

(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  
10. Mai 2024 (10.05.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2024/094507 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
G01G 19/08 (2006.01) B60T 8/18 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/079707
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
25. Oktober 2023 (25.10.2023)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2022 129 011.5  
03. November 2022 (03.11.2022) DE
- (71) Anmelder: VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (72) Erfinder: KOUDIJS, Gerald; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (74) Anwalt: WITHOFF, Kristina; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: DETERMINING THE MASS OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: BESTIMMUNG EINER MASSE EINES KRAFTFAHRZEUGS

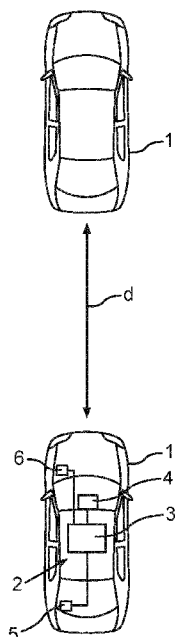


Fig. 1

(57) Abstract: In order to determine the mass of a motor vehicle, a mass estimation is performed cyclically, wherein, in each cycle of the mass estimation, a mass value and/or a value range for a mass of the motor vehicle (1) is determined depending on at least one variable which influences a convergence speed of the mass estimation. It is determined that the motor vehicle (1) is at a standstill, and a standstill duration is determined. The at least one variable is changed depending on the standstill duration.

(57) Zusammenfassung: Zur Bestimmung der Masse eines Kraftfahrzeugs (1) wird eine Masseschätzung zyklisch durchgeführt, wobei in jedem Zyklus der Masseschätzung ein Massewert und/oder ein Wertebereich für eine Masse des Kraftfahrzeugs (1) abhängig von wenigstens einer Variablen, welche eine Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung beeinflusst, bestimmt wird. Es wird festgestellt, dass sich das Kraftfahrzeug (1) im Stillstand befindet und eine Stillstandsdauer wird bestimmt. Die wenigstens eine Variable wird abhängig von der Stillstandsdauer verändert.



WO 2024/094507 A1

## Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs, ein Verfahren zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs, ein Masseschätzsystem, ein Fahrerassistenzsystem zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs sowie ein Computerprogrammprodukt.

10

Fahrerassistenzsysteme zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs, auch als Abstandsregeltempomaten oder ACC (englisch: "adaptive cruise control") bezeichnet, sind bekannt. Dabei kann mittels eines Umfeldsensorsystems, etwa einer Kamera, eines Lidarsystems und/oder eines Radarsystems, ein vor einem Kraftfahrzeug fahrendes weiteres Kraftfahrzeug detektiert werden und dessen Abstand zum Kraftfahrzeug sowie seine Geschwindigkeit bestimmt werden. Abhängig davon können Drehmomentanforderungen erzeugt werden, basierend auf denen ein Antriebsmotor und/oder ein Bremsystem des Kraftfahrzeugs angesteuert werden, um eine Sollvorgabe zu erreichen. So kann etwa die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs auf eine vorgegebene Sollgeschwindigkeit geregelt werden, sofern dabei ein vorgegebener Mindestabstand zum weiteren Kraftfahrzeug eingehalten werden kann, anderenfalls wird zum Beispiel die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs reduziert.

15

20

25

30

Um das erforderliche Drehmoment zu bestimmen, ist es erforderlich, die Gesamtmasse des Kraftfahrzeugs wenigstens näherungsweise zu bestimmen. Als grobe Abschätzung könnte die Leermasse des Kraftfahrzeugs zugrunde gelegt werden. Aufgrund des zusätzlichen Gewichts von Passagieren und gegebenenfalls Ladung wäre diese Abschätzung jedoch sehr ungenau, was zu einer unzuverlässigen Geschwindigkeitsregelung beziehungsweise zu einem Sicherheitsrisiko führen könnte. Daher kann die Masse des Kraftfahrzeugs in dessen Betrieb basierend auf Messwerten betreffend die Fahrzeugdynamik abgeschätzt werden, indem beispielsweise das applizierte Drehmoment mit der resultierenden Geschwindigkeitsveränderung, also Beschleunigung oder Verzögerung, des Kraftfahrzeugs in Beziehung gesetzt wird.

35

Auch für andere Fahrerassistenzsysteme, etwa Spurhalteassistenten, und sonstige Funktionen zur teilweise oder vollständig automatischen Führung eines Kraftfahrzeugs, kann eine Massebestimmung des Kraftfahrzeugs erforderlich oder vorteilhaft sein.

Dokument US 2013/0138288 A1 beschreibt ein Fahrzeugsystem und ein Verfahren, das die Masse eines Fahrzeugs schätzt, so dass eine genauere Schätzung der Fahrzeugmasse anderen Fahrzeugsystemen zur Verfügung gestellt werden kann, wie zum Beispiel einem adaptiven Geschwindigkeitsregelsystem oder einem automatischen Spurwechselsystem. Dabei wird eine tatsächliche Beschleunigung des Fahrzeugs mit einer erwarteten Beschleunigung verglichen. Die Differenz zwischen diesen beiden Beschleunigungswerten kann dann zusammen mit dem Drehmoment verwendet werden, um die tatsächliche Masse des Fahrzeugs zu schätzen.

Dokument US 2019/0171225 A1 beschreibt Systeme, Verfahren, Steuerungen und Algorithmen zur Steuerung eines Fahrzeugs, um einem anderen Fahrzeug mit automatischer oder teilweise automatischer Steuerung zu folgen. Dabei wird ein Masseschätzer eingesetzt, der die Masse des Fahrzeugs basierend auf dem eingesetzten Motor- oder Bremsdrehmoment bestimmt.

Es ist auch bekannt, zyklische Verfahren zur Masseschätzung zu verwenden. Dokument US 2018/0245966 A1 beschreibt ein Verfahren zum Bestimmen der Masse eines Fahrzeugs, wobei ein ungefährender anfänglicher Massewert geschätzt wird und ein Kraftwert bestimmt wird, der die vom Fahrzeugantriebsstrang abgegebene Kraft angibt. Eine rekursive Kleinste-Quadrate Berechnung wird auf der Grundlage des anfänglichen Massewerts, des Kraftwerts und eines Beschleunigungswerts für das Fahrzeug durchgeführt, um die Fahrzeugmasse zu schätzen. Es wird ein Benutzerverhalten erkannt, das eine Änderung der Masse des Fahrzeugs anzeigt und ein neuer ungefährender anfänglicher Massewert für eine nachfolgende rekursive Kleinste-Quadrate Berechnung wird auf Grundlage der Bestimmung der Fahrzeugmasse aus der vorhergehenden rekursiven Kleinste-Quadrate Berechnung und des Benutzerverhaltens bestimmt. Das Schätzen eines ungefähren anfänglichen Massewertes basiert dabei auf der Anzahl von Insassen des Fahrzeugs.

Ein Nachteil dabei ist, dass das Benutzerverhalten zwar ein Indiz für die Veränderung der Masse sein kann, aber nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass es tatsächlich mit einer Veränderung der Masse einhergeht. Falls dem nicht so ist, wird die Masse fälschlicherweise auf den initialisiert beziehungsweise zurückgesetzt. Verzichtet man auf ein solches Zurücksetzen der Masse abhängig vom Benutzerverhalten, kann es, falls sich die Masse tatsächlich verändert, jedoch relativ lange dauern, bis der zyklische Algorithmus die korrekte veränderte Masse wiedergibt.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei der Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs, die auf einer zyklischen Masseschätzung beruht, schneller auf eine tatsächliche Veränderung der Masse des Kraftfahrzeugs reagieren zu können.

- 5 Diese Aufgabe wird durch den jeweiligen Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

10 Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, wenigstens eine Variable, die bei der Masseschätzung verwendet wird und die eine Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung beeinflusst, abhängig von einer Stillstandsdauer des Kraftfahrzeugs zu verändern.

15 Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren zur Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs angegeben. Dabei wird eine Masseschätzung zyklisch durchgeführt, insbesondere mittels wenigstens einer Steuereinheit des Kraftfahrzeugs, wobei in jedem Zyklus der Masseschätzung ein Massewert und/oder ein Wertebereich für eine Masse des Kraftfahrzeugs abhängig von wenigstens einer Variablen welche eine Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung beeinflusst, bestimmt wird. Es wird  
20 festgestellt, dass sich das Kraftfahrzeug im Stillstand befindet und eine wird Stillstandsdauer bestimmt, insbesondere mittels der wenigstens einen Steuereinheit. Die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer verändert, insbesondere mittels der wenigstens einen Steuereinheit.

