



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 045 618 B4** 2010.07.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 045 618.7**

(22) Anmeldetag: **03.09.2008**

(43) Offenlegungstag: **18.03.2010**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **08.07.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01D 18/00** (2006.01)

G01P 15/00 (2006.01)

G01S 5/00 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Krüger, Lars, Dr., 89077 Ulm, DE; Wöhler,
Christian, Dr.rer.nat., 72535 Heroldstatt, DE**

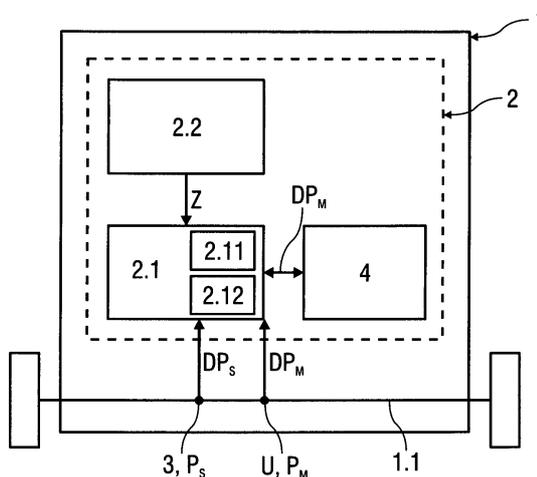
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 199 62 997 A1

DE 102 29 336 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren eines Fahrzeuges**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Kalibrierung von Sensoren (3) eines Fahrzeuges (1), bei dem während einer Fahrt des Fahrzeuges (1) Sensorpositionsdaten (DP_S) mittels zumindest eines zu kalibrierenden Sensors (3) erfasst und Modellpositionsdaten (DP_M) ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Modellpositionsdaten (DP_M) mittels einer oder mehrerer von Fahrzeugsensoren (2.2) ermittelter Fahrzustandsgrößen (Z) des Fahrzeuges (1) gebildet und einem Fahrzeugmodell (4) zugeführt werden, wobei die Modellpositionsdaten (DP_M) zu einer Ermittlung einer Sensorposition (P_S) des zu kalibrierenden Sensors (3) herangezogen werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibrierung von Sensoren eines Fahrzeuges gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren eines Fahrzeuges gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass Fahrzeuge Sensorsysteme umfassen, welche Bestandteil verschiedener Fahrzeugsicherheitssysteme und/oder Fahrerassistenzsysteme sind. Um eine einwandfreie Funktion dieser Sensorsysteme sicherzustellen, ist eine Kalibrierung der einzelnen Sensoren erforderlich. Zu einer Kalibrierung der Sensoren sind im Stand der Technik verschiedene Verfahren bekannt.

[0003] Ein derartiges Verfahren zur Kalibrierung eines Sensorsystems offenbart die DE 199 62 997 A1, mit dem eine Erfassung und Auswertung von Objekten im Kursverlauf eines Fahrzeuges durchgeführt wird. Bei dem Verfahren werden mit dem Sensorsystem charakteristische Daten der Objekte erfasst und die Daten, die unter Berücksichtigung einer Eigenbewegung des Fahrzeugs als ruhende oder quasi ruhende Objekte erkannt werden, einer Kalibrierungseinheit zugeführt. Mittels der Kalibrierungseinheit wird eine Abweichung der aktuell gemessenen Daten von Daten eines Modells der Objekte als Fehlervektor ermittelt und zur Korrektur der Daten des Modells in Richtung auf eine Minimierung der Abweichung herangezogen.

[0004] Weiterhin ist aus der DE 10 2004 001 572 A1 ein Laufzeit-Kalibrierungsverfahren für ein bildgebendes System mit wenigstens zwei Kameras bekannt, bei welchem aktuelle Kameraparameter fortlaufend ermittelt werden, wobei zu dieser fortlaufenden Ermittlung der aktuellen Kameraparameter ein optischer Fluss und eine Stereotiefenvermessung der jeweiligen von den wenigstens zwei Kameras detektierten Bilder gemeinsam ausgewertet werden.

