzw. ESP), insbesondere wie sie z. B. In dem Artikel  
"FDR - die Fahrdynamikregelung von Bosch", von A. van Zanten, R.  
Erhardt und G. Pfaff, ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 96  
(1994) 11 Seiten 674 bis 689 und dem SAE-Paper 973184 "Vehicle  
25 Dynamics Controller for Commercial Vehicles" von F. Hecker, S.  
Hummel, O. Jundt, K.-D. Leimbach, I. Faye, H. Schramm, offenbart  
ist. Der Fahrzeugregler ist dabei vorteilhafterweise zur Ein-  
stellung der Bremskräfte in Abhängigkeit der Giergeschwindigkeit  
der Fahrzeugs und einer Soll-Giergeschwindigkeit der Fahrzeugs,  
30 insbesondere in Abhängigkeit der Differenz der Giergeschwindig-  
keit der Fahrzeugs und der Soll-Giergeschwindigkeit der Fahr-  
zeugs, ausgestaltet. Dabei erfolgt die Einstellung der Brems-  
kräfte vorteilhafterweise durch Berechnung von Sollschlupfwerten

für die Räder, die vorteilhafterweise Eingangsgroßen in unterlagerte Regelkreise sind.

5 Eine Verringerung des Eingriffs des Giermomentenkompensators in die Lenkung erfolgt dabei vorteilhafterweise mittels zumindest eines Filters.

10 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Achse die Vorder und/oder die Hinterachse.

15 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt der Eingriff in eine Lenkung des Fahrzeugs mittels eines in Abhängigkeit von Bremskräften einzelner Räder ermittelten Kompensations-Lenkwinkel.

20 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird zur mindestens teilweisen Kompensation des Giermomentes des Fahrzeuges ein von einer Differenz von getrennt eingeregelter Bremsdrücken der Vorder- und/oder der Hinterräder abhängiger Kompensations-Lenkwinkel an einem Hinterradlenksystem eingestellt oder einem Vorderrad- oder Hinterradlenkwinkel überlagert .

25 Die Bremsdrücke werden dabei als vorteilhafte Ersatzgrößen für die Bremskräfte verwendet.

30 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Wert des Kompensations-Lenkwinkels in einem vorgegebenen oder veränderlichen Bereich kleiner Bremsdruckdifferenzen, d. h. innerhalb einer Totzone, gleich Null und außerhalb der Totzone auf einen Wert ungleich Null gesetzt.

Die Werte für die Totzone sind vorteilhafterweise für Vorder- und Hinterachse verschieden.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung werden für die Vorderräder und für die Hinterräder jeweils getrennte Teil-Kompensations-Lenkwinkel bestimmt, wobei der Kompensations-Lenkwinkel in Abhängigkeit von den Teil-Kompensations-Lenkwinkeln bestimmt wird.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Kompensations-Lenkwinkel durch Addition der Teil-Kompensations-Lenkwinkel bestimmt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird zumindest ein Teil-Kompensations-Lenkwinkel nach dem Überschreiten der Totzone durch Addition des Produktes einer Konstanten und dem Ausgangswert der Totzone und des Produktes einer variablen Verstärkung und dem Ausgangswert der Totzone bestimmt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Kompensations-Lenkwinkel gespeichert, wenn mittels des Fahrzeugreglers Bremskräfte einstellt werden.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der gespeichert Kompensations-Lenkwinkel nach Beendigung der Einstellung der Bremskräfte mittels des Fahrzeugreglers auf einen aktuellen Kompensations-Lenkwinkel im wesentlichen kontinuierlich überführt.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung mit Bezug auf die Figuren. Im einzelnen zeigen:

FIG.1 ein Blockschaltbild eines technischen Umfeldes, welches durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verbessert wird;

FIG.2 ein Diagramm zum Blockschaltbild aus FIG.1;

FIG.3 ein Diagramm zum Blockschaltbild aus FIG.1;

5

FIG.4 ein Diagramm zum Blockschaltbild aus FIG.1;

FIG.5 ein Blockschaltbild eines modifizierten technischen Umfeldes, welches durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verbessert wird;

10

FIG.6 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung; und

15 FIG. 7 ein Diagramm zum Ausführungsbeispiel aus FIG.6.

Im folgenden wird zunächst anhand von FIG. 1 bis Fig. 5 ein technisches Umfeld beispielhaft erläutert, welches durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verbessert wird. Sodann wird anhand der FIG. 6 und FIG. 7 ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben.

20

Im vorliegenden Beispiel für ein technisches Umfeld aus FIG. 1, wird auf die Kompensation des Bremsgiermoments durch eine Hinterachslenkung bei select-low gebremster Hinterachse eingegangen.

25

Die Bremsdrücke in den Vorderrädern liefern in erster Näherung ein Maß für die ausgenutzte Bremskraft, die Differenz  $\Delta p$  der Drücke folglich ein Maß für das Bremsgiermoment. Der Hinterachslenkwinkel  $\delta$  erzeugt ein entgegengesetztes Moment um die Fahrzeughochachse, welches bei geeigneter Auslegung das Brems-

30



giermoment kompensiert. Der stationäre Zusammenhang zwischen  $\delta$  und  $\Delta p$  wird durch den Proportionalitätsfaktor  $k_p$  beschrieben.

5 Da während einer ABS-Bremung die Bremsdrücke ständig moduliert werden, würde eine Hinterachslenksteuerung mit ausschließlich o.g. Proportionalität sehr unruhig reagieren. Deshalb wird eine Filterung vorgesehen, bevor die Druckdifferenz berechnet wird. Diese Differenz muß erst einmal eine signifikante Schwelle (Totzone) überwinden, bevor die Steuerung aktiv wird; auch diese  
10 Maßnahme soll Lenkunruhe bei kleinen Störungen vermeiden.

Die Filterung der gemessenen Bremsdrücke  $p_{vl}$  und  $p_{vr}$  erfolgt zweistufig.

15 Im Vorfilter 1 bzw. 1' sollen Störungen durch das Meßrauschen (Peaks, A/D-Fehler) unterdrückt werden, was durch eine variable Begrenzung der Druckänderungsrate erreicht wird. Die Anstiegsbegrenzung bleibt bei häufigem Wechsel von Druckaufbau und -abbau bei kleinen Werten, bei einer Änderung mit gleichem Vorzeichen  
20 über einen längeren Zeitraum hinweg wird sie kontinuierlich bis zu einem Maximalwert erhöht.

Die Abbaufilter 2 bzw. 2' sind speziell auf die Zusammenhänge zwischen ABS-Regelzyklen (ABS-Regelzyklen mit Pulsreihen) und  
25 Hinterradlenkung ausgerichtet. Damit der Hinterradlenkwinkel den Drucksprüngen insbesondere in den Druckabbauphasen nicht direkt folgt, wird ein Absinken der gefilterten Bremsdrücke beim ersten Druckabbau nach einer Druckanstiegsphase nur sehr langsam zugelassen. Nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit (z. B. 100 ms)  
30 wird die Zeitkonstante des Tiefpasses umgeschaltet, so daß sich der gefilterte Wert (Ausgang von Block 2 bzw. 2') schneller an die Ausgangsgröße des Vorfilters 1 (1') annähert.

Der gemessene Druck sowie der Zwischenwert und der gefilterte Druck sind in FIG.2 dargestellt.

5 Danach wird aus den gefilterten Bremsdrücken  $P_{v1f}$  und  $P_{v2f}$  in einem Subtrahierer 3 die Differenz der Ausgangsgrößen der Filter 2 bzw. 2' gebildet, welche nach Überschreiten einer toten Zone 4 die Eingangsgröße  $f(\Delta p)$  für Steuerungsverstärker 5 und 6 liefert, deren Ausgangssignale im Addierer 7 zum Lenkwinkel  $\delta$  summiert werden.

