



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 117 290.7**

(22) Anmeldetag: **17.07.2018**

(43) Offenlegungstag: **23.01.2020**

(51) Int Cl.: **B60W 50/02 (2012.01)**

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE; Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:

Patentanwälte Liedtke & Partner, 99096 Erfurt, DE

(72) Erfinder:

Mielenz, Holger, Dr., 73760 Ostfildern, DE; Kaus, Eberhard, 71034 Böblingen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2010 021 221	A1
DE	10 2014 016 342	A1
DE	10 2016 219 455	A1
DE	10 2016 225 595	A1

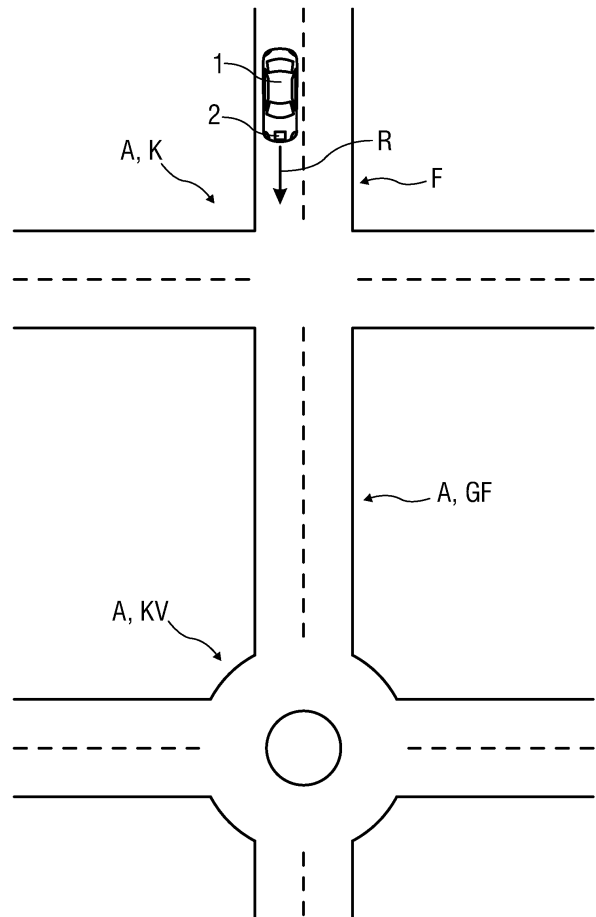
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit (2) eines Fahrzeugs (1).

Erfindungsgemäß wird bei einem erkannten Bedarf zur Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) entlang einer vorausliegenden Fahrstrecke (F) mindestens ein zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeigneter Streckenabschnitt (A) ermittelt, auf welchem die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit (2) nicht benötigt wird oder zumindest wenig benötigt wird oder am wenigsten benötigt wird, wobei die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) durchgeführt wird, sobald das Fahrzeug (1) den ermittelten Streckenabschnitt (A) erreicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit eines Fahrzeugs.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist, wie in der DE 10 2014 016 342 A1 beschrieben, ein Verfahren zur Kalibrierung eines Schielwinkels von Einzelbildkameras einer Stereokamera bekannt. Es wird mittels wenigstens einer von der Stereokamera unterschiedlichen Erfassungseinrichtung des Fahrzeugs wenigstens ein Abstand des Fahrzeugs zu einem vom Fahrzeug unterschiedlichen Objekt erfasst. Der Schielwinkel wird in Abhängigkeit von dem erfassten Abstand kalibriert.

[0003] In der DE 10 2010 021 221 A1 wird ein Verfahren zur Bestimmung einer Ausrichtung einer an einem Fahrzeug angeordneten Kamera mit einem zugehörigen Kamera-Koordinatensystem relativ zu dem Fahrzeug mit einem zugehörigen Fahrzeug-Koordinatensystem beschrieben. Es wird ein momentaner Lenkwinkel des Fahrzeugs erfasst. Von der Kamera wird eine Folge von Bildern aufgenommen und in zeitlich aufeinander folgenden Bildern werden korrespondierende Bildpunkte ermittelt. Ein Lenkwinkelbereich zwischen einem positiven maximal möglichen und einem negativen maximal möglichen Lenkwinkel wird in mehrere Winkelteilbereiche unterteilt. In einem gemeinsamen Bild-Koordinatensystem der aufgenommenen Bilder werden in Abhängigkeit des momentanen Lenkwinkels für jeden Winkelteilbereich Bewegungsvektoren zwischen korrespondierenden Bildpunkten ermittelt, wobei jeweils aus zumindest zwei der Bewegungsvektoren für jeden Winkelteilbereich jeweils ein Fluchtpunkt im Bild-Koordinatensystem ermittelt wird. Zumindest zwei der Fluchtpunkte werden in das Kamera-Koordinatensystem projiziert und resultieren jeweils in einem projizierten Fluchtpunkt. Aus den projizierten Fluchtpunkten in dem Kamera-Koordinatensystem wird das Fahrzeug-Koordinatensystem rekonstruiert. Aus einer Rotation des Kamera-Koordinatensystems relativ zum Fahrzeug-Koordinatensystem wird die Ausrichtung der Kamera ermittelt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit eines Fahrzeugs anzugeben.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit eines Fahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] In einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit eines Fahrzeugs, insbesondere während eines teilautomatisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs, insbesondere während eines autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs des Fahrzeugs, wird bei einem erkannten Bedarf zur Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einer Sensoreinheit entlang einer vorausliegenden Fahrstrecke mindestens ein zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeigneter Streckenabschnitt ermittelt, auf welchem die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit, insbesondere zur Bewältigung einer auf dem jeweiligen Streckenabschnitt vorliegenden Fahrsituation, nicht benötigt wird oder zumindest wenig benötigt wird oder am wenigsten benötigt wird, insbesondere im Vergleich aller Streckenabschnitte der Fahrstrecke am wenigsten benötigt wird. Die Kalibrierung und/oder Justierung, d. h. die Kalibrierung oder die Justierung oder die Kalibrierung und, insbesondere nachfolgend, die Justierung, der mindestens einer Sensoreinheit wird dann durchgeführt, sobald das Fahrzeug den ermittelten Streckenabschnitt erreicht.