[0005] DE 102 29 336 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kalibrierung eines Stereo-Kamerasystems für Fahrzeuge. Das Kalibrierverfahren basiert auf mittels des Stereo-Kamerasystem aufgezeichnete Bildinformation eines Kalibrierobjektes. Von einem Lagebezugssensor, beispielsweise einem Radarsensor, wird dabei das Kalibrierobjekt erfasst, um die Lage und Orientierung des Kalibrierobjekts relativ zur Position des Stereo-Kamerasystems unter Einbeziehung von Modelldaten zu bestimmen. Die damit gewonnenen Bezugswerte werden bei der Kalibrierung von Parametern des Stereo-Kamerasystems herangezogen.

[0006] Die DE 10 2006 018 974 A1 offenbart ein

Verfahren zur Kalibrierung einer Gierratenmessung in einem Kraftfahrzeug, wobei das Kraftfahrzeug zumindest eine Vorrichtung zur Bestimmung der Gierrate, ein Kamerasystem, einen Lenkwinkelsensor oder einen Querschleunigungssensor aufweist. Dabei erfolgen eine erste Kalibrierung im Stillstand und eine zweite Kalibrierung während der Fahrt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren eines Fahrzeuges anzugeben, welche insbesondere mit einem geringen instrumentellen als auch einem geringen personellen Aufwand realisierbar sind.

[0008] Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Anspruch 11 angegebenen Merkmale gelöst.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Kalibrierung von Sensoren eines Fahrzeuges werden während einer Fahrt des Fahrzeuges Sensorpositionsdaten mittels zumindest eines zu kalibrierenden Sensors erfasst und Modellpositionsdaten ermittelt. Erfindungsgemäß werden die Modellpositionsdaten mittels eines oder mehrerer von Fahrzeugsensoren ermittelter Fahrzustandsgrößen des Fahrzeuges gebildet und einem Fahrzeugmodell zugeführt, wobei die Modellpositionsdaten zu einer Ermittlung einer Sensorposition des zu kalibrierenden Sensors herangezogen werden. Dabei wird die Sensorposition insbesondere relativ zu einer Modellposition des Fahrzeugmodells ermittelt. Da die Modellposition bekannt ist, ist die Sensorposition stets genau ermittelbar. Dadurch ist es in besonders vorteilhafter Weise möglich, die Position des Sensors mit einer sehr hohen Genauigkeit zu bestimmen sowie eine veränderte Sensorposition während der Fahrt des Fahrzeuges, welche beispielsweise aufgrund von thermischen und/oder mechanischen Beanspruchungen hervorgerufen wird, zu bestimmen und zu kompensieren, so dass der Sensor stets hinreichend genaue Daten ausgeben kann. Weiterhin ist aufgrund der Ermittlung der Sensorposition in Abhängigkeit von dem Fahrzeugmodell möglich, verschiedene Sensoren relativ zueinander zu kalibrieren, da eine Transformationskette zwischen den Sensoren über das Fahrzeugmodell geschlossen wird.

[0011] In einer Weiterbildung der Erfindung werden die Sensorpositionsdaten relativ zu einem oder mehreren Referenzpunkten ermittelt, wobei eine Bewegung des Fahrzeuges derart vorgegeben wird, dass die Sensorpositionsdaten relativ zu dem Referenz-

punkt oder den Referenzpunkten jeweils eine oder mehrere Kurven bilden. Da auch die aus den Fahrzustandsgrößen gebildeten Modellpositionsdaten in einer Ausgestaltung der Erfindung jeweils eine oder mehrere Kurven bilden, ist es in vorteilhafter Weise möglich, dass die Sensorposition aus einem gemeinsamen Schnittpunkt der Kurven der Sensorpositionsdaten und der Modellpositionsdaten ermittelt wird.

[0012] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird die Bewegung des Fahrzeuges derart vorgegeben, dass die Kurven Kreisbahnen ergeben, wobei die Sensorposition aus einem gemeinsamen Schnittpunkt der Kreisbahnen ermittelt wird. Besonders bei der Bewegung des Fahrzeuges in Kreisbahnen liefert das Verfahren zur Kalibrierung des Sensors schon nach wenigen Fahrmanövern, d. h. nach einer kurzen Zeitdauer und geringem Zeitaufwand die Sensorposition.

[0013] Zusätzlich werden zufällige Fehler bei der Ermittlung der Sensorposition mittels eines Schätzverfahrens ausgeglichen, was wiederum zu einer Vereinfachung des Verfahrens führt.