25 Eine Steuereinheit kann auch als Recheneinheit bezeichnet werden. Beispielsweise kann die wenigstens eine Steuereinheit durch wenigstens ein Steuergerät, ECU (englisch: „electronic control unit“) implementiert sein. Unter einer Recheneinheit kann insbesondere ein Datenverarbeitungsgerät verstanden werden, das einen Verarbeitungsschaltkreis enthält. Die Recheneinheit kann also insbesondere Daten zur Durchführung von  
30 Rechenoperationen verarbeiten. Darunter fallen gegebenenfalls auch Operationen, um indizierte Zugriffe auf eine Datenstruktur, beispielsweise eine Umsetzungstabelle, LUT (englisch: „look-up table“), durchzuführen.

35 Die Recheneinheit kann insbesondere einen oder mehrere Computer, einen oder mehrere Mikrocontroller und/oder einen oder mehrere integrierte Schaltkreise enthalten, beispielsweise eine oder mehrere anwendungsspezifische integrierte Schaltungen, ASIC (englisch: „application-specific integrated circuit“), eines oder mehrere

feldprogrammierbare Gate-Arrays, FPGA, und/oder eines oder mehrere Einchipsysteme, SoC (englisch: „system on a chip“). Die Recheneinheit kann auch einen oder mehrere Prozessoren, beispielsweise einen oder mehrere Mikroprozessoren, eine oder mehrere zentrale Prozessoreinheiten, CPU (englisch: „central processing unit“), eine oder mehrere

5 Grafikprozessoreinheiten, GPU (englisch: „graphics processing unit“) und/oder einen oder mehrere Signalprozessoren, insbesondere einen oder mehrere Digitalsignalprozessoren, DSP, enthalten. Die Recheneinheit kann auch einen physischen oder einen virtuellen Verbund von Computern oder sonstigen der genannten Einheiten beinhalten.

10 In verschiedenen Ausführungsbeispielen beinhaltet die Recheneinheit eine oder mehrere Hardware- und/oder Softwareschnittstellen und/oder eine oder mehrere Speichereinheiten.

Eine Speichereinheit kann als flüchtiger Datenspeicher, beispielsweise als dynamischer

15 Speicher mit wahlfreiem Zugriff, DRAM (englisch: „dynamic random access memory“) oder statischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff, SRAM (englisch: „static random access memory“), oder als nicht-flüchtiger Datenspeicher, beispielsweise als Festwertspeicher, ROM (englisch: „read-only memory“), als programmierbarer Festwertspeicher, PROM (englisch: „programmable read-only memory“), als löschbarer programmierbarer

20 Festwertspeicher, EPROM (englisch: „erasable programmable read-only memory“), als elektrisch löschbarer programmierbarer Festwertspeicher, EEPROM (englisch: „electrically erasable programmable read-only memory“), als Flash-Speicher oder Flash-EEPROM, als ferroelektrischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff, FRAM (englisch: „ferroelectric random access memory“), als magnetoresistiver Speicher mit wahlfreiem

25 Zugriff, MRAM (englisch: „magnetoresistive random access memory“) oder als Phasenänderungsspeicher mit wahlfreiem Zugriff, PCRAM (englisch: „phase-change random access memory“), ausgestaltet sein.

Die Masse des Kraftfahrzeugs entspricht hier und im Folgenden insbesondere einer

30 Gesamtmasse des Kraftfahrzeugs inklusive der Leermasse des Kraftfahrzeugs, der Masse aller Passagiere, gegebenenfalls der Masse eines Kraftstoffs und gegebenenfalls sonstiger Ladung.

Die Bestimmung des Massewerts und/oder des Wertebereichs für die Masse entspricht

35 der erfindungsgemäßen Bestimmung der Masse des Kraftfahrzeugs. Der Massewerts und/oder der Wertebereich für die Masse kann dann beispielsweise einer weitergehenden

Fahrzeugfunktion, insbesondere einem Fahrerassistenzsystem, beispielsweise zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung, bereitgestellt werden.

Bei der Masseschätzung kann der Massewert aus verschiedenen Gründen nicht exakt  
5 bestimmt werden, sodass der Massewert stets mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet  
ist, welche durch den Wertebereich quantifiziert wird. In der Regel werden also in jedem  
Zyklus sowohl der Massewert als auch der Wertebereich bestimmt. Es kann jedoch, je  
nach Ausgestaltung des Schätzverfahrens, sein, dass nur der Wertebereich explizit  
bestimmt oder ausgegeben wird oder nur der Massewert.

10 Die Ungenauigkeit der Masseschätzung kann auf Messfehler oder Schätzfehler bei der  
Messung oder Schätzung der zugrundeliegenden Mess- oder Schätzgrößen, etwa eines  
durch einen Antriebstrang oder ein Bremssystem appliziertes Drehmoment und eine  
daraus resultierende Beschleunigung oder Verzögerung des Kraftfahrzeugs,  
15 zurückgehen. Auch können Modellannahmen bei der Masseschätzung oder sonstige  
unbekannte Einflüsse, etwa das Massenträgheitsmoment beziehungsweise die räumliche  
Verteilung der Masse des Kraftfahrzeugs, eine Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche,  
eine Steigung der Fahrbahn, und so weiter, zu der Ungenauigkeit bei der  
Masseschätzung beitragen. Diese Ungenauigkeiten können bei der Masseschätzung in  
20 Form der wenigstens einen Variablen berücksichtigt werden. Im Falle eines Kalman-Filter-  
Verfahrens kann die Ungenauigkeit zum Beispiel in Form des Prozessrauschens,  
üblicherweise als Matrix  $Q$  bezeichnet, berücksichtigt werden. Die wenigstens eine  
Variable kann dann den Einträgen der Matrix  $Q$  entsprechen. Bei anderen  
Schätzverfahren lassen sich entsprechende Variablen definieren. Die Einträge der Matrix  
25  $Q$  beeinflussen insbesondere die Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung.  
Vergleichsweise große Einträge der Matrix  $Q$  führen zu einer geringeren  
Konvergenzgeschwindigkeit als vergleichsweise kleine Einträge der Matrix  $Q$ . Die  
wenigstens eine Variable kann in verschiedenen Ausführungsformen insbesondere auch  
als Unsicherheitsvariable bezeichnet werden.

30 Da sich die Masse des Kraftfahrzeugs in der Regel während des Stillstands verändert,  
kann der Stillstand als Indiz für eine wahrscheinliche Veränderung der Masse angesehen  
werden, auch wenn kein zwingender Zusammenhang besteht. Je länger die  
Stillstandsdauer ist, desto wahrscheinlicher ist es im Allgemeinen, dass sich die Masse  
35 verändert, beziehungsweise desto größer ist die Veränderung der Masse tendenziell. Die  
Erfindung nutzt dies aus, indem die wenigstens eine Variable abhängig von der  
Stillstandsdauer verändert wird. Aus der Veränderung der wenigstens einen Variablen

resultiert in folgenden Zyklen der Masseschätzung auch eine Veränderung des Wertebereichs. Insbesondere wird die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer derart verändert, dass der Wertebereich in folgenden Zyklen vergrößert wird und zwar umso größer wird, je länger die Stillstandsdauer ist. Beispielsweise kann die wenigstens eine Variable durch deren Veränderung umso größer sein, je länger die Stillstandsdauer ist. Beinhaltet die wenigstens eine Variable mehrere Variablen, wie beispielsweise im Falle einer Prozessrauschmatrix  $Q$  im Kalman-Formalismus, so können beispielsweise alle Variablen oder ein Teil der Variablen, beispielsweise alle Einträge der Prozessrauschmatrix  $Q$  oder ein Teil davon, umso mehr vergrößert werden, je länger die Stillstandsdauer ist.

Falls sich die Masse des Kraftfahrzeugs tatsächlich verändert, so führt die Veränderung der wenigstens einen Variablen und resultierten daraus des Wertebereichs für die Masse, dazu, dass die veränderte Masse mit höherer Wahrscheinlichkeit in dem veränderten Wertebereich liegt oder, falls dem nicht so ist, die die veränderte Masse näher an den Grenzen des veränderten Wertebereichs liegt, als dies ohne die Veränderung der wenigstens einen Variablen der Fall wäre. Daraus wiederum folgt, dass die Masseschätzung in den folgenden Zyklen schneller zu der tatsächlichen Masse konvergiert. Die Masseschätzung reagiert also schneller auf die tatsächliche Veränderung der Masse.