10

Die Steuerung besteht im wesentlichen aus einem konstanten Anteil

$$\delta_p = f(\Delta p) \cdot k_p \text{ (Block 5).}$$

15

Durch die Filterung, die Totzone und die Dynamik des Lenkstellers baut sich zunächst eine Gierbewegung auf, welche auch bei idealer Auslegung der Verstärkung  $k_p$  erhalten bleibt. Deshalb wird bei Beginn des Steuereingriffs noch ein zeitvariabler Anteil

20

$$\delta_v = f(\Delta p) \cdot k_v \text{ (Block 6)}$$

berechnet.

25

Der Faktor  $k_v$  wird auf einen bestimmten Wert gesetzt, wenn die Differenz der gefilterten Drücke die Totzone überschreitet und klingt dann kontinuierlich ab.

30

Beim Zuschalten der Steuerung wird also der Hinterradlenkwinkel sichtbar überhöht, so daß die Giergeschwindigkeit ihr Vorzeichen wechselt und der Gierwinkel so wieder reduziert wird. Der Fahrer muß in diesem Fall praktisch nicht mehr eingreifen. Über den gesamten Bremsvorgang gesehen nimmt die Giergeschwindigkeit nur

sehr kleine Werte an, die Unstetigkeiten durch die ABS-Regelzyklen werden also weitgehend kompensiert.

5 Sowohl bei kleinen als auch bei hohen Geschwindigkeiten verhindert die Giermomentenkompensation ein Ausbrechen des Fahrzeugs. Mit zunehmender Geschwindigkeit wird die Unterstützung durch sie deutlicher.

10 Bei Versuchen mit festgehaltenem Lenkrad bleibt der Spurversatz recht klein, ein Gierwinkel baut sich sehr langsam auf.

15 Wie schon oben gesagt kann die bisher eingesetzte Messung der vorderen Radbremsdrücke auch durch einen Schätzalgorithmus ersetzt werden. Einer ist in der Patentanmeldung P 4030724.7 beschrieben, die der EP 487 967 B1 als Anlage beigefügt ist. Die Filterung der Bremsdrücke kann dabei so vereinfacht werden, daß die Blöcke 1, 1' entfallen.

20 Eine Beeinflussung des Vorderradlenkwinkels ist nach dem gleichen Prinzip möglich. Lediglich quantitative Unterschiede treten auf.

25 Die Einführung der zeitvariablen Verstärkung bringt bei unterschiedlichem Reibbeiwert auf verschiedenen Fahrzeugseiten wesentliche Vorteile, führt jedoch bei Vollbremsungen in der Kurve zu einem übersteuernden Verhalten des Fahrzeugs. Um diesen Nachteil zu vermeiden wird die Querb beschleunigung des Fahrzeugs mit herangezogen. Die Berücksichtigung der Querb beschleunigung, wie sie nun beschrieben wird, setzt jedoch nicht die Gewinnung des Lenkwinkels gemäß dem obersten Zweig der FIG.1 voraus.

30 Aus der gemessenen Querb beschleunigung  $b_y$  wird zunächst über die in FIG.3 dargestellte Kennlinie (Block 8) ein Korrekturfaktor  $K_{b_y}$

bestimmt, der multiplikativ mit dem Hinterradlenkwinkel verknüpft wird (in 12).

5 Diese Kennlinie bewirkt, daß bei geringen Querbeschleunigungen, z.B. kleiner als  $2 \text{ m/s}^2$  die Kompensation unbeeinflusst bleibt ( $K_{b_y} = 1$ ), darüber eine querbeschleunigungsproportionale Abschwächung erfolgt, und bei sehr großen Querbeschleunigung, z.B. oberhalb von  $8 \text{ m/s}^2$  die Kompensation vollständig unterdrückt wird ( $K_{b_y} = 0$ ). Dieser Kennlinie liegt die Kenntnis zugrunde, daß bei  $\mu$ -Split-Bremungen die auftretenden Querbeschleunigungen sich  
10 ungefähr in dem Bereich  $\pm 2 \text{ m/s}^2$  bewegen.

Diese Kennlinie allein ist nicht ausreichend. Schwankungen der Querbeschleunigung bei Werten  $b_y > 2 \text{ m/s}^2$  (z.B. Vorzeichenwechsel von  $b_y$  beim gebremsten Spurwechsel) führen zu proportionalen  
15 Schwankungen des Korrekturfaktors und somit des Hinterradlenkwinkels, die als Unruhe spürbar sind. Nachteilig kommt dazu, daß diese Lenkwinkelschwankungen sich wiederum auf das  $b_y$ -Signal auswirken. Eine geeignete Filterung des Korrekturfaktors ist daher notwendig. Sie muß aber gewährleisten, daß beim Aufbau  
20 einer Querbeschleunigung eine Abschwächung der GMK schnell erfolgt, jedoch bei bestimmten Fahrmanövern, z.B. Spurwechsel, nicht zu schnell wieder eingegriffen wird. Dies erreicht man mit zwei alternativen Tiefpässen 10 und 11 mit stark unterschiedlicher Zeitkonstante. Die querbeschleunigungsabhängige Lenkwinkel-  
25 korrektur hat damit die in FIG. 1 in den Blöcken 8, 9, 10 und 11 dargestellte Form.

Typische Werte für die Zeitkonstanten der beiden alternativen  
30 Tiefpässe sind  $10 \text{ ms}$  bzw.  $1000 \text{ ms}$ .

Die Blöcke 9, 10 und 11 sollen folgenden Sachverhalt symbolisieren. Steigt die Querbeschleunigung und wird  $K_{b_y}$  kleiner so wird

der Tiefpaß 10 mit der kleinen Zeitkonstante wirksam, d.h. der Ausgangswert  $Kb_y$  folgt dem Eingang aus Block 8 schnell und verkleinert den Lenkwinkel. Nimmt dagegen die Querbeschleunigung ab und damit  $Kb_y$  zu, so folgt  $Kb_y$  dem Eingangswert aus Block 8 nur verzögert.

Mit diesen Maßnahmen wird eine Abschwächung der Giermomenten-kompensation bei Kurvenbremsungen und gebremsten Spurwechseln auf hohen Reibwerten erreicht. Die verbleibenden Anteile des Hinter-radlenkwinkels  $\delta_{GMK}$  aus der Kompensation wirken sich nicht mehr nachteilig auf das Fahrverhalten aus.

Man kann die gemessene Querbeschleunigung durch eine aus den Lenkwinkeln und der Fahrzeuggeschwindigkeit (z.B. Tachosignal) nachgebildeten Größe ersetzen. Aus dem bekannten linearen Einspurmodell kann bei stationärer Betrachtung folgender Zu-sammenhang für die Querbeschleunigung hergeleitet werden:

$$b_{y, stat} = \frac{V_x^2 (\delta_v - \delta_h)}{l_0} \frac{1}{1 + (V_x / V_{ch})^2}$$

mit:

$V_x$  - Fahrzeuglängsgeschwindigkeit

$\delta_v$  - Vorderradlenkwinkel

$\delta_h$  - Hinterradlenkwinkel

$l_0$  - Radstand

$V_{ch}$  - charakterische Geschwindigkeit

$b_{y, stat}$  - geschätzte stationäre Beschleunigung

Dabei setzt sich  $V_{ch}$  aus den Modellparametern wie folgt zusammen:

$$V_{ch} = \sqrt{\frac{1}{\frac{m}{l_0^2} \left( \frac{l_h}{C_v} - \frac{l_v}{C_h} \right)}}$$

mit

m - Fahrzeugmasse

$l_v$  - Abstand Schwerpunkt - Vorderachse

5  $l_h$  - Abstand Schwerpunkt - Hinterachse

$C_v$  - Schräglaufsteifigkeit Vorderachse

$C_h$  - Schräglaufsteifigkeit Hinterachse

10 Mit den Parametern eines bestimmten Modells ergibt sich hieraus ein Wert für  $V_{ch}$  von ca. 20 m/s.

Bei einem instationärem Fahrmanöver (gebremster Spurwechsel) zeigt sich, daß die auf Kreisfahrt abgestimmte stationäre Gleichung (1) zu hohe Querschleunigungen liefert. Aus diesem Grund wird ein dynamisches Glied (Tiefpaß mit Zeitkonstante  $T_{bys}$ ) nachgeschaltet (Block 13), welches die Fahrzeugdynamik berücksichtigt.

