

(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
7. Mai 2009 (07.05.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/056412 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60W 10/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/062986

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. September 2008 (29.09.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 051 590.3
29. Oktober 2007 (29.10.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ERBAN, Andreas [DE/DE]; Marderweg 6, 74369 Loechgau (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DISTRIBUTING DRIVING OR TOWING TORQUE TO THE DRIVEN WHEELS OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM VERTEILEN VON ANTRIEBS- ODER SCHLEPPMOMENTEN AUF DIE ANGETRIEBENEN RÄDER EINES KFZ

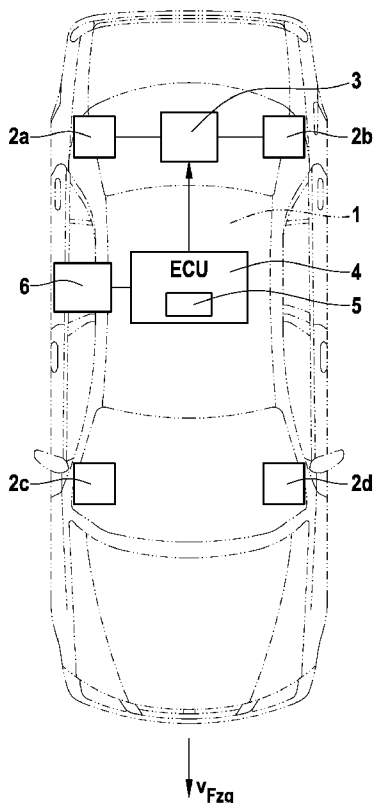


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for distributing driving or towing torque to the driven wheels (2a, 2b) of a vehicle (1). To reduce the tendency of the vehicle to understeer or oversteer and to improve the agility of the vehicle when the vehicle (1) is cornering, the driving or towing torque is distributed to the driven wheels (2a, 2b) in such a way that a differential driving torque (M_D) or towing torque that counteracts the tendency of the vehicle (1) to understeer or oversteer is produced, the magnitude of the differential driving torque (M_D) or towing torque being dependent on the magnitude of the wheel contact forces (F_N) acting on the wheels (2a, 2b) or a modification of said forces, or on the magnitude of a physical variable that describes the wheel contact forces or a modification of said variable.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verteilen von Antriebs- oder Schleppmomenten auf die angetriebenen Räder (2a,2b) eines Fahrzeugs (1). Zur Verringerung der Unter- oder Übersteuertendenz eines Fahrzeugs und zur Verbesserung der Agilität des Fahrzeugs wird das Antriebs- oder Schleppmoment bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs (1) derart auf die angetriebenen Räder (2a,2b) verteilt, dass ein Differenz-Antriebsmoment (M_D) oder Schleppmoment entsteht, das der unter- oder übersteuernden Tendenz des Fahrzeugs (1) entgegen wirkt, wobei die Höhe des Differenz-Antriebsmoments (M_D) oder - Schleppmoments von der Höhe der an den Rädern (2a,2b) wirkenden Radaufstandskräfte (F_N) oder deren Änderung, oder von der Höhe einer die Radaufstandskräfte beschreibenden physikalischen Größe oder deren Änderung abhängig ist.

WO 2009/056412 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

5 Beschreibung

Titel

10 Verfahren zum Verteilen von Antriebs- oder Schleppmomenten auf die angetriebenen Räder eines Kfz

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verteilen von Antriebs- oder Schleppmomenten gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, ein Steuergerät gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11, sowie ein Fahrzeug mit einer Einrichtung zum Verteilen von Antriebs- oder Schleppmomenten gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

20 Heutige Fahrzeuge umfassen üblicherweise ein Achsdifferenzial, das eine feste Antriebsmomentenverteilung im Verhältnis 50:50 auf die beiden Räder einer Achse vorgibt. Darüber hinaus existieren Achsdifferenziale mit integrierter Kupplung, die eine variable Verteilung der Antriebs- oder Schleppmomente auf die angetriebenen Räder ermöglichen.

25

Offenbarung der Erfindung

30 Es ist nun die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mittels derer das Fahrverhalten eines Fahrzeugs im gesamten Fahrbetrieb neutral ausgerichtet werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1, 11 sowie 12 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

35

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, bei einer stabilen Kurvenfahrt eines Fahrzeugs, das Antriebs- oder Schleppmoment derart auf die angetriebenen

Räder zu verteilen, dass es einer über- oder untersteuernden Tendenz des Fahrzeugs entgegenwirkt. Fahrzeuge haben üblicherweise eine leicht untersteuernde Tendenz, die durch Aufbringen eines zusätzlichen Differenz-Antriebsmoments zumindest teilweise kompensiert werden kann. Die Verteilung der einzelnen Antriebsmomente bzw. die Höhe des Differenz-Antriebsmoments ist erfindungsgemäß abhängig von den Radaufstandskräften oder deren Änderung. Durch die erfindungsgemäße Verteilung des Antriebs- oder Schleppmoments wird das über- oder untersteuernde Fahrverhalten von Anfang an verringert und die Traktion bei Kurvenfahrt verbessert. Das Fahrzeug reagiert außerdem wesentlich spontaner auf eine Lenkwinkeländerung.

