

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
5. Oktober 2017 (05.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/167801 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G08G 1/0962 (2006.01) G06K 9/00 (2006.01)
G05D 1/02 (2006.01) G08G 1/0967 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/057400

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. März 2017 (29.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 205 152.0 29. März 2016 (29.03.2016) DE

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: SCHÖGGL, Peter; Oberberg 89, 8151
Hitzendorf (AT). HOLZINGER, Jürgen;
Weiberfelderweg 123, 8054 Graz (AT). GREBE, Uwe,
Dieter; Spielbergweg 8, 8052 Graz (AT). OSWALD,
Mario; Toscanaweg 5a, 8072 Fernitz (AT).

(74) Anwalt: WALLINGER RICKER SCHLOTTER
TOSTMANN PATENT- UND RECHTSANWÄLTE
PARTNERSCHAFT MBB; Michael WALLINGER,
Zweibrückenstraße 5-7, 80331 München (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVER ASSISTANCE SYSTEM FOR SUPPORTING A DRIVER WHEN DRIVING A VEHICLE

(54) Bezeichnung : FAHRERASSISTENZSYSTEM ZUM UNTERSTÜTZEN EINES FAHRERS BEIM FÜHREN EINES
FAHRZEUGS

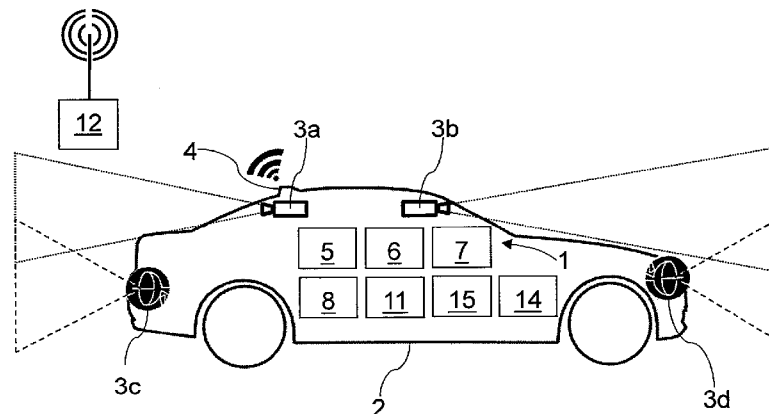


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a driver assistance system for supporting a driver when driving a vehicle. The driver assistance system preferably has at least one sensor which is designed to at least partly detect a driving situation of a vehicle and at least one first data interface for reading traffic data of a route lying ahead. Furthermore, the driver assistance system preferably comprises at least one second data interface for reading lane data, in particular the topography and/or lane course of a lane section lying ahead and/or a preceding lane section. A prediction module of the driver assistance system is preferably designed to dynamically simulate at least one future driving scenario on the basis of the current driving situation, the traffic data, and the lane data and to dynamically simulate and output possible trajectories of the vehicle on the basis of the at least one future driving scenario. An optimization module of the driver assistance system is preferably designed to select and output one of the possible trajectories using at least one specified boundary condition which characterizes a driving style attribute of the driver assistance system, and a control module is preferably connected to the longitudinal system, the brake system, and/or the drive system of the vehicle so as to guide the vehicle on the basis of the selected trajectory.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/167801 A1



KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs, wobei das Fahrerassistenzsystem vorzugsweise wenigstens einen Sensor aufweist, welcher eingerichtet ist, eine Fahrsituation eines Fahrzeugs wenigstens teilweise zu erfassen und wenigstens eine erste Datenschnittstelle zum Einlesen von Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke. Weiterhin umfasst das Fahrerassistenzsystem vorzugsweise wenigstens eine zweite Datenschnittstelle zum Einlesen von Fahrbahndaten, insbesondere Topographie und/oder Fahrbahnverlauf eines vorausliegenden Fahrbahnabschnitts und/oder eines zurückliegenden Fahrbahnabschnitts. Ein Vorhersagemodul des Fahrerassistenzsystems ist vorzugsweise eingerichtet, um auf der Grundlage der momentanen Fahrsituation, den Verkehrsdaten und den Fahrbahndaten wenigstens ein zukünftiges Fahrscenario dynamisch zu simulieren und wiederum auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrscenario mögliche Trajektorien des Fahrzeugs dynamisch zu simulieren und auszugeben. Ein Optimierungsmodul des Fahrerassistenzsystems ist vorzugsweise eingerichtet, um anhand von wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystem charakterisiert, eine der möglichen Trajektorien auszuwählen und auszugeben und ein Steuermodul ist vorzugsweise mit dem Längssystem, dem Bremssystem und/oder dem Antriebssystem des Fahrzeugs in der Weise verbunden, um das Fahrzeug auf der Grundlage der ausgewählten Trajektorie zu führen.

Fahrerassistenzsystem zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs

5

Beschreibung

10 Die Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs, welches wenigstens einen Sensor aufweist, der eingerichtet ist, um das Fahrzeug wenigstens teilweise zu erfassen. Des Weiteren weist das Fahrerassistenzsystem wenigstens eine erste Datenschnittstelle zum Einlesen von Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke und eine zweite Datenschnittstelle zum Einlesen von
15 Fahrbahndaten eines vorausliegenden und/oder zurückliegenden Fahrbahnabschnitts auf. Ein Steuermodul, welches mit dem Lenksystem, dem Bremssystem und/oder dem Antriebssystem des Fahrzeugs verbunden ist, dient dabei dazu, das Fahrzeug zu führen.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein entsprechendes Verfahren zum Unterstützen eines
20 Fahrers.

Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl unterschiedlicher Sensorsysteme zur Erfassung der Umgebung eines Fahrzeugs bekannt. Mittels dieser Sensorsysteme ist es beispielsweise möglich, Spurbegrenzungen im Straßenverkehr zu erkennen oder den Abstand zu einem Vorfahrzeug und somit eine relative Position des Vorfahrzeugs zu
25 bestimmen. Auch kann mittels der bekannten Sensorsysteme eine Relativgeschwindigkeit zum Vorfahrzeug bestimmt werden.

Auf Basis dieser durch die Sensorsysteme gesammelten Informationen können Fahrzeuge in automatisierten Betriebsmodi betrieben werden. In diesen Betriebsmodi, insbe-
30

sondere in einem hochautomatisierten oder vollautomatisierten Betriebsmodus, wird dem Fahrer das Führen des Fahrzeugs teilweise oder sogar vollständig abgenommen.

Ein hochautomatisiertes Fahrzeug ist hierbei ein Fahrzeug, bei welchem ein Fahrerassistenzsystem die Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum und/oder in spezifischen Situationen übernimmt, wobei der Fahrer das System dabei nicht überwacht, jedoch bei Bedarf zum Führen des Fahrzeugs mit ausreichender Zeitreserve aufgefordert wird. Grenzen des Fahrerassistenzsystems werden von diesem vorzugsweise selbst erkannt. Insbesondere ist das Fahrerassistenzsystem jedoch nicht in der Lage, aus jeder Ausgangssituation den risikominimalen Zustand herbeizuführen.