[0014] In einer gewinnbringenden Weiterbildung der Erfindung wird die Ermittlung der Sensorposition zeitgesteuert und/oder ereignisgesteuert während eines Betriebes des zu kalibrierenden Sensors ausgeführt, so dass keine Einschränkungen der mit dem Sensor verbundenen Systeme während der Kalibrierung auftreten.

[0015] Weiterhin sind als Fahrzustandsgrößen zumindest eine Fahrzeugposition, eine Fahrgeschwindigkeit, eine Beschleunigung, ein Lenkwinkel, einen Gierwinkel, eine Raddrehzahl und/oder daraus ermittelte Größen erfasst werden. Dabei handelt es sich um Fahrzustandsgrößen, welche in modernen Fahrzeugen beispielsweise zur Steuerung von Fahrerassistenzsystemen ermittelt werden. Somit sind keine zusätzlichen Vorrichtungen und Systeme notwendig, um die Kalibrierung des Sensors auszuführen, da die Fahrzustandsdaten der bereits vorhandenen Systeme und Vorrichtungen verwendet werden.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren eines Fahrzeuges umfasst zumindest einen zu kalibrierenden Sensor, mittels welchem während einer Fahrt des Fahrzeuges Sensorpositionsdaten erfassbar sind, und eine Recheneinheit zur Bildung von Modellpositionsdaten. Erfindungsgemäß sind Fahrzeugsensoren vorgesehen, mittels welcher ein oder mehrere Fahrzustandsgrößen des Fahrzeuges ermittelbar sind, wobei die Recheneinheit die Modellpositionsdaten in Abhängigkeit von den Fahrzustandsgrößen bildet, einem Fahrzeugmodell zuführt und eine Sensorposition des zu kalibrierenden Sensors in Abhängigkeit von den Modellpositionsdaten ermittelt. Besonders vorteilhaft ist der ein-

fache Aufbau der Vorrichtung, anhand dessen die Kalibrierung des Sensors mit geringem instrumentellen als auch geringem personellen Aufwand durchführbar ist.

[0017] Weiterhin sind Referenzpunkte vorgesehen, zu deren Position die Sensorpositionsdaten relativ ermittelbar ist, wobei die Referenzpunkte aus Sendeeinheiten, Empfangseinheiten und/oder Transpondern gebildet sind. Dadurch ist eine genaue und einfache Ermittlung der Sensorposition ausführbar.

[0018] Weiterhin umfasst die Recheneinheit Mittel, anhand derer zufällige Fehler bei der Ermittlung der Sensorposition mittels eines Schätzverfahrens ausgeglichen sind.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein Kalman-Filter, mittels welchem die Ermittlung der Sensorposition zeitgesteuert und/oder ereignisgesteuert während eines Betriebes des zu kalibrierenden Sensors ausführbar ist, so dass keine Einschränkungen der mit dem Sensor verbundenen Systeme während der Kalibrierung auftreten.

[0020] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0021] Dabei zeigen:

[0022] [Fig. 1](#) schematisch ein Fahrzeug mit einer Vorrichtung zur Kalibrierung von Sensoren,

[0023] [Fig. 2](#) schematisch das Fahrzeug gemäß [Fig. 1](#) und Verläufe einer Sensorposition und einer Modellposition während einer ersten Kreisfahrt, und

[0024] [Fig. 3](#) schematisch das Fahrzeug gemäß [Fig. 1](#) und Verläufe einer Sensorposition und einer Modellposition während einer zweiten Kreisfahrt, Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0025] In der [Fig. 1](#) ist ein Fahrzeug **1** mit einer Vorrichtung **2** zur Kalibrierung eines Sensors **3** dargestellt. Bei dem zu kalibrierenden Sensor **3** kann es sich beispielsweise um einen Positionssensor, wie z. B. einen GPS-Sensor, einen Radar-Sensor, eine Bildfassungseinheit oder weitere Sensoren handeln. Eine Voraussetzung für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass eine Sensorposition P_s relativ zu einem beliebigen Referenzpunkt RP bestimmbar ist.

[0026] Da bei verschiedenen Sensoren **3** unter Umständen lediglich eine Bestimmung der Sensorposition P_s in einem Unterraum bestimmbar ist, sind neben dieser Bestimmung in dem Unterraum weitere Werte

erforderlich, welche zu der Kalibrierung vorgegeben werden und beispielsweise Konstruktionsdaten des Sensor **3** entnehmbar sind.