[0008] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Erhöhung einer Systemverfügbarkeit eines die mindestens eine Sensoreinheit nutzenden Systems oder mehrerer solcher Systeme erreicht, insbesondere eines Systems zur Durchführung des teilautomatisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs, insbesondere des autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs des Fahrzeugs, und dadurch eine Erhöhung der Systemverfügbarkeit und Wertigkeit eines solchen zur Durchführung des teilautomatisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs, insbesondere des autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs, fähigen Fahrzeugs erreicht, da auch während der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung vorteilhafterweise keine Degradation eines Automatisierungsgrades vorgenommen werden muss oder eine solche Degradation zumindest abgeschwächt werden kann.

[0009] Als mindestens eine Sensoreinheit wird oder werden beispielsweise eine optische Sensoreinheit, insbesondere eine Lidarsensoreinheit und/oder Kameraeinheit, und/oder eine Radarsensoreinheit, kalibriert und/oder justiert. Insbesondere derartige Sensoreinheiten werden zur Durchführung des teilautomatisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs, insbesondere des autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs, verwendet und können oder müssen, beispielsweise aufgrund veränderter Temperaturbedingungen, auch während eines Fahrbetriebs des Fahrzeugs kalibriert und/oder justiert werden.

[0010] Bei mehreren ermittelten Streckenabschnitten, welche jeweils zur Durchführung der Kalibrie-

nung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit geeignet sind, wird beispielsweise der am besten geeignete Streckenabschnitt ermittelt, und die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit wird durchgeführt, sobald das Fahrzeug diesen am besten geeigneten Streckenabschnitt erreicht. Dadurch wird die Kalibrierung und/oder Justierung insbesondere dann durchgeführt, wenn sie beispielsweise die Durchführung des teilautomatisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs, insbesondere des autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs, am wenigsten stört.

[0011] Beispielsweise wird derjenige Streckenabschnitt als am besten geeignet ermittelt, auf welchem die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit am wenigsten benötigt wird, insbesondere nicht benötigt wird, und/oder welcher während der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit ohne eine Degradation des Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs oder im Vergleich der Streckenabschnitte mit der geringsten Degradation des Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs durchfahren werden kann und/oder auf welchem eine während der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung erfolgende Leistungsreduktion der mindestens einen Sensoreinheit am geringsten ist. Dieser Streckenabschnitt, welcher ohne Degradation des Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs oder im Vergleich der Streckenabschnitte mit der geringsten Degradation des Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs durchfahren werden kann, ist höchstwahrscheinlich identisch mit dem Streckenabschnitt, auf welchem die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit am wenigsten benötigt wird, insbesondere nicht benötigt wird, und/oder auf welchem die während der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung erfolgende Leistungsreduktion der mindestens einen Sensoreinheit am geringsten ist, da die Degradation des Automatisierungsgrades dann erfolgen würde, wenn die mindestens eine Sensoreinheit benötigt wird und dennoch kalibriert und/oder justiert werden würde und wenn dann aufgrund der Kalibrierung und/oder Justierung, d. h. währenddessen, eine große Leistungsreduktion der Sensoreinheit eintritt. D. h. wenn die zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit am wenigsten benötigt wird, insbesondere nicht benötigt wird, und/oder wenn deren Leistungsreduktion während der Kalibrierung und/oder Justierung möglichst gering ist, kann sie kalibriert und/oder justiert werden, ohne dadurch die Degradation des Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs zu verursachen.

[0012] Alternativ oder zusätzlich wird derjenige Streckenabschnitt als am besten geeignet ermittelt, welchen das Fahrzeug zuerst erreicht, beispielsweise falls die Kalibrierung und/oder Justierung möglichst

schnell erfolgen soll. Falls anhand der oben genannten Kriterien zur Ermittlung des am besten geeigneten Streckenabschnitts mehrere gleich gut geeignete Streckenabschnitte ermittelt werden, welche als am besten geeignet in Betracht kommen, wird beispielsweise derjenige dieser Streckenabschnitte als am besten geeignet ermittelt, welchen das Fahrzeug zuerst erreicht, um die Kalibrierung und/oder Justierung möglichst schnell durchzuführen.