Falls sich die tatsächliche Masse trotz Stillstands des Kraftfahrzeugs nicht verändert, führt die Veränderung des Wertebereichs lediglich vorübergehend zu einer höheren Ungenauigkeit, da die Masseschätzung im Laufe der folgenden Zyklen wiederum konvergiert. Das Erfindungsgemäße Verfahren kommt also insbesondere ohne eine gezielte Veränderung des geschätzten Massenwerts aus, sondern verändert lediglich die wenigstens eine Variablen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform entspricht die wenigstens eine Variable während wenigstens eines Zyklus der Masseschätzung vor der Veränderung abhängig von der Stillstandsdauer einer vorgegebenen wenigstens einen initialen Variable.

Während wenigstens eines Zyklus der Masseschätzung nach der Veränderung abhängig von der Stillstandsdauer entspricht die wenigstens eine Variable insbesondere der wenigstens einen veränderten Variable. Die wenigstens eine initiale Variable kann also beispielsweise in die wenigstens eine veränderte Variable überführt werden, gegebenenfalls iterativ über mehrere Zyklen hinweg. Es können aber auch mehrere

Veränderungen entsprechend mehrerer Ereignisse, bei denen das Kraftfahrzeug sich jeweils im Stillstand befindet und dazwischen bewegt wird, erfolgen.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform beinhaltet die Masseschätzung die jeweilige Messung oder Schätzung wenigstens einer Mess- oder Schätzgröße und die wenigstens eine Variable entspricht einem vorgebbaren Anteil einer Messunsicherheit oder Schätzungenauigkeit der wenigstens einen Messung oder Schätzung.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform beinhaltet die jeweilige Messung oder Schätzung der wenigstens einen Mess- oder Schätzgröße eine Messung oder Schätzung eines erzeugten Drehmoments des Kraftfahrzeugs und eine Messung oder Schätzung einer aus der Erzeugung des Drehmoments resultierenden Beschleunigung oder Verzögerung des Kraftfahrzeugs.

15 Das Drehmoment kann dabei insbesondere gemäß einer Drehmomentanforderung zur Geschwindigkeitsregelung, insbesondere im Rahmen einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung des Kraftfahrzeugs durch ein entsprechendes Fahrerassistenzsystem, erzeugt werden.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die Masseschätzung unter Verwendung eines Kalman-Filteralgorithmus durchgeführt und der Wertebereich abhängig von einer mittels des Kalman-Filteralgorithmus prädizierten Kovarianzmatrix bestimmt wird.

25 Gemäß dem Kalman-Filteralgorithmus wird ein Zustand oder Zustandsvektor zyklisch bestimmt, der im vorliegenden Fall die Masse des Kraftfahrzeugs beinhaltet. Die dem Kalman-Filteralgorithmus zugrunde liegenden Messgrößen oder Schätzgrößen beinhalten insbesondere das Drehmoment gemäß einer Drehmomentanforderung, beispielsweise zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung, und die auf die Drehmomentanforderung folgende Beschleunigung oder Verzögerung des Kraftfahrzeugs.

30 Gemäß dem Kalman-Filteralgorithmus wird für jeden Zyklus außer dem entsprechenden Zustand oder Zustandsvektor auch eine zugehörige Kovarianzmatrix bestimmt, die im Formalismus des Kalman-Filteralgorithmus in der Regel als Kovarianz  $P$  des jeweiligen Zustands bezeichnet wird. In die Berechnung der Kovarianz  $P$  gehen beispielsweise unter  
35 anderem das Prozessrauschen, üblicherweise mit  $Q$  bezeichnet, und das Messrauschen, üblicherweise mit  $R$  bezeichnet, ein.



Gemäß zumindest einer Ausführungsform entspricht die wenigstens eine Variable der Matrix des Prozessrauschens  $Q$ , insbesondere den Einträgen der Matrix des Prozessrauschens  $Q$ , gemäß dem Kalman-Filteralgorithmus.

- 5 Die Matrix des Prozessrauschens  $Q$  ist beispielsweise eine Diagonalmatrix, die einzelnen Diagonaleinträge der Matrix des Prozessrauschens  $Q$  entsprechen beispielsweise Varianzen der entsprechenden Einträge des Zustandsvektors. Die Matrix des Prozessrauschens  $Q$  kann aber auch nicht-diagonale Einträge beinhalten, die dann jeweils Kovarianzen der entsprechenden Einträge des Zustandsvektors sind. Die
- 10 Veränderung der wenigstens einen Variablen abhängig von der Stillstandsdauer beinhaltet die Veränderung eines oder mehrerer Einträge, insbesondere aller Diagonaleinträge oder aller Einträge, der Matrix des Prozessrauschens  $Q$ .

- Anders als die Kovarianzmatrix  $P$  ergibt sich die Matrix des Prozessrauschens  $Q$  nicht aus
- 15 dem Kalman-Formalismus selbst sondern wird vorgegeben. Sie kann insbesondere als vorgegebbarer Teil der Messunsicherheit angesehen werden.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer iterativ über zwei oder mehr Zyklen der Masseschätzung hinweg
- 20 verändert.

- Beispielsweise wird abhängig von der Stillstandsdauer eine Veränderungsrate für die Veränderung der wenigstens einen Variable bestimmt und die wenigstens einen Variable wird in jedem der zwei oder mehr Zyklen jeweils um ein Inkrement gemäß der
- 25 Veränderungsrate verändert. Alternativ kann die Veränderungsrate unabhängig von der Stillstandsdauer vorgegeben sein und die wenigstens einen Variable wird in jedem der zwei oder mehr Zyklen jeweils um ein Inkrement gemäß der Veränderungsrate verändert, solange der Stillstand des Kraftfahrzeugs andauert. Dadurch hängt die gesamte Veränderung der wenigstens einen Variable von der Stillstandsdauer ab, insbesondere
- 30 linear.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die Veränderungsrate der iterativen Veränderung der wenigstens einen Variable abhängig von wenigstens einem Zustandsparameter des Kraftfahrzeugs bestimmt.

- 35

So kann beispielsweise eine höhere Veränderungsrate verwendet werden, wenn der wenigstens eine Zustandsparameter des Kraftfahrzeugs weitere Indizien für eine wahrscheinliche Veränderung der Masse liefert, als wenn dies nicht der Fall ist.

- 5 Beispielsweise kann der wenigstens eine Zustandsparameter einen Öffnungszustand einer Tür des Kraftfahrzeugs und/oder einen Öffnungszustand einer Heckklappe des Kraftfahrzeugs und/oder einen Öffnungszustand eines Kofferraumdeckels des Kraftfahrzeugs beinhalten. Der wenigstens eine Zustandsparameter kann alternativ oder zusätzlich einen Öffnungszustand eines Tankdeckels des Kraftfahrzeugs beinhaltet.

10

Ist die Tür, die Heckklappe, der Kofferraumdeckel oder der Tankdeckel geöffnet, so ist die Wahrscheinlichkeit für eine Veränderung der Masse größer und dementsprechend kann eine größere Veränderungsrate verwendet werden, als wenn dies nicht der Fall ist.

15

Beispielsweise kann der wenigstens eine Zustandsparameter alternativ oder zusätzlich einen Betriebszustand eines Antriebsstrangs, insbesondere eines Antriebsmotors, des Kraftfahrzeugs beinhalten. Der wenigstens eine Zustandsparameter kann beispielsweise einen Parameter beinhalten, der anzeigt, ob eine Zündung des Kraftfahrzeugs eingeschaltet ist oder ausgeschaltet.

20

Ist der Antriebsmotor deaktiviert, ist insbesondere die Zündung ausgeschaltet, so ist die Wahrscheinlichkeit für die Veränderung der Masse beispielsweise höher als bei aktiviertem Antriebsmotor beziehungsweise eingeschalteter Zündung. Bei deaktiviertem Antriebsmotor beziehungsweise ausgeschalteter Zündung kann die Veränderungsrate daher beispielsweise größer sein als bei aktiviertem Antriebsmotor beziehungsweise eingeschalteter Zündung.

25

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs angegeben. Dabei wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bestimmung einer Masse des Kraftfahrzeugs durchgeführt. Eine Drehmomentanforderung zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung wird zyklisch aktualisiert, insbesondere mittels der wenigstens einen Steuereinheit, wobei in jedem Zyklus der Geschwindigkeitsregelung die Drehmomentanforderung abhängig von dem jeweiligen Massewert und/oder Wertebereich für die Masse und abhängig von einer Sollvorgabe, welche eine Sollgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und/oder einen

35

Sollsicherheitsabstand des Kraftfahrzeugs betrifft, generiert wird. Mittels des Antriebsmotors des Kraftfahrzeugs und/oder des Bremssystems des Kraftfahrzeugs wird ein Drehmoment gemäß der Drehmomentanforderung erzeugt.

