



(10) **DE 10 2019 206 026 A1** 2020.10.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 206 026.9**

(22) Anmeldetag: **26.04.2019**

(43) Offenlegungstag: **29.10.2020**

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

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Baqasse, Brahim, 70499 Stuttgart, DE;
Abdulkhaleq, Asim, 70199 Stuttgart, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE 10 2012 211 838 A1
DE 10 2013 205 392 A1

**Norm ISO 26262-1 2018-12-00. Road vehicles -
Functional safety - Part 1: Vocabulary. S. 1-43.**

**Norm ISO 26262-3 2011-11-15. Road vehicles –
Functional safety – Part 3: Concept phase. S. 1-25**

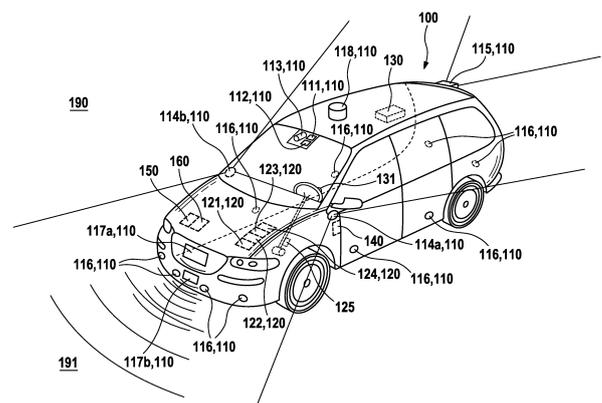
**Norm ISO/PAS 21448 2019-01-00. Road
vehicles-Safety of the intended functionality. S.
1-62.**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion eines Fahrzeugs,
Sicherheitssystem und Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion eines Fahrzeugs (100), umfassend folgende Schritte: Erfassung (210) einer Umgebung (190) des Fahrzeugs (100) und/oder eines Zustands der Umgebung (190) mittels wenigstens eines Umgebungssensors (110), wobei der Umgebungssensor (110, 111, 112, 113, 114a, 114b, 115, 116, 117a, 117b oder 118) ein erstes Sensorsignal erzeugt, welches den erfassten Teilbereich der Umgebung (190) und/oder den erfassten Zustand der Umgebung (190) repräsentiert; Erfassung (220) einer Bewegungsgröße des Fahrzeugs (100) mittels wenigstens eines Bewegungssensors (120), wobei der Bewegungssensor (120) ein zweites Sensorsignal erzeugt, welches die erfasste Bewegungsgröße repräsentiert; und Ermittlung (270) des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und des erzeugten zweiten Sensorsignals mittels eines Sicherheitssystems (160).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion eines Fahrzeugs sowie ein Sicherheitssystem, welches dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm, welches eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen. Die Erfindung betrifft auch ein Fahrzeug mit dem Sicherheitssystem.

Stand der Technik

[0002] Fahrassistenzsysteme unterstützen heutzutage einen Fahrer eines Fahrzeugs typischerweise beim Einparken und/oder beim Einhalten eines Sicherheitsabstands zu einem vorausfahrenden Fahrzeug und/oder beim Führen des Fahrzeugs innerhalb einer Fahrspur. Zukünftig ist eine teilautomatische oder vollautomatische Steuerung eines Fahrzeugs vorgesehen, insbesondere bei einer Fahrt auf einer Autobahn. Prinzipiell ermöglicht eine teilautomatische oder vollautomatische Steuerung beziehungsweise Führung eines Fahrzeugs eine erhöhte Sicherheit gegenüber einem durch einen Fahrer manuell gesteuerten Fahrzeug, weil eine Erfassung einer Umgebung des Fahrzeugs durch ein elektrisches und/oder elektronisches System des Fahrzeugs ohne Unterbrechung und vollständig erfolgt. Mit anderen Worten ist eine Erfassung eines Bereichs der Umgebung eines Fahrzeugs durch einen Fahrer gegenüber einem komplexen elektronischen Sensorsystem zur Erfassung der Umgebung immer eingeschränkt beziehungsweise begrenzt. Darüber hinaus ist eine Erfassung des Fahrers zeitlich nie ununterbrochen, da der Fahrer beispielsweise seinen Blick zu Bedienelementen des Fahrzeugs richten kann. Die teilautomatische oder vollautomatische Steuerung eines Fahrzeugs erhöht folglich prinzipiell die Sicherheit von Insassen eines Fahrzeugs. Ferner erhöht die teilautomatische oder vollautomatische Steuerung eines Fahrzeugs den Komfort der Insassen, insbesondere des Fahrers, erheblich. Eine automatische Steuerung erlaubt beispielsweise eine sinnvolle Nutzung einer Fahrtzeit durch einen Insassen des Fahrzeugs. Eine teilautomatische oder vollautomatische Steuerung muss allerdings sicher für den Fahrer beziehungsweise die Insassen des Fahrzeugs sein.

[0003] ISO 26262-1 definiert eine Fahrzeugsicherheit als Abwesenheit von Risiken, welche durch Fehlfunktionen eines elektrischen und/oder elektronischen Systems resultieren. ISO 26262-3 offenbart eine Risikoanalyse zur Bestimmung eines Risikoniveaus eines Fahrzeugs. Sicherheitsrisiken können auch in einem Fahrzeug vorliegen, welches frei von elektrischen Fehlern ist, die in ISO 26262 adressiert werden. Zu diesem Zweck wurde die ISO/PAS 21448 erstellt und veröffentlicht. ISO/PAS 21448 adressiert

eine Sicherheit der Sollfunktion des Fahrzeugs (SO-TIF = safety of the intended functionality) beziehungsweise Sicherheitsrisiken, welche trotz einem fehlerfreien Betrieb eines elektrischen und/oder elektronischen Systems eines Fahrzeugs resultieren können. Beispielsweise kann ein Fahrzeugsteuerungssystem eine erfasste Fahrsituation in einer Umgebung des Fahrzeugs falsch bewerten, wodurch ein Sicherheitsrisiko für das Fahrzeug resultiert. Das Sicherheitsrisiko resultiert beispielsweise, wenn ein Objekt nicht korrekt erkannt wird (FN=false negativ) oder fälschlicherweise ein Objekt erkannt wird, obwohl dieses real gar nicht existiert (FP=false positiv). So wurden beispielsweise Verkehrsunfälle mit hochautomatisierten Fahrsystemen veröffentlicht, welche ausgiebig getestet wurden und wobei die Sensorsysteme und das Steuergerät des Fahrsystems an sich fehlerfrei in Betrieb waren. Um die hochautomatisierten Fahrsysteme zu verbessern beziehungsweise robuster zu machen, werden beispielsweise redundante Sensorsysteme eingesetzt. Der Betrieb eines hochautomatisierten Fahrsystems basierend auf redundanten Sensorsystemen erhöht die Sicherheit des Fahrzeuges, aber eine Fehlinterpretation der redundanten Sensordaten und/oder eine fehlerhafte Bedienung des Fahrsystems bleibt weiterhin möglich, wodurch ein erhebliches Restrisiko für die Sicherheit von Insassen und/oder anderen beteiligte Verkehrsteilnehmern bestehen bleibt. Des Weiteren erhöhen redundante Sensorsysteme die Kosten des Fahrsystems durch erhöhte Stückpreiskosten, erhöhten Integrationsaufwand sowie gesteigerten Test- und Validierungsaufwand.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ermittlung einer Sicherheit eines Fahrzeugs zu verbessern.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Die vorstehende Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion eines Fahrzeugs gemäß des unabhängigen Anspruchs 1, durch ein Sicherheitssystem gemäß des unabhängigen Anspruchs 13 und durch ein Fahrzeug gemäß des unabhängigen Anspruchs 14 gelöst.

