

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50922/2018  
(22) Anmeldetag: 24.10.2018  
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2020

(51) Int. Cl.: **G01M 17/007** (2006.01)  
**G05D 1/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2017210222 A1  
US 2016280233 A1  
DE 102011088807 A1

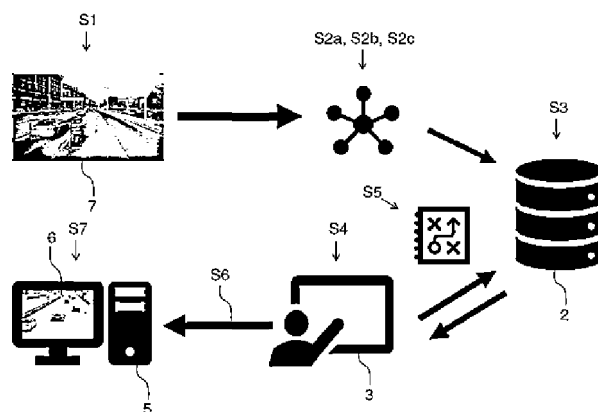
(73) Patentinhaber:  
AVL List GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Kaplan Emre Dr.  
Istanbul (TR)  
Leitner Andrea Dipl.Ing. Dr.  
8041 Graz (AT)  
Erdogan Ahmetcan PHD  
Istanbul (TR)  
Nager Markus Dipl.Ing. MA  
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)

### (54) Verfahren und Vorrichtung zum Testen eines Fahrerassistenzsystem

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (100) zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung (6). Es werden Verkehrsszenario-Beschreibungen (12) ermittelt, welche jeweils ein bestimmtes Verkehrsszenario charakterisieren und wenigstens einen Parameter aufweisen, mittels welchem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann. Dabei sind die Verkehrsszenario-Beschreibungen (12) in einer Verkehrsszenario-Datei abgelegt, in welcher der wenigstens eine Parameter in einem vorbestimmten Format abgelegt ist. Wenigstens eine Verkehrsszenario-Beschreibung (12) wird auf der Grundlage einer Eingabe eines Benutzers und/oder von vorgegebenen Kriterien ausgewählt. Zudem wird ein Testfall auf der Grundlage der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung (12) und von wenigstens einem vorgegebenen Wert für den wenigstens einen Parameter erzeugt, wobei der Testfall mit einer konkreten Realisierung des durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung (12) charakterisierten Verkehrsszenarios in Bezug auf den wenigstens einen Parameter korrespondiert und geeignet ist, eine Prüfumgebung (6) zu erzeugen, in welcher ein Fahrerassistenzsystem einem Prüflauf unterzogen werden kann. Anhand des erzeugten Testfalls kann ein Prüflauf durchgeführt werden.



## Beschreibung

### VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM TESTEN EINES FAHRERASSISTENZSYSTEMS

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung.

**[0002]** Moderne Fahrzeuge sind zunehmend mit Fahrerassistenzsystemen (engl. Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) ausgestattet, welche den Fahrer in bestimmten Fahrsituationen unterstützen. Die Unterstützung reicht von reinem Anzeigen möglicherweise relevanter Information (z.B. Ausgeben einer Warnung durch einen Spurwechselassistent) über teilautonome Eingriffe (z.B. Regulierung des auf die Radachsen aufgetragenen Moments durch ein Antiblockiersystem) bis hin zu vollautonomen Eingriffen in die Steuerung des Fahrzeugs (z.B. adaptive Geschwindigkeitsregelung durch einen Abstandsregeltempomat, engl. Adaptive Cruise Control, ACC).

**[0003]** Die Grundlage für solche Fahrerassistenzsysteme bilden in der Regel Sensordaten, etwa bereitgestellte Signale von Ultraschallsensoren, Radarsensoren oder Kameras, anhand denen die gegenwärtige Fahrsituation bestimmt und in Reaktion darauf die Funktion des jeweiligen Fahrerassistenzsystems ausgeführt werden kann. Insbesondere bei Fahrerassistenzsystemen, die (autonom) in die Steuerung des Fahrzeugs eingreifen, muss anhand der Sensordaten die gegenwärtige Fahrsituation höchst zuverlässig klassifiziert werden können.

**[0004]** Im Allgemeinen werden dabei bestimmte, einer Fahrsituation zugeordnete Regeln bzw. Kriterien aufgestellt, bei deren Erfüllung auf ein Vorliegen einer bekannten Fahrsituation geschlossen werden kann. Das Erfüllen der Regel bzw. Kriterien wirkt dabei z.B. als Auslöser für eine Aktion des Fahrerassistenzsystems. Beispielsweise kann ein Verkehrsszenario, in dem ein benachbartes Fahrzeug vor dem mit dem Fahrerassistenzsystem ausgestatteten Fahrzeug (EGO-Fahrzeug) in die gleiche Fahrspur einschert, dadurch erkannt werden, dass ein sensorisch erfasster transversaler Abstand senkrecht zur Fahrtrichtung zum benachbarten Fahrzeug abnimmt und schließlich, zumindest im Wesentlichen, den Wert 0 annimmt, wenn das benachbarte Fahrzeug sich unmittelbar vor dem EGO-Fahrzeug befindet.

**[0005]** Um solche Fahrerassistenzsysteme, insbesondere deren Reaktion in bereits bekannten Verkehrsszenarien, zu testen, werden im Allgemeinen bezüglich eines bekannten Verkehrsszenarios klassifizierte Sensordaten (engl. labeled sensor data) bereitgestellt und das zu testende Fahrerassistenzsystem mit diesen klassifizierten Sensordaten gefüttert. Um das Fahrerassistenzsystem zuverlässig zu testen, werden in der Regel eine Vielzahl von Sensordaten, die gegebenenfalls auch leichte Variationen des Verkehrsszenarios charakterisieren, benötigt.

**[0006]** Aus WO 2017/210222 A1 ist dazu das automatische Erzeugen von Simulationsszenarien zum Validieren eines Fahrerassistenzsystems bekannt. Eine Vielzahl solcher Simulationsszenarien kann dabei insbesondere durch Variation von aufgenommenen Szenarien erzeugt werden, wobei die Variationen auf einem Datenstrom basieren, der durch die Isolation von Unterschieden zwischen ähnlichen aufgenommenen Szenarien erzeugt wird.

**[0007]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das Testen von Fahrerassistenzsystemen weiter zu verbessern, insbesondere zu vereinfachen und/oder flexibler zu machen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0009]** Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein, insbesondere computergestütztes, Verfahren zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung, aufweisend die folgenden Arbeitsschritte: (i) Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen, welche jeweils ein bestimmtes Verkehrsszenario, insbesondere ein Cut-In-Manöver oder ein Cut-Out-Manöver, charakterisieren und wenigstens einen Parameter aufweisen, mittels welchem das

jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann, wobei die Verkehrsszenario-Beschreibungen vorzugsweise, insbesondere jeweils, in einer Verkehrsszenario-Datei abgelegt sind, in welcher der wenigstens eine Parameter in einem vorbestimmten, insbesondere generischen, Format abgelegt ist; (ii) Auswählen von wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung auf der Grundlage einer Eingabe eines Benutzers, insbesondere einer Angabe des wenigstens einen Parameters oder wenigstens eines vom Benutzer eingegebenen Werts oder Wertebereichs für den wenigstens einen Parameter, und/oder von vorgegebenen Kriterien; und (iii) Erzeugen eines Testfalls auf der Grundlage der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung und von wenigstens einem vorgegebenen, insbesondere vom Benutzer eingegebenen, Wert für den wenigstens einen Parameter und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenario-Beschreibungen, wobei der Testfall mit einer konkreten Realisierung des durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierten Verkehrsszenarios und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenarien in Bezug auf den wenigstens einen vorgegebenen Wert des wenigstens einen Parameters korrespondiert und geeignet ist, eine Prüfumgebung zu erzeugen, in welcher ein Fahrerassistenzsystem einem Prüflauf unterzogen werden kann.

