

(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  
13. September 2012 (13.09.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/119621 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*B60W 40/10* (2012.01) *B60W 50/00* (2006.01)  
*B60W 40/13* (2012.01) *B60W 30/18* (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/005798

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. November 2011 (17.11.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 013 022.5 4. März 2011 (04.03.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PAPAJEWSKI, Jens [DE/DE]; St. Ulrich Str. 17, 86697 Unterhausen (DE). WILHELM, Christian [DE/DE]; Kugelstrasse 27, 85092 Kösching (DE). BASS, Kostyantyn [DE/DE]; Nordring 52, 34246 Vellmar (DE).

(74) Anwalt: BRANDT, Kai; c/o AUDI AG, Patentabteilung, 85045 Ingolstadt (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, CL, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE DRIVING RESISTANCE OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES FAHRWIDERSTANDS EINES FAHRZEUGS

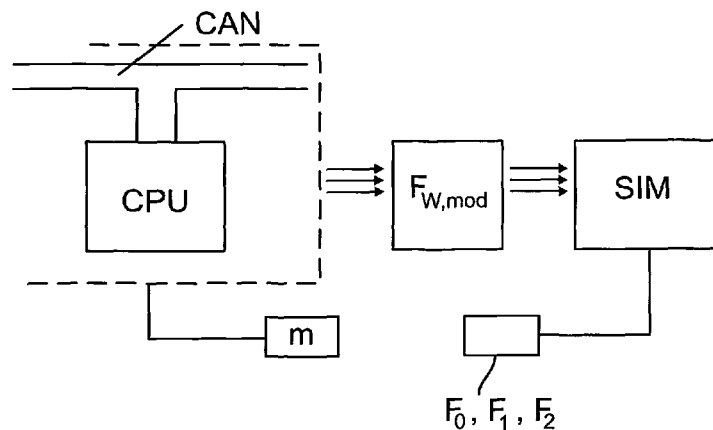
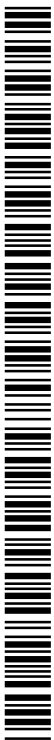


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the driving resistance ( $F_w$ ) of a vehicle, wherein the driving resistance ( $F_w$ ) is calculated by taking into account a value for the vehicle mass ( $m$ ). Before the start of a journey, in an estimation method the vehicle mass ( $m$ ) and driving resistance coefficients ( $F_0, F_1, F_2$ ) are estimated by taking into account sensor signals, and an initial value for the driving resistance ( $F_w$ ) is calculated from said vehicle mass ( $m$ ) and driving resistance coefficients ( $F_0, F_1, F_2$ ), wherein during the journey a corrected value for the driving resistance ( $F_w$ ) and the vehicle mass ( $m$ ) is calculated on the basis of measured values relating to the journey, which are measured in chronological succession.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/119621 A1

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands ( $F_w$ ) eines Fahrzeugs, wobei unter Berücksichtigung eines Wertes für die Fahrzeugmasse ( $m$ ) eine Berechnung des Fahrwiderstands ( $F_w$ ) erfolgt. Vor Fahrtbeginn werden in einem Schätzverfahren unter Berücksichtigung von Sensorsignalen die Fahrzeugmasse ( $m$ ) und Fahrwiderstandskoeffizienten ( $F_0, F_1, F_2$ ) geschätzt und daraus wird ein Anfangswert für den Fahrwiderstand ( $F_w$ ) berechnet, wobei dann während der Fahrt anhand von zeitlich nacheinander gemessenen Fahrmesswerten ein korrigierter Wert für den Fahrwiderstand ( $F_w$ ) und die Fahrzeugmasse ( $m$ ) berechnet wird.