Gemäß der Erfindung kann entweder die Radaufstandskraft oder eine andere Größe, aus der sich die Radaufstandskraft herleiten lässt (im Folgenden nur noch Radaufstandskraft) gemessen und weiterverarbeitet werden. Hierzu ist vorzugsweise eine entsprechende Sensorik, wie z. B. einer Sensorik zu Messung des Einfederweges, eines Kraftsensors, Federdrucksensors oder eine andere geeignete Sensorik vorgesehen.

Die Radaufstandskraft bzw. deren Änderung kann auch aus anderen physikalischen Größen, wie z. B. der Längsbeschleunigung und/oder der Querschleunigung modellbasiert geschätzt werden.

Die Verteilung des Differenz-Antriebsmoments ist vorzugsweise abhängig vom aktuellen (ausgenutzten) Reibwert der Fahrbahn und/oder der Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Zur Einstellung des gewünschten Differenz-Antriebsmoments oder -Schleppmoments (im Folgenden nur noch Antriebsmoment) wird bei Fahrzeugen, die ein Achsdifferential mit integrierter Kupplung aufweisen, das Achsdifferential angesteuert. Bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb, die mehrere den Rädern zugeordnete Elektromotoren aufweisen, werden die einzelnen Elektromotoren individuell angesteuert. Die einzelnen Radmomente können dabei grundsätzlich erhöht oder reduziert werden.

Um zu vermeiden, dass das Fahrzeug aufgrund des Differenz-Antriebsmoments in einen übersteuernden Zustand gerät, wird das Differenz-Antriebsmoment vorzugsweise auf einen Maximalwert begrenzt.

Das Differenz-Antriebsmoment wird außerdem vorzugsweise reduziert oder vollständig zurückgenommen, wenn das Fahrzeug übersteuert, die geschätzten Schräglaufwinkel an der Vorderachse und Hinterachse unterschiedliche Vorzeichen aufweisen oder eine Überlastung bzw. ein Fehler im System, wie z.B. eine zu hohe Stellertemperatur, vorliegt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Momentenverteilung ist vorzugsweise als weiteres Element in einen Fahrdynamikregler mit eingebunden. In einer instabilen Fahrsituation, in der der Fahrzeugregler, wie z.B. ESP, aktiv ist, wird die Stellanforderung des Fahrzeugreglers durch Ansteuerung des Achsdifferentials bzw. der Elektromotoren umgesetzt und eines der Räder stärker angetrieben (sofern es noch Bodenhaftung hat) als das andere Rad. Je nach Fahrsituation und Antriebsart des Fahrzeugs kann dies das kurvenäußere oder das kurveninnere Rad sein. Durch die unterschiedliche Momentenverteilung stellt sich ein Giermoment ein, das dem übersteuernden Verhalten des Fahrzeugs entgegen wirkt. Wenn das kurveninnere Rad ein zusätzliches Antriebsmoment erhalten soll, der Radschlupf am kurveninneren Rad aber einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, wird vorzugsweise zusätzlich ein Bremsengriff am kurvenäußeren Rad eingeleitet. Hierzu ist vorzugsweise ein unterlagerter Schlupfregler vorgesehen.

Das Differenz-Antriebsmoment wird vorzugsweise geregelt, vorzugsweise mit einem PD oder einem PDT_1 -Regelverhalten. Die einzelnen Regleranteile P, DT_1 sind vorzugsweise eine Funktion des Reibwerts, der Fahrsituation und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Das vorstehend beschriebene Verfahren ist vorzugsweise als Algorithmus in einem Steuergerät hinterlegt, wobei der Algorithmus auf verschiedene Sensoren oder mathematische Modelle zurückgreift, die zur Überwachung des Fahrverhaltens und anderer Zustände erforderlich sind. Der Algorithmus ermittelt in Abhängigkeit von der Fahrsituation ein Differenz-Antriebsmoment, das mittels eines Stellglieds, wie z. B. eines Achsdifferentials mit Kupplung oder Elektromotoren, umgesetzt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einer Einrichtung zur variablen Antriebs- oder Schleppmomentenverteilung;
- Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Darstellung der wesentlichen Verfahrensschritte zur Berechnung eines Differenz-Antriebsmoments; und
- 10 Fig. 3 ein Flussdiagramm zur Darstellung der wesentlichen Verfahrensschritte zur Berechnung eines stabilisierenden Differenz-Antriebsmoments in einer kritischen Fahrsituation.