[0013] Die vorausliegende Fahrstrecke, entlang welcher der mindestens eine zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeignete Streckenabschnitt ermittelt wird, kann beispielsweise einer Fahrtroute bis zu einem vorgegebenen Fahrtziel entsprechen. Alternativ wird sie, insbesondere ihre Länge, beispielsweise derart vorgegeben, dass sie eine vorgegebene Maximallänge und/oder einen vorgegebenen Fahrzeitbedarf für ihre Befahrung einhält. Sie kann dann beispielsweise nur einem Teilbereich der Fahrtroute bis zum vorgegebenen Fahrtziel entsprechen, insbesondere wenn die mindestens eine Sensoreinheit innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums und/oder innerhalb einer vorgegebenen Wegstrecke kalibriert und/oder justiert werden muss. Dadurch wird sichergestellt, dass dieser Zeitraum und/oder diese Wegstrecke eingehalten werden/wird. Der Fahrzeitbedarf entspricht somit beispielsweise dem Zeitraum und/oder die Maximallänge entspricht der Wegstrecke, innerhalb welchem und/oder innerhalb welcher die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit durchgeführt werden muss.

[0014] In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens wird ein Fahrtroutenverlauf zu einem vorgegebenen Fahrtziel derart vorgegeben, insbesondere automatisch vorgegeben, dass von mehreren möglichen Fahrstrecken diejenige ausgewählt wird, auf welcher die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit am schnellsten durchgeführt werden kann und/oder auf welcher die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit nicht benötigt wird oder zumindest wenig benötigt wird oder am wenigsten benötigt wird. Es kann hierbei somit vorgesehen sein, dass, wenn erforderlich, der Fahrtroutenverlauf geändert wird, um die Kalibrierung und/oder Justierung zu ermöglichen oder möglichst schnell zu ermöglichen, und/oder um Fahrmanöver, welche durch die dekalibrierte und/oder dejustierte Sensoreinheit nicht mehr mit hoher Präzision und/oder Sicherheit umgesetzt werden können, ausgeschlossen werden.

[0015] In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens wird ein neues Fahrtziel vorgegeben, insbesondere automatisch vorgegeben, zu welchem mindestens eine vorausliegende Fahrstrecke mit mindestens einem zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeigneten Streckenabschnitt

existiert. Hierbei kann somit das Fahrtziel geändert werden, um die Kalibrierung und/oder Justierung zu ermöglichen. Danach kann beispielsweise wieder das ursprünglich vorgegebene Fahrtziel verwendet werden, um die Fahrt fortzusetzen.

[0016] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass ein neues Fahrtziel vorgegeben wird, insbesondere automatisch vorgegeben wird, zu welchem das Fahrzeug mit der mindestens einen dekalibrierten und/oder dejustierten Sensoreinheit fahren kann, insbesondere ohne eine Degradation eines Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs fahren kann. D. h. es wird, insbesondere in Abhängigkeit von einem Ausmaß der Dekalibrierung und/oder Dejustierung der mindestens einen Sensoreinheit, beispielsweise ein neues Fahrtziel derart ausgewählt, dass es lediglich ein sicheres Abstellen des Fahrzeugs, beispielsweise in einer Parkbucht, ermöglicht und dabei nur diejenigen Fahrmanöver nutzt, die noch mit höchster Sicherheit und Präzision umgesetzt werden können.

[0017] In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens werden bei mehreren zu kalibrierenden und/oder zu justierenden Sensoreinheiten die zu kalibrierenden und/oder zu justierenden Sensoreinheiten nacheinander in verschiedenen Streckenabschnitten kalibriert und/oder justiert. Dabei wird eine Reihenfolge der Kalibrierung und/oder Justierung der Sensoreinheiten beispielsweise nach einem Grad der Notwendigkeit der jeweiligen Sensoreinheit, insbesondere für den jeweiligen Streckenabschnitt, ermittelt, insbesondere nach einem Grad der Notwendigkeit zur Durchführung des teilautomatisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs, insbesondere des autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs des Fahrzeugs. Dadurch wird sichergestellt, dass in jedem Streckenabschnitt nur eine Sensoreinheit kalibriert und/oder justiert wird und die anderen Sensoreinheiten zur Verfügung stehen, und dass die jeweilige Sensoreinheit in demjenigen Streckenabschnitt kalibriert und/oder justiert wird, in welchem die anderen Sensoreinheiten wichtiger sind.

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

[0019] Dabei zeigt:

Fig. 1 schematisch ein Fahrzeug auf einer Fahrstrecke.