## Beschreibung

### 5 Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands eines Fahrzeugs nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10

Aufgrund knapper werdender Ressourcen und dem gleichzeitig steigenden Umweltbewusstsein wird es immer wichtiger, möglichst umweltschonende Kraftfahrzeuge zu entwickeln. Mit Hybridfahrzeugen, die mit einem Elektroantrieb und einem Verbrennungsmotor ausgestattet sind, können sehr  
15 geringe Emissionswerte erzielt werden. Gerade bei Hybridfahrzeugen, aber auch bei anderen Kraftfahrzeugen, ist es für den Fahrer wichtig zu wissen, wie groß die Restreichweite unter Berücksichtigung des aktuellen Energiespeicherinhalts bzw. des Tankinhalts noch ist. Für die Bestimmung der Restreichweite ist insbesondere der Fahrwiderstand eines Fahrzeugs von  
20 Bedeutung, der von der Anzahl der Insassen, von der Beladung, vom Reifentyp und weiteren Fahrzeugmerkmalen abhängig ist.

Die möglichst genaue Kenntnis des Fahrwiderstands bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen eines Fahrzeugs kann auch für Steuerungsaufgaben  
25 innerhalb des Fahrzeugs verwendet werden. Aus der DE 10 2006 022 170 A1 ist zum Beispiel, ein Verfahren zur Ermittlung des Fahrwiderstands eines Kraftfahrzeugs bekannt, bei dem in Verbindung mit einem automatisierten Schaltgetriebe Fahrwiderstandswerte vor Beginn eines Schaltvorgangs und zu einem späteren Zeitpunkt ermittelt werden. Wird in diesem Zusammenhang

eine Fahrwiderstandsänderung festgestellt, kann ggf. eine erforderliche Korrektur des Schaltvorgangs durchgeführt werden.

Aus der DE 601 13 226 T2 ist ein Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands eines Fahrzeugs bekannt, bei dem von konstanten Fahrwiderstandskoeffizienten und von einer vorgegebenen Fahrzeugmasse ausgegangen wird. Während der Fahrt wird ein Grenzwertvergleich durchgeführt, mit dessen Hilfe während der Fahrt Fahrwiderstandskoeffizienten und die Fahrzeugmasse iterativ genauer bestimmt werden. Zu Beginn der Fahrt werden bei diesen bekannten Verfahren ausschließlich abgespeicherte Konstanten zur Berechnung des Fahrwiderstands herangezogen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands eines Fahrzeugs anzugeben, welches zu Fahrtbeginn und während der weiteren Fahrt eine möglichst genaue Aussage über die aktuellen Fahrwiderstände und die Fahrzeugmasse liefern kann.

Gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 werden vor Fahrtbeginn die Fahrzeugmasse und Fahrwiderstandskoeffizienten mittels eines Schätzverfahrens unter Berücksichtigung von Sensorsignalen geschätzt. Mittels dieser Schätzung wird ein Anfangswert für den Fahrwiderstand berechnet. Während der Fahrt wird dann anhand von zeitlich nacheinander gemessenen Fahrmesswerten eine Korrektur des Fahrwiderstandes berechnet, so dass der ursprünglich auf einer Schätzung basierende Fahrwiderstand während der Fahrt genauer bestimmt wird. Um diese Messwerte während der Fahrt zu ermitteln, müssen keine Beschleunigungsfahrten oder Ausrollvorgänge abgewartet werden, sondern es können in zeitlichen Abständen bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten Messungen durchgeführt und zur Berechnung des Fahrwiderstands und der Fahrzeugmasse herangezogen werden.