**[0010]** Eine Randbedingung im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Verkehrssituation, eine Witterung, eine initiale Geschwindigkeit des Fahrzeugs mit dem zu testenden Fahrerassistenzsystem (im Folgenden: Testfahrzeug) und/oder anderen Verkehrsteilnehmern, eine Straßengeometrie bzw. ein Straßenverlauf, ein Abstand des Testfahrzeugs zu einem oder mehreren anderen Verkehrsteilnehmern, eine Konfiguration des Testfahrzeugs und/oder anderer Verkehrsteilnehmer wie etwa eine Beladung, z.B. ein Anhänger, und/oder dergleichen. Eine Randbedingung kann insbesondere jeder denkbare Faktor sein, der die Steuerung des mit dem Fahrerassistenzsystem ausgestatteten Fahrzeugs durch das Fahrerassistenzsystem beeinflusst.

**[0011]** Ein Testfall (Engl: Test Case) im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Script, z.B. eine Abfolge von Aktionen von Verkehrsteilnehmern, welches eine Prüfung eines Fahrerassistenzsystems ermöglicht. Ein Testfall kann beispielsweise ein Script sein, auf dessen Grundlage eine Simulation zum Testen des Fahrerassistenzsystems durchgeführt werden kann.

**[0012]** Eine Prüfumgebung im Sinne der Erfindung ist insbesondere der Inhalt einer Simulation, die eine konkrete (virtuelle) Realisierung eines Verkehrsszenarios erzeugt. Mit anderen Worten kann eine Prüfumgebung beispielsweise eine simulierte Umgebung des Testfahrzeugs sein, in der sich wenigstens andere Verkehrsteilnehmer, gegebenenfalls auch das Testfahrzeug selber, in einer vordefinierten Weise bewegen, insbesondere vorgegebene Aktionen ausführen.

**[0013]** Ein vorbestimmtes Format im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine vordefinierte (Daten-)Struktur. Ein vorbestimmtes Format kann beispielsweise einem bestimmten Schema, z.B. einer bestimmten Anordnung bzw. Reihenfolge mehrerer Parameter und/oder einer bestimmten Kodierung des wenigstens einen Parameters in der Verkehrsszenario-Datei, entsprechen. Es ist etwa denkbar, dass mehrere Parameter in einer Tabelle, insbesondere einer zwei- oder drei-, gegebenenfalls auch mehrdimensionalen, Matrix abgespeichert werden.

**[0014]** Ein Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen im Sinne der Erfindung ist insbesondere Erfassen, z.B. beim Durchführen realer oder simulierter Versuche. Ein Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen kann aber auch ein Einlesen sein, z.B. aus Datenbanken und/oder dergleichen.

**[0015]** Die Erfindung basiert insbesondere auf dem Ansatz, aus vorzugsweise mehreren Verkehrsszenario-Beschreibungen, die jeweils ein bestimmtes Verkehrsszenario charakterisieren und in bevorzugter Weise in einem vorbestimmten, insbesondere generischen, Format vorliegen, wenigstens eine Verkehrsszenario-Beschreibung auszuwählen und auf Grundlage davon wenigstens einen Testfall zum Erzeugen einer Prüfumgebung, die sich zum Testen eines Fahrerassistenzsystems eignet, zu generieren. Die von den Verkehrsszenario-Beschreibungen charakterisierten Verkehrsszenarien entsprechen dabei vorzugsweise spezifischen Verkehrsszenarien wie etwa Cut-In-Manövern (Einschermanövern) oder einem Cut-Out-Manövern (Aus-

schermanövern). Die Verkehrsszenario-Beschreibungen beschreiben das jeweilige Verkehrsszenario in bevorzugter Weise jedoch in einer allgemeinen, generischen Form, ohne durch die Verkehrsszenario-Beschreibungen dabei eine konkrete Ausführung dieser Manöver vorgegeben ist. Der Testfall hingegen korrespondiert in bevorzugter Weise mit einer konkreten Realisierung des Verkehrsszenarios, das durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisiert ist.

**[0016]** Dabei kann sowohl die wenigstens eine Verkehrsszenario-Beschreibung auf Grundlage einer Benutzereingabe, beispielsweise durch Angabe wenigstens eines Parameters oder eingegebenen Werten oder Wertebereichen für einen oder mehrere Parameter, welche Randbedingungen der Verkehrsszenarien anpassen, insbesondere festlegen, ausgewählt werden als auch der wenigstens eine Testfall aus der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung erzeugt werden. Die Parameter können dabei beispielsweise als Variablen in den Verkehrsszenarien dienen.

**[0017]** Der Benutzer kann beispielsweise eingeben, dass das Testfahrzeug, d.h. das mit dem Fahrerassistenzsystem ausgestattete Fahrzeug, mit einer konstanten, vom Benutzer gewählten Geschwindigkeit auf einer ersten Fahrspur geradeaus fährt und von einem anderen Fahrzeug auf einer benachbarten zweiten Fahrspur überholt wird, wobei das andere Fahrzeug in einem vom Benutzer gewählten Abstand zum Testfahrzeug auf die erste Fahrspur einschert. Anhand dieser Eingaben kann im Folgenden eine Datenbank mit darin gespeicherten Verkehrsszenario-Dateien, welche die Verkehrsszenario-Beschreibungen in dem vorgegebenen Format enthalten, durchsucht werden, um Verkehrsszenario-Beschreibungen auszuwählen, mit denen das durch die Benutzereingabe charakterisierte konkrete Verkehrsszenario realisierbar ist. Die vom Benutzer eingegebenen Parameter und/oder Randbedingungen können dann, etwa wie Werte in eine mathematische Funktion, in die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung eingesetzt werden, um wenigstens einen Testfall zu erzeugen, mit dem eine Simulation durchgeführt und dadurch das Fahrerassistenzsystem getestet werden kann.

**[0018]** Dadurch, dass durch die Benutzereingabe wenigstens eine Verkehrsszenario-Beschreibung, insbesondere aus einer Vielzahl von Verkehrsszenario-Beschreibungen, auswählbar ist, kann auf eine gegebenenfalls aufwändige, Szenario- bzw. Manöverspezifische Aufbereitung von Datensätzen zur Erzeugung von Prüfumgebungen verzichtet werden. Erfindungsgemäß können Prüfläufe zum Testen eines Fahrerassistenzsystems daher besonders unkompliziert und schnell und/oder in großer Anzahl durchgeführt werden. Insbesondere dadurch, dass die Verkehrsszenario-Beschreibungen in einem vorgegebenen, vorzugsweise generischen, Format abgelegt sein können, wird ein Zugriff auf eine große Bandbreite von Verkehrsszenarien ermöglicht.

**[0019]** Insgesamt erlaubt es die Erfindung, das Testen von Fahrerassistenzsystemen weiter zu verbessern, insbesondere zu vereinfachen und/oder flexibler zu machen.

**[0020]** Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung und deren Weiterbildungen beschrieben, die jeweils, soweit dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird, beliebig miteinander sowie mit den im Weiteren beschriebenen Aspekten der Erfindung kombiniert werden können.

**[0021]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt auf: Durchführen eines Prüflaufs unter Anwendung des erzeugten Testfalls. Dadurch kann das Fahrerassistenzsystem auf zuverlässige Weise, insbesondere auf Grundlage eines spezifisch angepassten Verkehrsszenarios, getestet werden.

**[0022]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren die folgende Arbeitsschritte auf: (i) Ermitteln wenigstens eines Datensatzes, der wenigstens ein, insbesondere reales, Verkehrsszenario charakterisiert; und (ii) Identifizieren von wenigstens einem Parameter in dem wenigstens einen ermittelten Datensatz, mittels welchem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann, insbesondere an eine initiale Geschwindigkeit eines EGO-Fahrzeugs, auf welches sich das Verkehrsszenario bezieht. Ein

EGO-Fahrzeug im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Fahrzeug, aus dessen Sicht das, insbesondere reale, Verkehrsszenario abläuft.