Ein vollautomatisiertes Fahrzeug ist hierbei ein Fahrzeug, bei dem ein Fahrerassistenzsystem die Quer- und Längsführung vollständig in einem definierten Anwendungsfall übernimmt, der Fahrer muss das Fahrerassistenzsystem dabei nicht überwachen. Vor dem Verlassen des Anwendungsfalls fordert das Fahrerassistenzsystem den Fahrer, vorzugsweise mit ausreichender Zeitreserve, zur Übernahme der Führung des Fahrzeugs auf. Erfolgt dies nicht, wird in das Fahrerassistenzsystem vorzugsweise in den risikominimalen Zustand zurückgeführt. Grenzen des Fahrerassistenzsystems werden bevorzugt vom Fahrerassistenzsystem selbst erkannt. Das Fahrerassistenzsystem ist vorzugsweise in allen Situationen selbst in der Lage, einen risikominimalen Zustand herbeizuführen.

Fahrerassistenzsysteme für hochautomatisierte oder vollautomatisierte Fahrzeuge vereinigen hierbei eine Vielzahl von Funktionen, wie beispielsweise Spurhalteassistent, Spurwechselassistent, Spurwechselunterstützung, Verkehrszeichenerkennung, Notbremsystem, Nothaltesystem, adaptive Geschwindigkeitsregelung etc., um eine Quer- und Längsführung zuverlässig ausführen zu können.

Die Druckschrift EP 2 942 765 A1 betrifft ein System zur Unterstützung eines Fahrers eines Fahrzeugs bei potentiellen Spurwechselvorgängen. Das von dem System ausgeführte Verfahren weist die Schritte des Generierens von Sensordaten durch zumindest einen Sensor auf, welcher die Umgebung des Fahrzeugs physisch erfasst, des Vorhersagens des zukünftigen Bewegungsverhaltens von zumindest einem erfassten Fahrzeug

und des Bestimmens, ob eine Lücke auf einer benachbarten Spur des Fahrzeugs existiert. Wenn eine Nachbarspur des Fahrzeugs für das vorhergesagte Bewegungsverhalten besser geeignet ist, wird eine Empfehlung in Bezug auf die Machbarkeit eines Spurwechsels des Fahrzeugs auf diese besser geeignete Spur erzeugt, wobei das Ergebnis
5 der Bestimmung des Vorliegens einer Lücke und das zukünftige Bewegungsverhalten des zumindest einen erfassten Fahrzeugs kombiniert werden. Aufgrund dieser Empfehlungsinformation wird eine Benachrichtigung für den Fahrer des Fahrzeugs ausgegeben, wenn ein Spurwechsel machbar ist.

10 Die Druckschrift WO 2013/138000 A1 betrifft ein Verfahren, um ein Fahrzeug in einer autonomen Betriebsart zu betreiben. Das Verfahren weist folgende Arbeitsschritte auf: Bestimmen, unter Benutzung eines Computersystems, eines momentanen Zustands eines Fahrzeugs, wobei das Fahrzeug konfiguriert ist, um in einer autonomen Betriebsart betrieben zu werden; Bestimmen, unter Benutzung des Computersystems, eines mo-
15 mentanen Zustands der Umgebung des Fahrzeugs, wobei die Umgebung des Fahrzeugs zumindest ein anderes Fahrzeug aufweist; Bestimmen, unter Benutzung des Computersystems, eines vorhergesagten Verhaltens des zumindest einen anderen Fahrzeugs auf der Grundlage des zumindest einen momentanen Zustands des Fahrzeugs und des momentanen Zustands der Umgebung des Fahrzeugs; Bestimmen, unter
20 Benutzung des Computersystems, eines Konfidenzniveaus, wobei das Konfidenzniveau eine Wahrscheinlichkeit umfasst, dass das zumindest eine andere Fahrzeug das vorhergesagte Verhalten ausführt und wobei das Konfidenzniveau zumindest von dem vorhergesagten Verhalten, dem momentanen Zustand des Fahrzeugs und dem momentanen Zustand der Umgebung des Fahrzeugs abhängt; und Steuern, unter Benutzung des
25 Computersystems, des Fahrzeugs in der autonomen Betriebsart auf der Grundlage des vorhergesagten Verhaltens, des Konfidenzniveaus, des momentanen Zustands des Fahrzeugs und des momentanen Zustands der Umgebung des Fahrzeugs.

Die Druckschrift US 9,248,843 B1 betrifft ein computerimplementiertes Verfahren, um
30 Objekte in der Umgebung eines Fahrzeugs zu detektieren und darauf zu reagieren. Ein Objekt kann hierbei in der Umgebung des Fahrzeugs identifiziert werden, wobei das Objekt eine Bewegungsrichtung und einen Ort aufweist. Ein Satz möglicher Aktionen kann für das Objekt unter Benutzung von Karteninformationen erzeugt werden, welche die

Umgebung des Fahrzeugs beschreiben und die Bewegungsrichtung und den Ort des Objekts. Ein Satz möglicher zukünftiger Trajektorien des Objekts wird auf der Grundlage der möglichen Aktionen generiert und ein Wahrscheinlichkeitswert jeder Trajektorie des Satzes möglicher zukünftiger Trajektorien wird auf der Grundlage von Kontextinformationen einschließlich eines Status des detektierten Objekts bestimmt. Eine abschließende zukünftige Trajektorie wird auf der Grundlage der bestimmten Wahrscheinlichkeitswerte für jede Trajektorie des Satzes möglicher zukünftiger Trajektorien bestimmt. Das Fahrzeug wird dann in der Weise manipuliert, um die abschließende zukünftige Trajektorie und das Objekt zu meiden.

Die Druckschrift WO 2015/032508 A1 betrifft ein Verfahren zur Optimierung eines Fahrerassistenzsystems, welches die Arbeitsschritte aufweist: Festlegen wenigstens eines zu optimierenden Fahrerassistenzsystems A; Ermitteln wenigstens einer Fahrzeugparameterfunktion, welche einen Betriebszustand eines Fahrzeugs charakterisiert, und wenigstens einer Umgebungsparameterfunktion, welche die Umgebung des Fahrzeugs charakterisiert; Berechnen wenigstens einer Fahrsituationskennwertfunktion, welche eine Fahrsituation des Fahrzeugs charakterisiert, wenigstens auf der Grundlage der wenigstens einen Fahrzeugparameterfunktion und/oder wenigstens einen Umgebungsparameterfunktion, Berechnen wenigstens einer Steuereingriffskennwertfunktion, welche die Aktivität des Fahrerassistenzsystem A charakterisiert; Berechnen einer Korrekturfunktion, welche von der wenigstens einen Fahrsituationskennwertfunktion abhängt und eine subjektive Wahrnehmung der Fahrsituation durch zumindest einen Fahrzeuginsassen charakterisiert, wenigstens auf der Grundlage der wenigstens einen Steuereingriffskennwertfunktion und auf der Grundlage der wenigstens einen Fahrzeugparameterfunktion und/oder der wenigstens einen Umgebungsparameterfunktion.