Die Abschätzung der Fahrzeugmasse und der Fahrwiderstandskoeffizienten vor Fahrtbeginn erfolgt mittels eines mathematischen Simulationsmodells vorzugsweise unter Berücksichtigung von Daten, die ohnehin über einen Datenbus einem im Fahrzeug enthaltenen Steuergerät übermittelt werden. Somit lässt sich auf einfache Weise das erfindungsgemäße Verfahren direkt in das Steuergerät implementieren. Dabei können im Steuergerät auch Informationen über das Fahrzeuggewicht einschließlich Extraausstattungen abgespeichert sein, so dass mittels weiterer Sensorinformationen, beispielsweise über den aktuellen Tankinhalt und die Sitzbelegung, eine genauere Abschätzung der Fahrzeugmasse vor Fahrtbeginn erfolgen kann. Hierfür können auch Beladungssensoren und/oder Sensorsignale, die zur Leuchtweitenregulierung verwendet werden, mit berücksichtigt werden. Wesentlich ist dabei, dass bei Fahrtbeginn nicht von einem konstant im Speicher vorgegebenen Wert für die Fahrzeugmasse ausgegangen wird, sondern dass die Fahrzeugmasse eben anhand von unterschiedlichen, über den CAN-Bus (Datenbus des Fahrzeugs) übertragenen Signalen abgeschätzt wird. Die Abschätzung der Fahrzeugmasse ist deshalb auch besonders wichtig, weil die Fahrzeugmasse wesentlichen Einfluss auf die Fahrwiderstandskoeffizienten hat.

Eine allgemein gültige Gleichung für den Fahrwiderstand, der auch als Fahrwiderstandskraft bezeichnet werden kann, lautet  $F_w = F_0 + F_1v + F_2v^2$ , wobei  $v$  die Geschwindigkeit des Fahrzeugs ist und  $F_0$ ,  $F_1$  und  $F_2$  Fahrwiderstandskoeffizienten sind, die auch als Ausrollkoeffizienten bezeichnet werden können. Dieses Polynom 2. Grades ist geeignet die auf ein Fahrzeug wirkenden Fahrwiderstandskräfte zu approximieren. Nun können während der Fahrt die Fahrzeugmasse und die Fahrwiderstandskoeffizienten  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  unter Verwendung folgender Messwerte berechnet werden:

Antriebskraft  $F_A$ , Steigungswiderstandskraft  $F_{ST}$ , Geschwindigkeit  $v$  und Beschleunigung  $a$ .

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert.

5

Es zeigen:

Fig. 1 eine Ablaufübersicht über die einzelnen Schritte zur Abschätzung der Fahrzeugmasse und der Fahrwiderstandskoeffizienten,

10

Fig. 2 ein Funktionsblockdiagramm zur Anpassung der Luftwiderstandskoeffizienten bei Vorhandensein einer Dachbox und

Fig. 3 ein Funktionsblockdiagramm zur Schätzung der Fahrzeugmasse vor Fahrtbeginn.

15

In Fig. 1 ist die Abschätzung der Fahrwiderstandskoeffizienten  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  und der Fahrzeugmasse  $m$  veranschaulicht. Die Abschätzung erfolgt vor Fahrtbeginn, während die hier nicht dargestellte Kalkulation während der Fahrt durch eine Vielzahl von zeitlich aufeinander folgenden Messungen durchgeführt wird.

20

Die Abschätzung erfolgt in der Weise, dass Fahrzeugdaten und Sensorinformationen, wie Umgebungstemperatur, aktueller Tankinhalt, Sitzbelegung, Umgebungsdruck, Reifendruck, Straßenneigung und das Signal eines Dachboxsensors, in einem mathematischen Modell für den Fahrwiderstand des Fahrzeugs Berücksichtigung finden. Diese Daten und Signale können einem Datenbus CAN und/oder einem Steuergerät CPU entnommen werden.

25

30

Das mathematische Modell basiert dabei auf der allgemeinen Gleichung für den Fahrwiderstand  $F_w = F_0 + F_1 \cdot v + F_2 v^2$ , wobei die Fahrwiderstandskoeffizienten  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  von der Fahrzeugmasse und von weiteren Betriebsparametern des Fahrzeugs abhängen, beispielsweise vom Luftwiderstandsbeiwert  $c_w$  und von der Stirnfläche  $A_L$  des Fahrzeugs.