[0027] Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung handelt es sich bei dem Sensor **3** um einen Positionssensor, insbesondere um eine Empfangsantenne eines nicht näher dargestellten GPS-Systems, beispielsweise eines Navigationssystems des Fahrzeuges **1**, dessen Sensorposition P_S außermittig auf einer Hinterachse **1.1** des Fahrzeuges **1** angeordnet ist.

[0028] Zu einer Kalibrierung des Sensors **3** wird diese Sensorposition P_S in Abhängigkeit von Modellpositionsdaten DP_M , d. h. relativ zu einer Modellposition P_M eines Fahrzeugmodells **4** während einer Fahrt des Fahrzeuges **1** ermittelt. Bei dem Fahrzeugmodell **4** handelt es sich insbesondere um ein Fahrzeugkoordinatensystem, dessen Koordinatenursprung U in der Mitte auf der Hinterachse **1.1** des Fahrzeuges **1** angeordnet ist.

[0029] Zur Ermittlung der Modellposition P_M umfasst die Vorrichtung **2** zur Kalibrierung des Sensors **3** eine Recheneinheit **2.1**, welche Modellpositionsdaten DP_M des Fahrzeugmodells **4** in Abhängigkeit von mittels verschiedener Fahrzeugsensoren **2.2** ermittelter Fahrzustandsgrößen Z des Fahrzeuges **1** ermittelt.

[0030] Bei den Fahrzeugsensoren **2.2** handelt es sich vorzugsweise um bereits in dem Fahrzeug **1** vorhandene Sensoren, welche die Fahrzustandsgrößen Z insbesondere zur Steuerung verschiedener nicht näher dargestellter Fahrerassistenzsysteme, wie z. B. ein Antiblockiersystem, ein elektronisches Stabilitätsprogramm, ein adaptives Kurven- und Abbiegelicht, ein Bremsassistent oder ein Spurhalte- bzw. Spurerkennungsassistent, erfassen.

[0031] Die ermittelten Fahrzustandsgrößen umfassen daher insbesondere eine Fahrzeugposition, eine Fahrgeschwindigkeit, eine Beschleunigung des Fahrzeuges **1**, einen Lenkwinkel, einen Gierwinkel, eine Raddrehzahl und/oder daraus abgeleitete Größen.

[0032] Zur Bestimmung der Sensorposition P_S , welche relativ zu einem oder mehreren in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) näher dargestellten Referenzpunkten RP ermittelt werden, wird eine Bewegung des Fahrzeuges **1** derart vorgegeben, dass die Sensorpositionsdaten DP_S und die Modellpositionsdaten DP_M relativ zu dem Referenzpunkt RP oder den Referenzpunkten RP jeweils eine oder mehrere in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) näher dargestellte Kurven K_S und K_M bilden.

[0033] Das heißt, der oder die Referenzpunkte RP werden während mehrerer Fahrmanöver des Fahrzeuges **1** von der Sensorposition P_S aus "beobachtet" bzw. erfasst und gleichzeitig wird die Modellposi-

tion P_M des Koordinatenursprungs U des Fahrzeugmodells **4** ermittelt. Ein Positionsunterschied ΔP zwischen den beiden Kurven K_S und K_M relativ zu dem oder den Referenzpunkten RP ergibt eine Menge an Positionen X , an welchen sich der Sensor **3** befinden kann.

[0034] Bei den Referenzpunkten RP handelt es sich je nach Art des zu kalibrierenden Sensors **3** um Sendeeinheiten, Empfangseinheiten und/oder Transponder. Zur Kalibrierung der GPS Antenne sind vorzugsweise ein GPS-Sender und/oder GPS-Transponder vorgesehen. Handelt es sich bei dem Sensor **3** um einen Sender, sind der oder die Referenzpunkte RP vorzugsweise Empfangseinheiten und/oder Transponder. Die Sensoren sind vorzugsweise in bekannten Mustern, d. h. mit bekannten Positionen und Abständen zueinander, angeordnet, so dass sehr genaue Messergebnisse möglich sind.