[0020] Anhand einer in **Fig. 1** schematisch stark vereinfachten und nur beispielhaft dargestellten Situation eines Fahrzeugs **1** auf einer Fahrstrecke **F** wird im Folgenden ein Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit **2** oder mehrerer solcher Sensoreinheiten **2** des Fahrzeugs **1**, insbesondere während eines zumindest teilauto-

matisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs, insbesondere während eines autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs, des Fahrzeugs **1** beschrieben. Die Fahrstrecke **F** umfasst mehrere Streckenabschnitte **A**, welche im dargestellten Beispiel verschiedene Fahrsituationen aufweisen. So liegt dem Fahrzeug **1** voraus entlang der Fahrstrecke **F** in Fahrrichtung **R** im dargestellten Beispiel zunächst ein Streckenabschnitt **A** mit einer Kreuzung **K**, danach ein Streckenabschnitt **A** mit einer geraden Fahrbahn **GF** und danach ein Streckenabschnitt **A** mit einem Kreisverkehr **KV**.

[0021] Die Kalibrierung von Sensoreinheiten **2**, insbesondere Umfeldsensoren, von Fahrzeugen **1**, insbesondere auch während eines jeweiligen Fahrbetriebs des Fahrzeugs **1**, ist grundsätzlich bereits aus dem Stand der Technik bekannt. Dies wird auch als Online-Kalibrierung bezeichnet. Bei einer solchen Kalibrierung und/oder Justierung ist während der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung mit einer weiteren Reduktion einer Performance, d. h. einer Leistungsfähigkeit, der jeweiligen Sensoreinheit **2**, zu rechnen, beispielsweise da für eine Umsetzung eines algorithmischen Verfahrens zur Kalibrierung für einen gewissen Zeitraum eine gesamte Rechenleistung eines zuständigen Steuergerätes benötigt wird. Diese Reduzierung der Leistungsfähigkeit kann beispielsweise zu einem vollständigen Ausbleiben von Sensor-Messwerten, zu einer Reduktion von Updaten-Raten oder zu höheren Messungenauigkeiten führen.

[0022] Für ein automatisiert fahrendes Fahrzeug **1**, insbesondere mit höherem Automatisierungsgrad, beispielsweise SAE Level ≥ 3 (Hochautomatisiertes Fahren (HAF), Vollautomatisiertes Fahren (VAF)) hätte dies zur Folge, dass innerhalb eines Sensorsystem ein eventuell benötigter Redundanzsensor nicht mehr zur Verfügung steht und der Automatisierungsgrad vorausschauend degradiert werden müsste, beispielsweise in Form einer Reduktion der Geschwindigkeit oder dem Anhalten des Systems.

[0023] Diese Nachteile werden mittels des im Folgenden näher beschriebenen Verfahrens vermieden. Wenn, insbesondere während des zumindest teilautomatisierten oder hochautomatisierten, insbesondere autonomen und/oder fahrerlosen, Fahrbetriebs des Fahrzeugs **1** erkannt wird, dass ein Kalibrierungsbedarf und/oder Justierungsbedarf für die mindestens eine Sensoreinheit **2** besteht, werden entlang der vorausliegenden Fahrstrecke **F** ein oder mehrere für die Kalibrierung und/oder Justierung geeignete Streckenabschnitte **A** identifiziert, auf dem oder denen die zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit **2** nicht benötigt wird, wenig benötigt wird oder am wenigsten benötigt wird, insbesondere im Vergleich aller Streckenabschnitte **A** der Fahrstrecke **F** am wenigsten benötigt wird. Im hier

dargestellten Beispiel ist dies beispielsweise der relativ unkomplizierte mittlere Streckenabschnitt **A** mit der geraden Fahrbahn **GF**. Wenn das Fahrzeug **1** einen derartigen ermittelten Streckenabschnitt **A** erreicht, wird die Kalibrierung und/oder Justierung eingeleitet und durchgeführt.

[0024] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass bei mehreren ermittelten Streckenabschnitten **A**, welche jeweils zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit **2** geeignet sind, der am besten geeignete Streckenabschnitt **A** ermittelt wird und die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit **2** durchgeführt wird, sobald das Fahrzeug **1** diesen am besten geeigneten Streckenabschnitt **A** erreicht. Hierbei wird beispielsweise derjenige Streckenabschnitt **A** als am besten geeignet ermittelt, auf welchem die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit **2** am wenigsten benötigt wird, insbesondere nicht benötigt wird, und/oder welcher während der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit **2** ohne eine Degradation eines Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs **1** oder, im Vergleich der Streckenabschnitte **A**, mit der geringsten Degradation des Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs **1** durchfahren werden kann, und/oder auf welchem eine Leistungsreduktion der mindestens einen Sensoreinheit **2** aufgrund der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung am geringsten ist, und/oder welchen das Fahrzeug **1** zuerst erreicht.

[0025] Um eine zu späte Kalibrierung und/oder Justierung zu vermeiden, kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die vorausliegende Fahrstrecke **F**, entlang welcher der mindestens eine zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeignete Streckenabschnitt **A** ermittelt wird, derart vorgegeben wird, dass sie eine vorgegebene Maximallänge und/oder einen vorgegebenen Fahrzeitbedarf für ihre Befahrung einhält. Der Fahrzeitbedarf entspricht beispielsweise einem Zeitraum, innerhalb welchem die Kalibrierung und/oder Justierung durchgeführt werden muss, und/oder die Maximallänge entspricht beispielsweise einer Wegstrecke, innerhalb welcher die Kalibrierung und/oder Justierung durchgeführt werden muss.