**[0023]** Das Identifizieren von wenigstens einem Parameter in dem wenigstens einen Datensatz erlaubt es in besonders zuverlässiger Weise, im Folgenden auf Grundlage der Benutzereingabe wenigstens eine Verkehrsszenario-Beschreibung aus einer Vielzahl von Verkehrsszenario-Beschreibungen auszuwählen. Insbesondere kann somit wenigstens ein Verkehrsszenario auf Grundlage des identifizierten Parameters ausgewählt werden, z.B. alle Verkehrsszenario-Beschreibungen, die ein mit einem ermittelten Datensatz korrespondierendes Verkehrsszenario charakterisieren und daher auch den identifizierten Parameter aufweisen. Mit anderen Worten kann auf diese Weise die Anzahl möglicher, zum Testen des Fahrerassistenzsystems relevanter Verkehrsszenarien erhöht werden.

**[0024]** Der wenigstens eine Datensatz wird dabei vorzugsweise auf Grundlage eines Sensordatenstroms, der beispielsweise von einer Sensoreinrichtung zum Erfassen des (realen) Fahrzeugumfelds des EGO-Fahrzeugs erzeugt wird, ermittelt, insbesondere aus dem Sensordatenstrom extrahiert. Der Sensordatenstrom kann dabei beispielsweise in der Weise verarbeitet werden, dass das Fahrzeugumfeld des EGO-Fahrzeugs klassifiziert wird, also z.B. Objekte wie andere Verkehrsteilnehmer, Verkehrszeichen, Hindernisse und/oder dergleichen erkannt und markiert (engl: labeled) werden. Aus dem verarbeiteten Sensordatenstrom kann dann der wenigstens eine Datensatz erzeugt werden. Mit anderen Worten basiert der wenigstens eine ermittelte Datensatz vorzugsweise auf aufbereiteten Sensordaten, die beim Erfassen eines realen Fahrzeugumfelds erzeugt wurden und die zusätzliche Meta-Information, d.h. aus Rohdaten abgeleitete und daher über die im Sensordatenstrom enthaltene reine physikalische Information hinausgehende Information, enthalten. Insbesondere diese Meta-Information erlaubt die Identifikation des wenigstens einen Parameters, mittels welchem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann.

**[0025]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird das Identifizieren des wenigstens einen Parameters mittels eines Vergleichs eines klassifizierten Fahrzeugumfelds in zeitlich aufeinander folgenden Szenen des wenigstens einen, durch den wenigstens einen ermittelten Datensatz charakterisierten Verkehrsszenarios durchgeführt. Ein klassifiziertes Fahrzeugumfeld im Sinne der Erfindung ist hierbei insbesondere eine Beschreibung des Fahrzeugumfelds eines Fahrzeugs, die über reine physikalische Information hinausgeht. Das klassifizierte Fahrzeugumfeld, welches vorzugsweise durch den bereitgestellten Datensatz charakterisiert ist, kann dabei insbesondere Meta-Information enthalten, welche das klassifizierte Fahrzeugumfeld zu verschiedenen Zeitpunkten vergleichbar macht. Vorzugsweise enthält das klassifizierte Fahrzeugumfeld dabei Meta-Information, auf deren Grundlage in einzelnen Szenen des wenigstens einen, durch den wenigstens einen ermittelten Datensatz charakterisierten Verkehrsszenarios erkannte und markierte (engl. labeled) Objekte identifizierbar und z.B. deren Positionen, deren Geschwindigkeiten, deren Konfiguration und/oder dergleichen in den aufeinanderfolgenden Szenen miteinander vergleichbar sind. Dadurch kann der wenigstens eine Parameter besonders zuverlässig und/oder automatisiert identifiziert werden.

**[0026]** Vorzugsweise werden aus dem klassifizierten Fahrzeugumfeld in jeder Szene des wenigstens einen, durch den wenigstens einen ermittelten Datensatz charakterisierten Verkehrsszenarios die Zustände der Elemente des Fahrzeugumfelds, d.h. z.B. der im Fahrzeugumfeld identifizierten Objekte wie etwa andere Verkehrsteilnehmer, abgeleitet und in zeitlich aufeinanderfolgenden Szenen miteinander verglichen, insbesondere voneinander subtrahiert. Ein Zustand eines Elements des Fahrzeugumfelds im Sinne der Erfindung enthält hierbei insbesondere wenigstens eine physikalische Größe, die das Element, insbesondere relativ zum EGO-Fahrzeug, charakterisiert, z.B. die Geschwindigkeit des Elements, die Position des Elements, die Konfiguration des Elements und/oder dergleichen.

**[0027]** Ändert sich der Zustand eines Elements in den aufeinanderfolgenden Szenen, wird der wenigstens eine Parameter in bevorzugter Weise als diejenige physikalische Größe identifiziert, die die Änderung des Zustands bedingt. Dadurch kann der wenigstens eine Parameter beson-

ders leicht identifiziert werden.

**[0028]** Beispielsweise kann aus dem klassifizierten Fahrzeugumfeld in einer ersten Szene die Geschwindigkeit und die Größe eines anderen Verkehrsteilnehmers entnommen werden und mit der Geschwindigkeit bzw. Größe dieses Verkehrsteilnehmers in einer darauffolgenden zweiten Szene verglichen werden. Üblicherweise wird sich die Geschwindigkeit des Verkehrsteilnehmers im Verlauf des Verkehrsszenario ändern und kann daher als Parameter identifiziert werden. Die Größe des Verkehrsteilnehmers ändert sich dagegen üblicherweise nicht und wird daher auch nicht als Parameter identifiziert.

**[0029]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt auf: Erzeugen wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung auf der Grundlage des ermittelten Datensatzes oder der ermittelten Datensätze, wobei die Verkehrsszenario-Beschreibung das bestimmte Verkehrsszenario charakterisiert und wobei der wenigstens eine identifizierte Parameter in dem vorbestimmten Format abgelegt wird. Das Ablegen des wenigstens einen identifizierten Parameters im bestimmten Format, insbesondere in einer Verkehrsszenario-Datei, entspricht dabei in bevorzugter Weise dem Erzeugen eines standardisierten Formats bzw. einer standardisierten Verkehrsszenario-Beschreibung. Mit anderen Worten wird durch das Ablegen des wenigstens einen identifizierten Parameters im bestimmten Format eine standardisierte Definition des wenigstens einen entsprechenden Verkehrsszenarios, das durch die wenigstens einen ermittelten Datensatz charakterisiert ist, gespeichert. Der aus einem Sensordatenstrom extrahierte wenigstens eine Datensatz kann dadurch insbesondere in einer generischen Form als Verkehrsszenario-Beschreibung bereitgestellt und im Folgenden zur Erzeugung wenigstens eines Testfalls ausgewählt werden.

**[0030]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt auf: Ablegen der erzeugten Verkehrsszenario-Beschreibung, insbesondere der Verkehrsszenario-Datei, in einer Verkehrsszenario-Datenbank, wobei auch weitere Verkehrsszenario-Dateien in der Verkehrsszenario-Datenbank abgelegt sind. Diese Verkehrsszenario-Datenbank ist dabei vorzugsweise als No-SQL-Datenbank eingerichtet und beinhaltet eine standardisierte Definition des wenigstens einen Verkehrsszenarios, das durch den wenigstens einen ermittelten Datensatz charakterisiert ist. Durch Ablegen der erzeugten Verkehrsszenario-Beschreibung in der Datenbank kann dem Erzeugen von Testfällen eine Vielzahl von, insbesondere realen, Verkehrsszenarien zu Grunde gelegt werden.