- 5 Die Drehmomentanforderung kann beispielsweise einen Drehmomentwert, also insbesondere einen Absolutwert und ein Vorzeichen, eines Drehmoments beinhalten, welche gemäß der adaptiven Geschwindigkeitsregelung durch einen Antriebsstrang, insbesondere Antriebsmotor, des Kraftfahrzeugs und/oder ein Bremssystem des Kraftfahrzeugs zu erzeugen ist. Der Drehmomentwert wird dabei insbesondere abhängig  
10 von dem Massewert und/oder Wertebereich für die Masse, abhängig von der Sollvorgabe und gegebenenfalls abhängig von weiteren Daten, insbesondere Umfeldsensordaten der Umgebung des Kraftfahrzeugs und/oder Zustandsdaten des Kraftfahrzeugs, berechnet.

- Abhängig von der Drehmomentanforderung wird also insbesondere ein Antriebsmotor des Kraftfahrzeugs und/oder das Bremssystem des Kraftfahrzeugs angesteuert, insbesondere  
15 mittels der wenigstens einen Steuereinheit, sodass ein Drehmoment gemäß der Drehmomentanforderung erzeugt wird. Dabei wird insbesondere der Antriebsmotor zur Beschleunigung genutzt und das Bremssystem zur Verzögerung. Allerdings kann auch die Motorbremswirkung des Antriebsmotors gezielt zur Verzögerung genutzt werden, insbesondere  
20 im Falle eines Elektromotors.

- Die Sollvorgabe kann beispielsweise die Sollgeschwindigkeit und den Sollsicherheitsabstand beinhalten. Die Sollgeschwindigkeit kann dabei beispielsweise von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs vorgegeben werden. Der Sollsicherheitsabstand entspricht insbesondere  
25 einem Abstand des Kraftfahrzeugs von einem sich in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs vor dem Kraftfahrzeug befindlichen weiteren Verkehrsteilnehmer, insbesondere weiteren Kraftfahrzeug, wobei der weitere Verkehrsteilnehmer bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens jedoch nicht zwingend präsent ist. Der Abstand des Kraftfahrzeugs kann gegebenenfalls mittels eines Umfeldsensorysystems des Kraftfahrzeugs be-  
30 stimmt werden, beispielsweise eines Lidarsystems, eines Radarsystems und/oder eines Kamerasystems des Kraftfahrzeugs. Bei der Verwendung eines Kamerasystems, kann der Abstand durch einen entsprechenden Algorithmus zur Tiefenschätzung oder dergleichen abgeschätzt werden.

- 35 Die Drehmomentanforderung wird also insbesondere derart erzeugt, dass bei dessen Umsetzung durch Erzeugung des entsprechenden Drehmoments, der Sollsicherheitsabstand

eingehalten wird oder angestrebt wird und die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs auf die Sollgeschwindigkeit geregelt wird, sofern dies mit der Einhaltung des Sollsicherheitsabstands vereinbar ist. Anderenfalls wird die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs entsprechend reduziert, beispielsweise auf eine maximale Geschwindigkeit, mit der der Sollsicherheitsabstand eingehalten werden kann. Der Sollsicherheitsabstand kann von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs abhängen. Er kann beispielsweise durch eine Benutzereingabe in vorbestimmtem Umfang verringert oder vergrößert werden. Die Berechnung des Drehmomentwerts an sich ist aus bekannten Fahrerassistenzsystemen zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung bekannt.

Die Zyklen der Aktualisierung der Drehmomentanforderung sind im Allgemeinen unabhängig von den Zyklen der Masseschätzung. In jedem Zyklus der Aktualisierung der Drehmomentanforderung wird insbesondere ein entsprechendes Drehmoment abhängig von dem aktuellen Massewert und/oder Wertebereich berechnet und die Drehmomentanforderung entsprechend aktualisiert. Die Masseschätzung kann auch durchgeführt werden, wenn die adaptive Geschwindigkeitsregelung nicht aktiv ist.

Wenn die Drehmomentanforderung abhängig von dem jeweiligen Massewert aktualisiert wird, kann dies beispielsweise derart verstanden werden, dass der Berechnung des Drehmoments ein Wert für die Masse innerhalb des Wertebereichs zugrunde gelegt wird, der gleich dem Massewert ist. Wenn die Drehmomentanforderung abhängig von dem jeweiligen Wertebereich für die Masse aktualisiert wird, kann dies beispielsweise derart verstanden werden, dass der Berechnung des Drehmoments ein Wert für die Masse innerhalb des Wertebereichs zugrunde gelegt wird, der unterschiedlich zu dem Massewert ist. Die Auswahl des Werts aus dem Wertebereich kann beispielsweise abhängig von einer Fahrsituation, in der sich das Kraftfahrzeug befindet, erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung werden, insbesondere mittels eines Umfeldsensorsystems des Kraftfahrzeugs, Umfeldsensordaten erzeugt, welche eine vor dem Kraftfahrzeug liegende Umgebung des Kraftfahrzeugs darstellen. Die Drehmomentanforderung wird abhängig von den Umfeldsensordaten generiert, insbesondere aktualisiert. Insbesondere wird das gemäß der Drehmomentanforderung angeforderte Drehmoment abhängig von den Umfeldsensordaten berechnet.

Das Umfeldsensorysystem beinhaltet beispielsweise eine oder mehrere Kameras, eines oder mehrere Lidarsysteme und/oder eines oder mehrere Radarsysteme des Kraftfahrzeugs. Die wenigstens einen Steuereinheit kann basierend auf den Umfeldsensordaten zu einem erkennen, ob sich vor dem Kraftfahrzeug der weitere Verkehrsteilnehmer befindet, insbesondere innerhalb eines Erfassungsbereichs des Umfeldsensorysystems, und, falls dies der Fall ist, den Abstand des Kraftfahrzeugs von dem weiteren Verkehrsteilnehmer bestimmen. Der Abstand kann direkt aus den Umfeldsensordaten bestimmt werden, etwa im Falle eines Radarsystems oder Lidarsystems, oder indirekt, etwa im Falle einer Kamera, beispielsweise unter Verwendung eines oder mehrerer Algorithmen zur Bildverarbeitung und/oder zum maschinellen Sehen (englisch: „computer vision“).

Die Drehmomentanforderung kann dann abhängig von dem Befund, ob sich vor dem Kraftfahrzeug der weitere Verkehrsteilnehmer befindet oder nicht, generiert werden und gegebenenfalls abhängig von dem Abstand.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden Zustandsdaten des Kraftfahrzeugs bestimmt, insbesondere mittels wenigstens eines Zustandssensors des Kraftfahrzeugs. Die Drehmomentanforderung wird abhängig von den Zustandsdaten generiert, insbesondere aktualisiert. Insbesondere wird das gemäß der Drehmomentanforderung angeforderte Drehmoment abhängig von den Zustandsdaten berechnet.

Die Zustandsdaten beinhalten insbesondere eine momentane Geschwindigkeit und/oder momentane Beschleunigung und/oder eine momentane Drehzahl des Antriebsmotors und/oder ein momentan appliziertes Drehmoment des Antriebsmotors und/oder ein momentan appliziertes Bremsdrehmoment des Bremssystems beinhalten. Der wenigstens einen Zustandssensor beinhaltet dementsprechende Sensoren zur Bestimmung der genannten Größen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird abhängig von vorgegebenen digitalen Kartendaten eine Steigung einer Fahrbahn, auf der sich das Kraftfahrzeug befindet, bestimmt, insbesondere mittels der wenigstens einen Steuereinheit, und die Drehmomentanforderung wird abhängig von der Steigung generiert, insbesondere aktualisiert. Insbesondere wird das gemäß der Drehmomentanforderung angeforderte Drehmoment abhängig von der Steigung berechnet.

Bei der Steigung kann es sich um eine momentane oder bevorstehende, insbesondere unmittelbar bevorstehende, Steigung handeln. Die wenigstens eine Steuereinheit kann insbesondere die digitalen Kartendaten speichern oder von einer fahrzeugexternen Recheneinheit, etwa einem Servercomputer, durch ein entsprechende  
5 Kommunikationsnetzwerk, insbesondere Funknetzwerk erhalten.

Durch die Berücksichtigung der Steigung kann die Drehmomentanforderung besser an die momentane Situation angepasst werden, etwa indem ein höheres Drehmoment zur Beschleunigung beziehungsweise ein geringeres Bremsdrehmoment angefordert wird, je  
10 höher, im Falle einer positiven Steigung, die Steigung ist und umgekehrt.