Die Druckschrift DE 10 2014 208 311 A1 betrifft ein Fahrerassistenzsystem mit einem Betriebsmodus für eine vollautomatisierte Fahrzeugführung eines Kraftfahrzeugs, wobei die vollautomatisierte Fahrzeugführung individualisiert ist, indem sie an den individuellen Bedürfnissen eines Fahrzeugführers angepasst ist.

Die Druckschrift DE 10 2006 039 583 A1 betrifft ein Fahrerassistenzsystem mit durch Parameter bestimmbaren Assistenzfunktionen, wobei das Fahrerassistenzsystem durch veränderbare Parameter adaptiv ausgebildet ist.

5 Die Druckschrift DE 10 2013 225 057 A1 betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Fahrzeugs von einer aktuellen Position in die Nähe einer Zielposition umfasst das Bestimmen des Befahrungsrisikos einer Mehrzahl von Positionen in einer Umgebung des Fahrzeugs zu einem aktuellen Zeitpunkt und zu mehreren, dem aktuellen Zeitpunkt folgenden Zeitpunkten und das Bestimmen einer Trajektorie für das Fahrzeug, die die aktuelle Position
10 und die Zielposition verbindet oder näherungsweise verbindet, unter Berücksichtigung von errechneten Befahrungsrisiken (etwa basierend auf Kollisionswahrscheinlichkeiten, Verkehrsregeln) sowie Fahrdynamik- und Komfortparametern. Das Fahrzeugs wird dann entlang der modifizierten Trajektorie gesteuert.

15 Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Fahrerassistenzsystem und ein verbessertes Verfahren zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs bereitzustellen. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine subjektive Wahrnehmung des Fahrers in Bezug auf die Führung des Fahrzeugs durch das Fahrerassistenzsystem zu verbessern.

20

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Fahrerassistenzsystem und ein Verfahren zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs gemäß der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Lehre der Ansprüche wird ausdrücklich zu einem Teil der Beschreibung gemacht.

25

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs, wobei das Fahrerassistenzsystem vorzugsweise wenigstens einen Sensor aufweist, welcher eingerichtet ist, eine Fahrsituation eines Fahrzeugs wenigstens teilweise zu erfassen und wenigstens eine
30 erste Datenschnittstelle zum Einlesen von Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke. Weiterhin umfasst das Fahrerassistenzsystem vorzugsweise wenigstens eine zweite Datenschnittstelle zum Einlesen von Fahrbahndaten, insbesondere Topographie und/oder Fahrbahnverlauf eines vorausliegenden Fahrbahnabschnitts und/oder eines

zurückliegenden Fahrbahnabschnitts. Ein Vorhersagemodul des Fahrerassistenzsystems ist vorzugsweise eingerichtet, um auf der Grundlage der momentanen Fahrsituation, den Verkehrsdaten und den Fahrbahndaten wenigstens ein zukünftiges Fahrszenario dynamisch zu simulieren und wiederum auf der Grundlage des wenigstens
5 einen zukünftigen Fahrszenarios mögliche Trajektorien des Fahrzeugs dynamisch zu simulieren und auszugeben. Ein Optimierungsmodul des Fahrerassistenzsystems ist vorzugsweise eingerichtet, um anhand von wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems charakterisiert, eine der möglichen Trajektorien auszuwählen und auszugeben und ein Steuermodul ist
10 vorzugsweise mit dem Längssystem, dem Bremssystem und/oder dem Antriebssystem des Fahrzeugs in der Weise verbunden, um das Fahrzeug auf der Grundlage der ausgewählten Trajektorie zu führen.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem zum Unterstützen
15 eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs, welches vorzugsweise wenigstens einen Sensor, der eingerichtet ist, um eine Fahrsituation des Fahrzeugs wenigstens teilweise zu erfassen, und wenigstens eine erste Datenschnittstelle zum Einlesen von Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke aufweist. Des Weiteren weist das Fahrerassistenzsystem vorzugsweise eine zweite Datenschnittstelle zum Einlesen von Fahrbahndaten auf,
20 insbesondere Topographie und/oder Fahrbahnverlauf, eines vorausliegenden Fahrbahnabschnitts und/oder eines zurückliegenden Fahrbahnabschnitts. Ein Vorhersagemodul des Fahrerassistenzsystems ist vorzugsweise eingerichtet, um aus der momentanen Fahrsituation die Verkehrsdaten und den Fahrbahndaten wenigstens ein zukünftiges Fahrszenario dynamisch zu simulieren und auszugeben. Ein Optimierungsmodul des
25 Fahrersystems ist vorzugsweise eingerichtet, um auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrszenarios und wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems charakterisiert, eine Trajektorie des Fahrzeugs zu berechnen und auszugeben und ein Steuermodul ist mit dem Lenksystem, dem Bremssystem und/oder dem Antriebssystem des Fahrzeugs in der Weise
30 verbunden, um das Fahrzeug auf der Grundlage der berechneten Trajektorie zu führen.

Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs, welches vorzugsweise folgende Arbeitsschritte aufweist:

- 7 -

- Erfassen wenigstens eines Eingangsparameters, durch welchen ein momentanes Fahrscenario, in welchem sich das Fahrzeug befindet, charakterisiert wird;
- Führen des Fahrzeugs durch ein Fahrerassistenzsystem, insbesondere auf der Grundlage des momentanen Fahrscenarios;
- 5 – dynamisches Simulieren, parallel zum Führen des Fahrzeugs, von wenigstens einem zukünftigen Fahrscenario auf der Grundlage des momentanen Fahrscenarios und Simulieren von möglichen Trajektorien des Fahrzeugs auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrscenarios; und
- 10 – Auswählen von einer der möglichen Trajektorien anhand von wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems charakterisiert, wobei die ausgewählte Trajektorie die Grundlage für ein weiteres Führen des Fahrzeugs bildet.

Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Unterstützen eines Fahrers
15 beim Führen eines Fahrzeugs, welches vorzugsweise folgende Arbeitsschritte aufweist:

- Erfassen wenigstens eines Eingangsparameters, durch welchen ein momentanes Fahrscenario, in welchem sich das Fahrzeug befindet, charakterisiert wird;
- Führen des Fahrzeugs durch ein Fahrerassistenzsystem, insbesondere auf der Grundlage des momentanen Fahrscenarios;
- 20 – dynamisches Simulieren, parallel zum Führen des Fahrzeugs, von wenigstens einem zukünftigen Fahrscenario auf der Grundlage des momentanen Fahrscenarios; und
- Berechnen von einer Trajektorie des Fahrzeugs auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrscenarios und wenigstens einer vorbestimmten
25 Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems charakterisiert, wobei die berechnete Trajektorie die Grundlage für ein weiteres Führen des Fahrzeugs bildet.

Ausgeben im Sinne der Erfindung bedeutet ein Bereitstellen von Daten an einen weiteren Arbeitsschritt oder ein weiteres Modul. Ein Ausgeben erfolgt insbesondere über eine
30 Schnittstelle.

Verkehrsdaten im Sinne der Erfindung betreffen die Absolut- und/oder Relativposition anderer Verkehrsteilnehmer zu dem Fahrzeug sowie von Kontextinformationen in Bezug auf diese Positionen. Beispielsweise kann aus den Positionen auf eine Verkehrsdichte und damit beispielsweise auf eine zu erwartende Verkehrsstörung geschlossen werden.

- 5 Weiterhin können Verkehrsdaten auch die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der anderen Verkehrsteilnehmer sowie Umweltdaten, beispielsweise über die Witterung, in einem für das Fahrzeug relevanten Streckenbereich umfassen.

- 10 Ein Fahrerassistenzsystem im Sinne der Erfindung ermöglicht ein hochautomatisiertes oder vollautomatisiertes Führen des Fahrzeugs.

- Eine Fahrsituation im Sinne der Erfindung beinhaltet Informationen über den Zustand des Fahrzeugs, insbesondere Längsgeschwindigkeit, Quergeschwindigkeit, Längsbeschleunigung, Querbeschleunigung, Lenkwinkel, Drosselklappenstellung, Fahrspur, sowie den Zustand der Verkehrsteilnehmer in der unmittelbaren Umgebung des Fahrzeugs, d.h. jener Verkehrsteilnehmer, welche aus der Perspektive des Fahrerzeugs theoretisch wahrnehmbar, insbesondere sichtbar, sind. Eine Fahrsituation ist hierbei insbesondere eine Zustandsbetrachtung in einem Zeitpunkt. Zu verschiedenen Zeitpunkten liegen erfindungsgemäß daher vorzugsweise verschiedene Fahrszenarien vor, auch wenn die Konstellation anderer Verkehrsteilnehmer um das Fahrzeug zu den verschiedenen Zeitpunkten sich nicht verändert.
- 15
20

- Ein Fahrszenario im Sinne der Erfindung beschreibt eine Interaktion eines Fahrzeugs mit seiner Umgebung. Insbesondere beinhaltet das Fahrszenario Informationen über die Fahrsituation. Vorzugsweise weist das Fahrszenario des Weiteren Informationen über den Verkehr, die Witterung und/oder Fahrbahndaten auf dem das Fahrzeug betreffenden Streckenabschnitt auf. Ein Fahrszenario ist vorzugsweise eine ganzheitliche Betrachtung einer Mehrzahl, insbesondere aller, für die Fortbewegung des Fahrzeugs relevanter Parameter. Ein Fahrszenario ist hierbei insbesondere eine Zustandsbetrachtung in einem Zeitpunkt. Zu verschiedenen Zeitpunkten liegen erfindungsgemäß daher vorzugsweise verschiedene Fahrszenarien vor, auch wenn die Konstellation anderer Verkehrsteilnehmer um das Fahrzeug zu den verschiedenen Zeitpunkten sich nicht verändert.
- 25
30

Ein Stellparameter im Sinne der Erfindung ist eine Einstellung einer Stellgröße am Fahrzeug, welche zur Steuerung des Fahrbetriebs dient. Stellparameter sind insbesondere die Drosselklappen- bzw. Gaspedalstellung, ein Bremsdruck bzw. Bremssignal, eine Gangwahl, etc.

Fahrbahndaten im Sinne der Erfindung weisen wenigstens Information über die Topographie eines vorausliegenden Streckenabschnitts auf. Vorzugsweise weisen Fahrbahndaten auch Informationen über den Fahrbahnverlauf des jeweiligen Streckenabschnitts auf.

Ein Modul im Sinne der Erfindung ist ein Bestandteil eines Computersystems. Ein Modul kann hierbei insbesondere als Hardware und/oder Software ausgeführt sein.

Eine Trajektorie im Sinne der Erfindung ist der zeitliche Verlauf der Bewegung eines physikalischen Körpers, insbesondere eines Fahrzeugs oder anderen Verkehrsteilnehmers.

in Fahrstil im Sinne der Erfindung ist die Art und Weise, wie ein Fahrzeug geführt wird. Ein Fahrstil zeichnet sich durch das Verhalten des Fahrzeugführers oder eines fahrzeugführenden Fahrerassistenzsystems in verschiedenen Fahrszenarien aus.

Vorzugsweise sind dies Verhaltensweisen, welche sich auf Fahrszenarien beziehen, in welchen der Fahrzeugführer Veränderungen am Fahrzeugzustand vornehmen muss, beispielsweise das Einleiten eines Überholvorgangs, ein Spurwechsel, etc.

Steuerdaten im Sinne der Erfindung sind Daten, welche zum Steuern eines Fahrzeugs eingesetzt werden können. Die Steuerdaten umfassen dabei wenigstens eine Zuordnungsvorschrift, insbesondere eine Funktion oder Tabelle, welche die wenigstens eine Randbedingung angibt.

Eine Randbedingung bezieht sich vorzugsweise auf wenigstens eine Konstellation wenigstens von Eingangsparametern, denen Werte von Stellparametern und/oder Körper-

parameter zugeordnet sind. Die Werte der Stellparameter und/oder Körperparameter enthalten hierbei Informationen über die subjektive Wahrnehmung des Insassen und/oder dessen wahrscheinliche Verhaltensweise in Bezug auf ein Fahrszenario.

- 5 Ein Fahrstilattribut im Sinne der Erfindung ist geeignet, um die subjektive Wahrnehmung eines Fahrers oder einer Fahrergruppe in Bezug auf den Fahrstil eines Fahrerassistenzsystems zu charakterisieren. Fahrstilattribute sind insbesondere die Fahrzeit, d.h. die Zügigkeit mit welcher das Fahrerassistenzsystem versucht, eine Strecke zurückzulegen, eine empfundene, d.h. subjektiv wahrgenommene, Sicherheit, eine empfundene Effizienz, eine Fahrdynamik und eine Fahrbarkeit, d.h. eine subjektive Wahrnehmung des Fahrverhaltens des Fahrzeugs als Reaktion auf Aktionen durch das Fahrerassistenzsystem. Weitere Fahrstilattribute sind vorzugsweise solche Eigenschaften, welche bei dem Fahrer zwar keine subjektive Wahrnehmung bzw. Eindruck erzeugen, an deren objektiven Werten der Fahrer jedoch Interesse haben kann. Hierzu zählen beispielsweise die Emission wie auch der tatsächliche Energieverbrauch.