**[0031]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren des Weiteren wenigstens einen der folgenden Arbeitsschritte auf: (i) Ermitteln der vorgegebenen Werte aus einer Prüflauf-Datenbank; und/oder (ii) Ermitteln der vorgegebenen Werte aus einer Benutzereingabe, insbesondere über eine Benutzerschnittstelle. Beispielsweise kann wenigstens ein Wert oder Wertebereich für den wenigstens einen Parameter, der sich z.B. bei vorangehenden Tests eines Fahrerassistenzsystems als sinnvoll erwiesen hat, aus der Prüflauf-Datenbank ausgelesen und zum Erzeugen des wenigstens einen Testfall herangezogen werden. Alternativ oder zusätzlich kann ein Benutzer bei einer Benutzereingabe, insbesondere bei der Eingabe zur Auswahl von wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung, wenigstens einen Wert oder Wertebereich für den wenigstens einen Parameter angeben. Dadurch können Testfälle automatisiert und schnell erzeugt und/oder dem Benutzer ein hohes Maß an Kontrolle über die Erzeugung der Testfälle und damit über das Prüfen des Fahrerassistenzsystems gegeben werden.

**[0032]** Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung, die ein Mittel zum Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen aufweist, wobei die Verkehrsszenario-Beschreibungen vorzugsweise jeweils ein bestimmtes Verkehrsszenario, insbesondere ein Cut-In-Manöver oder ein Cut-Out-Manöver, charakterisieren und wenigstens einen Parameter aufweisen, mittels welchem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann. Das Mittel zum Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen ist zudem vorzugsweise dazu eingerichtet, die Verkehrsszenario-Beschreibungen, insbesondere jeweils, in einer Verkehrsszenario-Datei abzulegen, in welcher der wenigstens eine Parameter in einem vorbestimmten, insbeson-

dere generischen, Format abgelegt ist. Das Mittel zum Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen kann dabei insbesondere als Schnittstelle oder Sensoreinrichtung eingerichtet sein. Zudem weist die Vorrichtung vorzugsweise ein Mittel zum Auswählen von wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung auf der Grundlage einer Eingabe eines Benutzers und/oder von vorgegebenen Kriterien auf, wobei das Mittel zum Auswählen von wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung insbesondere als erstes Modul einer Datenverarbeitungseinrichtung, z.B. als entsprechende Software, ausgebildet sein kann. Zudem weist die Vorrichtung vorzugsweise ein Mittel zum Erzeugen eines Testfalls auf der Grundlage der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung und von wenigstens einem vorgegebenen Wert für den wenigstens einen Parameter und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenario-Beschreibungen auf, wobei der Testfall mit einer konkreten Realisierung des durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierten Verkehrsszenarios und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenarios in Bezug auf den wenigstens einen vorgegebenen Wert des wenigstens einen Parameters korrespondiert und geeignet ist, eine Prüfumgebung zu erzeugen, in welcher ein Fahrerassistenzsystem einem Prüflauf unterzogen werden kann. Das Mittel zum Erzeugen des Testfalls kann insbesondere als zweites Modul der Datenverarbeitungseinrichtung, z.B. als entsprechende Software, eingerichtet sein kann.

**[0033]** Ein Mittel im Sinne der vorliegenden Erfindung kann hard- und/oder softwaretechnisch ausgebildet sein, insbesondere eine, vorzugsweise mit einem Speicher- und/oder Bussystem daten- bzw. signalverbundene, insbesondere digitale, Verarbeitungs-, insbesondere Mikroprozessoreinheit (CPU) oder ein Modul einer solchen und/oder ein oder mehrere Programme oder Programmmodule aufweisen. Die CPU kann dazu ausgebildet sein, Befehle, die als ein in einem Speichersystem abgelegtes Programm implementiert sind, abzuarbeiten, Eingangssignale von einem Datenbus zu erfassen und/oder Ausgangssignale an einen Datenbus abzugeben. Ein Speichersystem kann ein oder mehrere, insbesondere verschiedene, Speichermedien, insbesondere optische, magnetische, Festkörper- und/oder andere nicht-flüchtige Medien, aufweisen. Das Programm kann derart beschaffen sein, dass es die hier beschriebenen Verfahren verkörpert bzw. auszuführen imstande ist, so dass die CPU die Schritte solcher Verfahren ausführen kann und damit insbesondere eine Hubkolbenmaschine steuern und/oder überwachen kann.

**[0034]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Verkehrsszenario-Datenbank auf, in der Verkehrsszenario-Beschreibungen in Form von Verkehrsszenario-Dateien abgelegt sind bzw. werden, die jeweils wenigstens einen in einem vorbestimmten, insbesondere generischen, Format vorliegenden Parameter, mittels welchem ein durch die jeweilige Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisiertes Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann, enthalten.

**[0035]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung auch eine Eingabeeinrichtung auf, mittels der ein Benutzer eine Eingabe zur Auswahl von wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung, insbesondere aus in der Verkehrsszenario-Datenbank gespeicherten Verkehrsszenario-Beschreibungen, vornehmen kann.

**[0036]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Simulationseinrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, einen Prüflauf unter Anwendung des erzeugten Testfalls auszuführen. Die Simulationseinrichtung kann dazu beispielsweise ein Simulationsumgebung wie MATLAB/Simulink, IPG CarMaker, PreScan, SUMO SCANer oder Virtual Test Drive (VTD) aufweisen.

**[0037]** Die in Bezug auf den ersten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausgestaltung beschriebenen Merkmale und Vorteile gelten, zumindest wo technisch sinnvoll, auch für den zweiten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausgestaltung sowie umgekehrt.

**[0038]** Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren, in denen durchgängig dieselben Bezugszeichen für dieselben oder einander entsprechende Elemente der Erfindung verwendet werden. Es zeigen wenigstens teilweise schematisch:

**[0039]** Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**[0040]** Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und

**[0041]** Fig. 3 ein Beispiel für eine Verkehrsszenario-Beschreibung.

**[0042]** Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung. Die Vorrichtung 100 weist eine Verkehrsszenario-Datenbank 2 mit darin gespeicherten Verkehrsszenario-Beschreibungen, die jeweils ein bestimmtes Verkehrsszenario charakterisieren, eine Eingabeeinrichtung 3 zum Auswählen wenigstens einer der in der Verkehrsszenario-Datenbank 2 gespeicherten Verkehrsszenario-Beschreibungen, eine Datenverarbeitungseinrichtung 4 zum Erstellen eines Testfalls, der mit einer konkreten Realisierung des durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierten Verkehrsszenarios korrespondiert, auf Grundlage der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung und einer Simulationseinrichtung 5 zum Durchführen eines Prüflaufs unter Anwendung des erzeugten Testfalls, insbesondere einer auf Grundlage des Testfalls erzeugten Prüfumgebung.

**[0043]** Die Verkehrsszenario-Beschreibungen charakterisieren in bevorzugter Weise jeweils ein spezifisches Verkehrsszenario, beispielsweise ein Cut-In-Manöver oder ein Cut-Out-Manöver, in einer generischen Weise. Mit anderen Worten stellen die Verkehrsszenario-Beschreibungen vorzugsweise jeweils ein Verkehrsszenario, insbesondere wenigstens ein konkretes Fahrmanöver eines am Verkehrsszenario beteiligten Fahrzeugs, in einer abstrakten Form dar.

**[0044]** Die Verkehrsszenario-Beschreibungen sind dabei in bevorzugter Weise in Form von Verkehrsszenario-Dateien in der Verkehrsszenario-Datenbank 2 gespeichert. Aufgrund des bevorzugten generischen Charakters der Verkehrsszenario-Beschreibungen können die Verkehrsszenario-Dateien unabhängig vom jeweils charakterisierten (spezifischen) Verkehrsszenario dabei in einem vorbestimmten, insbesondere generischen, Format gespeichert sein. Dadurch wird beispielsweise eine Identifikation und/oder eine Parametrisierung des durch die jeweilige Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierten Verkehrsszenarios ermöglicht oder zumindest vereinfacht.