20 Bei der Realisierung von Gleichung (1) im Rechner bietet es sich an, den Anteil

$$\frac{V_x^2}{l_0} \frac{1}{1 + (V_x / V_{ch})^2}$$

25 als geschwindigkeitsabhängige Kennlinie abzulegen (Block 14). Gleichung (1) reduziert sich damit auf die Interpolation einer Kennlinie (in Block 14) sowie die Multiplikation des Ergebnisses mit der Differenz ( $\delta_v - \delta_n$ ) (in Block 15). Die gesamte Quer-

beschleunigungskorrektur hat damit die im mittlerem Zweig in FIG. 1 dargestellte Form.

5 In der Schätzung der Quereschleunigung ist, wie oben dargestellt, der Hinterradlenkwinkel  $\delta_r$  als Eingangsgröße enthalten. Gleichzeitig wirkt die Schätzung auf einen Teil des Hinterradlenkwinkels, nämlich den GMK-Anteil, zurück. Damit hierbei keine Rückkopplungseffekte auftreten können, wird als Eingangsgröße der Quereschleunigungsschätzung lediglich der aus sonstiger Hinterradlenk-Steuerung stammende Anteil des Hinterradlenkwinkels berücksichtigt.

10 Zur Unterdrückung des verstärkten Eindrehens am Ende einer Kurvenbremsung durch die Giermomentenkompensation wird ein von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängiger Verstärkungsfaktor  $K_{vx}$  multiplikativ überlagert.

20 Dessen beispielhafter Verlauf ist im Block 16 abgespeichert und in FIG.4 dargestellt. Oberhalb z. B. von 50 km/h bleibt der Verstärkungsfaktor unverändert auf Eins und im Bereich von z. B. 50 km/h bis 20 km/h wird er kontinuierlich auf Null abgebaut. Diese Maßnahme ist für  $\mu$ -Split-Bremsungen von untergeordneter Bedeutung, da Fahrzeuge mit ABS im unteren Geschwindigkeitsbereich keine Beherrschbarkeitsprobleme zeigen.

25 Dieser zusätzliche Faktor  $K_{vx}$  wird im Multiplizierer 12 multiplikativ berücksichtigt. Der Lenkwinkel für die Giermomentenkompensation lautet somit insgesamt:

30 
$$\delta_{GHE} = K_{py} \cdot K_{vx} \cdot \delta.$$

Das Blockschaltbild eines modifizierten technischen Umfeldes aus FIG.5 unterscheidet sich von dem aus FIG.1 durch eine variable

Totzone 4'. Dabei werden die gefilterten Bremsdrücke  $P_{v1f}$ ,  $P_{vrf}$  mittels eines Multiplizierers 20 miteinander multipliziert. Das Produkt aus  $P_{v1f}$  und  $P_{vrf}$  wird mit einem Korrekturfaktor  $K_{th}$  multipliziert und mit einem vorgegebenen Grenzwert  $P_{to}$  zu einem korrigierten Grenzwert  $P_{toth}$  addiert.

In dem anhand von FIG.1 bis FIG.5 beschriebenen Beispiel für ein technisches Umfeld, welches durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verbessert wird, wird von einem Fahrzeug mit einem Antiblockiersystem (ABS) ausgegangen, bei welchem die Bremsdrücke der Hinterräder nicht individuell geregelt werden. Dies ist für die Zwecke eines bloßen Antiblockiersystems (ABS) häufig ausreichend, so daß eine individuelle Regelung der Bremsdrücke der Hinterräder bei kommerziell erhältlichen Antiblockiersystemen (ABS) regelmäßig nicht vorgesehen ist. Infolgedessen treten Bremsdruckdifferenzen nur an den Rädern der Vorderachse auf und müssen auch nur dort berücksichtigt werden.

Anderes gilt für Fahrzeuge, welche mit einer Fahrdynamikregelung (FDR bzw. ESP) ausgerüstet sind. Hier werden im Rahmen der Fahrdynamikregelung zumindest zeitweise Bremsdrücke der Räder beider Achsen individuell geregelt. Dabei werden gezielt unterschiedliche Bremsdrücke jeweils an den Rädern einer Achse eingestellt, um die Fahrzeugbewegung zu beeinflussen.

Diese Umstände werden in dem in FIG.6 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung berücksichtigt. Dabei wird von der Variante aus FIG.5 mit einer variablen Totzone 4' ausgegangen. Selbstverständlich ist die Erfindung auch für die Variante aus FIG.1 mit einer festen Totzone einsetzbar. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Giermomentkompensation (GMK) nur auf Bremsdruckdifferenzen auf einer Antiblockierregelung (ABS) und nicht



auch bedingt durch einen Fahrzeugregler einer Fahrdynamikregelung (FDR bzw. ESP) reagiert.

5 Gegenüber der Variante aus FIG.5 ist die Giermomentkompensation (GMK) in FIG.6 um zwei Teile erweitert:

10 Die erste Erweiterung, die im oberen linken Teil von FIG.6 dargestellt ist, dient der Berücksichtigung von Bremsdruckdifferenzen der Räder der Hinterachse. Zu diesem Zweck wurde ein weiterer Zweig in das Blockdiagramm eingefügt, welcher im wesentlichen dem oberen Zweig aus FIG.5 (bzw. FIG.1) entspricht. Gleiche Komponenten werden in der Darstellung daher auch mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, welche lediglich um den Zusatz "h" für Hinterachse bzw. "v" für Vorderachse ergänzt werden.

15 Die Bremsdrücke der Hinterräder  $P_{hl}$  bzw.  $P_{hr}$  können, wie oben für die Bremsdrücke der Vorderräder  $P_{vl}$ ,  $P_{vr}$  beschrieben, gemessen oder geschätzt werden. Sie werden dann auch im wesentlichen auf die gleiche Weise wie die Bremsdrücke der Vorderräder  $P_{vl}$ ,  $P_{vr}$  behandelt. Sie werden also in Vor- und Abbaufiltern  $1_h, 1'_h, 2_h, 2'_h$  gefiltert. Die Differenz der gefilterten Bremsdrücke  $P_{hl\bar{f}}$ ,  $P_{hr\bar{f}}$  wird in einem Subtrahierer  $3_h$  bestimmt. Übersteigt die Differenz der gefilterten Drücke  $P_{hl\bar{f}}$ ,  $P_{hr\bar{f}}$  eine vom Gesamtdruckniveau abhängige oder eine festvorgegebene Totzone 4, wird ein Teil-  
25 Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_{GMKh}$  bestimmt. Ein von den Bremsdrücken der Räder der Vorderachse wie oben beschrieben bestimmter Lenkwinkel wird als weiterer Teil-Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_{GMKv}$  zusammen mit dem Teil-Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_{GMKh}$  von den Bremsdrücken der Räder der Hinterachse zu einem Hinter- und/oder  
30 Vorderachslenkwinkel  $\delta_{id=al}$  addiert.