Ausführungsformen der Erfindung

- 15 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der wesentlichen Komponenten eines Systems zur Verteilung von Antriebs- oder Schleppmomenten auf die angetriebenen Räder 2a,2b eines Fahrzeugs 1. Das System umfasst ein Achsdifferenzial 3 mit integrierter Kupplung, sowie ein Steuergerät 4 mit einem
- 20 Algorithmus 5, der das Achsdifferenzial 3 situationsabhängig ansteuern kann. Damit ist es möglich, das Motormoment des Verbrennungsmotors (nicht gezeigt) in einem nahezu beliebigem Verhältnis, abhängig vom Steller, auf die beiden Räder 2a,2b zu verteilen.
- 25 Bei dem dargestellten Fahrzeug könnte es sich auch um ein Fahrzeug mit Elektroantrieb handeln, bei dem die einzelnen Räder (z.B. 2a,2b) mittels eigener Elektromotoren individuell angetrieben werden. In diesem Fall kann ein gewünschtes Differenz-Antriebsmoment in einfacher Weise durch entsprechende Ansteuerung der Elektromotoren eingestellt werden.
- 30 Zur Einstellung eines Differenz-Antriebsmoments an den beiden Rädern einer Achse kann grundsätzlich das Moment an einem Rad entweder erhöht oder reduziert werden.
- 35 Heutige Fahrzeuge haben in der Regel eine geringfügig untersteuernde Tendenz. Um das Untersteuerverhalten wenigstens teilweise zu kompensieren, wird hier das Antriebsmoment bei einer Kurvenfahrt auf die angetriebenen Räder 2a,2b ungleich

verteilt. Dadurch wird ein Giermoment um die Hochachse des Fahrzeugs erzeugt, das das Eindrehen des Fahrzeugs in die Kurve unterstützt.

Das Steuergerät 4 bzw. der integrierte Algorithmus 5 berechnet abhängig von der Fahrsituation ein Differenz-Antriebsmoment M_D , das an den angetriebenen Rädern 2a,2b eingestellt wird. Für das Differenz-Antriebsmoment M_D kann beispielsweise folgende Beziehung angesetzt werden:

$$M_D = \text{sign}(a_y) \cdot K_0 \cdot \max(M_A, M_{A_{\min}}) \quad (1)$$

10

Dabei ist $\text{sign}(a_y)$ das Vorzeichen der Querbewegung, K_0 ein resultierender Gewichtungsfaktor und M_A das Antriebsmoment mit $M_A = |M_{\text{mot}}| \cdot i_P$, wobei M_{mot} das Motormoment und i_P das wirksame Momenten-Übersetzungsverhältnis (Getriebe, Wandler, Differential) zwischen Motor und den angetriebenen Rädern 2a,2b ist.

15

Das Antriebsmoment M_A wird hier auf einen vorgegebenen Mindestwert $M_{A_{\min}}$ nach unten begrenzt (Maximalwertfunktion \max), um auch im so genannten Freilauffall ($M_A=0$) ein fahrdynamisch wirksames Differenz-Antriebsmoment M_D erzeugen zu können.

20

Das Steuergerät 4 ist mit einer Sensorik 6 zur Überwachung des Fahrzustands verbunden, die hier in einem Block 6 zusammengefasst ist. Die Sensorik 6 kann beispielsweise Rad-Drehzahlsensoren, Längs- und Querbewegungssensoren, Gierratensensoren, etc. umfassen. Andere Größen, wie z.B. der aktuelle Reibwert oder die Fahrzeuggeschwindigkeit können modellbasiert im Steuergerät 4 geschätzt bzw. berechnet werden. Derartige Modelle sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt.

25

Die Höhe des an den Rädern 2a, 2b ausgeübten Differenz-Antriebsmoments ist abhängig von den Radaufstandskräften. Die Verteilung ist vorzugsweise auch abhängig von der Längsbewegung und/oder dem Reibwert der Straße und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Querbewegung.

30

Fig. 2 zeigt die wesentlichen Verfahrensschritte zur Berechnung eines Differenz-Antriebsmoments M_D (Schritt 14) für den stabilen Fahrbetrieb im Sinne einer Vorsteuerung. Dabei wird in Schritt 10 zunächst ein Gewichtungsfaktor K_x

35

berechnet, der die Radlaständerung beim Beschleunigen (in Längsrichtung) berücksichtigt. Für den Gewichtungsfaktor K_x kann beispielsweise folgende Beziehung angesetzt werden.

$$5 \quad K_x = P_{Kx} \cdot P_{Ay} \cdot \Delta F_{n_x} / F_{n_0}. \quad (2)$$

Dabei ist P_{Kx} ein Verstärkungsparameter, P_{Ay} ein Gewichtungsfaktor für die Kurvenfahrt, ΔF_{n_x} die Radlaständerung aufgrund der Längsbeschleunigung und F_{n_0} die statische Radlast. Der Verstärkungsparameter P_{K0} und die
 10 Radlaständerung ΔF_{n_x} werden vorzugsweise aus der gemessenen oder geschätzten Längsbeschleunigung berechnet. Der Gewichtungsfaktor P_{Ay} ist vorzugsweise eine Funktion der Querbeschleunigung. Dieser Gewichtungsfaktor P_{Ay} steuert den Einfluss von K_x bei Geradeausfahrt bzw. Kurvenfahrt.