**[0045]** Die in der Verkehrsszenario-Datenbank 2 gespeicherten Verkehrsszenario-Beschreibungen können zu diesem Zweck beispielsweise wenigstens einen Parameter, etwa Geschwindigkeiten und/oder Positionen der im Verkehrsszenario enthaltenen Verkehrsteilnehmer, aufweisen, mit dem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann. Der jeweils wenigstens eine Parameter ist in bevorzugter Weise in den Verkehrsszenario-Dateien enthalten. Insbesondere kann das vorgegebene Format der Verkehrsszenario-Dateien dem vorgegebenen Format des wenigstens einen Parameters, mit dem der wenigstens eine Parameter in der Verkehrsszenario-Datei abgelegt ist, entsprechen. Mit anderen Worten kann das vorgegebene Format der Verkehrsszenario-Dateien durch die Struktur, mit welcher der wenigstens eine Parameter in der Verkehrsszenario-Datenbank 2 gespeichert ist, vorgegeben bzw. gebildet sein. Dadurch wird die Parametrisierung der Verkehrsszenarien ermöglicht.

**[0046]** Über den wenigstens einen, in den Verkehrsszenario-Dateien jeweils enthaltenen Parameter kann auch wenigstens eine Verkehrsszenario-Beschreibung ausgewählt werden. Beispielsweise kann ein Benutzer über die Eingabeeinrichtung 3 wenigstens einen Parameter angeben bzw. spezifizieren, welcher bei der Erstellung von Testfällen berücksichtigt werden soll. Insbesondere ist es denkbar, dass der Benutzer über die Eingabeeinrichtung 3 wenigstens einen Wert oder Wertebereich für den wenigstens einen Parameter eingibt, so dass in der Datenbank diejenigen Verkehrsszenario-Beschreibungen ausgewählt werden können, welche den entsprechenden Parameter aufweisen bzw. in denen der entsprechende Parameter den eingegebenen Wert oder Wertebereich annehmen kann.

**[0047]** Zu diesem Zweck kann die Eingabeeinrichtung 3 beispielsweise eine graphische Benutzeroberfläche aufweisen, in welcher der Benutzer Angaben zur Auswahl der wenigstens einen Verkehrsszenario-Beschreibung, insbesondere zu dem wenigstens einen Parameter, machen kann. Somit dient die Eingabeeinrichtung 3 in bevorzugter Weise als Benutzerschnittstelle.

**[0048]** Die Datenverarbeitungseinrichtung 4 ist in bevorzugter Weise dazu eingerichtet, wenigstens einen vorgegebenen Wert für den wenigstens einen Parameter zur Erzeugung des Testfalls auf Grundlage der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung zu berücksichtigen, wobei der wenigstens eine vorgegebene Wert beispielsweise durch die Eingabeeinrichtung 3 bereitgestellt werden kann. Durch Vorgeben wenigstens eines Wertes für den wenigstens einen Parameter kann das durch die ausgewählte, vorzugsweise generische bzw. abstrakte, Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierte Verkehrsszenario konkretisiert werden, so dass der Testfall in bevorzugter Weise einer spezifischen Realisierung des Verkehrsszenarios entspricht.

**[0049]** Anhand des von der Datenverarbeitungseinrichtung 4 erzeugten Testfalls kann die Simulationseinrichtung 5 in bevorzugter Weise eine Prüfumgebung erzeugen, in welcher ein Fahrerassistenzsystem einem Prüflauf unterzogen werden kann. Beispielsweise kann die Simulationseinrichtung 5 auf Grundlage des erzeugten Testfalls ein virtuelles, insbesondere dynamisches, Fahrzeugumfeld simulieren, in welchem die Reaktion des Fahrerassistenzsystems in dem durch den Testfall konkretisierten Verkehrsszenario getestet wird. Die Parametrisierung der Verkehrsszenarien, die jeweils durch eine Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisiert sind, erlaubt entsprechend das Testen des Fahrerassistenzsystems unter verschiedenen Bedingungen, z.B. bei verschiedenen Witterungen, auf verschiedenen Straßensegmenten, bei verschiedenen Fahrzeuggeschwindigkeiten, mit oder ohne Anhänger und/oder dergleichen.

**[0050]** Figur 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens 1 zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung 6. Dabei wird in einem Verfahrensschritt S1 vorzugsweise ein beim Erfassen eines realen Fahrzeugumfelds mittels einer Sensoreinrichtung erzeugter Sensordatenstrom 7 verarbeitet. Der Sensordatenstrom 7 kann insbesondere derart aufbereitet werden, dass parametrisierbare Datensätze, die jeweils wenigstens ein Verkehrsszenario charakterisieren, erzeugt und als, insbesondere generische, Verkehrsszenario-Beschreibungen in einer Datenbank 2 abgelegt werden können. Diese Verkehrsszenario-Beschreibungen dienen im Folgenden als Grundlage für die Erzeugung wenigstens eines Testfalls, mit dem die Prüfumgebung 6 zum Testen des Fahrerassistenzsystems erzeugbar ist.

**[0051]** Vorzugsweise wird der Sensordatenstrom 7 im Verfahrensschritt S1 verarbeitet, insbesondere analysiert, z.B. indem das durch den Sensordatenstrom 7 abgebildete Fahrzeugumfeld klassifiziert wird. Dabei können beispielsweise Elemente des Fahrzeugumfelds in einzelnen durch Sensordatenfusion erhaltenen Momentaufnahmen des Fahrzeugumfelds, die einzelnen Szenen eines realen (spezifischen) Verkehrsszenarios entsprechen, erkannt und markiert (engl. labeled) werden. Somit wird vorzugsweise sog. Meta-Information, die über die reine aufgrund der sensorischen Erfassung des Fahrzeugumfelds physikalische Information hinausgeht, erzeugt. Beispielsweise können in diesem Rahmen Objektlisten von im Fahrzeugumfeld erkannten Objekten, etwa anderen Verkehrsteilnehmern oder Verkehrszeichen, erzeugt werden. Eine solche Verarbeitung des Sensordatenstroms 7 kann beispielsweise durch einen regelbasierten Ansatz, bei dem vorgegebene Ereignisse erkannt und markiert werden, implementiert werden.

**[0052]** Mit anderen Worten wird auf Grundlage des Sensordatenstroms 7 vorzugsweise ein Umgebungsmodell erzeugt, welches beispielsweise die Objekte um das mit der Sensoreinrichtung ausgestatteten EGO-Fahrzeugs repräsentiert.

**[0053]** In einem weiteren Verfahrensschritt S2a kann auf Grundlage des derart verarbeiteten Sensordatenstroms 7, insbesondere aus der dabei erzeugte Meta-Information wie etwa einer Objektliste, wenigstens ein Datensatz, der wenigstens ein durch die Sensoreinrichtung erfasstes Verkehrsszenario charakterisiert, ermittelt werden. Z.B. können mit einzelnen Verkehrsszenarien korrespondierende aufbereitete Sensordaten, die etwa durch erkannte vorgegebene Ereignisse identifiziert werden, aus dem Sensordatenstrom 7 selektiv extrahiert werden. Dies kann auch als Szenario-Mining bezeichnet werden.

**[0054]** In einem weiteren Verfahrensschritt S2b wird vorzugsweise für den wenigstens einen ermittelten Datensatz wenigstens ein Parameter identifiziert, mittels dem das durch den wenig-

tens einen ermittelten Datensatz charakterisierte wenigstens eine Verkehrsszenario an Randbedingungen, etwa an eine Witterung, eine Geschwindigkeit des EGO-Fahrzeugs und/oder dergleichen, angepasst werden kann. Mit anderen Worten kann das durch den wenigstens einen ermittelten Datensatz charakterisierte wenigstens eine Verkehrsszenario parametrisiert werden.