Die Behandlung der Bremsdrücke  $P_{hl}$ ,  $P_{hr}$  der Hinterräder unterscheidet sich von der Behandlung der Bremsdrücke  $P_{vl}$ ,  $P_{vr}$  der

Vorderräder hauptsächlich durch die folgenden Punkte: Es können andere Parameter für die Filter und die Totzone gewählt werden; ebenso ein anderer Wert für die konstante Verstärkung. Solche unterschiedlichen Parameter können z. B. der unterschiedlichen Bauform oder der unterschiedlichen Baugröße der Bremsen, d. h. einem unterschiedlichen Zusammenhang zwischen Bremsdruck und Bremskraft an der Vorder- bzw. Hinterachse, Rechnung tragen. Weiterhin können derart unterschiedliche Parameter einer möglichen unterschiedlichen Spurbreite von Vorder- und Hinterachse oder unterschiedlichen ABS-Strategien Rechnung tragen.

Außerdem kann die zeitvariable Verstärkung der Bremsdruckdifferenz (Block 6 in FIG. 1 und FIG. 5) wegfallen. Dies ist möglich, da im Falle eines ABS-Eingriffs innerhalb einer in eine Fahrdynamikregelung (FDR) regelmäßig die Bremsdruckdifferenz der Hinterräder so gesteuert wird, daß sie nur langsam ansteigt. Andererseits kann auch eine zeitvariable Verstärkung der Bremsdruckdifferenz der Hinterräder sinnvoll sein und dementsprechend verwendet werden.

Aufgrund der genannten Unterschiede bei der Behandlung der hinteren und der vorderen Bremsdrücke  $P_{hl}$ ,  $P_{hr}$  bzw.  $P_{vl}$ ,  $P_{vr}$  ist es zweckmäßig, die Differenzen zunächst jeweils, wie in FIG.6 dargestellt, getrennt zu bilden. Anschließend werden die Teil-Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_{GMRV}$ ,  $\delta_{GMRV}$  zum gesamten Hinter- oder Vorderachslenkwinkleingriff  $\delta_{idaa1}$  addiert.

Der so erhaltene Hinter- oder Vorderachslenkwinkleingriff  $\delta_{idaa1}$  kann an sich dem Lenkwinkel für die Giermomentkompensation entsprechen. Wie oben beschrieben, werden aber zweckmäßigerweise zusätzlich die Quereschleunigung  $b_y$  und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs berücksichtigt. Hierzu wird der Hinter- oder Vorderachslenkwinkel  $\delta_{idaa1}$  mit den genannten Korrekturfaktoren  $K_{b_y}$  und

$K_{vx}$  beaufschlagt. Der so erhaltene aktuelle Kompensationslenkwinkel  $\delta_A$  wird zur Giermomentkompensation an der Hinterachse eingestellt oder einem Lenkwinkel der Vorder- oder der Hinterachse überlagert.

5

Die zweite Erweiterung dient dem Zweck, sicherzustellen, daß die Giermomentkompensation (GMK) nur auf Bremsdruckdifferenzen aus einer Antiblockierregelung (ABS) und nicht bedingt durch einen Fahrdynamikregler reagiert. Hierfür wird ein Signal bereitgestellt, welches anzeigt, wann Eingriffe des Fahrzeugreglers erfolgen. Daß Eingriffe des Fahrzeugreglers vorliegen, wird in Fahrdynamikregelungen regelmäßig in der Form eines Flags angezeigt, welches beispielsweise die Werte Null und Eins annehmen kann. Es muß daher nur an die Steuerung der Giermomentkompensation (GMK) übertragen werden. Zur Verarbeitung des Signals F ist ein Selektor 50 vorgesehen.

10

15

20

Vorzugsweise wird durch diese Erweiterung die Giermomentkompensation (GMK) abgeschaltet, wenn Eingriffe des Fahrzeugreglers erfolgen. Ein bereits anliegender Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_A$  wird während eines nachfolgenden Eingriffs des Fahrzeugreglers konstant gehalten und danach auf einen aktuellen Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_A$  im wesentlichen kontinuierlich überführt.

25

30

Zu diesem Zweck wird zunächst mittels eines Blocks 52 aus dem Flag F des Fahrzeugreglers von einem Ausschaltfilter 30 ein Faktor  $K_F$  gebildet. Der Wert des Faktors  $K_F$  ist immer gleich eins, wenn der Flag F gesetzt, d.h. gleich eins ist. Verschwindet der Flag F, geht der Wert des Faktors  $K_F$  mit einem vorgegebenen Zeitverhalten gegen Null. Ein solcher Zusammenhang ist beispielhaft in FIG.7 dargestellt. In diesem Beispiel geht der Wert des Faktors  $K_F$  linear in einer Zeit  $\Delta t$  gegen Null. Alternativ kann beispielsweise ein exponentieller Übergang verwendet werden.

Mit Hilfe des so erhaltenen Faktors  $K_H$  wird der letztlich an die gelenkte Achse zur Giermomentkompensation anzulegende bzw. oder Vorderachslenkwinkel  $\delta_{GMK}$  mittels eines Blocks 53 entsprechend der folgenden Gleichung ermittelt:

$$\delta_{GMK} = (1 - K_H) \cdot \delta_A + K_H \cdot \delta_H$$

mit

$\delta_A$  = der jeweils aktuelle Kompensations-Lenkwinkel  
 $\delta_H$  = ein während eines Eingriffs des Fahrzeugreglers konstant gehaltener Kompensations-Lenkwinkel.

Um dabei den konstanten Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_H$  zu erhalten, wird ein steuerbares Sample-and-Hold-Glied 51 verwendet. Dieses ist so geschaltet, daß es den jeweils aktuellen Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_A$  übernimmt (Sample). Solange der Faktor  $K_H$  gleich Null ist, gibt das Sample-and-Hold-Glied 51 diesen aktuellen Kompensationslenkwinkel  $\delta_A$  auch jeweils als Ausgabewert aus (d.h.  $\delta_A = \delta_H$ ). Sobald jedoch der Faktor  $K_H$  größer als Null ist, wird der zuletzt anliegende Wert des Kompensationslenkwinkels  $\delta_A$  eingefroren (Hold) und somit der konstante Kompensations-Lenkwinkel  $\delta_H$  erzeugt und ausgegeben. Sobald der Faktor  $K_H$  wieder den Wert Null annimmt, wird das Halten des konstanten Kompensations-Lenkwinkels  $\delta_H$  wieder eingestellt u.s.w.

Solange nun der Faktor  $K_H$  gleich Null ist, d.h. solange keine Eingriffe des Fahrzeugreglers erfolgen, vereinfacht sich die obige Gleichung zu:

$$\delta_{GMK} = (1 - 0) \cdot \delta_A + 0 \cdot \delta_H = \delta_A$$

Jeweils erforderliche Giermomentkompensationen werden also entsprechend der obigen Beschreibung unverändert durchgeführt.

5 Sobald ein Eingriff des Fahrzeugreglers erfolgt, wird der Faktor  $K_H$  gleich eins. Damit wird aus der obigen Gleichung:

$$\delta_{GMK} = (1 - 1) \cdot \delta_A + 1 \cdot \delta_H = \delta_H$$

10 d.h., der zuletzt vor dem Eingriff des Fahrzeugreglers angelegte Kompensationswinkel  $\delta_A$  wird als konstanter Kompensationswinkel  $\delta_H$  gehalten und weiter während des Eingriffs angelegt.