[0026] Die oben genannten Nachteile werden somit mittels des hier beschriebenen Verfahrens durch den beschriebenen Verfahrensablauf vermieden, insbesondere indem die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit **2** mittels dieses Verfahrens derart gesteuert wird, dass bestenfalls keine Degradation der automatisierten Fahrsituation, insbesondere des Automatisierungsgrads, durchgeführt werden muss. Insbesondere werden hierzu vorausliegende Fahrsituationen auf der vorausliegenden

Fahrstrecke **F** (beispielsweise Spur folgen, Abbiegen, Spur wechseln, Kreuzung **K** durchfahren, Kreisverkehr **KV**, Einparken) derartig klassifiziert, dass für deren Beherrschung die jeweils benötigten Sensoreinheiten **2** bekannt sind. Sollte nun eine Sensoreinheit **2** zeitnah eine Kalibrierung und/oder Justierung durchführen müssen, beispielsweise wegen einer Dekalibrierung infolge eines Temperaturanstiegs in einem Gehäuse der Sensoreinheit **2** oder aus einem anderen Grund, dann wird über das zuvor beschriebene Vorgehen analysiert, zu welchem Zeitpunkt, insbesondere auf welchem Streckenabschnitt **A**, Beiträge dieser Sensoreinheit **2** nicht, weniger oder am wenigsten benötigt werden, und zu diesem Zeitpunkt, insbesondere auf diesem Streckenabschnitt **A**, wird die Kalibrierung und/oder Justierung der Sensoreinheit **2** durchgeführt.

[0027] Das Verfahren und ein entsprechendes System zur Durchführung des Verfahrens ermöglichen es somit dem, insbesondere automatisiert fahrenden, Fahrzeug **1**, in Abhängigkeit der vorliegenden und vorausliegenden Fahrsituation, insbesondere entlang der vorausliegenden Fahrstrecke **F**, eine eventuell benötigte Kalibrierung und/oder Justierung wenigstens einer Sensoreinheit **2**, welche insbesondere als eine optische Sensoreinheit **2** ausgebildet ist, zum Beispiel als Lidarsensoreinheit und/oder Kameraeinheit, insbesondere Videokameraeinheit, und/oder als Radarsensoreinheit ausgebildet ist, derart durchzuführen, dass die Aktivierung, d. h. die Einleitung, der Kalibrierung und/oder Justierung der Sensoreinheit **2** oder der jeweiligen Sensoreinheit **2** dann vorgenommen wird, wenn ihre Performance, d. h. ihre Leistungsfähigkeit, für die Beherrschung der jeweiligen Fahrsituation nicht oder wenigstens nur eingeschränkt benötigt wird. Dies zeichnet sich insbesondere dadurch vorteilhaft aus, dass die jeweilige Fahrsituation, wie bereits erwähnt, bestenfalls ohne Degradation des Automatisierungsgrads durchfahren werden kann, da die im Rahmen der Kalibrierung und/oder Justierung zu erwartende Reduktion der Leistungsfähigkeit der Sensoreinheit **2** oder der jeweiligen Sensoreinheit **2** dann keine Auswirkung auf die Beherrschung der Fahrsituation mehr zeigt, weil die Sensoreinheit **2** für die Beherrschung dieser Fahrsituation nicht oder zumindest nur eingeschränkt benötigt wird.

[0028] Für die Umsetzung des beschriebenen Verfahrens weist das System zur Durchführung des Verfahrens insbesondere die im Folgenden beschriebenen Komponenten auf.

[0029] Das System umfasst insbesondere ein algorithmisches Verfahren und eine zugehörige Recheneinheit, die Sensormesswerte der Sensoreinheit **2** analysieren und einen gegebenenfalls vorliegenden Dekalibrations- und/oder Dejustageeffekt interpretie-

ren und einen Rekalibrierungsbedarf und/oder Justierungsbedarf der Sensoreinheit **2** ermitteln.

[0030] Das System weist des Weiteren insbesondere ein Nachschlagewerk, beispielsweise in Form einer Datenbank, auf, das die Sensoreinheiten **2** des Fahrzeugs **1** den jeweiligen Fahrsituationen zuordnet, für die sie benötigt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Relevanz der jeweils benötigten Sensoreinheiten **2** innerhalb einer Fahrsituation beispielsweise algorithmisch über eine vorliegende Straßengeometrie und geltende Verkehrsregeln, beispielsweise Geschwindigkeitsgrenzen und/oder andere Verkehrsregeln, ermittelt werden.