15 Die Radlaständerung ΔF_n oder eine andere physikalische Größe, aus der sich die Radlaständerung ΔF_n herleiten lässt, kann grundsätzlich mittels einer Sensorik gemessen oder modellbasiert aus anderen Größen geschätzt werden.

In Schritt 11 wird ein Gewichtungsfaktor K_y berechnet, der den Einfluss der
 20 Querbeschleunigung a_y auf die einzelnen Radlasten berücksichtigt. Für diesen Gewichtungsfaktor K_y kann beispielsweise folgende Gleichung angesetzt werden.

$$K_y = P_{Ky} \cdot \Delta F_{n_y} / F_{n_0} \quad (3)$$

25 Dabei ist P_{Ky} ein Verstärkungsparameter, ΔF_{n_y} die Radlaständerung bei Querbeschleunigung und F_{n_0} die statische Radlast.

Die Parameter P_{Ky} und ΔF_{n_y} werden hier als Funktion der gemessenen oder geschätzten Querbeschleunigung berechnet. Alternativ können wiederum die
 30 Einfederwege des Feder/Dämpfer-Systems, andere Sensoren oder ein mathematisches Modell zur Messung bzw. Berechnung der genannten Parameter herangezogen werden.

Der Parameter P_{Ky} ist vorzugsweise als eine von der Querbeschleunigung
 35 abhängige Kennlinie im Steuergerät 4 hinterlegt. Durch eine unterschiedliche Auslegung der Kennlinien können verschiedene Betriebsarten, wie z.B. Normalbetrieb, TCS-Betrieb oder Sportbetrieb eingestellt werden. Im

Normalbetrieb liegt der Parameter P_{Ky} vorzugsweise in einem mittleren Bereich, im Sportbetrieb in einem oberen Bereich und im TCS-Betrieb (Stabilitätsgrenze erreicht) in einem niedrigen Bereich. Das Fahrverhalten kann somit je nach Fahrerwunsch hinsichtlich der Agilität beeinflusst werden.

5

In Schritt 12 wird außerdem ein Gewichtungsfaktor K_v berechnet, der den Einfluss der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{Fzg} auf die Momentenverteilung beschreibt. Es gilt somit:

$$10 \quad K_v = f(v_{Fzg}) \quad (4)$$

Der Parameter K_v kann wiederum für unterschiedliche Betriebsarten, wie z.B. Normalbetrieb und Sportbetrieb parametrisiert werden. Im Normalbetrieb kann beispielsweise eine zunächst asymmetrische Momentenverteilung mit zunehmender Geschwindigkeit sukzessive zurückgenommen werden. Oberhalb einer vorgegebenen Geschwindigkeitsgrenze wird das Antriebsmoment vorzugsweise symmetrisch auf die angetriebenen Räder 2a,2b verteilt.

Im Sportbetrieb kann beispielsweise vorgegeben werden, dass die asymmetrische Momentenverteilung bis zu einer vorgegebenen Grenze voll erhalten bleibt. Oberhalb einer weiteren Grenze wird das Antriebsmoment vorzugsweise wieder symmetrisch auf die angetriebenen Räder 2a,2b verteilt. Dazwischen erfolgt z.B. ein linearer Übergang.

25 Aus den drei Gewichtungsfaktoren K_x , K_y und K_v wird schließlich ein resultierender Gewichtungsfaktor K_0 (siehe Gleichung (1)) berechnet. Dabei gilt z. B.:

$$K_0 = \min((K_x + K_y), 1) \cdot K_v \quad (5)$$

30 Durch Minimalwertfunktion (min) wird die Summe aus K_x und K_y auf den Wert 1 begrenzt.

In Schritt 14 wird dann der Vorsteuerwert für das Differenz-Antriebsmoment M_D gemäß Gleichung (1) berechnet. Dieses Differenz-Antriebsmoment soll nur in Situationen ausgeübt werden, in denen das Fahrzeug stabil durch eine Kurve fährt. In Block 15 sind bestimmte Bedingungen definiert, bei deren Eintreten das Differenz-Antriebsmoment M_D zurückgesetzt werden soll. Das Differenz-

35

Antriebsmoment M_D wird hier vorzugsweise auf Null gesetzt, wenn das Fahrzeug übersteuert, die geschätzten Schräglaufwinkel an der Vorder- und Hinterachse unterschiedliche Vorzeichen haben, oder die Temperatur der Kupplung 3 einen bestimmten Schwellenwert überschreitet. Weitere Bedingungen sind nach Wunsch
5 definierbar.

Das in Schritt 14 berechnete Differenz-Antriebsmoment M_D wird in Schritt 16 auf einen vorgegebenen Maximalwert begrenzt. Dadurch soll verhindert werden, dass das Fahrzeug übermäßig stark angestellt wird. In Schritt 17 wird das Differenz-
10 Antriebsmoment M_D schließlich mittels der Kupplung 3 umgesetzt. Bei einem Fahrzeug mit Elektromotoren wird das Differenz-Antriebsmoment M_D durch entsprechende Ansteuerung der Elektromotoren umgesetzt.