Die Erfindung beruht insbesondere auf der Erkenntnis, dass die Bewertung eines Fahrerassistenzsystems beim automatisierten bzw. vollautomatisierten Führen eines Fahrzeugs in Zukunft in ganz wesentlichem Maße davon abhängen wird, wie die subjektive Wahrnehmung des Fahrers bei den Fahraktionen des Fahrerassistenzsystems ausfällt. Daher ist es von Vorteil, bei der Festlegung eines Fahrziels durch das Fahrerassistenzsystem nicht nur gesetzliche Vorgaben wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Überholverbot, etc., und Sicherheitsaspekte zur Vermeidung von Unfällen zu berücksichtigen, sondern auch ein oder mehrere Randbedingungen zu berücksichtigen, die für das Fahrerlebnis eines Fahrzeuginsassen und/oder eine abschließende Beurteilung einer durch das Fahrerassistenzsystem zurückgelegten Strecke ausschlaggebend sind. Dies wird erfindungsgemäß durch das Einbeziehen von Randbedingungen, welche wenigstens ein Fahrstilattribut betreffen, gewährleistet.

- 30 Eine weitere Erkenntnis, welche in die Erfindung eingeflossen ist, besteht darin, dass Fahrerassistenzsysteme durch die Möglichkeit der digitalen Informationsverarbeitung in der Lage sind, bei der Planung der Trajektorie des Fahrzeugs, im Gegensatz zu dem Fahrer, Informationen mit einzubeziehen, welche weit über die aktuelle Fahrsituation

hinausgehen. Durch einen Datenaustausch mit anderen Fahrzeugen (car-to-car) oder mit der Infrastruktur (car-to-infrastructure) sowie durch das Heranziehen von Topographiedaten und Fahrbahnverlaufsdaten können nämlich Vorhersagen über zukünftige Fahrscenarien gemacht werden. Erfindungsgemäß werden diese zukünftigen Fahrscenarien dynamisch, vorzugsweise in Echtzeit, simuliert. Anhand dieser zukünftigen Fahrscenarien werden, vorzugsweise unter Berücksichtigung von fahrphysikalischen, gesetzlichen und sicherheitstechnischen Vorgaben, alle möglichen Trajektorien berechnet, welche das Fahrerassistenzsystem einschlagen könnte. Aus diesen möglichen Trajektorien wird dann jene Trajektorie anhand von Randbedingungen ausgewählt, welche den Fahrstil des Fahrers oder eine Gruppe von Fahrern am besten trifft, so dass mit einer positiven Bewertung des Fahrers zu rechnen ist. Diese Randbedingungen sind vorzugsweise in der Form von Fahrstilattributen in den dem Fahrerassistenzsystem hinterlegt. Alternativ kann eine optimale Trajektorie unmittelbar unter Einbeziehung der Randbedingungen berechnet werden.

Es ist hierbei zu beachten, dass das Fahrerassistenzsystem im Allgemeinen über mehr Information verfügt als die Insassen des Fahrzeugs, insbesondere als der Fahrer. Durch das Wissen über die Topographie oder auch der Verkehrsdichte oder über eine Bremsung eines nicht sichtbaren Fahrzeugs kann das Fahrzeug eine unter Sicherheitsaspekten oder Energieeffizienzaspekten vorausschauend optimierte Trajektorie wählen. Da der Fahrer nicht über diese Information verfügt und im Normalfall auch nicht in der Lage ist, eine dem Fahrerassistenzsystem entsprechende Menge an paralleler Information zu verarbeiten, kann eine solche, nach rein objektiven Kriterien optimierte Fahrweise des Fahrerassistenzsystems zur Verunsicherung bzw. Unzufriedenheit beim Fahrer führen, da er diese Entscheidungen des Fahrerassistenzsystem nicht nachvollziehen kann.

Vor diesem Hintergrund schlägt die Erfindung vor, bei der Auswahl bzw. Berechnung einer geplanten Trajektorie Fahrstilattribute zu berücksichtigen, um eine nach objektiven Kriterien ideale Trajektorie an die menschliche Erwartungshaltung anpassen.

Durch die Kombination des dynamischen Simulierens des Verkehrsgeschehens für eine vorausschauende Fahrweise des Fahrerassistenzsystems in Verbindung mit der Berücksichtigung von Randbedingungen, welche Fahrstilattribute charakterisieren, kann das

hochautomatisierte bzw. vollautomatisierte Führen des Fahrzeugs gleichzeitig sowohl in Bezug auf objektive und subjektive Kriterien optimiert werden.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems ist die zweite Datenschnittstelle mit einem ersten Datenspeicher verbunden, auf welchem die Fahrbahndaten abgelegt sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems ist die zweite Datenschnittstelle eingerichtet, um die Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke über eine Datenverbindung von einem zentralen Server und/oder von vorausgehenden Verkehrsteilnehmern zu erhalten. In dieser Ausführungsform kann das Vorhersagemodul eine besonders präzise Simulation zukünftiger Fahr-szenarien simulieren, da im Fahrzeug Daten über Streckenabschnitte zur Verfügung stehen, welche das Fahrzeug in unmittelbarer Zukunft erreichen wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Fahrerassistenzsystem ein Fahrstilselektormodul auf, welches eingerichtet ist, um eine Auswahl in Bezug auf das Fahrstilattribut, insbesondere einer Angabe eines Wertebereichs für das Fahrstilattribut, zu erfassen. Wird ein Fahrzeug hochautomatisiert oder vollautomatisiert betrieben, besteht für ein Fahrerassistenzsystem nicht die Möglichkeit, den Fahrstil eines Fahrzeuginsassen bzw. Fahrers zu erlernen. Daher ist erfindungsgemäß ein Fahrstilselektormodul vorgesehen, in welches der Fahrer des Fahrzeugs über eine Benutzerschnittstelle eingeben kann, welche Erwartungen er in Bezug auf verschiedene Kriterien an das Fahrzeug hat. Hieraus werden die Randbedingungen abgeleitet.