[0031] In dem Verfahren und mittels des das Verfahren durchführenden Systems wird insbesondere eine zeitliche Abfolge der vorausliegenden Fahrsituationen ermittelt, mit denen das, insbesondere automatisiert fahrende, Fahrzeug **1** zu rechnen hat. D. h. es wird insbesondere die jeweilige Fahrsituation auf den dem Fahrzeug **1** vorausliegenden und aufeinander folgenden Streckenabschnitten **A** entlang der vorausliegenden Fahrstrecke **F** ermittelt. Diese Fahrsituationen können beispielsweise über eine Routenplanung, zum Beispiel über eine geplante Route zu einem vorgegebenen Fahrtziel, wodurch die vorausliegende Fahrstrecke **F** vorgegeben ist, und über Karteninformationen abgeleitet werden. Für die Ableitung einer jeweiligen Fahrsituation in einem unmittelbaren Umfeld des Fahrzeugs **1** können, alternativ oder zusätzlich, Sensorinformationen einer Umgebungserfassung des Fahrzeugs **1** verwendet werden, d. h. insbesondere Sensorinformationen einer oder mehrerer Sensoreinheiten **2** des Fahrzeugs **1**.

[0032] Das System umfasst des Weiteren insbesondere ein algorithmisches Verfahren, das auf Basis der vorausliegenden Fahrsituationen auf den Streckenabschnitten **A** der vorausliegenden Fahrstrecke **F**, der dafür benötigten Sensoreinheiten **2** und dem Wissen über die zu kalibrierenden und/oder zu justierenden Sensoreinheiten **2** eine zeitliche Abfolge der Kalibrierungs- und/oder Justierungsmaßnahmen ableitet und diese veranlasst.

[0033] Muss nur eine Sensoreinheit **2** kalibriert und/oder justiert werden, wird somit insbesondere der hierfür geeignete Streckenabschnitt **A** ermittelt und bei Erreichen dieses Streckenabschnitts **A** wird die Kalibrierung und/oder Justierung durchgeführt. Müssen mehrere Sensoreinheiten **2** kalibriert und/oder justiert werden, wird vorteilhafterweise für jede Sensoreinheit **2** ein solcher Streckenabschnitt **A** ermittelt. Vorteilhafterweise werden dabei nicht mehrere, insbesondere nicht alle, Sensoreinheiten **2** auf demselben Streckenabschnitt **A** kalibriert und/oder justiert, sondern, zumindest wenn dies möglich ist, nacheinander auf verschiedenen Streckenabschnitten **A**, d. h. vorteilhafterweise nur eine Sensoreinheit **2** auf ei-

nem jeweiligen Streckenabschnitt **A**, so dass die jeweils anderen Sensoreinheiten **2** zur Verfügung stehen, während die jeweilige eine Sensoreinheit **2** kalibriert und/oder justiert wird. Beispielsweise wird eine Reihenfolge der Kalibrierung und/oder Justierung der Sensoreinheiten **2** nach einem Grad der Notwendigkeit der jeweiligen Sensoreinheit **2**, insbesondere für den jeweiligen Streckenabschnitt **A**, ermittelt.

[0034] In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens wird nicht nur betrachtet, ob eine jeweilige Sensoreinheit **2** für die jeweilige Fahrsituation auf den vorausliegenden Streckenabschnitten **A** grundlegend benötigt wird oder nicht benötigt wird, sondern es wird auf der Ebene von Sensoreigenschaften, beispielsweise Detektionsreichweiten, Klassifikationsraten, Sichtfeld, vertiefend bewertet, mit welcher Leistungsreduktion je Fahrsituation und somit je Streckenabschnitt **A** zu rechnen ist. Diese Information fließt dann in die Bewertung der Streckenabschnitte **A** für die Geeignetheit zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung und somit in die Auswahl des Streckenabschnitts **A**, auf welchem die Kalibrierung und/oder Justierung durchgeführt werden soll, und bei mehreren zu kalibrierenden und/oder zu justierenden Sensoreinheiten **2** vorteilhafterweise auch in die Bewertung der Reihenfolge der Kalibrierung und/oder Justierung der mehreren Sensoreinheiten **2** ein.

[0035] In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens wird in Abhängigkeit der Sensoreinheit **2** oder der Sensoreinheiten **2**, welche zu kalibrieren und/oder zu justieren ist/sind, ein Pfad zu einem bekannten, insbesondere vorgegebenen, Fahrtziel abgeleitet, der eine möglichst schnelle Kalibrierung und/oder Justierung ermöglicht, insbesondere indem diejenigen Fahrsituationen und somit diejenigen Streckenabschnitte **A** mit solchen Fahrsituationen, die die dekalibrierte und/oder dejustierte Sensoreinheit **2** oder Mehrzahl von Sensoreinheiten **2** benötigen würde, möglichst umfahren werden, d. h. diesen Streckenabschnitten **A** ausgewichen wird. Es wird somit vorteilhafterweise ein Fahrtroutenverlauf zum vorgegebenen Fahrtziel derart vorgegeben, dass von mehreren möglichen Fahrstrecken **F** diejenige ausgewählt wird, auf welcher die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit **2** oder der mehreren Sensoreinheiten **2** am schnellsten durchgeführt werden kann.

[0036] Alternativ oder zusätzlich kann der Pfad zum Fahrtziel derart abgeleitet werden, dass diejenigen Fahrmanöver, die durch die eventuell dekalibrierte und/oder dejustierte Sensoreinheit **2** oder Mehrzahl von Sensoreinheiten **2** nicht mehr mit hoher Präzision und/oder Sicherheit umgesetzt werden können, ausgeschlossen werden. Es wird dann vorteilhafterweise der Fahrtroutenverlauf zum vorgegebenen Fahrtziel derart vorgegeben, dass von mehreren mögli-

chen Fahrstrecken **F** diejenige ausgewählt wird, auf welcher die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit **2** nicht benötigt wird oder zumindest wenig benötigt wird oder am wenigsten benötigt wird.