Das vorstehende Verfahren betrifft die Beeinflussung des Fahrverhaltens im
15 stabilen Fahrzustand. Fig. 3 zeigt nun die wesentlichen Verfahrensschritte bei der Berechnung eines Differenz-Antriebsmoments M_{DS} , das zum Zwecke der Stabilisierung (Index S) des Fahrzeugs in fahrdynamischen Grenzsituationen, im Rahmen einer Gierratenregelung, ausgeübt wird. Der im Steuergerät 4 hinterlegte Algorithmus 5 umfasst im vorliegenden Beispiel auch einen Regler, der das
20 Achsdifferenzial 3 als Stellglied einer Fahrdynamikregelung nutzt. Der Regler kann beispielsweise ein PDT₁-Regelverhalten aufweisen. Es gilt:

$$M_{DS} = M_{DS_P} + M_{DS_DT1}.$$

25 Dabei ist M_{DS_P} die proportionale Komponente und M_{DS_DT1} die DT₁-Komponente. Es gilt:

$$M_{DS_P}(k) = evGi(k) \cdot K_P(\mu, sit, v_{Fzg}) \quad \text{und}$$

30 $M_{DS_DT1}(k) = M_{DS_DT1}(k-1) + CTpi \cdot (M_{DS_D}(k) - M_{DS_DT1}(k-1))$, mit

$$M_{DS_D}(k) = devGi(k) \cdot K_D(\mu, sit, v_{Fzg}).$$

Dabei ist K_P ein P-Verstärkungsparameter in Abhängigkeit des geschätzten
35 Reibwerts μ , der Fahrsituation (Übersteuern, Untersteuern:= sit) und der Fahrzeuggeschwindigkeit (v_{Fzg}), und K_D ein D-Verstärkungsparameter. CTpi ist ein

Filterparameter, wobei gilt: $CT_{pi} := CT_{p1}$ bei Zunahme des D-Anteils und $CT_{pi} := CT_{p2}$ bei Abnahme des D-Anteils.

5 ev_{Gi} ist die Regelabweichung der Giergeschwindigkeit und dev_{Gi} die Änderung der Regelabweichung der Giergeschwindigkeit. Das stabilisierende Differenz-Antriebsmoment M_{DS} wird aus Sicherheitsgründen wiederum auf einen Maximalwert begrenzt.

10 In Fig. 3 wird in Schritt 20 zunächst der Fahrbetrieb in Bezug auf das Auftreten einer kritischen Fahrsituation (Übersteuern, Untersteuern) überwacht. Wenn das Fahrzeug übersteuert – die gemessene Giergeschwindigkeit ist größer als die Soll-Giergeschwindigkeit – werden je nach Antriebsart des Fahrzeugs unterschiedliche Maßnahmen ergriffen. Die verschiedenen Antriebsarten, nämlich Vorderradantrieb (V), Hinterradantrieb (H) und Allradantrieb (A) sind in den
15 Blöcken 21 bis 26 dargestellt. Das übersteuernde Verhalten ist in Fig. 3 links der gestrichelten Linie und das untersteuernde Verhalten rechts der gestrichelten Linie dargestellt.

Bei einem Fahrzeug mit Vorderachsantrieb (Block 21) und übersteuerndem
20 Verhalten erfolgt bei leichter Übersteuertendenz zunächst eine Erhöhung des Antriebsmoment am kurvenäußeren Vorderrad. Dadurch soll am kurvenäußeren Vorderrad der Radschlupf erhöht und die Seitenführungskraft entsprechend verringert werden, so dass das Fahrzeug weniger stark übersteuert. Bei weiterer Zunahme der Übersteuertendenz erfolgt vorzugsweise der bekannte
25 Stabilisierungseingriff am kurvenäußeren Vorderrad. Dabei wird das Antriebsmoment des kurvenäußeren Vorderrades reduziert bzw. das Rad aktiv gebremst. Im Falle eines Schlepptoments wird dieses vorzugsweise an das kurvenäußere Vorderrad gestellt. Dadurch wird ein Giermoment erzeugt, das der Übersteuertendenz entgegen wirkt.

30 Bei einem Fahrzeug mit Heckantrieb (Block 22) erfolgt vorzugsweise eine Erhöhung des Antriebsmoments am kurveninneren Hinterrad und/oder eine Reduzierung des Antriebsmoments am kurvenäußeren Hinterrad. Im Falle eines Schlepptoments wird dieses vorzugsweise an das kurvenäußere Hinterrad
35 gestellt. Dadurch wird wiederum ein Giermoment erzeugt, das der Übersteuertendenz entgegen wirkt.

Bei einem Allradfahrzeug (Block 23) erfolgt die Verteilung der Antriebsmomente wie beim Fahrzeug mit Heckantrieb. Sollte dies nicht ausreichend sein, so wird zusätzlich die Momentenverteilung an der Vorderachse, wie vorstehend beschrieben, variiert. Sollte auch dies nicht ausreichend sein, können die
5 einzelnen Räder wie bei einem klassischen ESP-Eingriff abgebremst werden.