Für Anwendungsfälle oder Anwendungssituationen, die sich bei dem Verfahren ergeben können und die hier nicht explizit beschrieben sind, kann vorgesehen sein, dass gemäß dem Verfahren eine Fehlermeldung und/oder eine Aufforderung zur Eingabe einer  
15 Nutzerrückmeldung ausgegeben und/oder eine Standardeinstellung und/oder ein vorbestimmter Initialzustand eingestellt wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Masseschätzsystem zur Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs angegeben. Das Masseschätzsystem  
20 weist wenigstens eine Steuereinheit auf, die dazu eingerichtet ist, eine Masseschätzung zyklisch durchzuführen und dabei in jedem Zyklus der Masseschätzung einen Massewert und/oder einen Wertbereich für eine Masse des Kraftfahrzeugs abhängig von wenigstens einer Variablen, welche eine Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung beeinflusst, zu bestimmen. Die wenigstens eine Steuereinheit ist dazu eingerichtet,  
25 festzustellen, dass sich das Kraftfahrzeug im Stillstand befindet und eine Stillstandsdauer zu bestimmen und die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer zu verändern.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Masseschätzsystems ist die wenigstens  
30 eine Steuereinheit dazu eingerichtet, ein Mess- oder Schätzergebnis einer jeweiligen Messung oder Schätzung wenigstens einer Mess- oder Schätzgröße von einem Kommunikationsnetz des Kraftfahrzeugs zu erhalten und die Masseschätzung abhängig von dem Mess- oder Schätzergebnis durchzuführen.

35 Das Kommunikationsnetz, welches insbesondere ein Kommunikationsbussystem, etwa ein CAN-Bus, sein kann, verbindet beispielsweise einen oder mehrere Sensoren zur Erfassung der wenigstens einen Mess- oder Schätzgröße mit der wenigstens einen

Steuereinheit. In manchen Ausführungsformen kann der eine oder können die mehreren Sensoren Teil des Fahrerassistenzsystems sein.

Weitere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Masseschätzsystems folgen  
5 unmittelbar aus den verschiedenen Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und umgekehrt. Insbesondere lassen sich einzelne Merkmale und entsprechende Erläuterungen sowie Vorteile bezüglich der verschiedenen Ausführungsformen zu dem erfindungsgemäßen Verfahren analog auf entsprechende Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Masseschätzsystems übertragen. Insbesondere ist das  
10 erfindungsgemäße Masseschätzsystem zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet oder programmiert. Insbesondere führt das erfindungsgemäße Masseschätzsystem das erfindungsgemäße Verfahren durch.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Fahrerassistenzsystem zur  
15 adaptiven Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs angegeben. Das Fahrerassistenzsystem weist ein erfindungsgemäßes Masseschätzsystem auf, wobei die wenigstens eine Steuereinheit dazu eingerichtet ist, eine Drehmomentanforderung zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung zyklisch zu aktualisieren und dabei in jedem Zyklus der Geschwindigkeitsregelung die Drehmomentanforderung abhängig von dem jeweiligen  
20 Massewert und/oder Wertbereich für die Masse und abhängig von einer Sollvorgabe, welche eine Sollgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und/oder einen Sollsicherheitsabstand des Kraftfahrzeugs betrifft, zu generieren.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform enthält das Fahrerassistenzsystem wenigstens  
25 ein Umfeldsensordaten für das Kraftfahrzeug, das dazu eingerichtet ist, Umfeldsensordaten zu erzeugen, welche eine vor dem Kraftfahrzeug liegende Umgebung des Kraftfahrzeugs darstellen, insbesondere wenn das Umfeldsensordaten an dem Kraftfahrzeug montiert ist, und die wenigstens eine Steuereinheit ist dazu eingerichtet, die Drehmomentanforderung abhängig von den Umfeldsensordaten zu generieren,  
30 insbesondere zu aktualisieren.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform enthält das Fahrerassistenzsystem wenigstens einen Zustandssensor für das Kraftfahrzeug, der dazu eingerichtet ist, Zustandsdaten des Kraftfahrzeugs zu bestimmen, insbesondere wenn der wenigstens eine Zustandssensor in  
35 oder an dem Kraftfahrzeug verbaut ist, und die wenigstens eine Steuereinheit ist dazu eingerichtet, die Drehmomentanforderung abhängig von den Zustandsdaten zu generieren, insbesondere zu aktualisieren.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die wenigstens eine Steuereinheit dazu eingerichtet, abhängig von vorgegebenen digitalen Kartendaten eine Steigung einer Fahrbahn, auf der sich das Kraftfahrzeug befindet, zu bestimmen und die  
5 Drehmomentanforderung abhängig von der Steigung zu generieren, insbesondere zu aktualisieren.

Ist im Rahmen der vorliegenden Offenbarung die Rede davon, dass eine Komponente des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems, insbesondere die wenigstens eine  
10 Steuereinheit Fahrerassistenzsystems dazu eingerichtet, ausgebildet, ausgelegt, oder dergleichen ist, eine bestimmte Funktion auszuführen oder zu realisieren, eine bestimmte Wirkung zu erzielen oder einem bestimmten Zweck zu dienen, so kann dies derart verstanden werden, dass die Komponente, über die prinzipielle oder theoretische  
Verwendbarkeit oder Eignung der Komponente für diese Funktion, Wirkung oder diesen  
15 Zweck hinaus, durch eine entsprechende Anpassung, Programmierung, physische Ausgestaltung und so weiter konkret und tatsächlich dazu in der Lage ist, die Funktion auszuführen oder zu realisieren, die Wirkung zu erzielen oder dem Zweck zu dienen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein erstes Computerprogramm mit  
20 ersten Befehlen angegeben. Bei Ausführung der ersten Befehle durch ein erfindungsgemäßes Masseschätzsystem, insbesondere durch die wenigstens eine Steuereinheit des Masseschätzsystems, veranlassen die ersten Befehle das Masseschätzsystem dazu, ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs durchzuführen.

25  
Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein zweites Computerprogramm mit zweiten Befehlen angegeben. Bei Ausführung der zweiten Befehle durch ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem, insbesondere durch die wenigstens eine Steuereinheit des Masseschätzsystems, veranlassen die zweiten Befehle das  
30 Fahrerassistenzsystem dazu, ein erfindungsgemäßes Verfahren zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung durchzuführen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein computerlesbares Speichermedium angegeben, welches ein erfindungsgemäßes erstes und/oder zweites  
35 Computerprogramm speichert.

Das erste und das zweite Computerprogramm sowie das computerlesbare



Speichermedium können jeweils als Computerprogrammprodukt mit den ersten beziehungsweise zweiten Befehlen aufgefasst werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der  
5 Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen können nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen von der Erfindung umfasst sein. Es können insbesondere auch Ausführungen und  
10 Merkmalskombinationen von der Erfindung umfasst sein, die nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten Anspruchs aufweisen. Es können darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen von der Erfindung umfasst, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder von diesen abweichen.

15

Die Erfindung wird im Folgenden anhand konkreter Ausführungsbeispiele und zugehöriger schematischer Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren können gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die Beschreibung gleicher oder funktionsgleicher Elemente wird gegebenenfalls nicht  
20 notwendigerweise bezüglich verschiedener Figuren wiederholt.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen  
25 Masseschätzsystems und eines weiteren Kraftfahrzeugs;
- Fig. 2 ein Ablaufdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung;  
30 und
- Fig. 3 eine schematische Blockdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung.

35 In Fig. 1 ist schematisch ein Kraftfahrzeug 1 gezeigt, das eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Masseschätzsystems aufweist. Des Weiteren ist ein vor dem Kraftfahrzeug 1 befindliches, insbesondere auf derselben Fahrspur in

dieselbe Richtung fahrendes, weiteres Kraftfahrzeug 1' in einem Abstand  $d$  vor dem Kraftfahrzeug 1 gezeigt. Das Masseschätzsystem kann insbesondere Teil eines erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems 2 zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung sein.

5

Das Masseschätzsystem weist wenigstens eine Steuereinheit 3 auf, die je nach konkreter Ausführungsform auch repräsentativ für zwei oder mehr Steuereinheiten des Kraftfahrzeugs 1 stehen kann. Das Masseschätzsystem kann einen oder mehrere Zustandssensoren 5, 6, etwa einen Drehmomentsensor 5 und einen Beschleunigungssensor 6, des Kraftfahrzeugs 1, aufweisen. Das Fahrerassistenzsystem 2 kann ein Umfeldsensorysystem 4 aufweisen, etwa eine Kamera, ein Lidarsystem oder ein Radarsystem.