15 Sobald schließlich der Eingriff des Fahrzeugreglers abgeschlossen ist, wird der Faktor  $K_H$  kontinuierlich während einer Zeit  $\Delta t$  wieder auf den Wert Null überführt. Während dieser Zeit wird der konstante Kompensationswinkel  $\delta_H$  weiter gehalten und der resultierende Kompensationswinkel  $\delta_{GMK}$  wie oben dargelegt zu:

$$\delta_{GMK} = (1 - K_H) \cdot \delta_A + K_H \cdot \delta_H$$

20 berechnet. Auf diese Weise wird der während des Eingriffs des Fahrzeugreglers konstant gehaltene Kompensationswinkel  $\delta_H$ , welcher während dieser Zeit auch als resultierender Kompensationswinkel  $\delta_{GMK}$  anlag, kontinuierlich auf den Wert des jeweils nach dem Eingriff der Fahrdynamikregelung (FDR bzw. ESP) zur  
25 Kompensation des Giermomentes eigentlich benötigten aktuellen Kompensationswinkel  $\delta_A$  überführt.

30 Eine andere Möglichkeit, zu vermeiden, daß die Giermomentkompensation (GMK) dessen Fahrzeugregler entgegenwirkt, besteht darin, den aktuellen Eingriffswinkel  $\delta_A$  der Giermomentkompensation (GMK) stark zu filtern, solange die Eingriffe des Fahrzeugreglers erfolgen. Damit werden die Fahrdynamikeingriffe

im höheren Frequenzbereich durch die Giermomentkompensation (GMK) nicht beeinträchtigt.

Das beschriebene Ausführungsbeispiel hat gegenüber dem beispielhaft geschilderten technischen Umfeld insbesondere den Vorteil, daß die von dem in die Fahrdynamikregelung (FDR bzw. ESP) integrierten Antiblockiersystem (ABS) nach dem Stand der Technik zu berücksichtigende Giermomentabschwächungen (GMA) sowohl an der Vorderachse als auch an der Hinterachse stark reduziert werden können. Auch kann an der Hinterachse bereits bei höherer Geschwindigkeit auf ABS-Individualeingriffe übergegangen werden. Dadurch wird der Bremsweg verkürzt. Ferner können die Giermomentkompensationseingriffe mit anderen Lenkeingriffen überlagert werden. Als Eingangsinformationen der Giermomentkompensation können gemessene oder geschätzte Bremsdrücke verwendet werden, welche vorzugsweise bereits aus der Fahrdynamikregelung (FDR bzw. ESP) zur Verfügung stehen.

Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele dienen nur der besseren Verständlichkeit der Erfindung. Sie sind nicht als Einschränkung gedacht. Es versteht sich daher, daß auch alle weiteren möglichen Ausführungsformen im Rahmen der Erfindung liegen. Insbesondere versteht es sich, daß die Erfindung auch eine Vorrichtung zur Umsetzung des beschriebenen Verfahrens und ein mit einer solchen Vorrichtung ausgestattetes Fahrzeug umfaßt.

## Bezugszeichenliste

	$\delta, \delta_{\text{ideal}}$	Hinter- und/oder Vorderachslenkwinkel
	$\Delta_{\Sigma}$	Kompensationslenkwinkel
5	$\delta_{\text{GMKV}}, \delta_{\text{GMKV}}$	Teil-Kompensations-Lenkwinkel
	$\Delta P$	Druckdifferenz
	$k_p$	Proportionalitätsfaktor
	$k_v$	Faktor
	$P_{v1}, P_{vr}$	Bremsdrücke der Vorderräder
10	$P_{v1f}, P_{vrf}$	gefilterten Bremsdrücke der Vorderräder
	$P_{h1}, P_{hr}$	Bremsdrücke der Hinterräder
	$P_{h1f}, P_{hrf}$	gefilterten Bremsdrücke der Hinterräder
	$b_y$	Querbeschleunigung
	$K_{by}$	Korrekturfaktor
15	$K_{by}$	Verstärkungsfaktor
	$P_{\text{tot}}$	vorgebener Grenzwert
	$K_{rh}$	Korrekturfaktor
	$P_{\text{toth}}$	korrigierter Grenzwert
	F	Flag
20	$K_H$	Gewichtsfaktor
	S/H	Sample-and-Hold-Glied
	1,1'	Vorfilter
	2,2'	Abbaufilter
25	3	Subtrahierer
	4	Totzone bzw. Totzone
	4'	variable Totzone bzw. Totzone
	5,6	Steuerungsverstärker bzw. Block
	7	Addierer
30	8	Kennlinie bzw. Block
	9	
	10,11	alternative Tiefpässe
	12	Multiplizierer

- 13        dynamisches Glied
- 14        geschwindigkeitsabhängige Kennlinie
  
- 20        Multiplizierer
  
- 30        Außschaltfilter

5

10



## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit einem Fahrzeugregler zur individuellen Einstellung von Bremskräften der Räder  
5  
zumindest einer Achse des Fahrzeugs und einem Giermomentenkompensator zur zumindest teilweisen Kompensation eines Giermomentes des Fahrzeuges infolge unterschiedlicher Bremskräfte einzelner Räder der zumindest einen Achse durch einen Eingriff in eine Lenkung des Fahrzeugs,  
10  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Eingriff des Giermomentenkompensators in die Lenkung nicht oder nur verringert erfolgt, während mittels des Fahrzeugreglers Bremskräfte einstellt werden.
- 15  
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Achse die Vorder und/oder die Hinterachse ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 ,  
20  
dadurch gekennzeichnet,  
daß Eingriff in eine Lenkung des Fahrzeugs mittels eines in Abhängigkeit von Bremskräften einzelner Räder ermittelten Kompensations-Lenkwinkel erfolgt.
- 25  
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur mindestens teilweisen Kompensation des Giermomentes des Fahrzeuges ein von einer Differenz ( $\Delta P$ ) von getrennt eingeregelter Bremsdrücken ( $P_{v1}, P_{v2}, P_{h1}, P_{h2}$ ) der Vorder- und/oder der Hinterräder abhängiger Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta, \delta_{ideal}, \delta_{GME}, \delta_A, \delta_H$ )  
30  
an einem Hinterradlenksystem eingestellt oder einem Vorderrad- oder Hinterradlenkwinkel überlagert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Wert des Kompensations-Lenkwinkels ( $\delta, \delta_{ideal}, \delta_{GMK}, \delta_A, \delta_H$ ) in  
einem vorgegebenen oder veränderlichen Bereich kleiner  
5 Bremsdruckdifferenzen ( $\Delta P$ ), der in der Beschreibung sog. Totzone,  
gleich Null und außerhalb der Totzone auf einen Wert ungleich  
Null gesetzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3, 4 oder 5,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
daß für die Vorderräder und für die Hinterräder jeweils getrennte  
Teil-Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta_{GMKV}$  bzw.  $\delta_{GMKH}$ ) bestimmt werden und  
der Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta, \delta_{ideal}, \delta_{GMK}, \delta_A, \delta_H$ ) in Abhängigkeit  
von den Teil-Kompensations-Lenkwinkeln ( $\delta_{GMKV}$  bzw.  $\delta_{GMKH}$ ) bestimmt  
15 wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta, \delta_{ideal}, \delta_{GMK}, \delta_A, \delta_H$ ) durch Addition  
20 der Teil-Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta_{GMKV}$  bzw.  $\delta_{GMKH}$ ) bestimmt wird.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche ,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zumindest ein Teil-Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta_{GMKV}$  bzw.  $\delta_{GMKH}$ )  
25 nach dem Überschreiten der Totzone durch Addition des Produktes  
einer Konstanten und dem Ausgangswert der Totzone und des  
Produktes einer variablen Verstärkung und dem Ausgangswert der  
Totzone bestimmt wird.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta_A$ ) gespeichert wird, während  
mittels des Fahrzeugreglers Bremskräfte eingestellt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß der gespeichert Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta_H$ ) nach Beendigung  
der Einstellung der Bremskräfte mittels des Fahrzeugreglers auf  
5 einen aktuellen Kompensations-Lenkwinkel ( $\delta_A, \delta_A'$ ) im wesentlichen  
kontinuierlich überführt wird.