[0035] Zur Bestimmung der Sensorposition P_S werden mehrere der Kurven K_1 und K_2 derart durchfahren, dass die Menge der Positionen X eingeschränkt wird, wobei die Sensorposition P_S aus einem gemeinsamen Schnittpunkt aller Kurven K_1 und K_2 ermittelt wird.

[0036] Um zufällige Fehler bei der Ermittlung der Sensorposition P_S auszugleichen, umfasst die Recheneinheit **2.1** verschiedene Mittel **2.11**, anhand derer verschiedene Schätzverfahren, wie beispielsweise eine Maximum-Likelihood-Schätzung, ausführbar sind.

[0037] Weiterhin ist ein Kalman-Filter **2.12** vorgesehen, mittels welchem die Ermittlung der Sensorposition P_S zeitgesteuert und/oder ereignisgesteuert während eines Betriebes des zu kalibrierenden Sensors **3** ausführbar ist, wobei der Kalman-Filter **2.12** hierbei insbesondere zu einer Nachführung bzw. als so genannter Trackingfilter verwendet wird. Somit ist die Kalibrierung des Sensors **3** während der Fahrt des Fahrzeuges, ohne dass Einschränkungen der mit dem Sensor **3** verbundenen Systeme während der Kalibrierung auftreten. Dabei kann die Ermittlung der Sensorposition P_S fortlaufend, in fest vorgegebenen Zeitabständen oder in Abhängigkeit von verschiedenen Ereignissen, beispielsweise veränderten Höheninformationen oder Umgebungstemperaturen, erfolgen. Daraus resultiert in vorteilhafter Weise, dass Veränderungen der Sensorposition P_S relativ zu der Modellposition P_M , beispielsweise aufgrund von thermischen oder mechanischen Beanspruchungen des Fahrzeuges **1** bzw. des Sensors **3** kompensierbar sind.

[0038] [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zeigen das Fahrzeug **1** gemäß [Fig. 1](#) und Verläufe einer Sensorposition P_S und einer Modellposition P_M , wobei eine Fahrt des Fahrzeuges **1** derart vorgegeben ist, dass die Kurven K_S

und K_M der Sensorpositionsdaten DP_S bzw. der Modellpositionsdaten DP_M Kreisbahnen ergeben.

[0039] In der [Fig. 2](#) ist dabei eine Kreisfahrt des Fahrzeuges **1** mit einem negativen Lenkwinkel in einer ersten Bewegungsrichtung um den Referenzpunkt RP dargestellt. Dabei stellt die innere Kurve K_S die Sensorpositionen P_S relativ zu dem Referenzpunkt RP dar. Die äußere Kurve K_M stellt dagegen die ermittelten Modellpositionen P_M dar.

[0040] Da ein Radius r_S der Sensorposition PS kleiner als ein Radius r_M der Modellposition P_M ist und sich diese Radien r_S und r_M um einen bekannten Betrag, welcher dem Positionsunterschied ΔP entspricht, unterscheiden, kann die Sensorposition P_S sich nur auf einem Halbkreis HK um den Koordinatenursprung U des Fahrzeugmodells **4** befinden.

[0041] Der Radius r_M , d. h. die Modellpositionen P_M und daraus abgeleitet die äußere Kurve KM werden beispielsweise aus der Fahrzustandsgröße Z "Lenkwinkel" ermittelt. Hierzu wird der Lenkwinkel des Fahrzeuges **1** erfasst und der Radius r_M z. B. anhand einer Ackermann-Formel aus diesem ermittelt.

[0042] Wird eine Kreisfahrt des Fahrzeug **1** mit einem positiven Lenkwinkel in einer der ersten Bewegungsrichtung entgegengesetzten zweiten Bewegungsrichtung gemäß [Fig. 3](#) von der gleichen Startposition ausgeführt, wobei der Radius r_S der Sensorposition P_S in beiden Kreisfahrten gleich ist, so entspricht ist die Sensorposition P_S einem Schnittpunkt der Kurven K_S und K_M .

[0043] Die beschriebene Ermittlung der Sensorposition P_S ist ebenfalls bei Kurven K_S der Sensorposition P_S anwendbar, welche unterschiedliche Radien r_S aufweisen, bei Schätzverfahren, insbesondere der Maximum-Likelihood-Schätzung im allgemeinen Fall und bei mehr als zwei Kurven K_S und in Fällen, in welchen der Sensor **3** an einer von der dargestellten Sensorposition P_S abweichenden Position, beispielsweise auf einer nicht näher dargestellten Vorderachse des Fahrzeuges **1** angeordnet ist.