Mit Hilfe eines mathematischen Modells kann nun eine Simulation SIM für unterschiedliche Geschwindigkeiten durchgeführt werden, die einen Verlauf für den Fahrwiderstand  $F_w$  in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit ergibt und eine Berechnung der Fahrwiderstandskoeffizienten  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  ermöglicht.

Als mathematisches Modell wird für den Fahrwiderstand  $F_{W,mod}$  nachfolgende Gleichung angenommen:

$$F_{W,mod} = F_0(X_0) + F_1(X_1)v + F_2(X_2)v^2 \quad (\text{Gleichung 1})$$

Dabei steht das "X" sowohl für Fahrzeugdaten als auch für Umgebungsbedingungen, wobei es sich zum Beispiel um Einflussgrößen, wie den Luftwiderstandsbeiwert und die Stirnfläche des Fahrzeugs, die Fahrzeugmasse, Raddurchmesser, Reifentyp und Temperaturangaben, etc. handeln kann.

Mit einem solchen mathematischen Modell können für N unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten  $v_{1-N}$  Wertepaare  $(v_i, F_{W,i})$  ermittelt werden, die in folgende Matrizengleichung eingetragen werden:

$$\begin{bmatrix} 1 & v_1 & v_1^2 \\ 1 & v_2 & v_2^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & v_i & v_i^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & v_N & v_N^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F_{0,SCHAETZ} \\ F_{1,SCHAETZ} \\ F_{2,SCHAETZ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{W,1} \\ F_{W,2} \\ \vdots \\ F_{W,i} \\ \vdots \\ F_{W,N} \end{bmatrix}$$

(Gleichung 2)

Durch das Lösen dieser Matrixgleichung können dann für  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  mit diesem Abschätzverfahren die gesuchten, wenigstens teilweise auf Schätzwerten basierenden Koeffizienten  $F_{0,SCHAETZ}$ ,  $F_{1,SCHAETZ}$ ,  $F_{2,SCHAETZ}$  bestimmt werden.

Zur genaueren Bestimmung des für das Abschätzverfahren verwendeten Luftwiderstands kann vor Fahrtbeginn gemäß Fig. 2 mittels eines Dachboxsensors SD das Vorhandensein einer Dachbox erkannt werden, wodurch eine pauschale Bewertung des Luftwiderstandsbeiwerts  $c_W$  mit dem Faktor 1,2 erfolgen kann, was einer Erhöhung um 20 % entspricht. Im Funktionsblock FB1 ist die Umschaltung vom Faktor 1 auf den Faktor 1,2 mit unterbrochener Linie dargestellt.

Außerdem wird bei Erkennung einer Dachbox gemäß Funktionsblock FB2 eine Erhöhung der Stirnfläche  $A_L$  des Fahrzeugs um  $0,41 \text{ m}^2$  vorgenommen, was hier ebenfalls mit einer unterbrochenen Linie dargestellt ist.

In Fig. 3 ist nun beispielhaft die Abschätzung der Fahrzeugmasse vor Fahrtbeginn in einem Funktionsblockdiagramm dargestellt. Das Leergewicht wird mit dem Gewicht der individuell vorhandenen Ausstattung beaufschlagt. Außerdem wird das Gewicht des aktuellen Tankinhalts zum Leergewicht addiert. Weiterhin wird über Sitzbelegungssensoren das Gewicht der Fahrzeuginsassen abgeschätzt und bei der Ermittlung des Fahrzeuggewichts

in der Weise berücksichtigt, dass pro belegtem Sitz im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Mittelwert von 75 Kg berücksichtigt wird. Außerdem kann das Vorhandensein von Gepäck im Kofferraum mit einem Gewichtszuschlag berücksichtigt werden. Schließlich ist noch bei Benutzung einer Dachbox ein Gewichtszuschlag von 50 Kg vorgesehen, so dass die Summe von Fahrzeugleergewicht und der weiteren Gewichtszuschläge zur Ermittlung der geschätzten Fahrzeugmasse  $m_{\text{FZG,SCHAEZT}}$  führt.