11. Einrichtung zum Betrieb eines Fahrzeugs mit einem  
Fahrzeugregler zur individuellen Einstellung von Bremskräften der  
10 Räder zumindest einer Achse des Fahrzeugs und einem  
Giermomentenkompensator zur zumindest teilweisen Kompensation  
eines Giermomentes des Fahrzeuges infolge unterschiedlicher  
Bremskräfte einzelner Räder der zumindest einer Achse durch einen  
Eingriff in eine Lenkung des Fahrzeugs, insbesondere zum Betrieb  
15 eines Fahrzeugs gemäß einem Verfahren nach einem der  
vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Einrichtung zum Betrieb eines Fahrzeugs einen Selektor  
(50) zur Verhinderung oder Verringerung des Eingriffs des  
20 Giermomentenkompensators in die Lenkung bei Einstellung von  
Bremskräften durch den Fahrzeugregler aufweist.

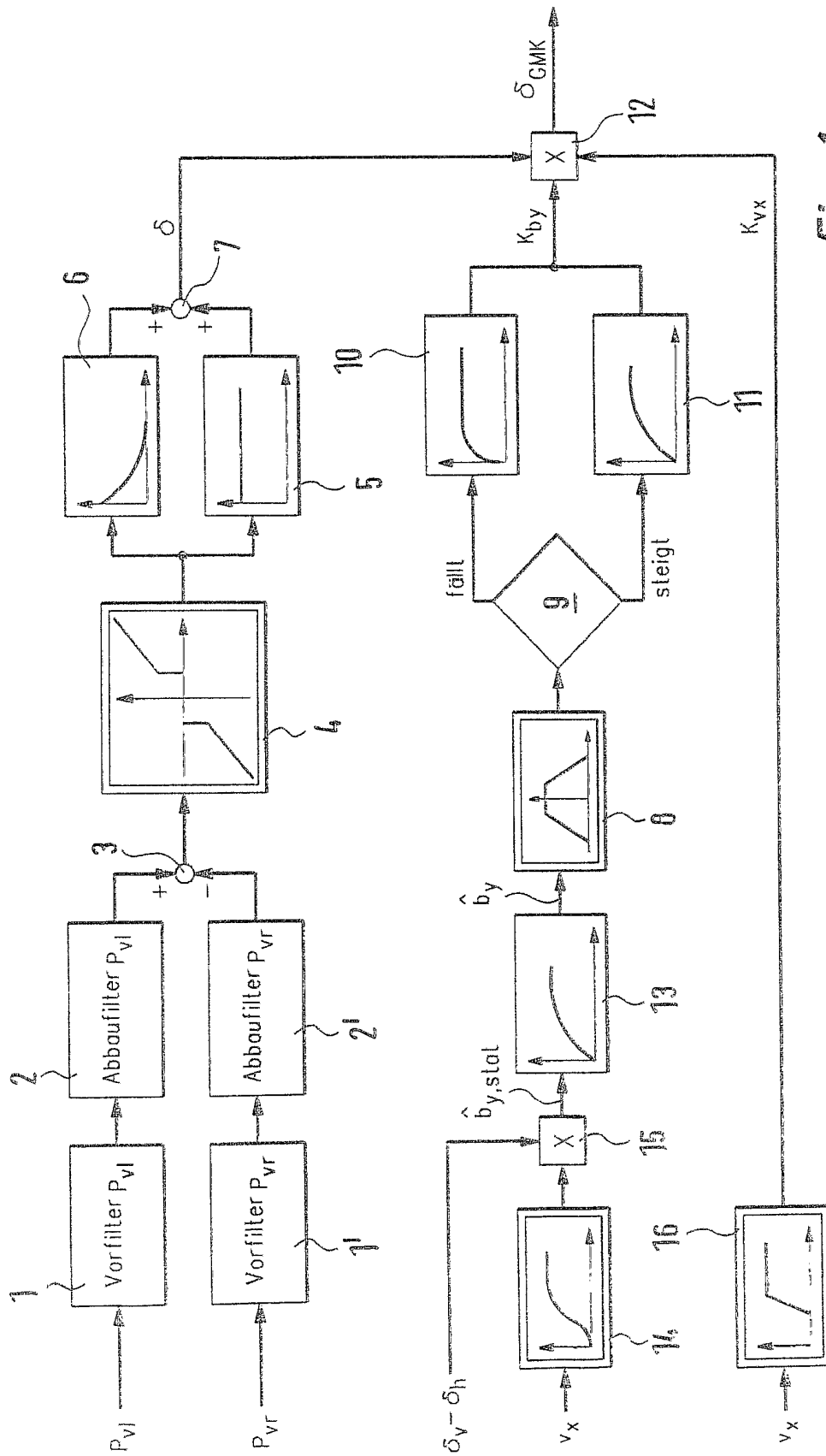


Fig. 1

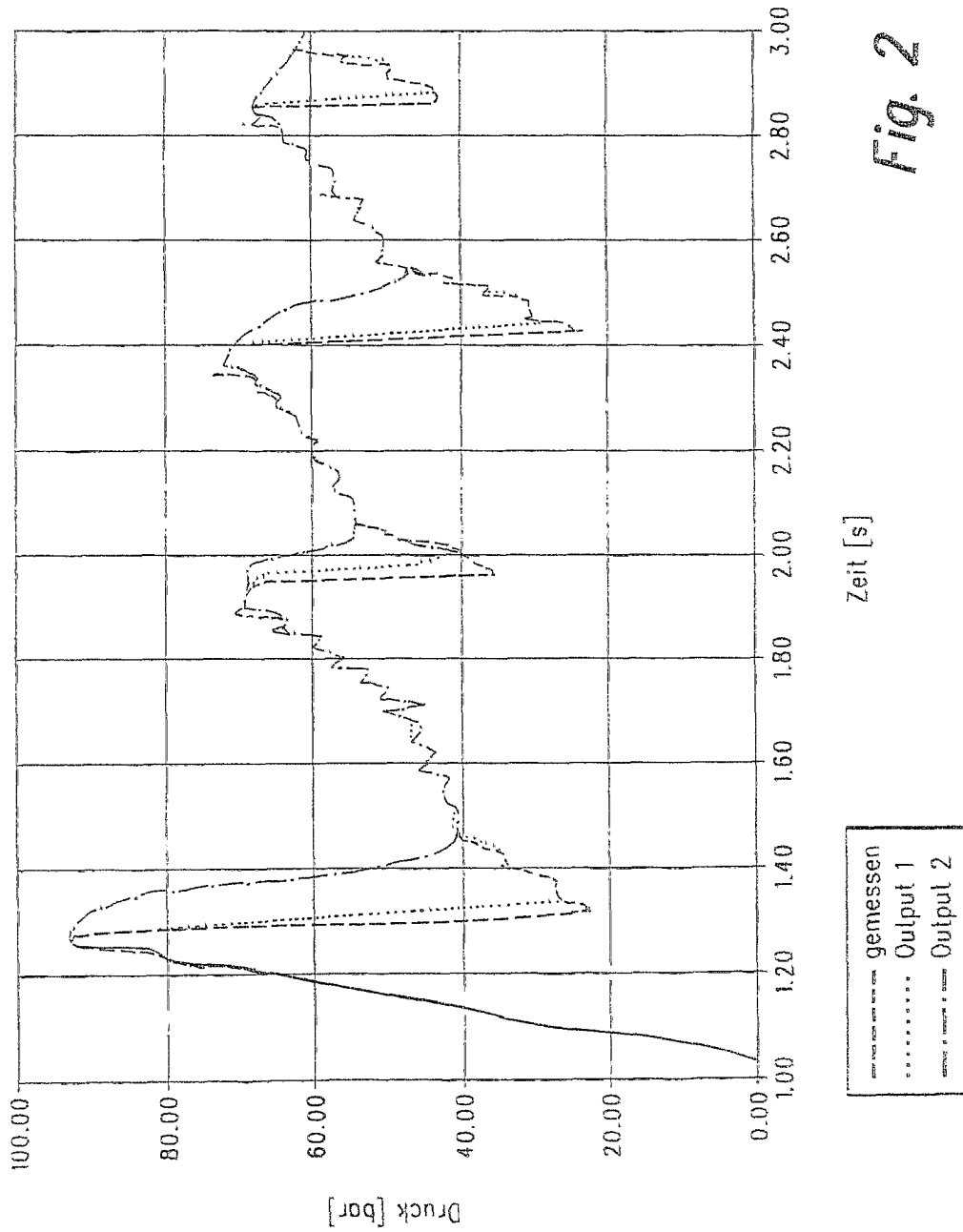


Fig. 2

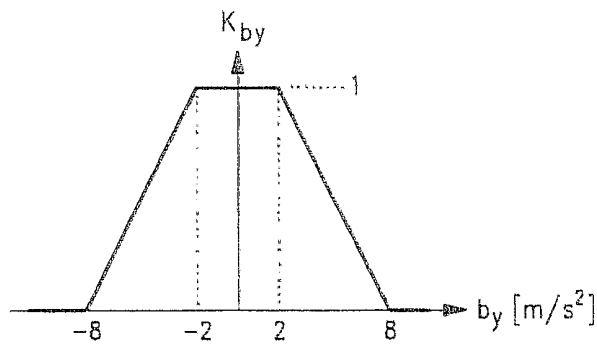


Fig. 3

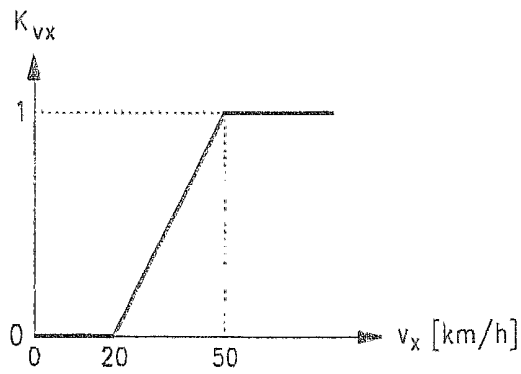


Fig. 4

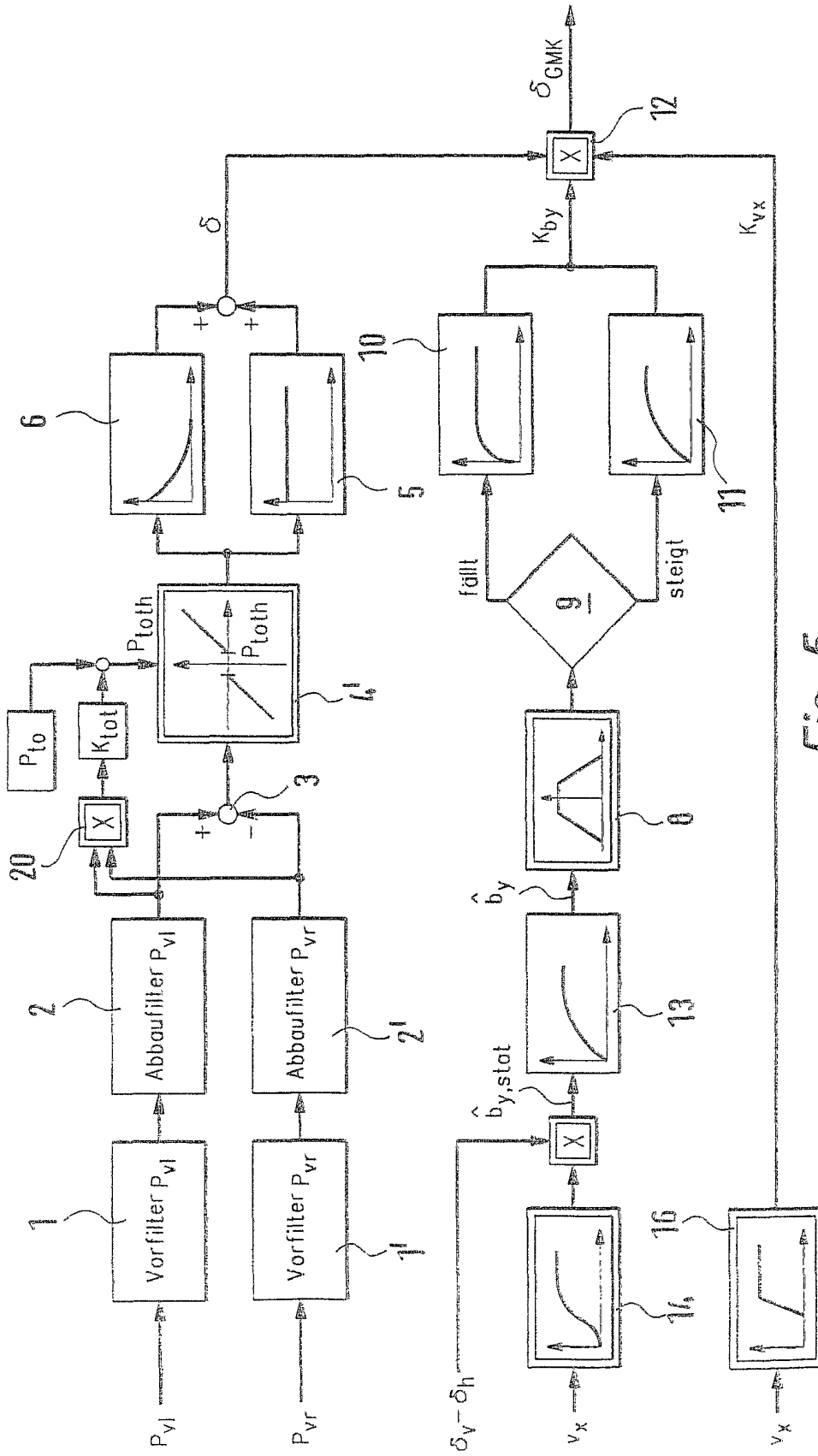
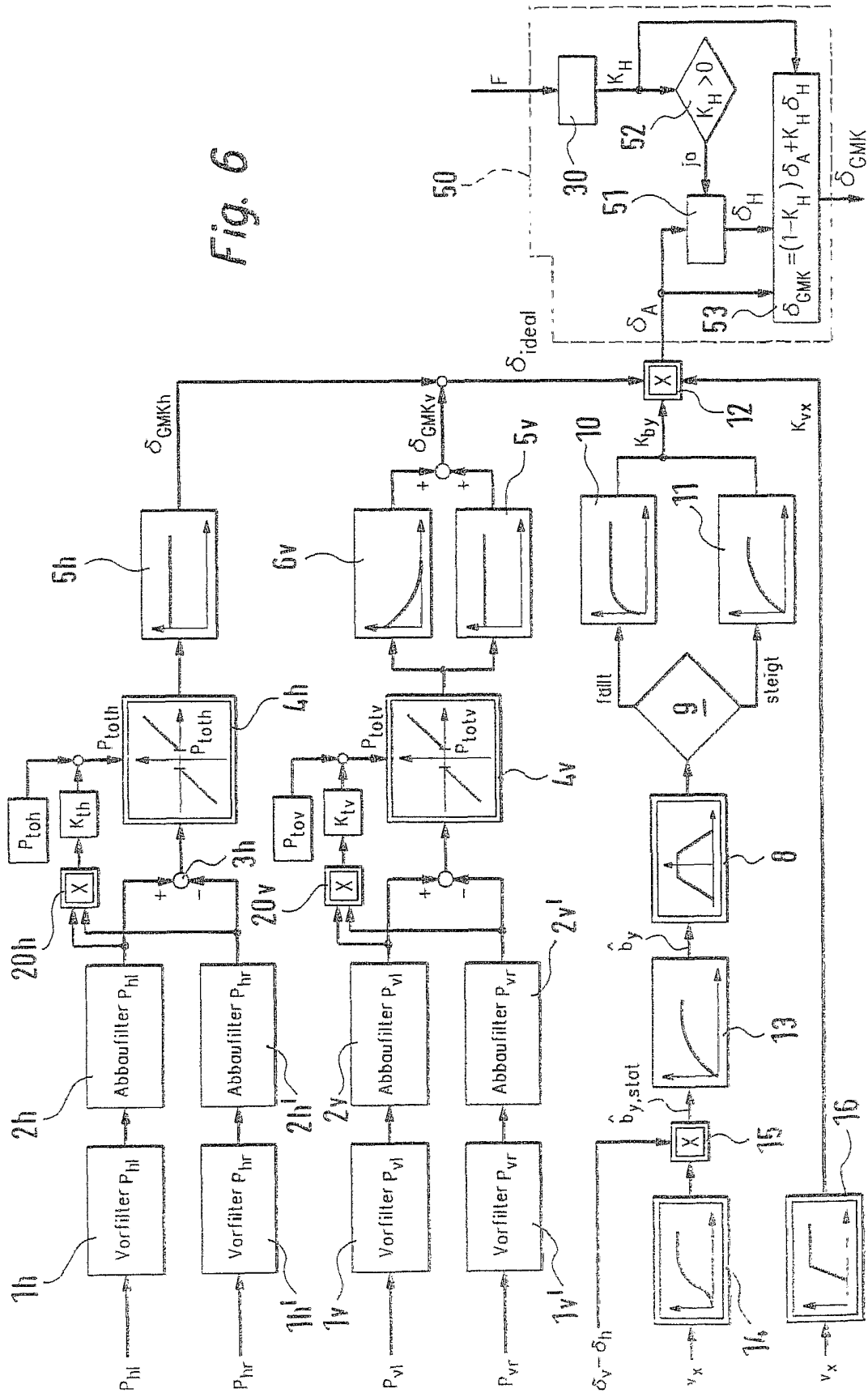