**[0055]** Die Identifikation des wenigstens einen Parameters kann beispielsweise erreicht werden, indem aus dem klassifizierten Fahrzeugumfeld, d.h. dem wenigstens einen Datensatz, die Zustände von Elementen des Fahrzeugumfelds, etwa von erkannten Objekten wie andere Verkehrsteilnehmer, ermittelt und in aufeinanderfolgenden Szenen des durch den wenigstens einen Datensatz charakterisierten Verkehrsszenarios miteinander verglichen werden. Dabei kann ein Zustand eines Elementes des Fahrzeugumfelds beispielsweise durch physikalische Größen wie etwa eine Geschwindigkeit, Position, Konfiguration und/oder dergleichen definiert sein. In bevorzugter Weise wird wenigstens ein Parameter insbesondere dann identifiziert, wenn eine Änderung eines Zustands eines Elementes in den zeitlich aufeinanderfolgenden Szenen des Verkehrsszenarios, Beispielsweise eine Änderung der Geschwindigkeit oder der Position, auftritt.

**[0056]** Da die Verkehrsszenario-Beschreibung in bevorzugter Weise durch den in Verfahrensschritt S2a ermittelten Datensatz und den wenigstens einen in Verfahrensschritt S2b identifizierten Parameter definiert ist, können die Verfahrensschritte S2a und S2b auch als ein Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen verstanden und in einem Verfahrensschritt S2c zusammengefasst werden. Alternativ oder zusätzlich können solche Verkehrsszenario-Beschreibungen aber auch anderweitig ermittelt werden, etwa aus anderen Datenbanken wie etwa NCAP-, DVP und/oder Unfalldatenbanken (nicht gezeigt).

**[0057]** In einem weiteren Verfahrensschritt S3 wird der wenigstens eine Datensatz mit dem wenigstens einen derart parametrisierten Verkehrsszenario als, insbesondere generische, Verkehrsszenario-Beschreibung in einer Verkehrsszenario-Datei abgelegt und in der Verkehrsszenario-Datenbank 2 gespeichert. Dabei kann insbesondere der wenigstens eine identifizierte Parameter in einem vorgegebenen, insbesondere generischen, Format in der Verkehrsszenario-Datei abgelegt werden.

**[0058]** In einem weiteren Verfahrensschritt S4 kann dann durch eine Eingabe eines Benutzers, etwa über eine Eingabeeinrichtung 3, wenigstens eine der ermittelten und in der Verkehrsszenario-Datenbank 2 gespeicherten Verkehrsszenario-Beschreibungen ausgewählt werden. Z.B. kann der Benutzer wenigstens einen Parameter, mit dem die durch die Verkehrsszenario-Beschreibungen charakterisierten Verkehrsszenarien an Randbedingungen angepasst werden können, angeben.

**[0059]** Die wenigstens eine bezüglich der Benutzereingabe relevante bzw. ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung wird einer Datenverarbeitungseinrichtung zur Verfügung gestellt, die auf Grundlage dieser Verkehrsszenario-Beschreibung und wenigstens einem, insbesondere durch die Benutzereingabe, vorgegebenen Wert für den wenigstens einen Parameter in einem weiteren Verfahrensschritt S6 wenigstens einen Testfall erzeugt, welcher mit einer konkreten Realisierung des durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierten Verkehrsszenarios korrespondiert. Der wenigstens eine erzeugte Testfall kann zur Erzeugung einer Prüfumgebung zum Testen des Fahrerassistenzsystems genutzt werden.

**[0060]** Der Benutzer kann dabei über seine Eingabe den Test des Fahrerassistenzsystems beeinflussen, insbesondere konfigurieren, beispielsweise indem er Randbedingungen für den das von der wenigstens einen Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierte Verkehrsszenario vorgibt, insbesondere den Ablauf des Verkehrsszenarios, z.B. das Auflösen einer Verkehrssituation, spezifiziert. Dazu kann der Benutzer z.B. entsprechende Parameter, auf deren Grundlage der wenigstens eine Testfall erstellt wird, auswählen. Es ist insbesondere denkbar, dass der Benutzer über seine Eingabe direkt relevante Verkehrsszenario-Beschreibungen auswählt und, z.B. durch Vorgeben wenigstens eines Wertes oder Wertebereichs eines entsprechenden Parameters, modifiziert.

**[0061]** Solche modifizierten Verkehrsszenario-Beschreibungen können in einem weiteren Verfahrensschritt S5, gegebenenfalls zusammen mit erzeugten Testfällen, in der Verkehrsszenario-Datenbank abgelegt werden, wo Sie zu einem späteren Zeitpunkt zum, insbesondere schnelleren, Erzeugen von Testfällen ausgewählt werden können.

**[0062]** In einem weiteren Verfahrensschritt S7 wird mittels einer Simulationseinrichtung 5 aus dem wenigstens einen erzeugten Testfall eine Prüfumgebung 6 zum Testen eines Fahrerassistenzsystems erzeugt, beispielsweise ein virtuelles Fahrzeugumfeld. Die Simulationseinrichtung 5 kann zu diesem Zweck eine Simulationsumgebung, etwa MATLAB/Simulink, IPG CarMaker, PreScan, SUMO SCANer oder Virtual Test Drive (VTD) aufweisen. Die Prüfumgebung 6 kann dabei unabhängig von der verwendeten Simulationsumgebung erzeugt werden, da die Verkehrsszenario-Beschreibungen in der Verkehrsszenario-Datenbank 2 als Verkehrsszenario-Dateien in einem vorgegebenen, insbesondere generischen, Format abgelegt sind und dementsprechend auch die Testfälle in einem standardisierten Format, z.B. dem OpenSCENARIO-Format, erzeugt werden können.

**[0063]** Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Ausführungsbeispielen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens eines Ausführungsbeispiels gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

**[0064]** Figur 3 zeigt ein Beispiel für eine Verkehrsszenario-Beschreibung 11 in einer schematischen Darstellung. In bevorzugter Weise entspricht die gezeigte Verkehrsszenario-Beschreibung 12 einer allgemeinen Beschreibung eines spezifischen Verkehrsszenarios, insbesondere einem Fahrmanöver wie etwa einem Cut-In-Manöver (Einschermanöver) im gezeigten Beispiel, bei dem ein EGO-Fahrzeug 8, auf welches sich das Verkehrsszenario bezieht, von einer ersten Fahrspur 9a auf eine zweite, benachbarte Fahrspur 9b hinter einem vorausfahrenden Fahrzeug 10 einschert, wie durch den Pfeil angedeutet ist. Auf Grundlage einer entsprechenden Verkehrsszenario-Beschreibung 12 könnte z.B. ein Fahrerassistenzsystem, z.B. ein Abstandsregeltempomat (Adaptive Cruise Control, ACC) auf seine Reaktion beim und/oder nach dem Einscheren getestet werden.

**[0065]** Eine solche, ein Verkehrsszenario charakterisierende Verkehrsszenario-Beschreibung 12 kann auf verschiedene Weisen ermittelt werden. Beispielsweise können Verkehrsszenario-Beschreibungen aus NCAP, DVP und/oder Unfall-Datenbanken geladen werden. Alternativ oder zusätzlich können Sensordaten gesammelt werden, welche das Verkehrsszenario charakterisieren, etwa indem entsprechende Simulationen durchgeführt oder das mit einer Sensoreinrichtung zur Erfassung des Fahrzeugumfelds ausgestattete EGO-Fahrzeug 8 eine Testfahrt absolviert und aus einem dabei von der Sensoreinrichtung erzeugten Sensordatenstrom ein Abschnitt, der mit dem Verkehrsszenario korrespondiert, als Sensordaten extrahiert wird.

**[0066]** Der Sensordatenstrom zeichnet sich im Hinblick auf das Cut-In-Manöver beispielsweise dadurch aus, dass das vorausfahrende Fahrzeug 10 plötzlich mitten in einem Erfassungsbereich 11 einer Sensoreinheit der Sensoreinrichtung, etwa einem LIDAR-Sensor, beim Wechseln der Fahrspuren 9a, 9b erfasst wird. Dieses Ereignis kann daher als Auslöser (Trigger) für das Cut-In-Manöver aufgefasst und, vorzugsweise zusammen mit weiteren entsprechenden Auslösern, zur Extraktion der Sensordaten aus dem Sensordatenstrom genutzt werden.