Nach Fahrtbeginn werden die beispielhaft gemäß Fig. 1 bis Fig. 3 ermittelten Schätzwerte durch berechnete Werte ersetzt, die sich aus einer Vielzahl von Fahrtmesswerten ergeben. Die hierfür benötigten Messungen beschränken sich hauptsächlich auf die Antriebskraft  $F_A$ , die Steigungswiderstandskraft  $F_{ST}$ , die Geschwindigkeit  $v$  und die Beschleunigung  $a$ . Mit der Bewegungsgleichung

$$\frac{dv}{dt} \cdot m + F_0 + F_1 v + F_2 v^2 = F_A - F_{ST} - \left( J_{MOT} \frac{i_G^2}{R_{RAD}^2} + J_{RAD} \frac{1}{R_{RAD}^2} \right) \cdot \frac{dv}{dt}$$

(Gleichung 3)

15

kann nun für N Messpunkte die nachfolgende Matrixgleichung aufgestellt werden:

$$\begin{bmatrix} a_1 & 1 & v_1 & v_1^2 \\ a_2 & 1 & v_2 & v_2^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_i & 1 & v_i & v_i^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_N & 1 & v_N & v_N^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} m \\ F_0 \\ F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{A,1} - F_{ST,1} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_1 \\ F_{A,2} - F_{ST,2} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_2 \\ \vdots \\ F_{A,i} - F_{ST,i} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_i \\ \vdots \\ F_{A,N} - F_{ST,N} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_N \end{bmatrix}$$

(Gleichung 4)

dabei ist  $dv/dt$  als Beschleunigung  $a$  angegeben und  $i_G$  steht für die Gesamtübersetzung.  $R_{RAD}$  ist der Radius der Räder,  $J_{MOT}$  das Motorträgheitsmoment und  $J_{RAD}$  ist das zusammengefasste Massenträgheitsmoment der Räder, Bremsen und Gelenkwellen.

5

Bei einer Anzahl von  $N$  Messpunkten kann die Gleichung 4 mit dem Least-Squares-Verfahren gelöst werden, woraus sich die gesuchten kalkulierten Werte für die Fahrzeugmasse  $m$  und die Fahrwiderstandskoeffizienten  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  ergeben. Sobald diese kalkulierten Werte vorliegen, werden die vor  
10 Fahrtbeginn durch Schätzung ermittelten Werte ersetzt. Während der Fahrt kann dann eine fortlaufende Kalkulation der Werte durchgeführt werden, wobei auch sich ändernde Umgebungseinflüsse, wie nasse oder trockene Fahrbahn, Berücksichtigung finden können.

15

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands ( $F_W$ ) eines Fahrzeugs, wobei unter Berücksichtigung eines Wertes für die Fahrzeugmasse ( $m$ ) eine Berechnung des Fahrwiderstands ( $F_W$ ) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Fahrtbeginn in einem Schätzverfahren unter Berücksichtigung von Sensorsignalen die Fahrzeugmasse ( $m$ ) und Fahrwiderstandskoeffizienten ( $F_0, F_1, F_2$ ) geschätzt werden und daraus ein Anfangswert für den Fahrwiderstand ( $F_W$ ) berechnet wird, und dass dann während der Fahrt anhand von zeitlich nacheinander gemessenen Fahrtmeßwerten ein korrigierter Wert für den Fahrwiderstand ( $F_W$ ) und die Fahrzeugmasse ( $m$ ) berechnet wird.  
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschätzung der Fahrzeugmasse ( $m$ ) und der Fahrwiderstandskoeffizienten ( $F_0, F_1, F_2$ ) vor Fahrtbeginn mittels eines mathematischen Simulationsmodells unter Berücksichtigung von Daten erfolgt, die einem im Fahrzeug enthaltenen Steuergerät über einen Datenbus übermittelt werden und/oder in einem Steuergerät abgelegt sind.  
15
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass Sensorsignale von Beladungssensoren und/oder Temperatursensoren und/oder Sitzbelegungssensoren und/oder Drucksensoren und/oder Feuchtigkeitssensoren und/oder Radsensoren für die Abschätzung herangezogen werden.  
20  
25