[0044] In einer gewinnbringenden Weiterbildung der Erfindung wird bei vorausschauenden Sensoren **3** mit einem kleinen Öffnungswinkel, wie beispielsweise Radarsensoren oder Stereo-Kameras, die Fahrt des Fahrzeuges **1** derart vorgegeben, dass von der dargestellten Kreisform abweichende Kurven K_S und K_M , wie beispielsweise Schlangenlinien, erzielt werden, so dass sich der oder die Referenzpunkte RP während der gesamten Fahrt in einem Erfassungsreich des Sensors **3** befinden.

[0045] Ferner ist es möglich, neben einem einzelnen Sensor **3** mehrere gleichartige oder verschiedene Sensoren relativ zueinander zu kalibrieren, d. h.

eine so genannte Sensorfusion auszuführen. Diese Sensorfusion ist mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens, der erfindungsgemäßen Vorrichtung und Ausgestaltungen dieser sehr genau ausführbar, wobei eine Transformationskette zwischen den Sensoren über das Fahrzeugmodell **4** geschlossen wird.

[0046] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kalibrierung des Sensors **3** ist weiterhin mit verschiedenen aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren kombinierbar, welche eine Orientierung des Sensors **3**, d. h. dessen Sensorposition PS relativ zu der Modellposition P_M schätzen.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
1.1	Hinterachse
2	Vorrichtung
2.1	Recheneinheit
2.11	Mittel
2.12	Kalman-Filter
2.2	Fahrzeugsensor
3	Sensor
4	Fahrzeugmodell
DP_M	Modellpositionsdaten
DP_S	Sensorpositionsdaten
HK	Halbkreis
KM	Kurve
K_S	Kurve
P_M	Modellposition
P_S	Sensorposition
r_M	Radius
RP	Referenzpunkt
r_S	Radius
U	Koordinatenursprung
X	Position
Z	Fahrzustandsgröße
ΔP	Positionsunterschied

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibrierung von Sensoren (**3**) eines Fahrzeuges (**1**), bei dem während einer Fahrt des Fahrzeuges (**1**) Sensorpositionsdaten (DP_S) mittels zumindest eines zu kalibrierenden Sensors (**3**) erfasst und Modellpositionsdaten (DP_M) ermittelt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Modellpositionsdaten (DP_M) mittels einer oder mehrerer von Fahrzeugsensoren (**2.2**) ermittelter Fahrzustandsgrößen (Z) des Fahrzeuges (**1**) gebildet und einem Fahrzeugmodell (**4**) zugeführt werden, wobei die Modellpositionsdaten (DP_M) zu einer Ermittlung einer Sensorposition (P_S) des zu kalibrierenden Sensors (**3**) herangezogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorposition (P_S) relativ zu einer Modellposition (P_M) des Fahrzeugmodells (**4**) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorpositionsdaten (DP_S) relativ zu einem oder mehreren Referenzpunkten (RP) ermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bewegung des Fahrzeuges (1) derart vorgegeben wird, dass die Sensorpositionsdaten (DP_S) relativ zu dem Referenzpunkt (RP) oder den Referenzpunkten (RP) jeweils eine oder mehrere Kurven (K_S) bilden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bewegung des Fahrzeuges (1) derart vorgegeben wird, dass die aus den Fahrzustandsgrößen (Z) gebildeten Modellpositionsdaten (DP_M) jeweils eine oder mehrere Kurven (K_M) bilden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorposition (P_S) aus einem gemeinsamen Schnittpunkt der Kurven (K_S und K_M) der Sensorpositionsdaten (DP_S) und der Modellpositionsdaten (DP_M) ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bewegung des Fahrzeuges (1) derart vorgegeben wird, dass die Kurven (K_S und K_M) Kreisbahnen ergeben.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zufällige Fehler bei der Ermittlung der Sensorposition (P_S) mittels eines Schätzverfahrens ausgeglichen werden

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Sensorposition (P_S) zeitgesteuert und/oder ereignisgesteuert während eines Betriebes des zu kalibrierenden Sensors (3) ausgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Fahrzustandsgrößen (Z) zumindest eine Fahrzeugposition, eine Fahrgeschwindigkeit, eine Beschleunigung, ein Lenkwinkel, ein Gierwinkel, eine Raddrehzahl und/oder daraus ermittelte Größen erfasst werden.