Bei einem übersteuernden Fahrzeug wird das anstellend wirkende Vorsteuermoment M_D , welches die Übersteuertendenz des Fahrzeugs noch erhöht, zurückgesetzt.
10

Für den Fall eines untersteuernden Fahrzeugs (rechts der gestrichelten Linie) werden wiederum in Abhängigkeit von der Antriebsart des Fahrzeugs unterschiedliche Maßnahmen durchgeführt, die in den Blöcken 24-26 dargestellt sind. Bei einem Fahrzeug mit Vorderradantrieb (Block 24) erfolgt bei leichter
15 Untersteuertendenz zunächst eine Reduktion des Antriebsmoments am kurveninneren Vorderrad. Bei weiter zunehmendem Untersteuern des Fahrzeugs wird vorzugsweise ein Bremsingriff am kurveninneren Hinterrad durchgeführt.

Bei einem Fahrzeug mit Heckantrieb (Block 25) wird vorzugsweise das
20 Antriebsmoment am kurvenäußeren Hinterrad erhöht und/oder am kurveninneren Hinterrad reduziert. Dadurch wird ein zusätzliches, eindrehend wirkendes Giermoment erzeugt.

Bei einem Fahrzeug mit Allradantrieb (Block 26) erfolgt zunächst eine Änderung
25 der Momentenverteilung wie beim heckangetriebenen Fahrzeug. Sollte dies nicht ausreichend sein, wird zusätzlich die Antriebsmomentenverteilung an der Vorderachse verändert. Sollte auch dies nicht ausreichend sein, wird vorzugsweise ein Bremsingriff an bestimmten Rädern durchgeführt.

30 Ein unterlagerter Radschlupfregler, der beispielsweise ebenfalls im Steuergerät 4 integriert ist, kontrolliert den Radschlupf der angetriebenen Räder 2a,2b. Sollte ein stabilisierendes Antriebsmoment M_{DS} zu einer zu großen Erhöhung des Antriebsschlupfes an einem Rad führen, so wird das zusätzliche, stabilisierende Antriebsmoment M_{DS} zunächst in Abhängigkeit vom Radschlupf begrenzt.
35 Gleichzeitig wird versucht, den nicht übertragbaren Anteil des stabilisierenden Antriebsmoments M_{DS} am anderen Antriebsrad der Achse durch aktives Bremsen zu bewirken.

Sollte auch letztere Maßnahme nicht ausreichend sein, erfolgt vorzugsweise in bekannter Weise ein Bremsengriff an einzelnen Rädern.

29.09.2008

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Verteilen von Antriebs- oder Schleppmomenten auf die angetriebenen Räder (2a,2b) eines Fahrzeugs (1), dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebs- oder Schleppmoment bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs (1) derart auf die angetriebenen Räder (2a,2b) verteilt wird, dass ein Differenz-Antriebsmoment (M_D) oder –Schleppmoment entsteht, das einer unter- oder übersteuernden Tendenz des Fahrzeugs (1) entgegen wirkt, wobei die Höhe des Differenz-Antriebsmoments (M_D) oder -Schleppmoments von der Höhe der an den Rädern (2a,2b) wirkenden Radaufstandskräfte (F_N) bzw. deren Änderung abhängig ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radaufstandskraft (F_N) oder eine physikalische Größe, aus der sich die Radaufstandskraft ableiten lässt, für jedes Rad (2a,2b) individuell mit Hilfe einer Sensorik gemessen wird und die Verteilung des Antriebs- oder Schleppmoments in Abhängigkeit von der Radaufstandskraft (F_N) oder der physikalischen Größe erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radaufstandskraft (F_N) oder eine physikalische Größe, aus der sich die Radaufstandskraft ableiten lässt, aus anderen physikalischen Größen (a_x, a_y, v_{Fzg}) geschätzt wird, und die Verteilung des Antriebs- oder Schleppmoments in Abhängigkeit von der Radaufstandskraft (F_N) oder der physikalischen Größe erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf das Rad (2a,2b) mit der höheren Aufstandskraft ein größerer Anteil des Antriebsmoments gelenkt wird
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Momentenverteilung an den angetriebenen Rädern (2a,2b) mit Hilfe eines Achsdifferentials verändert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das an den angetriebenen Rädern (2a,2b) wirkende Differenz-Antriebsmoment (M_D) auf einen Maximalwert (M_{Dmax}) begrenzt ist.
- 5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Differenz-Antriebsmoment (M_D) reduziert oder vollständig zurückgenommen wird, wenn das Fahrzeug (1) übersteuert, die geschätzten Schräglaufwinkel der Räder an der Vorderachse und Hinterachse unterschiedliches Vorzeichen aufweisen oder eine Überlastung des Systems vorliegt.
- 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilung des Antriebs- oder Schleppmoments auf die angetriebenen Räder (2a,2b) in Abhängigkeit vom Reibwert (μ) und/oder der Fahrsituation (sit) und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit (v_{Fzg}) erfolgt.
- 15
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Differenz-Antriebsmoment (M_{DS}) geregelt wird und ein PD- oder PDT₁-Regelverhalten aufweist.
- 20
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebs- oder Schleppmoment (M_{DS}) abhängig vom Antriebstyp des Fahrzeugs (1) auf die angetriebenen Räder (2a,2b) verteilt wird.
- 25
11. Steuergerät, umfassend Mittel zum Durchführen eines der vorstehend beanspruchten Verfahrenen.
12. Fahrzeug mit wenigstens einem Antrieb und mehreren Rädern (2a,2b), sowie einer Einrichtung (3) zur Verteilung von Antriebs- oder Schleppmomenten auf die Räder (2a,2b), dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (3) ein Steuergerät (4) mit einem Algorithmus (5) zum Durchführen eines der vorstehend beanspruchten Verfahren aufweist.
- 30