10

Das Fahrerassistenzsystem 2 kann insbesondere ein erfindungsgemäßes Verfahren zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung durchführen. Ein schematisches Ablaufdiagramm eines solchen Verfahrens in einer beispielhaften Ausführungsform ist in Fig. 2 dargestellt. Dabei führt das Masseschätzsystem ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bestimmung einer Masse des Kraftfahrzeugs 1 in Schritt S2 durch. Die Steuereinheit 3 führt dabei zyklisch eine Masseschätzung durch, wobei in jedem Zyklus der Masseschätzung ein Massewert und/oder ein Wertebereich für eine Masse des Kraftfahrzeugs 1 abhängig von wenigstens einer Variablen, welche eine Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung beeinflusst, bestimmt wird. Stellt die Steuereinheit 3 fest, dass sich das Kraftfahrzeug 1 im Stillstand befindet, bestimmt sie eine Stillstandsdauer und verändert die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer.

15

20

25

Der Masseschätzung kann die Steuereinheit 3 beispielsweise Zustandsdaten des Kraftfahrzeugs 1 zugrunde legen, welche in Schritt S1 durch die Zustandssensoren 5, 6 erzeugt werden. Insbesondere kann die Steuereinheit 3 ein appliziertes und durch den Drehmomentsensor 5 gemessenes Drehmoment sowie eine aus dem Drehmoment resultierende und mittels des Beschleunigungssensors 6 gemessene Beschleunigung oder Verzögerung des Kraftfahrzeugs 1 verwenden, um die Masse des Kraftfahrzeugs 1 zu berechnen beziehungsweise abzuschätzen. Alternativ zu der Messung des Drehmoments mittels des Drehmomentsensors 5 kann die Steuereinheit 3 beispielsweise von einem Motor- oder Bremssteuergerät (nicht dargestellt) des Kraftfahrzeugs 1 ein geschätztes appliziertes Drehmoment erhalten.

30

35

Darüber hinaus kann die Steuereinheit 3 optional in Schritt S3 ein Fahrscenario identifizieren, in welchem sich das Kraftfahrzeugs 1 befindet. Dazu kann die Steuereinheit 3 die Zustandsdaten heranziehen und/oder Umfeldsensordaten, welche in Schritt S1 durch das Umfeldsensordaten 4 erzeugt werden, und welche die vor dem Kraftfahrzeug 1 liegende Umgebung des Kraftfahrzeugs 1 darstellen. Aus den Umfeldsensordaten kann die Steuereinheit 3 beispielweise erkennen, ob das weitere Kraftfahrzeug 1' vorhanden ist und wie groß gegebenenfalls der Abstand  $d$  ist.

In Schritt S4 generiert die Steuereinheit 3 abhängig von dem Massewert und abhängig von einer Sollvorgabe, welche eine Sollgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs 1 und/oder einen Sollsicherheitsabstand des Kraftfahrzeugs 1 von dem weiteren Kraftfahrzeug 1' betrifft, eine Drehmomentanforderung zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung. Alternativ kann die Steuereinheit einen anderen Wert aus dem Wertebereich für die Masse auswählen, beispielsweise abhängig von dem Fahrscenario, und diesen der Erzeugung der Drehmomentanforderung zugrunde legen. In Schritt S5 steuert die Steuereinheit 3 einen Antriebsmotor (nicht dargestellt) und/oder ein Bremssystem (nicht dargestellt) des Kraftfahrzeugs 1 an, sodass ein Drehmoment gemäß der Drehmomentanforderung erzeugt wird.

Fig. 3 ist eine Blockdarstellung einer weiteren beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems 2.

Das Fahrerassistenzsystem 2 ist über eine Eingangsschnittstelle 11 mit Steuergeräten des Antriebsmotors und des Bremssystems verbunden, sodass die Steuereinheit 3 von diesen die jeweiligen Betriebsdaten, insbesondere das applizierte Drehmoment, erhalten kann. Ferner ist das Fahrerassistenzsystem 2 über eine Ausgangsschnittstelle 12 mit Steuergeräten des Antriebsmotors und des Bremssystems mit den Steuergeräten des Antriebsmotors und des Bremssystems verbunden, um die Drehmomentanforderung zu übermitteln. Über die Eingangsschnittstelle 11 kann die Steuereinheit 3 auch mit den Zustandssensoren 5, 6 verbunden sein. Die Eingangsschnittstelle 11 und die Ausgangsschnittstelle 12 können auch als gemeinsame Ein- und Ausgangsschnittstelle implementiert sein.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 enthält die Steuereinheit ein Szenarioklassifikatormodul 8, das wie beschrieben das Fahrscenario identifizieren kann, ein Masseschätzmodul 7, welches Teil des erfindungsgemäßen Masseschätzsystems ist oder gleich diesem ist, und das wie beschrieben die Masse des Kraftfahrzeugs bestimmen kann, sowie ein

Steuermodul 10, das wie beschrieben die Drehmomentanforderung generieren kann. Beispielsweise kann die Steuereinheit 3 auch ein Zielauswahlmodul 9 aufweisen, das basierend auf den Umfeldsensordaten ein Objekt detektieren und gegebenenfalls verfolgen kann, bezüglich dem die adaptive Geschwindigkeitsregelung erfolgen soll, insbesondere das weitere Kraftfahrzeug 1'.

Wie beschrieben, insbesondere bezüglich der Figuren, wird es durch die Erfindung ermöglicht, bei der Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs, die auf einer zyklischen Masseschätzung beruht, schneller auf eine tatsächliche Veränderung der Masse des Kraftfahrzeugs zu reagieren.

Eine Softwarekomponente zur Schätzung der Masse, wie sie insbesondere in einem erfindungsgemäßen Masseschätzsystem implementiert sein kann, kann beispielsweise die Leistungsfähigkeit eines ACC-Systems verbessern, insbesondere für leichte Nutzfahrzeuge, bei denen sich die Masse je nach Beladung erheblich ändern kann. Das Motordrehmoment oder Bremsmoment kann besser angefordert werden, um die gewünschte Fahrzeugbewegung zu erzielen.

Zum Beispiel kann eine Masseschätzung 1800 kg +/-250 kg ergeben, also einen Massewert von 1800 kg mit einer Varianz von 250kg, sodass ein Wertebereich für die Masse von 1550 kg bis 2050 kg resultiert, also einen eine relativ großer Varianz beziehungsweise geringe Konfidenz. Ergibt die Masseschätzung dagegen zum Beispiel 1800 kg +/-25 kg, liegt eine relativ kleine Varianz beziehungsweise hohe Konfidenz vor. Je größer die Varianz, desto schneller konvergiert die Masse beispielsweise zu dem tatsächlichen Wert. Wenn beispielsweise die Varianz 250 kg beträgt, kann ausgehend von einem Massewert von 1800 kg bis zur Konvergenz bei einem Massewert von 2000 kg im Falle einer entsprechenden Masseerhöhung von 200 kg etwa eine Minute dauern, während bei einer Konfidenz von +/-25kg die Aktualisierung 10 Minuten dauern kann. Daher ist es vorteilhaft, die Varianz zu erhöhen, wenn sich die Masse wahrscheinlich ändert und die Varianz gering zu halten, wenn keine Masseveränderung zu erwarten ist.

Würde der Massewert zurückgesetzt, wenn die Zündung ausgeschaltet wird, aber beibehalten, solange der Motor weiterläuft, auch im Stillstand, kann dies beispielsweise zu zwei potenziellen Problemen führen. Zum einen würde die Rücksetzung des Massewerts, wenn die Zündung nur kurz ausgeschaltet wird, zum Beispiel bei einem Bahnübergang, würde das Modul zurückgesetzt, zu einer verminderten Leistungsfähigkeit für eine gewisse Zeit nach dem Neustart führen, da die Masseschätzung erneut von vorne

beginnen müsste und sich die Konvergenz erst mit der Zeit einstellt. Zum anderen wäre die Leistungsfähigkeit, wenn die Masse bei laufendem Motor verändert würde, für eine gewisse Zeit reduziert, da der alte Massewert und die alte Varianz beibehalten würden. Durch die Erfindung können diese Probleme vermieden werden.

5

In manchen Ausführungsformen kann neben der Stillstandsdauer die Dauer, in der die Türen oder der Kofferraum geöffnet sind, mit einbezogen werden, um die Varianz zu verändern.