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion eines Fahrzeugs. Das Verfahren umfasst eine Erfassung einer Umgebung des Fahrzeugs und/oder eines Zustands der Umgebung mittels wenigstens eines Umgebungssensors. Beispielsweise ist der Umgebungssensor ein Regensensor, ein Lichtsensor, eine Kamera und/oder ein Abstandssensor, insbesondere ein Lidar-Sensor, ein Ultraschallsensor und/oder ein Radarsensor. Bevorzugt erfassen zumindest mehrere Umgebungssensoren mit voneinander verschiedenen Erfassungstechnologien gleich-

zeitig die Umgebung. Der mindestens eine Umgebungssensor erzeugt ein erstes Sensorsignal, welches den erfassten Teilbereich der Umgebung und/oder den erfassten Zustand der Umgebung repräsentiert. In einem weiteren Verfahrensschritt wird eine Bewegungsgröße des Fahrzeugs beziehungsweise eine Betriebsgröße des Fahrzeugs mittels wenigstens eines Bewegungssensors beziehungsweise eines Betriebsgrößensensors erfasst. Die wenigstens eine erfasste Bewegungsgröße beziehungsweise Betriebsgröße umfasst beispielsweise eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder einen Lenkwinkel des Fahrzeugs und/oder eine Drehzahl einer Achse im Antriebssystem des Fahrzeugs und/oder eine Position des Fahrzeugs. Der Bewegungssensor beziehungsweise Betriebsgrößensensor erzeugt ein zweites Sensorsignal, welches die erfasste Bewegungsgröße beziehungsweise Betriebsgröße repräsentiert. Anschließend wird bevorzugt optional ein Sicherheitssystem in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und des erzeugten zweiten Sensorsignals aktiviert. Im nächsten Verfahrensschritt wird mittels des Sicherheitssystems ein Sicherheitsniveau der Sollfunktion des Fahrzeugs in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und des erzeugten zweiten Sensorsignals ermittelt. Diese Ermittlung des Sicherheitsniveaus erfolgt durch einen Vergleich des ersten Sensorsignals und des zweiten Sensorsignals mit einer Datenbank. Die Datenbank umfasst eine Vielzahl an ersten und/oder zweiten Sensorsignalen beziehungsweise Sensorsignaldaten und/oder ersten und/oder zweiten Sensorsignal-beziehungsweise Sensorsignaldaten-Kombinationen, welche jeweils einem bekannten Sicherheitsniveau zugeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich wird die Ermittlung durch ein angelerntes maschinelles Erkennungsverfahren durchgeführt, insbesondere durch ein neuronales Netz, wobei das angelernte maschinelle Erkennungsverfahren insbesondere in Abhängigkeit der oben beschriebenen Datenbank trainiert ist. Mit anderen Worten ermittelt vorteilhafterweise das angelernte maschinelle Erkennungsverfahren, insbesondere das neuronale Netz, eine Wahrscheinlichkeit für ein Sicherheitsniveau einer aktuellen Fahrsituation basierend auf dem ersten und zweiten Sensorsignal. Durch diese Ermittlung können auch Sicherheitsniveaus unbekannter Fahrsituationen zuverlässig ermittelt werden, wenn die Fahrsituation beispielsweise bereits bekannten Fahrsituationen ähnelt. Vorteilhafterweise erfolgt nach der Ermittlung des Sicherheitsniveaus zumindest eine Anzeige einer Information für einen Insassen des Fahrzeugs in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus, insbesondere ist die angezeigte Information eine Warnung. Das Verfahren erlaubt vorteilhafterweise eine Ermittlung eines Sicherheitsniveaus in Abhängigkeit einer erfassten Umgebung und/oder eines erfassten Zustands der Umgebung und einer erfassten Bewegung des Fahrzeugs. Mit anderen Worten wird durch das Verfahren im Betrieb des Fahrzeugs

ein Sicherheitsniveau zu einer aktuellen Fahrsituation basierend auf aktuellen Sensordaten sowie basierend auf Erfahrungswerten aus einer Datenbank beziehungsweise durch ein angelerntes maschinelles Erkennungsverfahren ermittelt. Die Datenbank repräsentiert Erfahrungswerte aus der Vergangenheit, d.h. die Datenbank umfasst erste und/oder zweite Sensorsignaldaten bei welchen Fahrsituationen ein automatisches Führen sicher(er) oder unsicher(er) ist. Das Verfahren schafft ein vorrausschauend teilautomatisiert oder vollautomatisiert geführtes beziehungsweise gesteuertes Fahrzeug. Beispielsweise wird bei Regen als erfasster Zustand der Umgebung und oberhalb einer vorgegebenen Geschwindigkeit als erfasster Bewegungsgröße einem Insassen des Fahrzeugs eine Warnung angezeigt, wobei die Warnung ein ermitteltes reduziertes Sicherheitsniveau der Fahrt repräsentiert. In einem anderen Beispiel wird die Umgebung des Fahrzeugs mittels einer Kamera erfasst, wobei in dem Kamerabild Objekte mittels eines Bildverarbeitungsverfahrens erkannt werden. Das Objekt ist beispielsweise ein anderes Fahrzeug in der Umgebung des (Ego-) Fahrzeugs. Das Bildverarbeitungsverfahren funktioniert bei höheren Geschwindigkeiten oder schlechten Sichtverhältnissen aber weniger zuverlässig, weshalb beispielsweise oberhalb einer vorgegebenen Geschwindigkeit als erfasster Bewegungsgröße einem Insassen des Fahrzeugs eine Warnung angezeigt wird, wobei die Warnung ein reduziertes Sicherheitsniveau der Fahrt repräsentiert. Ein Insasse des Fahrzeugs wird demnach durch das Verfahren über ein, insbesondere verändertes, ermitteltes Sicherheitsniveau informiert. Die optionale Aktivierung des Sicherheitssystems erfolgt vorteilhafterweise zu dem Zweck, dass Energie eingespart wird, da in den meisten Betriebssituationen ein teilautomatisiertes oder vollautomatisiertes Führen des Fahrzeugs sicher ist. Das ermittelte Sicherheitsniveau beziehungsweise die Sicherheit der Sollfunktion (SOTIF) des Fahrzeugs lässt beispielsweise eine vorhersehbare Fehlbedienung des Fahrzeugs und/oder eine vorhersehbare riskante Reaktion des Fahrers und/oder funktionale Unsicherheiten frühzeitig beziehungsweise vorausschauend erkennen beziehungsweise ermitteln. Die teilautomatisierte oder vollautomatisierte Steuerung des Fahrzeugs kann vorteilhafterweise an ein ermitteltes potentielles Gefährdungspotential beziehungsweise Sicherheitsniveau angepasst werden.