11. Vorrichtung (2) zur Kalibrierung von Sensoren (3) eines Fahrzeuges (1), umfassend zumindest einen zu kalibrierenden Sensor (3), mittels welchem während einer Fahrt des Fahrzeuges (1) Sensorpositionsdaten (DP_S) erfassbar sind, und eine Recheneinheit (2.1) zur Bildung von Modellpositionsdaten (DP_M), dadurch gekennzeichnet, dass Fahrzeugsensoren (2.2) vorgesehen sind, mittels welcher ein oder mehrere Fahrzustandsgrößen (Z) des Fahrzeuges (1) ermittelbar sind, wobei die Recheneinheit (2.1) die Modellpositionsdaten (DP_M) in Abhängigkeit von den Fahrzustandsgrößen (Z) bildet, einem Fahrzeugmo-

dell (4) zuführt und eine Sensorposition (P_S) des zu kalibrierenden Sensors (3) in Abhängigkeit von den Modellpositionsdaten (DP_M) ermittelt.

12. Vorrichtung (2) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Referenzpunkte (RP) vorgesehen sind, zu deren Position die Sensorpositionsdaten (DP_S) relativ ermittelbar sind, wobei die Referenzpunkte (RP) aus Sendeeinheiten, Empfangseinheiten und/oder Transpondern gebildet sind.

13. Vorrichtung (2) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (2.1) Mittel (2.11) umfasst, anhand derer zufällige Fehler bei der Ermittlung der Sensorposition (P_S) mittels eines Schätzverfahrens ausgleichbar sind.

14. Vorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kalman-Filter (2.12) vorgesehen ist, mittels welchem die Ermittlung der Sensorposition (P_S) zeitgesteuert und/oder ereignisgesteuert während eines Betriebes des zu kalibrierenden Sensors (3) ausführbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