10

In einem beispielhaften Szenario kann während der Fahrt die Masse auf der Grundlage des Motor- und/oder Bremsdrehmoments und der Fahrzeuggeschwindigkeit

Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung geschätzt werden. Zum Beispiel von einem Ausgangswert von 1800 kg +/- 50 kg bis zu einem Wert von 2000 kg +/- 50 kg. Hält das Kraftfahrzeug an, wird die Varianz, insbesondere indirekt durch eine Veränderung

15

wenigstens eine Variable zur Masseschätzung, während des Stillstands erhöht. Ist die Stillstandsdauer beispielsweise 1 Minute, wobei Türen und Kofferraum geschlossen sind, kann die Varianz auf +/- 60 kg erhöht werden, ist die Stillstandsdauer beispielsweise 2 Minuten, wobei Türen und Kofferraum geschlossen sind, kann die Varianz dagegen beispielsweise auf +/- 75 kg erhöht werden. Ist die Stillstandsdauer beispielsweise 1

20

Minute, wobei eine Tür geöffnet ist, kann die Varianz auf +/- 150 kg erhöht werden. Ist die Stillstandsdauer beispielsweise 5 Minuten, wobei der Kofferraum geöffnet ist, kann die Varianz maximal erhöht werden, beispielsweise so, dass der Wertebereich für die Masse von einem Leergewicht des Kraftfahrzeugs, beispielsweise 1600 kg, bis zu einem zulässigen Gesamtgewicht, beispielsweise 2100 kg, geht. Nachdem das Kraftfahrzeug

25

wieder losfährt, ist die Konvergenzrate von der resultierenden Varianz abhängig. Das heißt, je höher die Varianz, desto empfindlicher reagiert die Masseschätzung. Dies führt zwar kurzzeitig zu einer weniger stabilen Schätzung, wenn sich die Masse in Wirklichkeit nicht geändert hat, aber zu einer schnelleren Konvergenz, wenn sich die Masse tatsächlich verändert hat.

30

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs (1), wobei
  - eine Masseschätzung zyklisch durchgeführt wird, wobei in jedem Zyklus der Masseschätzung ein Massewert und/oder ein Wertebereich für eine Masse des Kraftfahrzeugs (1) abhängig von wenigstens einer Variablen, welche eine Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung beeinflusst, bestimmt wird;
  - festgestellt wird, dass sich das Kraftfahrzeug (1) im Stillstand befindet und eine Stillstandsdauer bestimmt wird; und
  - die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer verändert wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Masseschätzung die jeweilige Messung oder Schätzung wenigstens einer Mess- oder Schätzgröße beinhaltet und die wenigstens eine Variable einem vorgebbaren Anteil einer Messunsicherheit der wenigstens einen Messung oder Schätzung entspricht.

20

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die jeweilige Messung oder Schätzung der wenigstens einen Mess- oder Schätzgröße eine Messung oder Schätzung eines erzeugten Drehmoments des Kraftfahrzeugs (1) beinhaltet und eine Messung oder Schätzung einer aus der Erzeugung des Drehmoments resultierenden Beschleunigung oder Verzögerung des Kraftfahrzeugs (1).

30

4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Masseschätzung unter Verwendung eines Kalman-Filteralgorithmus durchgeführt wird und der Wertebereich abhängig von einer mittels des Kalman-Filteralgorithmus prädierten Kovarianzmatrix bestimmt wird.

35

5. Verfahren nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die wenigstens eine Variable einer Matrix des Prozessrauschens gemäß dem  
Kalman-Filteralgorithmus entspricht.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer iterativ über zwei  
oder mehr Zyklen der Masseschätzung hinweg verändert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Veränderungsrate der iterativen Veränderung der wenigstens einen Variable  
abhängig von wenigstens einem Zustandsparameter des Kraftfahrzeugs (1)  
bestimmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass
- der wenigstens eine Zustandsparameter einen Öffnungszustand einer Tür des  
Kraftfahrzeugs (1) und/oder einen Öffnungszustand einer Heckklappe des  
Kraftfahrzeugs (1) und/oder einen Öffnungszustand eines Kofferraumdeckels des  
Kraftfahrzeugs (1) beinhaltet; und/oder
  - der wenigstens eine Zustandsparameter einen Öffnungszustand eines Tankdeckels  
des Kraftfahrzeugs (1) beinhaltet; und/oder
  - der wenigstens eine Zustandsparameter einen Betriebszustand eines  
Antriebsstrangs des Kraftfahrzeugs (1) beinhaltet.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die wenigstens eine Variable während wenigstens eines Zyklus der  
Masseschätzung vor der Veränderung abhängig von der Stillstandsdauer einer  
vorgegebenen wenigstens einen initialen Variable entspricht.
10. Verfahren zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs (1), wobei

- ein Verfahren zur Bestimmung einer Masse des Kraftfahrzeugs (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchgeführt wird;
  - eine Drehmomentanforderung zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung zyklisch aktualisiert wird, wobei in jedem Zyklus der Geschwindigkeitsregelung die  
5 Drehmomentanforderung abhängig von dem jeweiligen Massewert und/oder Wertbereich für die Masse und abhängig von einer Sollvorgabe, welche eine Sollgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (1) und/oder einen Sollsicherheitsabstand des Kraftfahrzeugs (1) betrifft, generiert wird; und
  - mittels eines Antriebsmotors des Kraftfahrzeugs (1) und/oder eines Bremssystems  
10 des Kraftfahrzeugs (1) ein Drehmoment gemäß der Drehmomentanforderung erzeugt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass
- Umfeldsensordaten erzeugt werden, welche eine vor dem Kraftfahrzeug (1)  
15 liegende Umgebung des Kraftfahrzeugs (1) darstellen, und die Drehmomentanforderung abhängig von den Umfeldsensordaten generiert wird; und/oder
  - Zustandsdaten des Kraftfahrzeugs (1) bestimmt werden und die  
20 Drehmomentanforderung abhängig von den Zustandsdaten generiert wird; und/oder
  - abhängig von vorgegebenen digitalen Kartendaten eine Steigung einer Fahrbahn, auf der sich das Kraftfahrzeug (1) befindet, bestimmt wird und die Drehmomentanforderung abhängig von der Steigung generiert wird.
- 25 12. Masseschätzsystem zur Bestimmung einer Masse eines Kraftfahrzeugs (1), aufweisend wenigstens eine Steuereinheit (3), die dazu eingerichtet ist,
- eine Masseschätzung zyklisch durchzuführen und dabei in jedem Zyklus der Masseschätzung einen Massewert und/oder einen Wertbereich für eine Masse des Kraftfahrzeugs (1) abhängig von wenigstens einer Variablen, welche eine  
30 Konvergenzgeschwindigkeit der Masseschätzung beeinflusst, zu bestimmen;
  - festzustellen, dass sich das Kraftfahrzeug (1) im Stillstand befindet und eine Stillstandsdauer zu bestimmen; und
  - die wenigstens eine Variable abhängig von der Stillstandsdauer zu verändern.



13. Fahrerassistenzsystem (2) zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs (1), aufweisend ein Masseschätzsystem nach Anspruch 12, wobei die wenigstens eine Steuereinheit (3) dazu eingerichtet ist, eine Drehmomentanforderung zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung zyklisch zu aktualisieren und dabei in jedem Zyklus der Geschwindigkeitsregelung die Drehmomentanforderung abhängig von dem jeweiligen Massewert und/oder Wertebereich für die Masse und abhängig von einer Sollvorgabe, welche eine Sollgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (1) und/oder einen Sollsicherheitsabstand des Kraftfahrzeugs (1) betrifft, zu generieren.
14. Fahrerassistenzsystem (2) nach Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, dass
- das Fahrerassistenzsystem (2) wenigstens ein Umfeldsensorsystem (4) für das Kraftfahrzeug enthält, das dazu eingerichtet ist, Umfeldsensordaten zu erzeugen, welche eine vor dem Kraftfahrzeug (1) liegende Umgebung des Kraftfahrzeugs (1) darstellen, und die wenigstens eine Steuereinheit (3) dazu eingerichtet ist, die Drehmomentanforderung abhängig von den Umfeldsensordaten zu generieren; und/oder
  - das Fahrerassistenzsystem (2) wenigstens einen Zustandssensor (5, 6) für das Kraftfahrzeug aufweist, der dazu eingerichtet ist, Zustandsdaten des Kraftfahrzeugs (1) zu bestimmen, und die wenigstens eine Steuereinheit (3) dazu eingerichtet ist, die Drehmomentanforderung abhängig von den Zustandsdaten zu generieren; und/oder
  - die wenigstens eine Steuereinheit (3) dazu eingerichtet ist, abhängig von vorgegebenen digitalen Kartendaten eine Steigung einer Fahrbahn, auf der sich das Kraftfahrzeug (1) befindet, zu bestimmen und die Drehmomentanforderung abhängig von der Steigung zu generieren.
15. Computerprogrammprodukt mit Befehlen, welche
- bei Ausführung durch ein Masseschätzsystem nach Anspruch 12 das Masseschätzsystem dazu veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durchzuführen; oder
  - bei Ausführung durch ein Fahrerassistenzsystem (2) nach einem der Ansprüche 13 oder 14 das Fahrerassistenzsystem (2) dazu veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11 durchzuführen.