[0007] In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird vor der Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion ein Aufmerksamkeitsniveau wenigstens eines Insassen des Fahrzeugs, insbesondere eines Fahrers, mittels einer Innenraumsensorvorrichtung erfasst. Die Innenraumsensorvorrichtung erzeugt ein drittes Sensorsignal, welches das erfasste Aufmerksamkeitsniveau des Insassen repräsentiert. Anschließend erfolgt optional die Aktivierung des Sicherheitssystems zusätzlich in Abhängigkeit des er-

zeugten dritten Sensorsignals. In dieser Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt die Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs zusätzlich in Abhängigkeit des erzeugten dritten Sensorsignals. Beispielsweise erfasst die Innenraumsensorvorrichtung einen Handgriff des Fahrers am Lenker des Fahrzeugs. Das ermittelte Sicherheitsniveau der Sollfunktion des Fahrzeugs ist in anderen Worten folglich zusätzlich abhängig davon, ob ein Fahrer seine Hand am Lenker hat oder nicht. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Sicherheitsniveau bei einer Fahrt mit einer Geschwindigkeit als erfasster Bewegungsgröße, welche oberhalb einer vorgegebenen Geschwindigkeit liegt, und bei Nacht und/oder Regen als erfasstem Zustand der Umgebung als kritisch ermittelt wird, falls der Fahrer seine Hand nicht am Lenker hat. Als Aufmerksamkeitsniveau des Insassen kann beispielsweise alternativ oder zusätzlich eine Blickrichtung des Fahrers mittels einer Innenraumkamera als Innenraumsensorvorrichtung erfasst werden.

[0008] In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird des Weiteren vor der Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion eine Fehlbedienung des Fahrzeugs mittels wenigstens eines Misuse-Sensors ermittelt. Der Misuse-Sensor erfasst beispielsweise eine geöffnete Tür des Fahrzeugs, beispielsweise eine geöffnete Heckklappe, und/oder eine fehlerhafte Einstellung eines Betriebszustands, beispielsweise das Ausschalten eines Scheinwerfers des Fahrzeugs während einer Nachtfahrt. Der Misuse-Sensor erzeugt ein viertes Sensorsignal, welches die erfasste Fehlbedienung des Fahrzeugs repräsentiert. Es kann optional vorgesehen sein, dass die Aktivierung des Sicherheitssystems zusätzlich in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals erfolgt. In dieser bevorzugten Ausgestaltung wird das Sicherheitsniveau der Sollfunktion des Fahrzeugs zusätzlich in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals ermittelt. Dadurch wird vorteilhafterweise ein ermitteltes Sicherheitsniveau an eine Fehlbedienung des Fahrzeugs angepasst. Beispielsweise wird ein automatisiert gesteuertes Fahrzeug in dieser Ausgestaltung durch das Verfahren ein niedriges Sicherheitsniveau ermitteln, falls in der Nacht als erfasstem Zustand der Umgebung, das Scheinwerferlicht ausgeschaltet wird.

[0009] In einer Weiterführung des Verfahrens erfolgt als weiterer Schritt vor der Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion eine Ermittlung einer Funktionsfähigkeit des Umgebungssensors, der Innenraumsensorvorrichtung und/oder des Misuse-Sensors. Optional wird das Sicherheitssystem zusätzlich in Abhängigkeit der ermittelten Funktionsfähigkeit des Umgebungssensors, des Bewegungssensors, der Innenraumsensorvorrichtung und/oder des Misuse-Sensors aktiviert. In dieser Weiterführung erfolgt die Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Soll-

funktion des Fahrzeugs mittels des aktivierten Sicherheitssystems zusätzlich in Abhängigkeit der ermittelten Funktionsfähigkeit des Umgebungssensors, des Bewegungssensors, der Innenraumsensorvorrichtung und/oder des Misuse-Sensors. In der Weiterführung wird das Sicherheitsniveau somit vorteilhafterweise basierend auf einer Funktionsfähigkeit eines Sensors beziehungsweise einer Sensorvorrichtung ermittelt, so dass bei einem technischen Defekt das Sicherheitsniveau in Abhängigkeit des defekten Sensors und der aktuellen Fahrsituation des Fahrzeugs ermittelt wird. Beispielsweise bleibt das ermittelte Sicherheitsniveau unverändert, wenn ein rückwärtiger Ultraschallsensor am Fahrzeug auf einer Autobahnfahrt ausfällt, falls der rückwärtige Ultraschallsensor nicht zur teilautomatisierten oder vollautomatisierten Steuerung des Fahrzeugs bei höheren Geschwindigkeiten auf einer Autobahn eingesetzt wird.

[0010] Vorzugsweise wird die Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten ersten Sensorsignals und des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten vierten Sensorsignals durchgeführt. Dadurch erfolgt die Ermittlung des Sicherheitsniveaus vorteilhafterweise bei hohen Beschleunigungswerten des Fahrzeugs als erfasster Bewegungsgröße beziehungsweise Betriebsgröße oder bei plötzlich einsetzendem Starkregen oder plötzlicher Überbelichtung einer Frontkamera, beispielsweise durch Blendung vom Gegenverkehr, entsprechend dem daraus resultierenden Gefährdungspotential. Gerade eine plötzliche Änderung einer erfassten Sensorgöße können die Sicherheit des Fahrzeugs gefährden, weshalb diese somit vorteilhafterweise in dieser Ausgestaltung berücksichtigt werden.

[0011] In einer anderen Weiterführung erfolgt eine Erkennung wenigstens eines Objektes in der Umgebung des Fahrzeugs in Abhängigkeit des ersten Sensorsignals mittels des Steuergeräts durch ein erstes Objekterkennungsverfahren. Das Steuergerät erzeugt basierend auf dem erkannten Objekt ein Steuergerätesignal. Ferner wird danach die Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs zusätzlich in Abhängigkeit eines gegenüber dem ersten Objekterkennungsverfahren anderen Objekterkennungsverfahrens durchgeführt, wobei das andere Objekterkennungsverfahren insbesondere auf den Teilbereich der erfassten Umgebung beschränkt wird, in dem das durch das erste Objekterkennungsverfahren erkannte Objekt positioniert ist. Durch diese Weiterführung wird die Objekterkennung überprüft, so dass durch das erste Objekterkennungsverfahren fehlerhaft erkannte Objekte (FP=false positiv) vorteilhafterweise als solche erkannt werden. In dieser Weiterführung kann insbesondere

auch ein Teilbereich der Umgebung auf Objekte überprüft werden, in dem durch das erste Objekterkennungsverfahren keine Objekte erkannt worden sind und/oder in dem durch das erste Objekterkennungsverfahren ein unklares Wahrscheinlichkeitsergebnis ermittelt wurde.