30

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für das Abschätzverfahren fahrzeugspezifische Vorgabewerte und aus Sensorsignalen abgeleitete Korrekturwerte zur Bestimmung der Fahrzeugmasse ( $m$ ) und der Fahrwiderstandskoeffizienten ( $F_0, F_1, F_2$ ) verwendet werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Fahrt die Fahrzeugmasse  $m$  und die Fahrwiderstandskoeffizienten  $F_0, F_1, F_2$  unter Verwendung der Messwerte, wie Antriebskraft  $F_A$ , Steigungswiderstandskraft  $F_{ST}$ , Geschwindigkeit  $v$  und Beschleunigung  $a = dv/dt$  berechnet werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Berechnung der Fahrzeugmasse  $m$  und der Fahrwiderstandskoeffizienten  $F_0, F_1, F_2$  anhand der Messwerte unter Verwendung folgender Bewegungsgleichung erfolgt:

$$\frac{dv}{dt} \cdot m + F_0 + F_1 v + F_2 v^2 = F_A - F_{ST} - \left( J_{MOT} \frac{i_G^2}{R_{RAD}^2} + J_{RAD} \frac{1}{R_{RAD}^2} \right) \cdot \frac{dv}{dt}$$

dabei ist  $R_{RAD}$  der Radius der Räder,  $J_{MOT}$  das Motorträgheitsmoment und  $J_{RAD}$  das zusammengefasste Massenträgheitsmoment der Räder, Bremsen und Gelenkwellen und  $i_G$  die Gesamtübersetzung.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anzahl von  $N$  Messungen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten die Messwerte für die Matrizengleichung

$$\begin{bmatrix} a_1 & 1 & v_1 & v_1^2 \\ a_2 & 1 & v_2 & v_2^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_i & 1 & v_i & v_i^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_N & 1 & v_N & v_N^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} m \\ F_0 \\ F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{A,1} - F_{ST,1} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_1 \\ F_{A,2} - F_{ST,2} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_2 \\ \vdots \\ F_{A,i} - F_{ST,i} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_i \\ \vdots \\ F_{A,N} - F_{ST,N} - \left( \frac{J_{MOT} \cdot i_G^2}{R_{RAD}^2} + \frac{J_{RAD}}{R_{RAD}^2} \right) \cdot a_N \end{bmatrix}$$

liefert, wobei durch Lösung der Matrixgleichung nach dem Least-Squares-Verfahren die Werte für die Fahrwiderstandskoeffizienten ( $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ) und die Fahrzeugmasse ( $m$ ) erhalten werden.