**[0067]** Auf Grundlage der derart extrahierten Sensordaten werden vorzugsweise im Folgenden Parameter identifiziert, die Randbedingungen des Verkehrsszenarios festlegen, beispielsweise die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs 8 und des vorausfahrenden Fahrzeugs 10, der Abstand des Ego-Fahrzeugs 8 vom vorausfahrenden Fahrzeug 10 zu Beginn und/oder am Ende des Cut-In-Manövers, die von den Fahrzeugen 8, 10 jeweils benutzten Fahrspuren 9a, 9b und/oder dergleichen. Die derart identifizierten Parameter legen in bevorzugter Weise fest, wie das Cut-In-Manöver abläuft.

**[0068]** Die Parameter können dabei insbesondere identifiziert werden, indem verschiedene Zustände der beiden Fahrzeuge 8, 10, welche durch die Parameter definiert sind und die während des Ablaufs des Verkehrsszenarios, insbesondere zu Beginn und am Ende des Verkehrsszenarios, auftreten, miteinander verglichen, insbesondere voneinander subtrahiert, werden.

**[0069]** Die derart identifizierten Parameter werden in bevorzugter Weise zumindest als Teil der Verkehrsszenario-Beschreibung 12 in einer Verkehrsszenario-Datei abgelegt, die zusammen mit weiteren Verkehrsszenario-Dateien, z.B. aus NCAP, DVP und/oder Unfall-Datenbanken, eine Verkehrsszenario-Datenbank bildet. Vorzugsweise wird die Verkehrsszenario-Datei dabei mit einer Markierung (Tag) versehen, welche die in der Verkehrsszenario-abgelegte Verkehrsszenario-Beschreibung 12 als mit einem Cut-In-Manöver korrespondierend kennzeichnet.

**[0070]** Zur Erzeugung eines Testfalls (Test Case), auf dessen Grundlage eine Prüfumgebung generierbar ist, in der das Fahrerassistenzsystem des EGO-Fahrzeugs 8 (im Folgenden als Testfahrzeug bezeichnet, da es mit dem zu testenden Fahrerassistenzsystem ausgestattet ist), getestet werden kann, kann die Verkehrsszenario-Beschreibung 12 des Cut-In-Manövers, die wie voranstehend beschrieben ermittelt wurde, ausgewählt werden, z.B. durch eine Benutzereingabe, durch die alle mit der entsprechenden Markierung gekennzeichnete Verkehrsszenario-Beschreibungen 12 abgerufen werden. Werte für die Parameter der ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung 12 können, z.B. ebenfalls durch eine Benutzereingabe oder durch Abrufen aus einer Parameter-Datenbank, vorgegeben werden. Das durch die ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung 12 charakterisierte Cut-In-Manöver wird daraufhin in bevorzugter Weise an die durch die Parameter und/oder weitere, z.B. durch die Benutzereingabe vorgegebene, Kriterien definierten Randbedingungen angepasst.

**[0071]** Beispielsweise kann für die, insbesondere laterale, Geschwindigkeit des Testfahrzeugs 8 ein Wert vorgegeben werden, der geringer ist als beim Erfassen des realen Cut-In-Manövers. Entsprechend läuft die durch den Testfall charakterisierte Realisierung des Cut-In-Manövers langsamer ab bzw. dauert länger. Auf diese Weise kann auch für andere Parameter wenigstens ein Wert oder Wertebereich vorgegeben werden, um eine oder mehrere Realisierungen des Cut-In-Manövers zu erzeugen. Entsprechend können leicht und ohne großen Aufwand mehrere verschiedene Testfälle auf Grundlage der einen Verkehrsszenario-Beschreibung 12 erzeugt werden.

## BEZUGSZEICHENLISTE

|        |                                |
|--------|--------------------------------|
| 1      | Verfahren                      |
| S1-S7  | Verfahrensschritte             |
| 2      | Verkehrsszenario-Datenbank     |
| 3      | Eingabeeinrichtung             |
| 4      | Datenverarbeitungseinrichtung  |
| 5      | Simulationseinrichtung         |
| 6      | Prüfumgebung                   |
| 7      | Sensordatenstrom               |
| 8      | EGO-Fahrzeug bzw. Testfahrzeug |
| 9a, 9b | Fahrspur                       |
| 10     | anderes Fahrzeug               |
| 11     | Erfassungsbereich              |
| 12     | Verkehrsszenario-Beschreibung  |
| 100    | Vorrichtung                    |

## Patentansprüche

1. Verfahren (1) zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung (6), aufweisend die folgenden Arbeitsschritte:
  - Ermitteln (S2c) von Verkehrsszenario-Beschreibungen (12), welche jeweils ein bestimmtes Verkehrsszenario, insbesondere ein Cut-In-Manöver oder ein Cut-Out-Manöver, charakterisieren und wenigstens einen Parameter aufweisen, mittels welchem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann, wobei die Verkehrsszenario-Beschreibungen (12) vorzugsweise, insbesondere jeweils, in einer Verkehrsszenario-Datei abgelegt sind oder werden, in welcher der wenigstens eine Parameter in einem vorbestimmten, insbesondere generischen, Format abgelegt ist;
  - Auswählen (S4) von wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung (12) auf der Grundlage einer Eingabe eines Benutzers und/oder von vorgegebenen Kriterien; und
  - Erzeugen (S6) eines Testfalls auf der Grundlage der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung (12) und von wenigstens einem vorgegebenen Wert für den wenigstens einen Parameter und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenario-Beschreibungen, wobei der Testfall mit einer konkreten Realisierung des durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung (12) charakterisierten Verkehrsszenarios und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenarien in Bezug auf den wenigstens einen vorgegebenen Wert des wenigstens einen Parameters korrespondiert und geeignet ist, eine Prüfumgebung (6) zu erzeugen, in welcher ein Fahrerassistenzsystem einem Prüflauf unterzogen werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren aufweisend den folgenden Arbeitsschritt:
  - Durchführen (S7) eines Prüflaufs unter Anwendung des erzeugten Testfalls.
3. Verfahren (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, des Weiteren folgende Arbeitsschritte aufweisend:
  - Ermitteln (S2a) wenigstens eines Datensatzes, der wenigstens ein, insbesondere reales, Verkehrsszenario charakterisiert; und
  - Identifizieren (S2b) von wenigstens einem Parameter in dem wenigstens einen ermittelten Datensatz, mittels welchem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann, insbesondere an eine initiale Geschwindigkeit eines Ego-Fahrzeugs, auf welches sich das Verkehrsszenario bezieht.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Identifizieren des wenigstens einen Parameters mittels eines Vergleichs eines klassifizierten Fahrzeugumfelds in zeitlich aufeinander folgenden Szenen des wenigstens einen, durch den wenigstens einen ermittelten Datensatz charakterisierten Verkehrsszenarios durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, des Weiteren den Arbeitsschritt aufweisend:
  - Erzeugen wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung (12) auf der Grundlage des ermittelten Datensatzes oder der ermittelten Datensätze, wobei die Verkehrsszenario-Beschreibung (12) das bestimmte Verkehrsszenario charakterisiert und wobei der wenigstens eine identifizierte Parameter in dem vorbestimmten Format abgelegt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, des Weiteren den Arbeitsschritt aufweisend:  
Ablegen (S3) der erzeugten Verkehrsszenario-Beschreibung (12), insbesondere der Verkehrsszenario-Datei, in einer Verkehrsszenario-Datenbank (2), wobei auch weitere Verkehrsszenario-Dateien in der Verkehrsszenario-Datenbank (2) abgelegt sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, des Weiteren wenigstens einen der folgenden Arbeitsschritte aufweisend:
  - Ermitteln der vorgegebenen Werte aus einer Prüflauf-Datenbank; und/oder - Ermitteln der vorgegebenen Werte aus einer Benutzereingabe, insbesondere über eine Benutzerschnittstelle.