In einer weiteren vorteilhaften, alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems weist dieses ein Fahrstilselektormodul auf, wobei das Fahrstilselektormodul einen zweiten Datenspeicher aufweist und eingerichtet ist, um auf Fahrsituationsdaten, Verkehrsdaten und Fahrbahndaten, welche ein Fahrszenario wenigstens teilweise charakterisieren, und Daten von wenigstens einem Stellparameter zum Führen des Fahrzeugs zuzugreifen, wobei das Fahrstilselektormodul eingerichtet ist, Werte des wenigstens einen Stellparameters und die Sensordaten in den zweiten Datenspeicher abzulegen und wenigstens eine Randbedingung in Bezug auf den wenigstens einen

Stellparameter in Abhängigkeit der abgelegten Daten aufzustellen. Alternativ oder zusätzlich zu einer Eingabe über eine Benutzerschnittstelle kann das Fahrstilselektormodul daher vorsehen, dass der Fahrstil bzw. die Fahrgewohnheiten des Insassen bzw. Fahrers von dem Fahrerassistenzsystem, insbesondere über eine Korrelationsanalyse, erlernt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems charakterisiert die wenigstens eine Randbedingung ein, insbesondere ein einziges, Fahrstilattribut aus der folgenden Gruppe: Fahrzeit, Emission, Energieverbrauch, empfundene Effizienz, empfundene Sicherheit, Fahrdynamik, Fahrbarkeit.

Die im Vorhergehenden in Bezug auf den ersten und zweiten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausführungsformen beschriebenen Merkmale und Vorteile gelten auch für den dritten und vierten Aspekt der Erfindung und dessen vorteilhafte Ausführungsformen sowie umgekehrt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist dieses den Arbeitsschritt des Auswertens von einer zurückgelegten Trajektorie des Fahrzeugs und/oder von wenigstens einem vergangenen Fahrszenario auf, wobei das Ergebnis des Auswertens in eine Definition der wenigstens einen Randbedingung eingeht, insbesondere um eine Abweichung von dem Fahrstilattribut zu korrigieren. Durch diese Funktion wird erfindungsgemäß ein Selbstlernmechanismus implementiert, welcher eine laufende Verbesserung der Simulation zur Berechnung einer optimalen Trajektorie ermöglicht. Der sich hieraus ergebende Regelkreis entspricht einer Art modellbasierter Optimierung, durch welche das Fahrerassistenzsystem selbsttätig seinen Fahrstil auf ein neues Fahrzeug oder Veränderungen am Fahrzeug, beispielsweise verschiedene Zuladungen, adaptiert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist dieses die Arbeitsschritte des Berechnens wenigstens eines Kennwerts, welcher Fahrzeit, Emission, Energieverbrauch, Sicherheit, Leistung und/oder Fahrbarkeit der ausgewählten bzw. berechneten Trajektorie charakterisiert, auf der Grundlage des Auswertens auf. In der Folge wird dieser Kennwert ausgegeben. Anhand des Kennwerts

kann eine Leistung des Fahrerassistenzsystems, beispielsweise durch Abgleich mit Referenzwerten, bewertet werden.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden eine Antriebssteuerung und/oder wenigstens eine Fahrzeugsteuerung, insbesondere Lenkungssteuerung, Bremssteuerung und/oder Federung auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrscenarios und/oder der ausgewählten berechneten Trajektorie adaptiert. Hierdurch kann das Fahrzeug optimal auf die Streckenverhältnisse angepasst werden. Beispielsweise können auf diese Weise Bodenwellen oder
10 auch Schlaglöcher antizipiert und ausgeglichen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist das wenigstens eine zukünftige Fahrscenario und/oder wenigstens ein vergangenes Fahrscenario Information auf, welche durch Infrastruktur und/oder andere, insbesondere vorausfahrende oder nachfolgende, Verkehrsteilnehmer erfasst wird.
15

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist das wenigstens eine zukünftige Fahrscenario und/oder wenigstens ein vergangenes Fahrscenario Information über einen vorausliegenden Fahrabschnitt und zurückliegenden Fahrbahnabschnitt und/oder Verkehrsinformation über eine vorausliegende Strecke auf.
20

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist das wenigstens eine zukünftige Fahrscenario und/oder wenigstens ein vergangenes Fahrscenario Information über absolute Positionen, relative Positionen, Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Fahrzeugs und andere, insbesondere vorausfahrende oder nachfolgende Verkehrsteilnehmer und/oder über eine Witterung im Bereich des Fahrzeugs und im Bereich anderer, insbesondere vorausfahrender oder nachfolgender, Verkehrsteilnehmer auf.
25

30

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens charakterisiert die wenigstens eine Randbedingung ein, insbesondere ein einziges, Fahrstilattribut aus der folgenden Gruppe: Fahrzeug, Emission, empfundener Energie-

verbrauch, objektiver Energieverbrauch, empfundene Sicherheit, Fahrdynamik, Fahrbarkeit.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bildet die wenigstens eine Randbedingung einen Fahrstil des Fahrers oder einer Fahrergruppe nach.

10 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bildet die wenigstens eine Randbedingung einen adaptierten Fahrstil des Fahrers oder einer Fahrergruppe nach, welcher die unterschiedliche Empfindung des Fahrers oder einer Fahrergruppe zwischen automatischer Führung und manueller Führung des Fahrzeugs widerspiegelt. Je nach Risikoaffinität und Technikvertrauen erwarten verschiedene Insassen bzw. verschiedene Fahrer von einem Fahrerassistenzsystem eine Fahrweise, welche sich von dem individuellen Fahrstil des Fahrers bzw. des Insassen unterscheidet.

15 So können risikoaffine Fahrer bzw. Insassen erwarten, dass ein Fahrerassistenzsystem fahrphysikalische Grenzen mehr ausreizt als dies der Fahrer, beispielsweise aufgrund mangelnder Fahrerfahrung, sich selbst zutrauen würde. Diese Funktion der Erfindung ist insbesondere vor dem Hintergrund wichtig, dass die eigene Fahrpraxis von Fahrern durch manuelles Fahren in Zukunft voraussichtlich stark abnehmen wird.

20

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden mehrere Randbedingungen berücksichtigt, deren Fahrstilattribute unterschiedlich gewichtet werden. Hierdurch können einige Fahrstilattribute bei der Optimierung überproportional und andere Fahrstilattribute unterproportional berücksichtigt werden.

25

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Auswählen bzw. Berechnen auf der Grundlage einer Kostenfunktion (in welche die wenigstens eine Randbedingung eingeht).

30

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist dieses zum Festlegen der wenigstens einen Randbedingung während einer Trainingsphase des Weiteren die folgenden Arbeitsschritte auf: Aufnehmen von Werten wenigstens eines Stellparameters zum Führen des Fahrzeugs und Werten von wenigstens

eines Eingangsparameters, welcher ein Fahrszenario wenigstens teilweise charakterisiert; und Aufstellen wenigstens einer Randbedingung zum Einstellen des wenigstens einen Einstellparameters in Abhängigkeit des wenigstens einen Eingangsparameters auf der Grundlage der aufgenommenen Werte.