[0012] In einer anderen Weiterbildung des Verfahrens wird eine Steuerung des Fahrzeugs in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus und/oder des erzeugten ersten Sensorsignals und/oder des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals angepasst. Die Anpassung der Steuerung steuert vorteilhafterweise ein Lenksystem des Fahrzeugs, ein Bremssystem des Fahrzeugs und/oder ein Antriebssystem des Fahrzeugs und/oder ein Fahrerinformationssystem des Fahrzeugs. Beispielsweise wird durch die angepasste Steuerung die Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus mittels des Bremssystems und/oder mittels des Antriebssystems in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus reduziert.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass die Anpassung der Steuerung des Fahrzeugs in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus eine Regelung ist, welche bis zum Erreichen eines vorgegebenen Mindestsicherheitsniveaus durchgeführt wird. Somit wird das Fahrzeug in dieser Ausgestaltung durch die Anpassung der Steuerung bevorzugt auf ein zumindest akzeptables Sicherheitsniveau überführt. Beispielsweise wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Abhängigkeit einer Stärke eines Regenschauers durch die Anpassung der Steuerung des Antriebssystems reduziert. Durch diese Ausgestaltung wird vorteilhafterweise ein hohes Sicherheitsniveau zum automatisierten Führen eines Fahrzeugs geschaffen.

[0014] Darüber hinaus kann in einer weiteren Ausgestaltung die Anpassung der Steuerung des Fahrzeugs zusätzlich in Abhängigkeit vorgegebener Fahrzustände erfolgen. Beispielsweise wird ein Sicherheitsniveau ermittelt und in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus das Fahrzeug gesteuert, wobei bei sehr starkem Verkehr trotz ausreichend großem Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug eine vorgegebene Geschwindigkeit nicht überschritten wird. Durch diese Ausgestaltung resultiert der Vorteil, dass die Sicherheit der Insassen an die Fahrsituation des Fahrzeugs optimal angepasst wird.

[0015] Die Erfindung betrifft auch ein Sicherheitssystem, welches insbesondere Teil eines Steuergerätes ist. Alternativ ist das Sicherheitssystem ein zum Steuergerät separates Bauteil. Das Sicherheitssystem umfasst eine Recheneinheit. Die Recheneinheit ist dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Ver-

fahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion eines Fahrzeugs durchzuführen.

[0016] Die Erfindung betrifft ferner ein Fahrzeug, umfassend einen Umgebungssensor, welcher dazu eingerichtet ist, zumindest einen Teilbereich einer Umgebung des Fahrzeugs und/oder einen Zustand der Umgebung zu erfassen. Das Fahrzeug weist darüber hinaus einen Bewegungssensor auf, welcher dazu eingerichtet ist, zumindest eine Bewegungsgröße des Fahrzeugs zu erfassen. Das Fahrzeug umfasst ferner das erfindungsgemäße Sicherheitssystem, insbesondere ein Steuergerät mit dem Sicherheitssystem.

[0017] Optional kann es in einer Weiterführung vorgesehen sein, dass das Fahrzeug eine Innenraumsensorvorrichtung umfasst. Die Innenraumsensorvorrichtung ist dazu eingerichtet, zumindest ein Aufmerksamkeitsniveau wenigstens eines Insassen des Fahrzeugs zu erfassen. Alternativ oder zusätzlich kann das Fahrzeug vorteilhafterweise einen optionalen Misuse-Sensor aufweisen, welcher dazu eingerichtet ist, eine Fehlbedienung des Fahrzeugs zu erfassen.

[0018] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug zu den Figuren.

Fig. 1: Fahrzeug

Fig. 2: Verfahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion

Ausführungsbeispiele

[0019] In **Fig. 1** ist ein Fahrzeug **100** mit einem Sensorsystem schematisch dargestellt. Das Sensorsystem umfasst eine Vielzahl an Umgebungssensoren **110**. Die Umgebungssensoren **110** sind in diesem Ausführungsbeispiel ein Regensensor **111**, ein Lichtsensor **112**, eine Frontkamera **113**, rechts und links angeordnete seitliche Kameras **114a** und **114b**, eine rückwärts gerichtete Kamera **115**, vorne und hinten sowie seitlich angeordnete Ultraschallsensoren **116**, ein Radar **117a** für den Nahbereich und ein Radar **117b** für den Fernbereich sowie ein Lidar-Sensor **118**. Das Sensorsystem kann weitere Sensortypen umfassen, welche am Fahrzeug **100** angeordnet sind. Die Umgebungssensoren **110** des Sensorsystems sind dazu eingerichtet, jeweils zumindest einen Teilbereich der Umgebung des Fahrzeugs **190**, insbesondere Abstandsdaten und/oder Kamerabilder, und/oder einen Zustand der Umgebung **190** zu erfassen. Beispielsweise erfasst die Frontkamera den Teilbereich **191**. Der jeweilige Umgebungssensor **110**, **111**, **112**, **113**, **114a**, **114b**, **115**, **116**, **117a**, **117b** oder **118** erzeugt jeweils ein erstes Sensorsignal in Abhängigkeit des jeweils erfassten Teilbereichs der Umgebung des Fahrzeugs **190** und/oder des erfassten

Zustands der Umgebung **190**. In Abhängigkeit der mittels der Umgebungssensoren **110** erzeugten ersten Sensorsignale, welche die erfassten Abstandsdaten und/oder Kamerabilder und/oder einen Umgebungszustand repräsentieren, wird beispielsweise eine Erkennung von Objekten und optional wenigstens einer Bewegungsgröße des erkannten Objektes und/oder einer Bewegungstrajektorie des erkannten Objektes in der Umgebung **190** des Fahrzeugs **100** durchgeführt. Die erkannten Objekte mit den ermittelten zugehörigen Bewegungsgrößen und/oder mit den ermittelten zugehörigen Bewegungstrajektorien weisen jeweils Fehlertoleranzen auf und können insbesondere in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen und/oder des Betriebszustands des Fahrzeugs **100** fehlerhaft erkannt und/oder ermittelt sein. Die Erfassung **210** der Umgebung und/oder des Zustandes der Umgebung mittels des jeweiligen Umgebungssensors **111**, **112**, **113**, **114a**, **114b**, **115**, **116**, **117a**, **117b** oder **118** erfolgt optional in Abhängigkeit einer Betriebsgröße beziehungsweise einer Bewegungsgröße des Fahrzeugs **100**. Beispielsweise ist die rückwärts gerichtete Kamera **115** nur bei einer Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs in Betrieb. Beispielsweise können die vorne und hinten angeordneten Ultraschallsensoren **116** nur bei Geschwindigkeiten des Fahrzeugs unterhalb eines vorgegebenen Geschwindigkeitsschwellenwertes in Betrieb sein. Mit anderen Worten kann das Sensorsystem die Umgebung beziehungsweise den Zustand der Umgebung in Abhängigkeit einer Betriebsgröße des Fahrzeugs **100** erfassen. Das Sensorsystem des Fahrzeugs **100** umfasst des Weiteren wenigstens einen Bewegungssensor **120** beziehungsweise mindestens einen Betriebszustandsgrößensensor. In diesem Ausführungsbeispiel sind als Bewegungssensoren **120** ein Positionssensor **121**, insbesondere ein Sensor für ein globales Satellitennavigationssystem, ein Geschwindigkeitssensor **122**, ein Beschleunigungssensor **123**, eine inertielle Messeinheit **124** und ein Lenkwinkelsensor **125** am Fahrzeug **100** angeordnet. Die Bewegungssensoren **120** sind dazu eingerichtet, wenigstens eine Bewegungsgröße des Fahrzeugs **100** bzw. einen Betriebszustand des Fahrzeugs **100** zu erfassen und in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgröße ein zweites Sensorsignal zu erzeugen. Das zweite Sensorsignal beziehungsweise die zweiten Sensorsignale repräsentieren beispielsweise Koordinaten des Fahrzeugs **100**, eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100**, einen Lenkwinkel des Fahrzeugs **100** und/oder einen Gierwinkel des Fahrzeugs **100**. Das Fahrzeug weist ferner eine optionalen Innenraumsensorvorrichtung **130**, welche dazu eingerichtet ist, zumindest ein Aufmerksamkeitsniveau wenigstens eines Insassen des Fahrzeugs **100** zu erfassen. Die Innenraumsensorvorrichtung **130** ist beispielsweise ein Berührungssensor **131** am Lenkrad, welcher dazu eingerichtet ist eine Hand am Lenker des Fahrzeugs **100** als Aufmerksamkeitsniveau zu erfassen. Die Innenraumsensorvorrichtung **130** ist