1/2

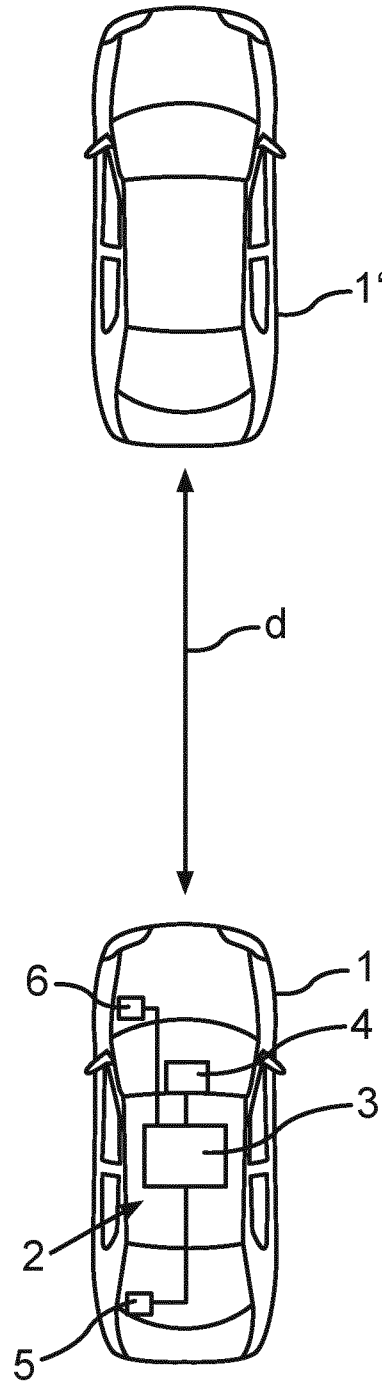


Fig. 1

2/2

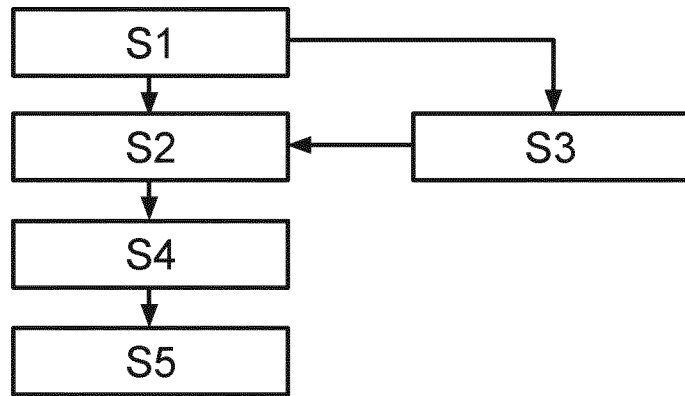


Fig.2

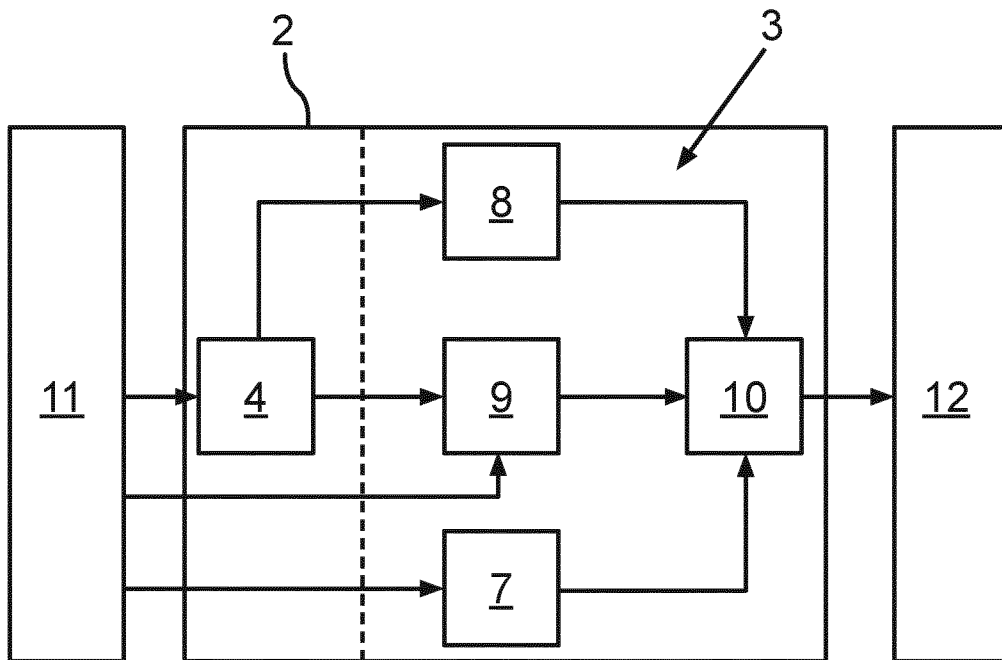


Fig.3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2023/079707**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>G01G 19/08</b> (2006.01)i; <b>B60T 8/18</b> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01G; B60T		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 9454508 B2 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 27 September 2016 (2016-09-27) column 2, line 19 - line 61 column 29, line 31 - column 30, line 19 column 33, line 6 - column 34, line 32 column 36, line 21 - column 37, line 43 column 38, line 59 - column 40, line 14 figures 18-24	1-15
X	US 2004167705 A1 (LINGMAN PETER [SE] ET AL.) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraph [0002] - paragraph [0017] paragraph [0039] paragraph [0044] - paragraph [0049] paragraph [0058] - paragraph [0101] figures 1-4	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>14 December 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>02 January 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Koch, Florian</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/EP2023/079707</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	9454508	B2	27 September 2016	CN	103661393	A	26 March 2014
				DE	102013216649	A1	06 March 2014
				US	2014067154	A1	06 March 2014
-----							
US	2004167705	A1	26 August 2004	BR	0211828	A	08 September 2004
				EP	1425559	A1	09 June 2004
				JP	4583028	B2	17 November 2010
				JP	2005500525	A	06 January 2005
				US	2004167705	A1	26 August 2004
				WO	03016837	A1	27 February 2003
-----							

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
INV. <b>G01G19/08 B60T8/18</b>		
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>G01G B60T</b>		
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) <b>EPO-Internal, WPI Data</b>		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
<b>X</b>	<b>US 9 454 508 B2 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 27. September 2016 (2016-09-27)</b> <b>Spalte 2, Zeile 19 - Zeile 61</b> <b>Spalte 29, Zeile 31 - Spalte 30, Zeile 19</b> <b>Spalte 33, Zeile 6 - Spalte 34, Zeile 32</b> <b>Spalte 36, Zeile 21 - Spalte 37, Zeile 43</b> <b>Spalte 38, Zeile 59 - Spalte 40, Zeile 14</b> <b>Abbildungen 18-24</b> -----	<b>1-15</b>
<b>X</b>	<b>US 2004/167705 A1 (LINGMAN PETER [SE] ET AL) 26. August 2004 (2004-08-26)</b> <b>Absatz [0002] - Absatz [0017]</b> <b>Absatz [0039]</b> <b>Absatz [0044] - Absatz [0049]</b> <b>Absatz [0058] - Absatz [0101]</b> <b>Abbildungen 1-4</b> -----	<b>1-15</b>
<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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts
<b>14. Dezember 2023</b>		<b>02/01/2024</b>
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  <b>Koch, Florian</b>

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2023/079707**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
<b>US 9454508</b>	<b>B2</b>	<b>27-09-2016</b>	<b>CN 103661393 A</b>	<b>26-03-2014</b>
			<b>DE 102013216649 A1</b>	<b>06-03-2014</b>
			<b>US 2014067154 A1</b>	<b>06-03-2014</b>
-----				
<b>US 2004167705</b>	<b>A1</b>	<b>26-08-2004</b>	<b>BR 0211828 A</b>	<b>08-09-2004</b>
			<b>EP 1425559 A1</b>	<b>09-06-2004</b>
			<b>JP 4583028 B2</b>	<b>17-11-2010</b>
			<b>JP 2005500525 A</b>	<b>06-01-2005</b>
			<b>US 2004167705 A1</b>	<b>26-08-2004</b>
			<b>WO 03016837 A1</b>	<b>27-02-2003</b>
-----				