8. Vorrichtung (100) zum Testen eines Fahrerassistenzsystems für ein Fahrzeug in einer Prüfumgebung (6), aufweisend:
- Mittel, insbesondere Schnittstelle oder Sensoreinrichtung, zum Ermitteln von Verkehrsszenario-Beschreibungen (12), welche jeweils ein bestimmtes Verkehrsszenario, insbesondere ein Cut-In-Manöver oder ein Cut-Out-Manöver, charakterisieren und wenigstens einen Parameter aufweisen, mittels welchem das jeweilige Verkehrsszenario an Randbedingungen angepasst werden kann, und vorzugsweise zum Ablegen der Verkehrsszenario-Beschreibungen (12), insbesondere jeweils, in einer Verkehrsszenario-Datei, in welcher der wenigstens eine Parameter in einem vorbestimmten, insbesondere generischen, Format abgelegt ist;
  - Mittel, insbesondere erstes Modul einer Datenverarbeitungseinrichtung, zum Auswählen von wenigstens einer Verkehrsszenario-Beschreibung (12) auf der Grundlage einer Eingabe eines Benutzers und/oder von vorgegebenen Kriterien; und
  - Mittel, insbesondere zweites Modul einer Datenverarbeitungseinrichtung, zum Erzeugen eines Testfalls auf der Grundlage der wenigstens einen ausgewählten Verkehrsszenario-Beschreibung (12) und von wenigstens einem vorgegebenen Wert für den wenigstens einen Parameter und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenario-Beschreibungen, wobei der Testfall mit einer konkreten Realisierung des durch die wenigstens eine ausgewählte Verkehrsszenario-Beschreibung charakterisierten Verkehrsszenarios und vorzugsweise weiterer Verkehrsszenarien in Bezug auf den wenigstens einen vorgegebenen Wert des wenigstens einen Parameters korrespondiert und geeignet ist, eine Prüfumgebung (6) zu erzeugen, in welcher ein Fahrerassistenzsystem einem Prüflauf unterzogen werden kann.

**Hierzu 3 Blatt Zeichnungen**

1/3

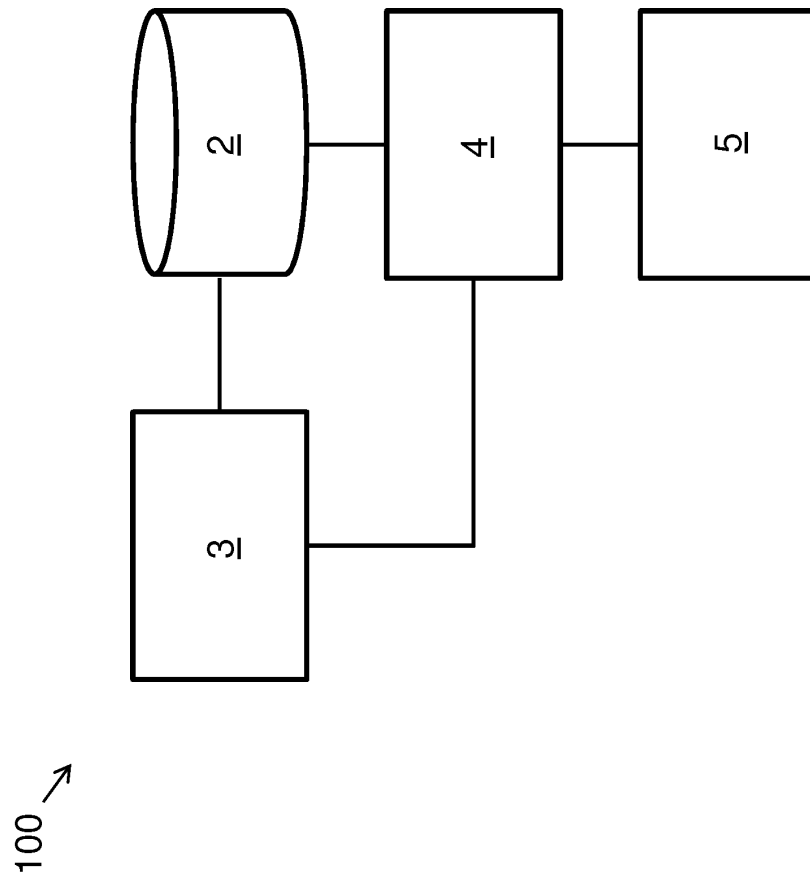
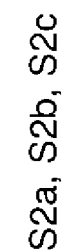


Fig. 1



3/3

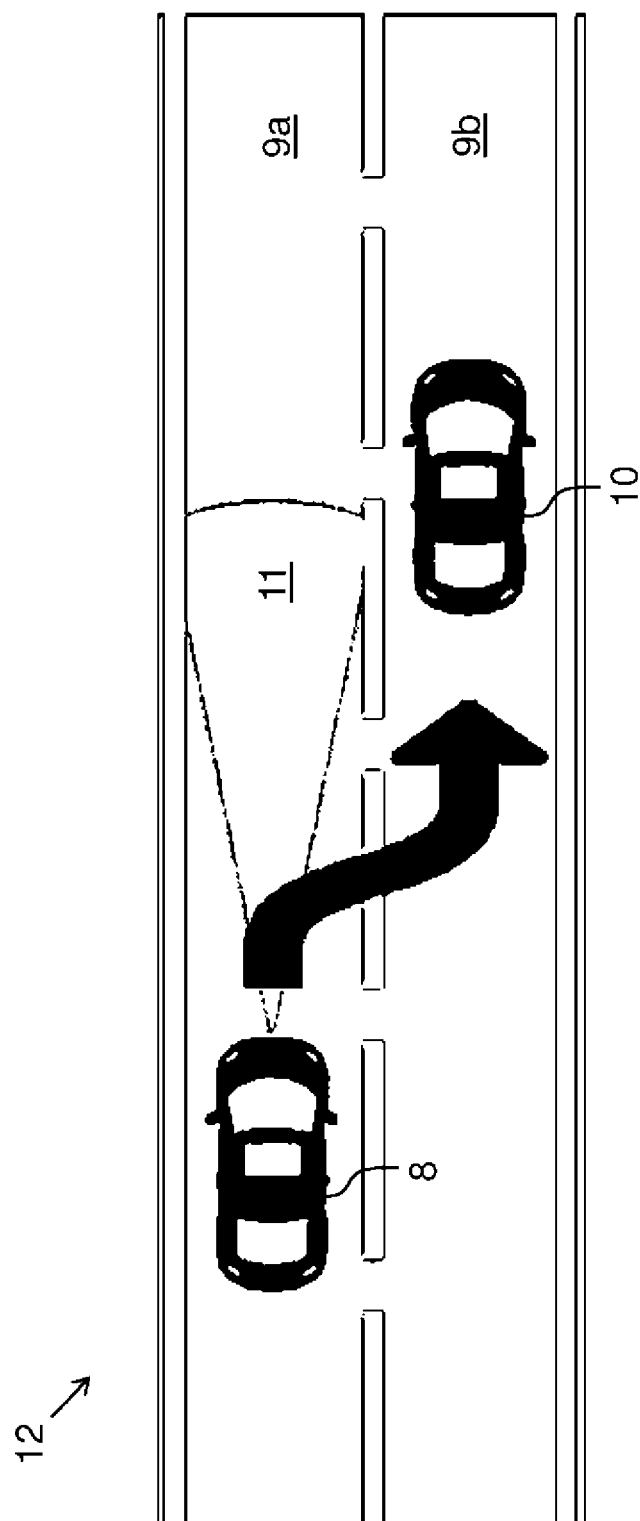


Fig. 3