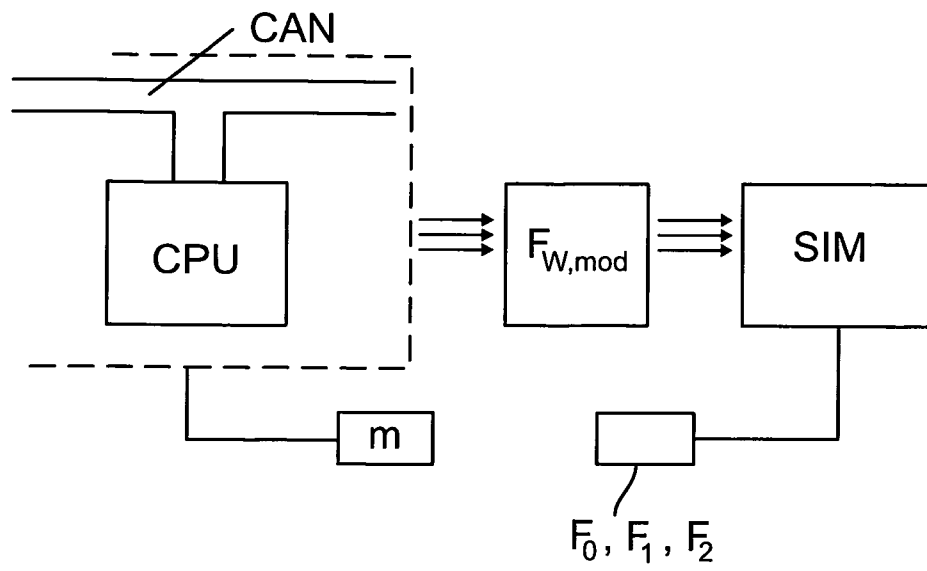


Fig. 1

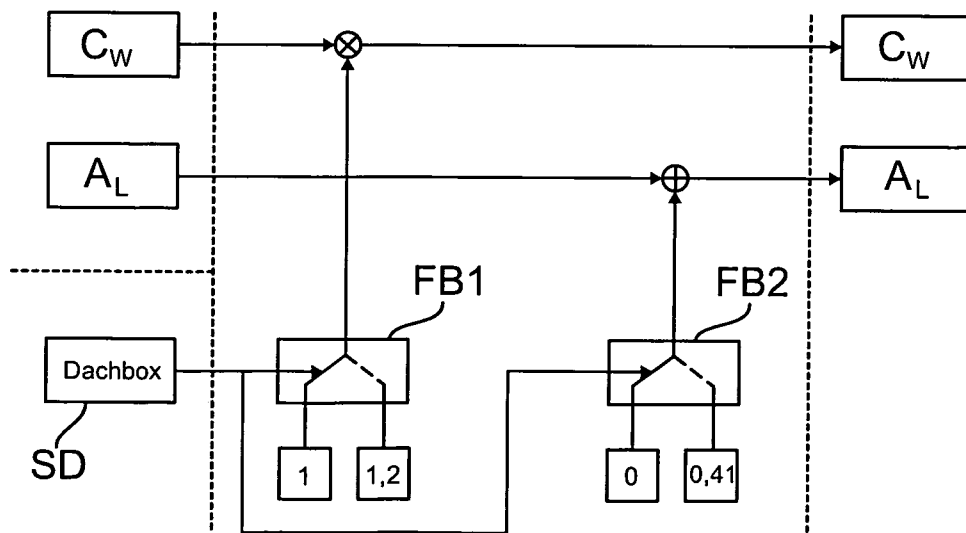


Fig. 2

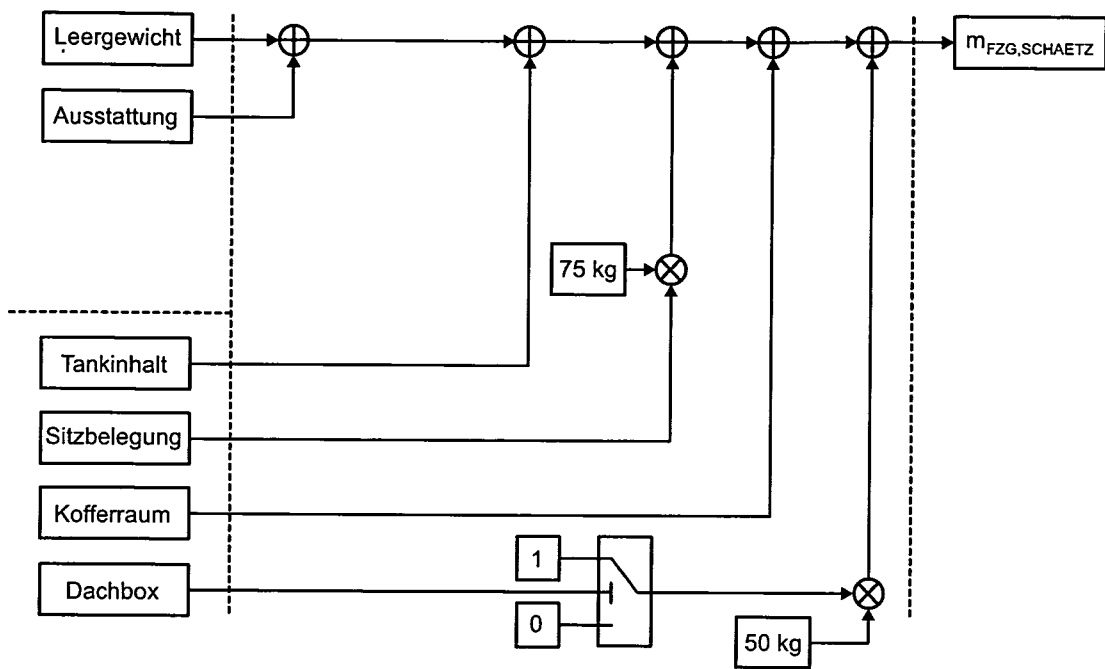


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/005798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. B60W40/10 B60W40/13  
 ADD. B60W50/00 B60W30/18

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)  
 B60W F16H

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/114437 A1 (BOSS GREGORY J [US] ET AL) 6 May 2010 (2010-05-06) paragraphs [0028], [0043], [0044], [0052]; figure 2	1
A	DE 10 2008 017348 A1 (GEN MOTORS CORP [US]) 23 October 2008 (2008-10-23) paragraphs [0028] - [0041]	1
A	DE 10 2007 019729 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 30 October 2008 (2008-10-30) paragraphs [0014] - [0021]	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family 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  5 April 2012	Date of mailing of the international search report  18/04/2012
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Plenk, Rupert
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/005798

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2004 015966 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 20 October 2005 (2005-10-20) paragraphs [0006], [0011], [0012], [0022] - [0030]	1
A	DE 10 2006 029366 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 January 2008 (2008-01-03) paragraphs [0014] - [0020]	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/005798

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010114437 A1	06-05-2010	NONE	
-----			
DE 102008017348 A1	23-10-2008	CN 101328969 A	24-12-2008
		DE 102008017348 A1	23-10-2008
		US 2008249693 A1	09-10-2008
-----			
DE 102007019729 A1	30-10-2008	DE 102007019729 A1	30-10-2008