[0037] In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens wird in Abhängigkeit des Ausmaßes der Dekalibrierung und/oder Dejustierung der Sensoreinheit **2** oder der Sensoreinheiten **2** ein neues Fahrtziel derart ausgewählt, dass es lediglich ein sicheres Abstellen des Fahrzeugs **1**, zum Beispiel in einer Parkbucht, ermöglicht und dabei diejenigen Fahrmanöver nutzt, die mit höchster Sicherheit und Präzision noch umgesetzt werden können. D. h. es wird dann ein neues Fahrtziel vorgegeben, zu welchem das Fahrzeug **1** mit der mindestens einen dekalibrierten und/oder dejustierten Sensoreinheit **2** oder mit den mehreren dekalibrierten und/oder dejustierten Sensoreinheiten **2** noch fahren kann, insbesondere ohne eine Degradation eines Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs fahren kann.

[0038] In einer weiteren möglichen Ausführungsform des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass ein neues Fahrtziel vorgegeben wird, zu welchem mindestens eine vorausliegende Fahrstrecke **F** mit mindestens einem zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeigneten Streckenabschnitt **A** existiert. D. h. hierbei wird, vorteilhafterweise jedoch nur vorübergehend, insbesondere nur bis zum Abschluss der Kalibrierung und/oder Justierung, ein, beispielsweise von einem bisher vorgegebenen Fahrtziel abweichendes, neues Fahrtziel vorgegeben. Nach dem Abschluss der Kalibrierung und/oder Justierung kann dann beispielsweise das ursprünglich vorgegebene Fahrtziel wieder vorgegeben werden und die Fahrt dorthin fortgesetzt werden.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Sensoreinheit
A	Streckenabschnitt
GF	gerade Fahrbahn
F	Fahrstrecke
K	Kreuzung
KV	Kreisverkehr
R	Fahrtrichtung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102014016342 A1 [0002]
- DE 102010021221 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibrierung und/oder Justierung mindestens einer Sensoreinheit (2) eines Fahrzeugs (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem erkannten Bedarf zur Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) entlang einer vorausliegenden Fahrstrecke (F) mindestens ein zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeigneter Streckenabschnitt (A) ermittelt wird, auf welchem die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit (2) nicht benötigt wird oder zumindest wenig benötigt wird oder am wenigsten benötigt wird, wobei die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) durchgeführt wird, sobald das Fahrzeug (1) den ermittelten Streckenabschnitt (A) erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, durchgeführt während eines teilautomatisierten oder hochautomatisierten Fahrbetriebs des Fahrzeugs (1), insbesondere während eines autonomen und/oder fahrerlosen Fahrbetriebs des Fahrzeugs (1).

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als mindestens eine Sensoreinheit (2) eine optische Sensoreinheit (2), insbesondere eine Lidarsensoreinheit und/oder Kameraeinheit, und/oder eine Radarsensoreinheit, kalibriert und/oder justiert wird oder werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei mehreren ermittelten Streckenabschnitten (A), welche jeweils zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) geeignet sind, der am besten geeignete Streckenabschnitt (A) ermittelt wird und die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) durchgeführt wird, sobald das Fahrzeug (1) diesen am besten geeigneten Streckenabschnitt (A) erreicht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass derjenige Streckenabschnitt (A) als am besten geeignet ermittelt wird, auf welchem die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit (2) am wenigsten benötigt wird, insbesondere nicht benötigt wird, und/oder welcher während der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) ohne eine Degradation eines Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs (1) oder im Vergleich der Streckenabschnitte (A) mit der geringsten Degradation des Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs des Fahrzeugs (1) durchfahren werden kann und/oder auf welchem eine Leistungsreduktion der mindestens einen Sensoreinheit (2) aufgrund der Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung

am geringsten ist, und/oder welchen das Fahrzeug (1) zuerst erreicht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorausliegende Fahrstrecke (F), entlang welcher der mindestens eine zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeignete Streckenabschnitt (A) ermittelt wird, derart vorgegeben wird, dass sie eine vorgegebene Maximallänge und/oder einen vorgegebenen Fahrzeitbedarf für ihre Befahrung einhält.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fahrzeitbedarf einem Zeitraum entspricht, innerhalb welchem die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) durchgeführt werden muss, und/oder dass die Maximallänge einer Wegstrecke entspricht, innerhalb welcher die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) durchgeführt werden muss.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Fahrtroutenverlauf zu einem vorgegebenen Fahrtziel derart vorgegeben wird, dass von mehreren möglichen Fahrstrecken (F) diejenige ausgewählt wird, auf welcher die Kalibrierung und/oder Justierung der mindestens einen Sensoreinheit (2) am schnellsten durchgeführt werden kann und/oder auf welcher die mindestens eine zu kalibrierende und/oder zu justierende Sensoreinheit (2) nicht benötigt wird oder zumindest wenig benötigt wird oder am wenigsten benötigt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein neues Fahrtziel vorgegeben wird, zu welchem mindestens eine vorausliegende Fahrstrecke (F) mit mindestens einem zur Durchführung der Kalibrierung und/oder Justierung geeigneten Streckenabschnitt (A) existiert, und/oder zu welchem das Fahrzeug (1) mit der mindestens einen dekalibrierten und/oder dejustierten Sensoreinheit (2) fahren kann, insbesondere ohne eine Degradation eines Automatisierungsgrads des Fahrbetriebs fahren kann.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei mehreren zu kalibrierenden und/oder zu justierenden Sensoreinheiten (2) die zu kalibrierenden und/oder zu justierenden Sensoreinheiten (2) nacheinander in verschiedenen Streckenabschnitten (A) kalibriert und/oder justiert werden, wobei eine Reihenfolge der Kalibrierung und/oder Justierung der Sensoreinheiten (2) nach einem Grad der Notwendigkeit der jeweiligen Sensoreinheit (2), insbesondere für den jeweiligen Streckenabschnitt (A), ermittelt wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

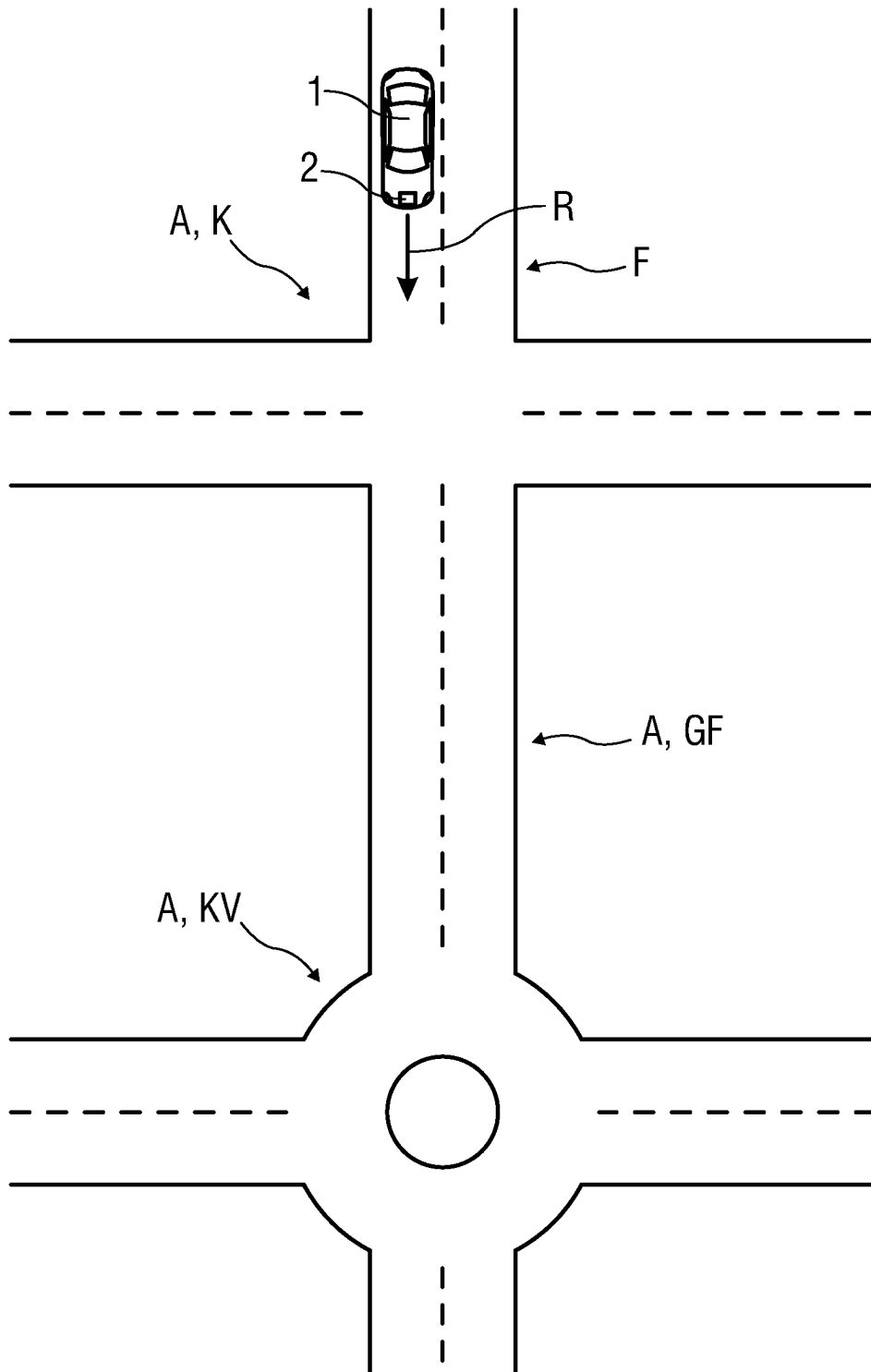


FIG 1