dazu eingerichtet, in Abhängigkeit des erfassten Aufmerksamkeitsniveaus ein drittes Sensorsignal zu erzeugen, welche das erfasste Aufmerksamkeitsniveau repräsentiert. Es kann auch ein optionaler Misuse-Sensor **140** am Fahrzeug angeordnet sein, welcher dazu eingerichtet ist, eine Fehlbedienung des Fahrzeugs **100** zu erfassen und in Abhängigkeit der erfassten Fehlbedienung ein viertes Sensorsignal zu erzeugen. Der Misuse-Sensor **140** ist beispielsweise dazu eingerichtet, eine Türöffnung einer Fahrzeugtür oder eine Schaltung des Scheinwerferlichtes zu erfassen. Das Fahrzeug **100** umfasst des Weiteren ein Steuergerät **150**, welches dazu eingerichtet ist, das Fahrzeug **100** teilautomatisch oder vollautomatisch bzw. automatisiert wenigstens in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und in Abhängigkeit des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals zu steuern. Das Steuergerät **150** ist insbesondere dazu eingerichtet, alle Sensorsignale des Sensorsystems des Fahrzeugs **100** zu empfangen und das Fahrzeug in Abhängigkeit dieser Sensorsignale zu steuern. Das Steuergerät **150** steuert insbesondere ein Lenksystem des Fahrzeugs **100**, ein Antriebssystem des Fahrzeugs **100** und/oder ein Bremssystem des Fahrzeugs **100** in Abhängigkeit erster, zweiter, dritter und/oder vierter Sensorsignale. Das Steuergerät **150** umfasst ein Sicherheitssystem **160**. Alternativ ist das Sicherheitssystem **160** eine gegenüber dem Steuergerät **150** separat ausgeführte Komponente des Fahrzeugs **100**. Das Sicherheitssystem **160** ist bevorzugt dazu eingerichtet, in Abhängigkeit eines ersten Sensorsignals und/oder eines zweiten Sensorsignals und/oder eines dritten Sensorsignals und/oder eines vierten Sensorsignals aktiviert zu werden. Die Aktivierung des Sicherheitssystems **160** ist beispielsweise abhängig von einer Überschreitung eines Betrags eines Schwellenwertes für ein jeweiliges erstes, zweites, drittes und/oder viertes Sensorsignal, wobei die Schwellenwerte bevorzugt potenziell gefährliche Fahrsituationen repräsentieren. Das Sicherheitssystem **160** kann alternativ das Steuergerät **150** permanent während des Betriebs des Fahrzeugs **100** überwachen beziehungsweise laufend beziehungsweise ununterbrochen ein Sicherheitsniveau einer Sollfunktion des Fahrzeugs **100** ermitteln. Das Sicherheitssystem **160** ist dazu eingerichtet, die Steuerung des Fahrzeugs **100** mittels des Steuergeräts **150** durch Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs **100** für eine aktuelle Fahrsituation zu überwachen. Mit anderen Worten bewertet das Sicherheitssystem **160** ein Sicherheitsniveau einer aktuellen Fahrsituation des Fahrzeugs **100**, wobei das Sicherheitsniveau insbesondere in Abhängigkeit einer Eigenbewegung des Fahrzeugs **100** und in Abhängigkeit von erkannten Objekten sowie deren Bewegung in der Umgebung des Fahrzeugs **100** ermittelt wird. Das Sicherheitssystem **160** ist deshalb dazu eingerichtet, das erzeugte

erste und zweite Sensorsignal des Sensorsystems, insbesondere alle Sensorsignale des Sensorsystems des Fahrzeugs **100**, zu empfangen und das Sicherheitsniveau der Sollfunktion des Fahrzeugs **100** in Abhängigkeit der empfangenen Sensorsignale des Sensorsystems zu ermitteln. Ein Insasse des Fahrzeugs **100**, insbesondere der Fahrer des Fahrzeugs **100**, wird vorzugsweise durch das Sicherheitssystem **160** in Abhängigkeit der empfangenen Sensorsignale des Sensorsystems gewarnt. Alternativ oder zusätzlich passt das Sicherheitssystem **160** die Steuerung des Fahrzeugs **100** mittels des Steuergeräts **150** in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus der Sollfunktion und/oder des ersten, zweiten, dritten und/oder vierten Sensorsignals an, beispielsweise ist das Sicherheitssystem **160** dazu eingerichtet, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100** in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus zu reduzieren.

[0020] In **Fig. 2** ist ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion als Blockschaltbild dargestellt. Zunächst erfolgt eine Erfassung **210** zumindest eines Teilbereichs einer Umgebung **190** des Fahrzeugs **100** und/oder eines Zustands der Umgebung **190** mittels wenigstens eines Umgebungssensors **110**. Der Umgebungssensor **110**, **111**, **112**, **113**, **114a**, **114b**, **115**, **116**, **117a**, **117b** oder **118** erzeugt im Schritt **210** ein erstes Sensorsignal in Abhängigkeit des erfassten Teilbereichs der Umgebung, so dass das erste Sensorsignal den erfassten Teilbereich der Umgebung **190** und/oder den erfassten Zustand der Umgebung **190** repräsentiert. Es kann vorgesehen sein, dass das erste Sensorsignal zusätzlich zumindest ein erkanntes Objekt beziehungsweise eine erkannte Objektklasse in der Umgebung und/oder eine Bewegung des erkannten Objektes in der Umgebung des Fahrzeugs repräsentiert. Des Weiteren wird im Schritt **220** eine Bewegungsgröße des (Ego-) Fahrzeugs **100** mittels wenigstens eines Bewegungssensors **120** erfasst, wobei der Bewegungssensor **120** in Abhängigkeit der erfassten Bewegungsgröße ein zweites Sensorsignal erzeugt. Das zweite Sensorsignal repräsentiert die erfasste Bewegungsgröße. Optional erfolgt in einem weiteren Schritt **230** eine Erfassung eines Aufmerksamkeitsniveaus zumindest eines Insassen des Fahrzeugs **100** mittels der Innenraumsensorvorrichtung **130**. Die Innenraumsensorvorrichtung **130** erzeugt daraufhin ein drittes Sensorsignal in Abhängigkeit des erfassten Aufmerksamkeitsniveaus, so dass das dritte Sensorsignal das erfasste Aufmerksamkeitsniveau des Insassen des Fahrzeugs repräsentiert. Anschließend wird optional im Schritt **240** eine Fehlbedienung des Fahrzeugs **100** mittels wenigstens des Misuse-Sensors **140** erfasst. Der Misuse-Sensor erzeugt ein viertes Sensorsignal in Abhängigkeit der erfassten Fehlbedienung, so dass das vierte Sensorsignal die erfasste Fehlbedienung des Fahrzeugs repräsentiert. Es kann