5

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Simulieren in Echtzeit, insbesondere auf der Grundlage von Echtzeitdaten des vorliegenden Fahrszenarios.

10

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Simulieren periodisch, bevorzugt mit einer Periodizität von etwa einer Sekunde bis etwa 10 Minuten, bevorzugt von etwa 10 Sekunden bis etwa einer Minute, und am bevorzugsten von etwa einer Sekunde, etwa 10 Sekunden oder etwa einer Minute.

15

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens deckt das Simulieren einen zukünftigen Zeitraum von etwa einer Sekunde bis etwa 10 Minuten, bevorzugt sogar von etwa 10 Sekunden bis etwa einer Minute, und am bevorzugsten von etwa einer Sekunde, etwa 10 Sekunden oder etwa einer Minute ab.

20

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren. Es zeigt wenigstens teilweise schematisch:

Figur 1 ein Fahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystem;

25

Figur 2 ein Flussdiagramm, welches einen möglichen Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt;

Figur 3 eine Darstellung eines ersten Beispiels eines Fahrszenarios aus der Vogelperspektive;

30

Figur 4 eine Darstellung eines zweiten Beispiels eines Fahrszenarios aus der Vogelperspektive;

Figur 5 eine weitere Darstellung des ersten Beispiels eines Fahrszenarios nach Fig. 3 aus einer seitlichen Draufsicht;

5 **Figur 6** eine Darstellung eines dritten Fahrszenarios aus der Vogelperspektive; und

Figur 7 eine Darstellung eines vierten Beispiels eines Fahrszenarios aus der Vogelperspektive.

10 **Figur 1** zeigt ein Fahrzeug 2 mit einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems 1. Das Fahrerassistenzsystem 1 weist mehrere Sensoren 3a – 3d auf, und in dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel sind dies eine nach hinten gerichtete Kamera 3a, eine nach vorne gerichtete Kamera 3b, ein nach vorne gerichtetes Radarsystem 3d und ein nach hinten gerichtetes Radarsystem 3c. Die von den einzelnen Sen-
15 soren erfassten Daten werden vorzugsweise drahtlos oder kabelgebunden an ein Vorhersagemodul 6 des Fahrerassistenzsystems 1 übertragen. Weitere Elemente des Fahrerassistenzsystems 1 sind eine erste Datenschnittstelle 4, welche, beispielsweise über einen Mobilfunksendemast, eine Datenverbindung zu einer Infrastruktur, insbesondere einem zentralen Verkehrsserver 12, aufnehmen kann und eine zweite Datenschnittstel-
20 le 5, welche vorzugsweise mit einem zweiten Datenspeicher 11 über eine Datenverbindung verbunden ist, in welcher weiter vorzugsweise Fahrbahndaten abgelegt sind. Über die erste Datenschnittstelle 4, welche vorzugsweise als Funkschnittstelle ausgebildet ist, können somit Verkehrsdaten über die Infrastruktur, beispielsweise den Datenserver 12 oder auch Verkehrsdaten direkt von anderen Verkehrsteilnehmern 13a - 13g empfangen
25 und/oder abgerufen werden. Über die zweite Datenschnittstelle 5 können Fahrbahndaten, insbesondere Topographie, Fahrbahnverlauf, Hinweise auf die Infrastruktur etc. eines relevanten Fahrbahnabschnitts im Fahrerassistenzsystem 1 eingelesen und dort verarbeitet werden. Auch die zweite Datenschnittstelle kann prinzipiell als Funkschnittstelle ausgebildet sein und die Fahrbahndaten von dem Datenserver 12 oder einer ande-
30 ren Quelle beziehen.

Zusätzlich oder alternativ zu den Sensoren 3a - 3d sind eine Vielzahl von anderen Sensoren möglich, beispielsweise Ultraschall- und/oder Lidar-Sensoren.

Mittels der Sensoren kann die Fahrsituation des Fahrzeugs im Verkehr überwacht werden. So kann mit einem Ultraschallsensor beispielsweise der Nahbereich des Fahrzeugs, beispielsweise beim Einparken überwacht werden und mit einem Radarsystem der Abstand und die relative Geschwindigkeit, insbesondere Beschleunigung, zu anderen Fahrzeugen im Sichtfeld des Fahrzeugs 2 bestimmt werden. Mit einem Lidar-Sensor können Gegenstände in der Umgebung des Fahrzeugs 2 und auch Abstände zu anderen Fahrzeugen festgestellt werden und mit der Kamera die Fahrspur sowie Verkehrszeichen oder auch Gegenstände im Umfeld des Fahrzeugs 2 erkannt und gegebenenfalls sogar identifiziert werden.

Das Fahrerassistenzsystem 1 ist hierbei vorzugsweise in der Weise ausgebildet, um das Fahrzeug 2 hochautomatisiert oder sogar vollautomatisiert zu führen. Hierfür sind in erster Linie jene Informationen relevant, welche das Fahrerassistenzsystem 1 mit seinen im Fahrzeug verbauten Sensoren 3a - 3d (on-board) erfassen kann. Dies ist insbesondere wichtig, wenn das Fahrerassistenzsystem 1 keine Datenverbindung zu dem zentralen Datenserver 12, anderer Infrastruktur oder anderen Verkehrsteilnehmern 13a - 13g hat, da das Fahrerassistenzsystem 1 das Fahrzeug 2 in diesem Fall autonom unter Gewährleistung der größtmöglichen Sicherheit für das Fahrzeug 2 und dessen Insassen führen muss.

Werden zusätzlich zu den Informationen der dem Fahrerassistenzsystem 1 zugeordneten Sensoren 3a - 3d Daten hinzugezogen, welche von der Infrastruktur oder anderen Verkehrsteilnehmern 13a - 13g, insbesondere vorausfahrenden Verkehrsteilnehmern, übermittelt werden, so kann das Fahrerassistenzsystem 1 eine noch vorausschauendere Fahrweise realisieren, als dies erfindungsgemäß schon allein mit den Daten der fahrerassistenz-eigenen Sensoren 3a - 3d möglich ist.

Das Fahrerassistenzsystem 1 gemäß Fig. 1 weist des Weiteren ein Vorhersagemodul 6 auf, welches eingerichtet ist, zukünftige Fahrszenarien auf der Grundlage eines momentanen Fahrszenarios und/oder vergangener Fahrszenarien zu simulieren. Des Weiteren gehen in die Simulation des Vorhersagemoduls 6 Verkehrsdaten und Fahrbahndaten

sowie Daten über die Witterung am Ort des Fahrzeugs 2 oder einem anderen Ort auf einem relevanten Streckenabschnitt ein.