Fig. 5

Fig. 6





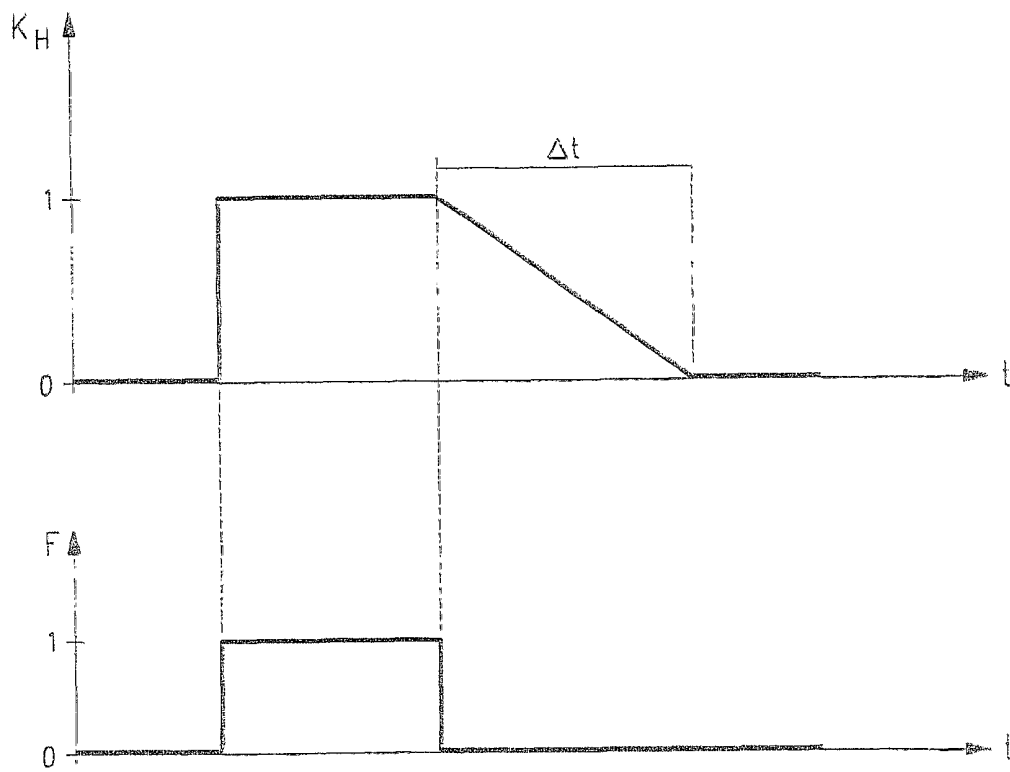


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte Application No  
PCT/DE 01/04029

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B60T8/00 B62D5/04 B62D6/04 B62D7/15		
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 B62D		
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) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 482 133 A (FUKUMURA TOMOHIRO ET AL) 9 January 1996 (1996-01-09) column 5, line 31 -column 5, line 47 column 7, line 12 -column 7, line 16 ---	1,2,11
X	US 4 998 593 A (KARNOPP DEAN C ET AL) 12 March 1991 (1991-03-12) column 7, line 54 -column 9, line 49 figure 11A ---	1,2,11
A	EP 0 487 967 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3 June 1992 (1992-06-03) cited in the application the whole document -----	1-11
<input 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 :		
*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  21 February 2002		Date of mailing of the international search report  07/03/2002
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  HERNANDEZ, R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/04029

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5482133	A	09-01-1996	JP	3095076 B2	03-10-2000
			JP	4066359 A	02-03-1992
US 4998593	A	12-03-1991	DE	4010332 A1	04-10-1990
			JP	2283555 A	21-11-1990
			JP	2932589 B2	09-08-1999
EP 0487967	A	03-06-1992	DE	4038079 A1	04-06-1992
			DE	59104544 D1	23-03-1995
			EP	0487967 A2	03-06-1992
			HU	59635 A2	29-06-1992
			JP	7002081 A	06-01-1995
			US	5316379 A	31-05-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 01/04029

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 B60T8/00 B62D5/04 B62D6/04 B62D7/15		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) IPK 7 B60T B62D		
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) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 482 133 A (FUKUMURA TOMOHIRO ET AL) 9. Januar 1996 (1996-01-09) Spalte 5, Zeile 31 -Spalte 5, Zeile 47 Spalte 7, Zeile 12 -Spalte 7, Zeile 16 ---	1,2,11
X	US 4 998 593 A (KARNOPP DEAN C ET AL) 12. März 1991 (1991-03-12) Spalte 7, Zeile 54 -Spalte 9, Zeile 49 Abbildung 11A ---	1,2,11
A	EP 0 487 967 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3. Juni 1992 (1992-06-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-11
<input 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 *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 21. Februar 2002		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 07/03/2002
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 HERNANDEZ, R

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE 01/04029

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5482133 A	09-01-1996	JP 3095076 B2	03-10-2000
		JP 4066359 A	02-03-1992
US 4998593 A	12-03-1991	DE 4010332 A1	04-10-1990
		JP 2283555 A	21-11-1990
		JP 2932589 B2	09-08-1999
EP 0487967 A	03-06-1992	DE 4038079 A1	04-06-1992
		DE 59104544 D1	23-03-1995
		EP 0487967 A2	03-06-1992
		HU 59635 A2	29-06-1992
		JP 7002081 A	06-01-1995
		US 5316379 A	31-05-1994