des Weiteren vorgesehen sein, dass eine optionale Ermittlung **250** einer Funktionsfähigkeit wenigstens eines Umgebungssensors **110**, eines Bewegungssensors **120**, einer Innenraumsensorvorrichtung **130** und/oder eines Misuse-Sensors **140** erfolgt. In einem anderen optionalen Schritt **260** wird das Sicherheitssystem **160** in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und/oder des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder des erzeugten vierten Sensorsignals aktiviert. Im Schritt **270** wird das Sicherheitsniveau der Sollfunktion des Fahrzeugs **100** zumindest in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und des erzeugten zweiten Sensorsignals mittels des Sicherheitssystems **160** ermittelt. Optional erfolgt die Ermittlung **270** des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs **100** zusätzlich in Abhängigkeit des erzeugten dritten Sensorsignals. Weiter optional erfolgt die Ermittlung **270** des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs **100** zusätzlich in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit der im Schritt **250** ermittelten Funktionsfähigkeit wenigstens eines Umgebungssensors **110**. Beispielsweise wird das Sicherheitsniveau in Abhängigkeit einer im Schritt **250** ermittelten Funktionsfähigkeit beziehungsweise eines ermittelten defekten Radarsensors im Schritt **270** als kritisch bestimmt. Die Ermittlung **270** erfolgt bevorzugt durch Vergleich des ersten Sensorsignals und des zweiten Sensorsignals und/oder des dritten Sensorsignals und/oder des vierten Sensorsignals mit einer Datenbank. Die Datenbank umfasst eine Vielzahl an ersten und zweiten Sensorsignaldaten und/oder dritten Sensorsignaldaten und/oder vierten Sensorsignaldaten und/oder ersten und zweiten und/oder dritten und/oder vierten Sensorsignaldaten-Kombinationen, welche jeweils einem bekannten Sicherheitsniveau zugeordnet sind. Besonders bevorzugt erfolgt die Ermittlung **270** des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs **100** mittels des Sicherheitssystems **160** durch ein angelerntes maschinelles Erkennungsverfahren, insbesondere durch ein neuronales Netz, wobei das angelernte maschinelle Erkennungsverfahren insbesondere in Abhängigkeit der oben beschriebenen Datenbank trainiert ist. Das Training des angelernten maschinellen Erkennungsverfahrens erfolgt folglich beispielsweise durch eine Datenbank, umfassend eine Vielzahl an ersten, zweiten, dritten und/oder vierten Sensorsignaldaten und/oder ersten, zweiten, dritten und/oder vierten Sensorsignaldaten-Kombinationen, welche jeweils einem bekannten Sicherheitsniveau zugeordnet sind. Die Ermittlung **270** des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs **100** kann optional zusätzlich in Abhängigkeit der im Schritt **250** ermittelten Funktionsfähigkeit des Umgebungssensors, des Bewegungssensors, der Innenraumsensorvorrichtung und/oder des Misuse-Sensors erfolgen. Es kann des Weiteren vorgesehen sein, dass die Ermittlung **270** des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs

100 in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten ersten Sensorsignals und/oder des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten vierten Sensorsignals erfolgt. In einem weiteren optionalen Schritt **280** erfolgt eine Anzeige einer Information für einen Insassen des Fahrzeugs **100** in Abhängigkeit des im Schritt **270** ermittelten Sicherheitsniveaus. Die angezeigte Information ist insbesondere eine Warnung, falls das ermittelte Sicherheitsniveau gegenüber einem vorher ermittelten Sicherheitsniveau reduziert wird. Es kann ferner vorgesehen sein, dass im optionalen Schritt **290** eine Steuerung des Fahrzeugs **100** in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus und/oder des erzeugten ersten Sensorsignals und/oder des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals angepasst wird. Durch die Anpassung **290** der Steuerung des Fahrzeugs **100** wird insbesondere ein Lenkwinkel eines Lenksystems des Fahrzeugs **100**, ein Bremsdruck eines Bremssystems des Fahrzeugs **100** und/oder ein Drehmoment des Antriebssystems und/oder eine Drehzahl des Antriebssystems des Fahrzeugs **100** angepasst. Die Anpassung **290** der Steuerung des Fahrzeugs **100** resultiert beispielsweise in Abhängigkeit eines ermittelten Sicherheitsniveaus in einem Spurwechsel des Fahrzeugs **100** und einer reduzierten Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100**. Die Anpassung **290** der Steuerung des Fahrzeugs **100** ist in einer optionalen Weiterführung eine Regelung in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus, welche bis zum Erreichen eines vorgegebenen Mindestsicherheitsniveaus durchgeführt wird. Die Anpassung **290** der Steuerung des Fahrzeugs **100** erfolgt insbesondere zusätzlich in Abhängigkeit vorgegebener Fahrzustände. Fahrzustände repräsentierten beispielsweise eine bestimmte Kombination an Betriebsparametern des Fahrzeugs **100**, welche beispielsweise für eine sichere Steuerung des Fahrzeugs bei starkem Regen auf einer Autobahn vorgegeben werden. Betriebsparameter sind beispielsweise eine Maximalbeschleunigung, eine Geschwindigkeit und/oder die Aktivierung beziehungsweise Deaktivierung eines Überholmanövers.