		WO 2008132011 A1	06-11-2008
-----			
DE 102004015966 A1	20-10-2005	NONE	
-----			
DE 102006029366 A1	03-01-2008	NONE	
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/005798

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. B60W40/10 B60W40/13 ADD. B60W50/00 B60W30/18		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) B60W F16H		
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		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2010/114437 A1 (BOSS GREGORY J [US] ET AL) 6. Mai 2010 (2010-05-06) Absätze [0028], [0043], [0044], [0052]; Abbildung 2	1
A	DE 10 2008 017348 A1 (GEN MOTORS CORP [US]) 23. Oktober 2008 (2008-10-23) Absätze [0028] - [0041]	1
A	DE 10 2007 019729 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Absätze [0014] - [0021]	1
	----- -/--	
<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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 5. April 2012		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 18/04/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Plenk, Rupert

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2004 015966 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 20. Oktober 2005 (2005-10-20) Absätze [0006], [0011], [0012], [0022] - [0030]	1
A	----- DE 10 2006 029366 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Januar 2008 (2008-01-03) Absätze [0014] - [0020] -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/005798

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010114437 A1	06-05-2010	KEINE	
DE 102008017348 A1	23-10-2008	CN 101328969 A DE 102008017348 A1 US 2008249693 A1	24-12-2008 23-10-2008 09-10-2008
DE 102007019729 A1	30-10-2008	DE 102007019729 A1 WO 2008132011 A1	30-10-2008 06-11-2008
DE 102004015966 A1	20-10-2005	KEINE	
DE 102006029366 A1	03-01-2008	KEINE	