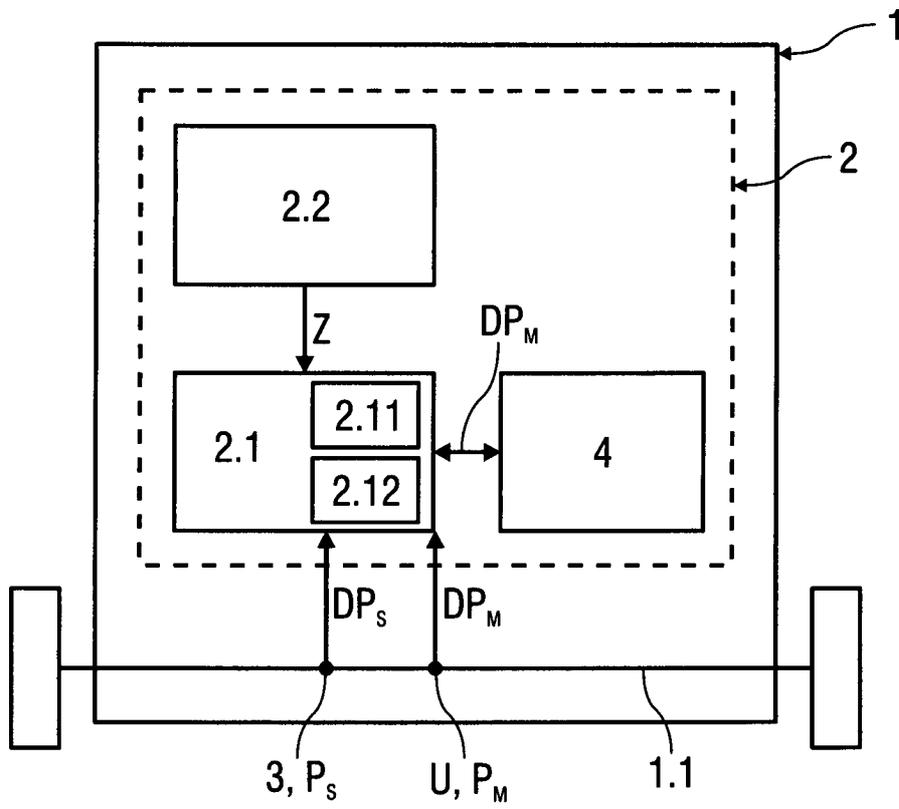


FIG 1

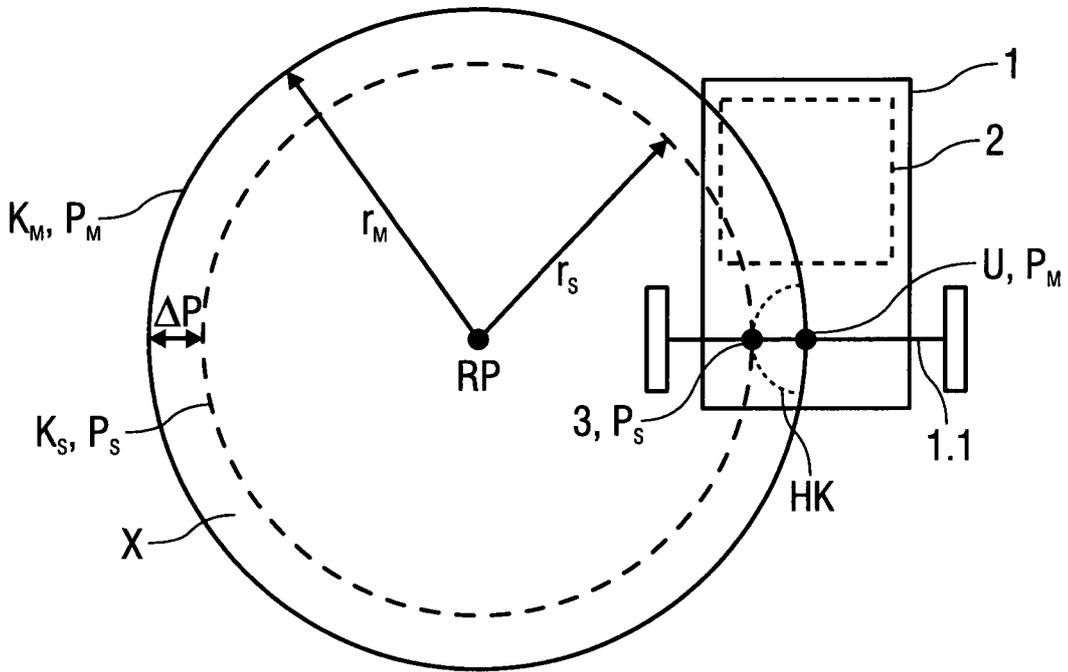


FIG 2

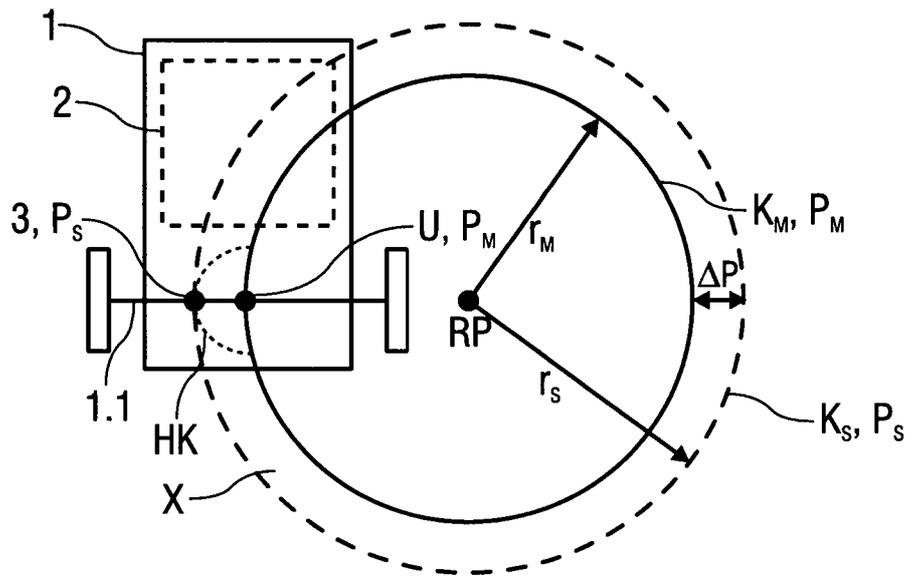


FIG 3