[0021] Es kann vorgesehen sein, dass das Steuergerät **150** im Schritt **265** (nicht dargestellt in **Fig. 2**) Objekte in der Umgebung **190** des Fahrzeugs **100** in Abhängigkeit des mindestens einen ersten Sensorsignals erkennt. Optional ermittelt das Steuergerät im Schritt **265** zusätzlich eine Bewegung des erkannten Objektes und/oder eine Bewegungstrajektorie des erkannten Objektes. Basierend auf der Objekterkennung **265** erzeugt das Steuergerät in Abhängigkeit des wenigstens einen erkannten Objektes im Schritt **266** ein Steuergerätesignal. Das erzeug-

te Steuergerätesignal wird an das Sicherheitssystem gesendet, wobei das Steuergerätesignal beispielsweise mindestens ein erkanntes Objekt in der Umgebung **190** des Fahrzeugs **100** und optional auch eine Bewegung des erkannten Objektes und/oder eine Bewegungstrajektorie des erkannten Objektes repräsentiert. Alternativ kann das basierend auf der erfassten Umgebung **190** erzeugte erste Sensorsignal insbesondere zusätzlich zu der erfassten Umgebung **190** mindestens ein erkanntes Objekt in der Umgebung **190** des Fahrzeugs **100** und optional auch eine Bewegung des erkannten Objektes und/oder optional eine Bewegungstrajektorie des erkannten Objektes repräsentieren. Demnach erfolgt in dieser Ausgestaltung eine erste Objekterkennung mittels des Steuergeräts **150** oder zusätzlich im Schritt **210** in Abhängigkeit der mittels wenigstens eines Umgebungssensors **110** erfassten Umgebung **190**. Die Ermittlung **270** des Sicherheitsniveaus mittels des Sicherheitssystems **160** ist in dieser bevorzugten optionalen Ausgestaltung dazu eingerichtet, das Steuergerätesignal und/oder das erste Sensorsignal beziehungsweise die erste Objekterkennung des Schritts **210** oder des Schritts **265** zu überprüfen. Mit anderen Worten resultiert durch den Schritt **270** als technischer Effekt eine Überprüfung eines im Schritt **210** oder im Schritt **265** erkannten Objektes in der Umgebung **190** des Fahrzeugs **100** auf eine mögliche fehlerhafte Erkennung, weil beispielsweise das Objekt real in der Umgebung gar nicht existiert (FP=false positive) und/oder das Objekt einer anderen als einer ermittelten Objektklasse entspricht. Bevorzugt resultiert auch der technische Effekt, dass eine Überprüfung einer Wahrscheinlichkeit für ein möglicherweise durch das erste Objekterkennungsverfahren nicht erkanntes Objekt in der Umgebung **190** des Fahrzeugs **100** durchgeführt wird (FN=false negativ). Die Ermittlung **270** kann zu diesen Zwecken in Abhängigkeit eines anderen Erkennungsalgorithmus beziehungsweise eines anderen Verfahrens zur Objekterkennung gegenüber der ersten Objekterkennung erfolgen. Die Ermittlung **270** erfolgt optional in Abhängigkeit des durch das erste Sensorsignal und/oder durch das Steuergerätesignal repräsentierten erkannten Objektes beziehungsweise der durch das erste Sensorsignal und/oder durch das Steuergerätesignal repräsentierten Position und/oder Bewegung des erkannten Objektes in der Umgebung, wobei die Ermittlung **270** vorzugsweise auf einen Teilbereich einer Umgebung beschränkt wird, in dem sich ein durch das erste Sensorsignal und/oder durch das Steuergerätesignal repräsentiertes erkanntes Objekt befindet und/oder in dem das Fahrzeug **100** kollisionsgefährdet ist und/oder in dem eine Wahrscheinlichkeit einer Objekterkennung unklarer als gewöhnlich ist, da beispielsweise eine Wahrscheinlichkeit eines anderen Objektes im Verfahren zur ersten Objekterkennung einen Schwellenwert überschreitet. Der im Schritt **270** vorzugsweise überprüfte Teilbereich der Umgebung wird durch einen anderen Erkennungs-

algorithmus gegenüber der ersten Objekterkennung auf ein Objekt überprüft. Mit anderen Worten erfolgt die Ermittlung **270** optional zusätzlich in Abhängigkeit eines gegenüber der ersten Objekterkennung anderen Verfahrens zur Objekterkennung. Die Ermittlung **270** des Sicherheitsniveaus erfolgt bevorzugt ferner durch einen Vergleich des Ergebnisses des anderen Verfahrens zur Objekterkennung mit dem Ergebnis der ersten Objekterkennung beziehungsweise erfolgt die Ermittlung **270** in Abhängigkeit eines erkannten Objektes, welches durch das Steuergerätesignals und/oder des ersten Sensorsignals repräsentiert wird.

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 Nicht-Patentliteratur

- ISO 26262-3 [0003]
- ISO 26262 [0003]
- ISO/PAS 21448 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Sicherheitsniveaus einer Sollfunktion eines Fahrzeugs (100), umfassend folgende Schritte

- Erfassung (210) einer Umgebung (190) des Fahrzeugs (100) und/oder eines Zustands der Umgebung (190) mittels wenigstens eines Umgebungssensors (110), wobei der Umgebungssensor (110, 111, 112, 113, 114a, 114b, 115, 116, 117a, 117b oder 118) ein erstes Sensorsignal erzeugt, welches den erfassten Teilbereich der Umgebung (190) und/oder den erfassten Zustand der Umgebung (190) repräsentiert,
- Erfassung (220) einer Bewegungsgröße des Fahrzeugs (100) mittels wenigstens eines Bewegungssensors (120), wobei der Bewegungssensor (120) ein zweites Sensorsignal erzeugt, welches die erfasste Bewegungsgröße repräsentiert, und
- Ermittlung (270) des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und des erzeugten zweiten Sensorsignals mittels eines Sicherheitssystems (160),

i. durch Vergleich des ersten Sensorsignals und des zweiten Sensorsignals mit einer Datenbank, umfassend eine Vielzahl an ersten und zweiten Sensorsignaldaten und/oder ersten und zweiten Sensorsignaldaten-Kombinationen, welche jeweils einem bekannten Sicherheitsniveau zugeordnet sind, oder
 ii. durch ein angelerntes maschinelles Erkennungsverfahren, insbesondere ein neuronales Netz, wobei das angelernte maschinelle Erkennungsverfahren insbesondere in Abhängigkeit der Datenbank trainiert ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend folgenden Schritt vor der Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion

- Aktivierung (260) des Sicherheitssystems (160) in Abhängigkeit des erzeugten ersten Sensorsignals und/oder des erzeugten zweiten Sensorsignals.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend folgende Schritte vor der Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion

- Erfassung (230) eines Aufmerksamkeitsniveaus wenigstens eines Insassen des Fahrzeugs mittels einer Innenraumsensorvorrichtung, wobei die Innenraumsensorvorrichtung ein drittes Sensorsignal erzeugt, welches das erfasste Aufmerksamkeitsniveau des Insassen repräsentiert, und
- Ermittlung (270) des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs (100) zusätzlich in Abhängigkeit des erzeugten dritten Sensorsignals.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend folgenden Schritte vor der Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion

- Erfassung (240) einer Fehlbedienung des Fahrzeugs mittels wenigstens eines Misuse-Sensors, wo-

bei der Misuse-Sensor ein viertes Sensorsignal erzeugt, welches die erfasste Fehlbedienung des Fahrzeugs repräsentiert, und

- Ermittlung (270) des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs (100) zusätzlich in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend folgenden Schritte vor der Ermittlung des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion

- Ermittlung (250) einer Funktionsfähigkeit des Umgebungssensors, der Innenraumsensorvorrichtung und/oder des Misuse-Sensors, und
- Ermittlung (270) des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs (100) zusätzlich in Abhängigkeit der ermittelten Funktionsfähigkeit des Umgebungssensors, des Bewegungssensors, der Innenraumsensorvorrichtung und/oder des Misuse-Sensors.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend folgenden Schritt