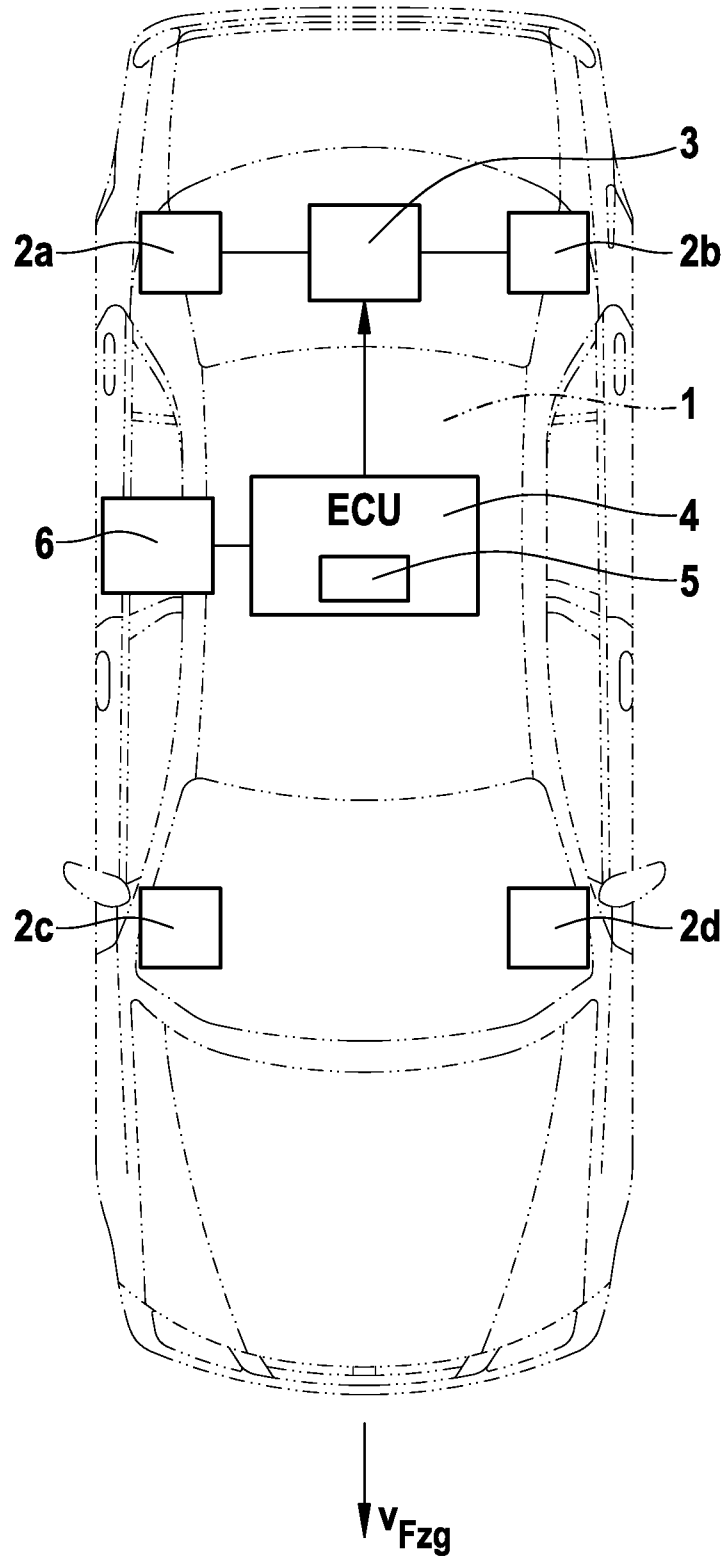
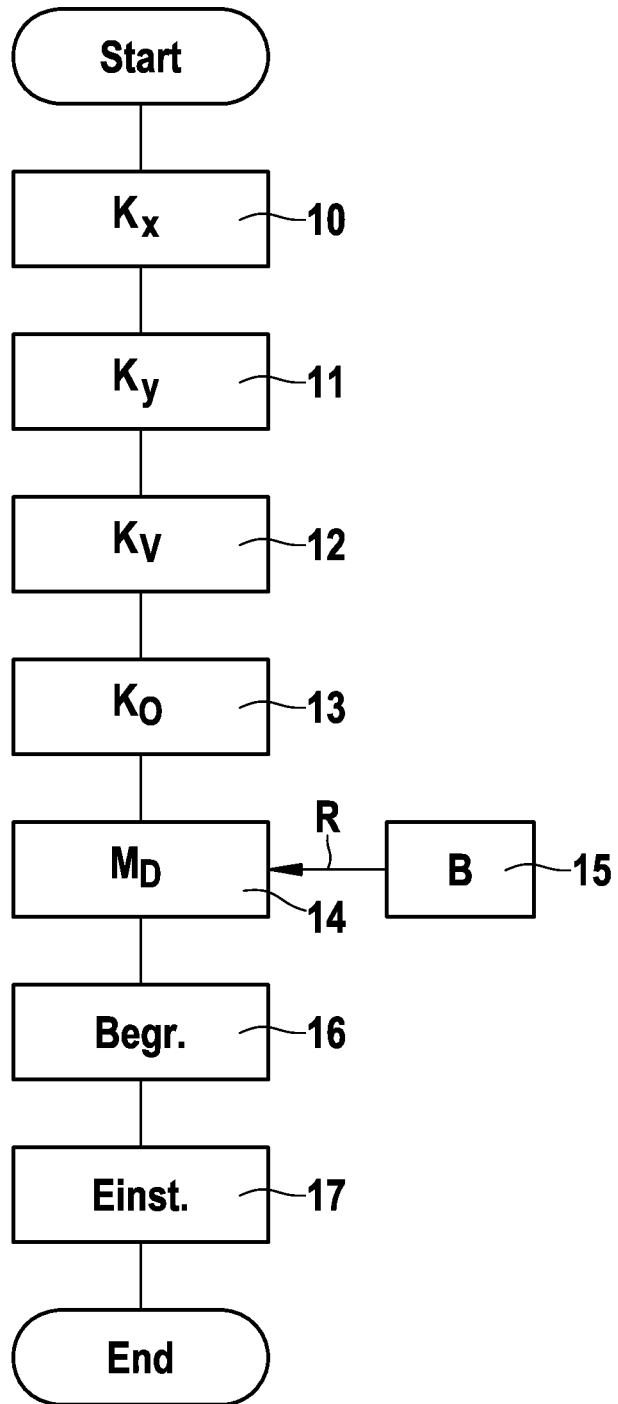


Fig. 1

Fig. 2



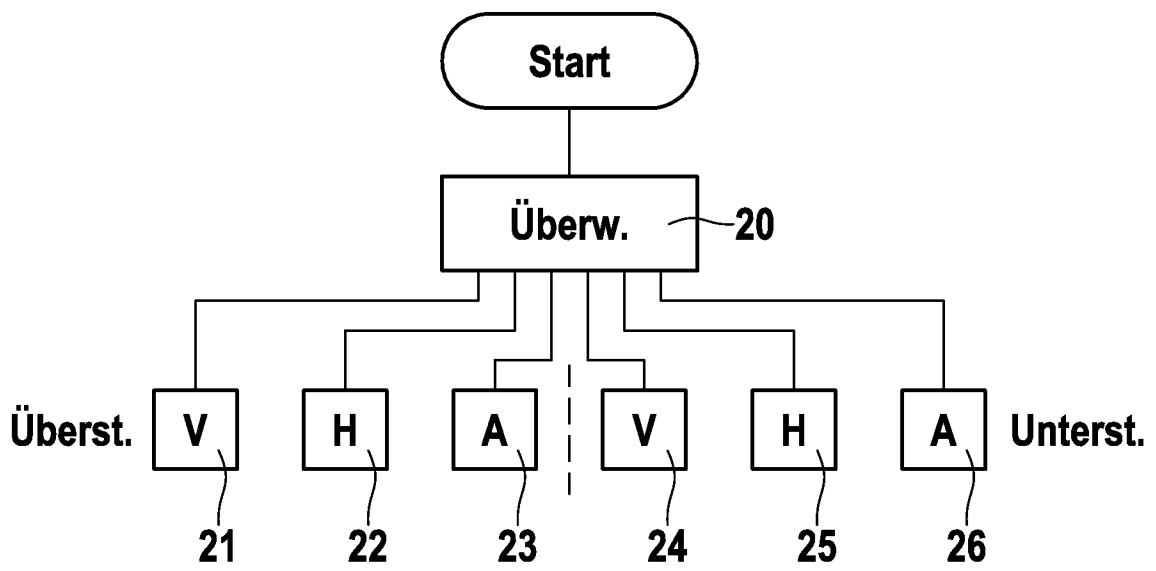


Fig. 3