- Anzeige (280) einer Information für einen Insassen des Fahrzeugs (100), insbesondere einer Warnung, in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ermittlung (270) des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten ersten Sensorsignals und des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung des erzeugten vierten Sensorsignals erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend folgenden Schritte

- Erkennung (265) wenigstens eines Objektes in der Umgebung des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit des ersten Sensorsignals mittels des Steuergeräts (150) durch ein erstes Objekterkennungsverfahren,
- Erzeugung (266) eines Steuergerätesignals in Abhängigkeit des erkannten Objektes, und
- Ermittlung (270) des Sicherheitsniveaus der Sollfunktion des Fahrzeugs (100) zusätzlich in Abhängigkeit eines gegenüber dem ersten Objekterkennungsverfahren anderen Objekterkennungsverfahrens, wobei das andere Objekterkennungsverfahren insbesondere auf den Teilbereich der erfassten Umgebung beschränkt wird, in dem das durch das erste Objekterkennungsverfahren erkannte Objekt positioniert ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend folgenden Schritt

- Anpassung (290) einer Steuerung des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus und des erzeugten ersten Sensorsignals und/oder des erzeugten zweiten Sensorsignals und/oder

in Abhängigkeit des erzeugten dritten Sensorsignals und/oder in Abhängigkeit des erzeugten vierten Sensorsignals, wobei insbesondere eine Steuerung (290) des Lenksystems des Fahrzeugs (100), des Bremsystems des Fahrzeugs (100) und/oder des Antriebssystems des Fahrzeugs (100) und/oder des Fahrerinformationssystems des Fahrzeugs (100) angepasst werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Anpassung (290) der Steuerung des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit des ermittelten Sicherheitsniveaus eine Regelung ist, welche bis zum Erreichen eines vorgegebenen Mindestsicherheitsniveaus durchgeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei die Anpassung der Steuerung (290) des Fahrzeugs (100) zusätzlich in Abhängigkeit vorgegebener Fahrzustände erfolgt.

12. Computerprogramm, welches eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 auszuführen.

13. Sicherheitssystem (160) zur Überwachung eines Steuergeräts (150) eines Fahrzeugs (100), umfassend eine Recheneinheit, wobei die Recheneinheit dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen.

14. Fahrzeug, umfassend wenigstens folgende Komponenten

- einen Umgebungssensor (110, 111, 112, 113, 114a, 114b, 115, 116, 117a, 117b oder 118), welcher dazu eingerichtet ist, zumindest einen Teilbereich einer Umgebung (190) des Fahrzeugs (100) und/oder einen Zustand der Umgebung (190) zu erfassen,
- einen Bewegungssensor (120, 121, 122, 123, 124, 125), welcher dazu eingerichtet ist, zumindest eine Bewegungsgröße des Fahrzeugs (100) zu erfassen, und
- ein Sicherheitssystem (160) nach Anspruch 13.

15. Fahrzeug nach Anspruch 14, umfassend wenigstens folgende Komponenten

- eine Innenraumsensorvorrichtung (130), welche dazu eingerichtet ist, zumindest ein Aufmerksamkeitsniveau wenigstens eines Insassen des Fahrzeugs (100) zu erfassen, und/oder
- einen Misuse-Sensor (140), welcher dazu eingerichtet ist, eine Fehlbedienung des Fahrzeugs (100) zu erfassen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

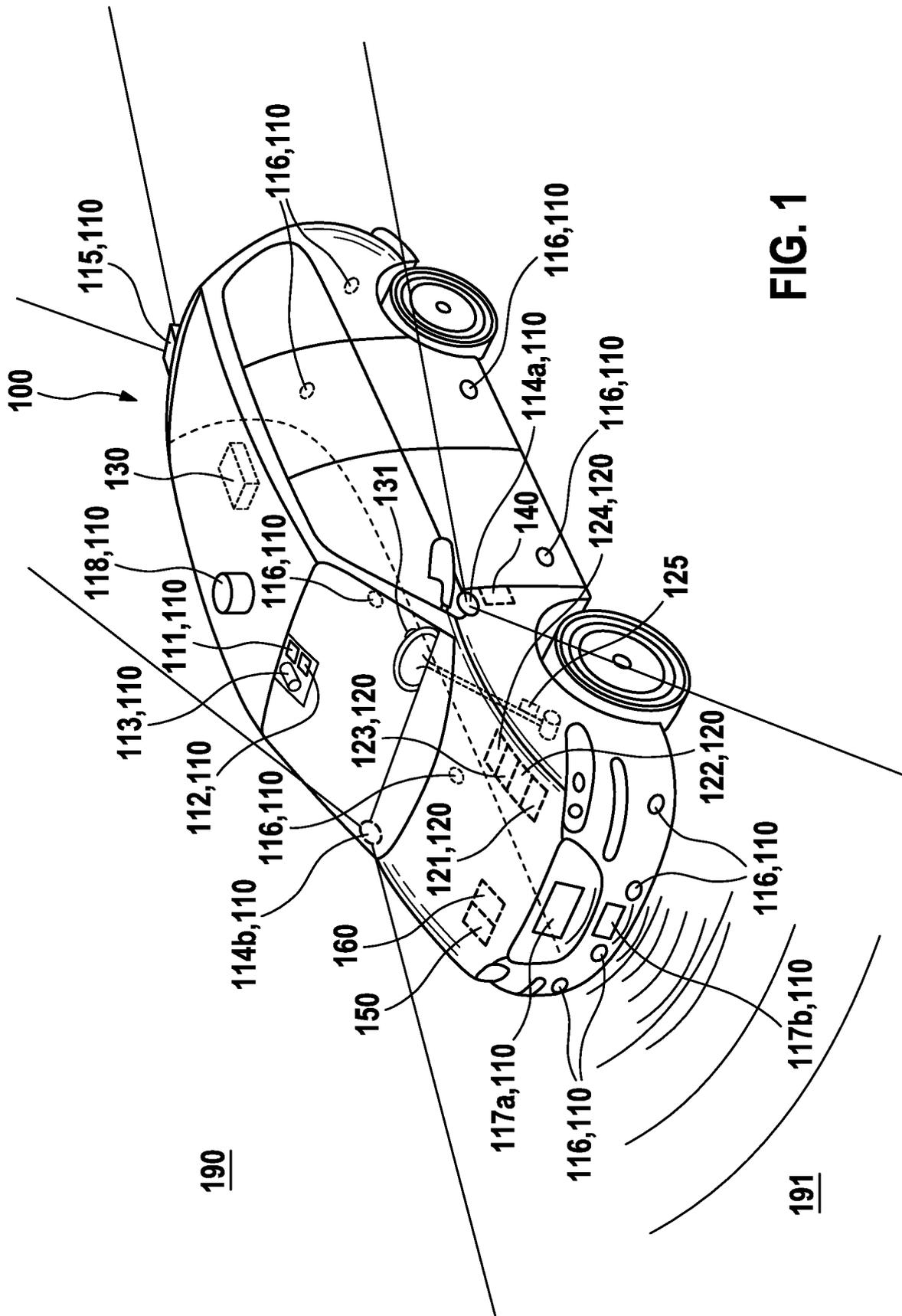


FIG. 1

FIG. 2