- Auf der Grundlage des zukünftigen Fahrscenarios werden in der Folge von dem Vorher-
- 5 sagemodul 6 eine Vielzahl von möglichen Trajektorien des Fahrzeugs simuliert. Diese werden an ein Optimierungsmodul 7 ausgegeben, welches wiederum eine der Trajektorien 10a, 10b als ideale Trajektorien auswählen kann. Diese Art von Simulation kann als Blick in die Kristallkugel veranschaulicht werden, d.h. ein Voraussehen eines mit hoher Wahrscheinlichkeit eintretenden Fahrscenarios bzw. einer solchen Fahrsituation. Bei-
- 10 spielsweise kann ein allgemeiner als Ziehharmonika-Effekt bekannte Abfolge von Anfahren und Abbremsen in einem Stau sowie die Propagation dieses Ziehharmonika-Effekts durch den Stau vorhergesagt werden und die Trajektorie des eigenen Fahrzeugs 1 intelligent an diese Entwicklung angepasst werden.
- 15 Ein Steuermodul des Fahrerassistenzsystems ist insbesondere über eine Datenverbindung mit den Steuerungen des Lenksystems, des Bremssystems und/oder des Antriebssystems des Fahrzeugs 2 verbunden, um die entsprechenden Trajektorien 10a, 10b, 10c auszuführen.
- 20 Das in Fig. 1 dargestellte Fahrerassistenzsystem 1 weist des Weiteren ein Fahrstilselektormodul 14 auf. Dieses Fahrstilselektormodul 14 dient insbesondere dazu, um eine Angabe des Fahrers bzw. der Insassen in Bezug auf den von ihnen gewünschten Fahrstil des Fahrerassistenzsystems zu erfassen. Das Fahrstilselektormodul 14 weist daher insbesondere eine Benutzerschnittstelle, z.B. ein berührungsempfindliches Display auf.
- 25 Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass als Benutzerschnittstelle ein Mobiltelefon oder sonstige elektronische Vorrichtung, welche über eine Datenverbindung mit dem Fahrerassistenzsystem 1 verbunden werden kann, eingesetzt wird. Vorzugsweise ist das Fahrstilselektormodul 14 in der Weise ausgebildet, um während der manuellen Fahrt durch einen Fahrer oder während einer automatisierten Fahrt Fahrstilattribute in
- 30 Bezug auf dessen Fahrstil eigenständig zu generieren. Dafür kann das Fahrstilselektormodul 14 auf Fahrsituationsdaten, Verkehrsdaten und Fahrbahndaten, welche ein Fahrscenario wenigstens teilweise charakterisieren, zugreifen. Des Weiteren kann das Fahrstilselektormodul 14 auf Daten in Bezug auf wenigstens einen Stellparameter zum Füh-

ren des Fahrzeugs 2 zugreifen. Wertekonstellationen der Fahrszenarien zu den Stellparametern werden vorzugsweise in einem zweiten Datenspeicher 15, welcher dem Fahrstilselektormodul 14 zugeordnet ist, gespeichert: Auf diese Weise kann das Fahrstilselektormodul 14 Randbedingungen, welche in der Folge Fahrstilattribute des Fahrerassistenzsystems 1 charakterisieren, erstellen. In dem zweiten Datenspeicher 15 sind somit Korrelationen zwischen verschiedenen Fahrszenarien und entsprechenden Konstellationen von Stellparameterwerten hinterlegt, welche in den entsprechenden Fahrszenarien angewandt werden können.

Die einzelnen Module des Fahrerassistenzsystems 1 sind vorzugsweise Bestandteil einer Recheneinrichtung in dem Fahrzeug 1, insbesondere von einem oder mehreren Bordcomputern. Die einzelnen Module sind hierbei als Hardware- oder Softwarekomponenten ausgebildet. Als Sensoren 3a - 3d des Fahrerassistenzsystems 1 können insbesondere auch Sensoren verwendet werden, welche zusätzlich anderen Systemen des Fahrzeugs 2 zugeordnet oder Teil dieser anderen Systeme sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren, dessen Ausführungsbeispiele schematisch in dem Flussdiagramm der **Fig. 2** dargestellt sind, wird im Folgenden anhand der Figuren 2 bis 6 erläutert.

Figur 3 zeigt ein Beispiel eines Fahrszenarios, in welchem sich ein Fahrzeug 2 am linken Bildrand auf einer dreispurigen Straße befindet. Vor dem Fahrzeug fährt ein weiteres Fahrzeug 13f auf der mittleren Fahrspur und davor wiederum drei Fahrzeuge 13c, 13d, 13e nebeneinander auf allen drei Fahrspuren. Weiter voraus fahren zwei Fahrzeuge 13a, 13b, ebenfalls nebeneinander auf der linken und der mittleren Fahrspur. Dieses momentane Fahrszenario wird, insbesondere mittels der in dem Fahrzeug 2 angeordneten Sensoren 3a - 3d erfasst 102. Da das Fahrzeug 2 mit dem Fahrerassistenzsystem 1 eine höhere Geschwindigkeit als das vorausfahrende Fahrzeug 13f auf der mittleren Fahrspur aufweist, wird das Fahrerassistenzsystem 1 in diesem Fahrszenario typischerweise ein Überholmanöver in Bezug auf das Fahrzeug 13f einleiten und dazu die Fahrspur wechseln, wie dies durch den Pfeil 10 angedeutet ist. Das Fahrzeug 2 wird hierbei durch das Fahrerassistenzsystem 1 geführt 105.

Erfindungsgemäß werden nunmehr parallel zum Führen des Fahrzeugs 2, insbesondere in Echtzeit, weitere zukünftige Fahrszenarien durch das Fahrerassistenzsystem 1 simuliert 106a, 106b. Die Simulation erfolgt insbesondere dynamisch, d.h. vorausgehend simulierte Fahrszenarien werden jeweils durch das aktuelle ersetzt.

5

Anhand der mittels des Radarsensors 13d ermittelten Geschwindigkeiten der Fahrzeuge in der unmittelbaren Umgebung des Fahrzeugs 2 kann das Fahrerassistenzsystem 1 durch das Simulieren 106a, 106b feststellen, dass das auf der linken Fahrspur, d.h. der Überholspur, fahrende Fahrzeug 13c eine wesentlich geringere Geschwindigkeit als die
10 daneben fahrenden Fahrzeuge 13d, 13e aufweist. Würde das Fahrzeug 2 mit dem Fahrerassistenzsystem 1, wie in Fig. 3 gezeigt, ein Überholmanöver mit großer Geschwindigkeit einleiten und damit der Trajektorie 10 folgen, so stellt das Fahrerassistenzsystem 1 durch das Simulieren 106a, 106b fest, dass sich das Fahrzeug 2 mit dem Fahrerassistenzsystem 1 in einem zukünftigen Fahrszenario in einer eingekeilten Position zwischen
15 dem vorausfahrenden Fahrzeug 13c und dem dann neben dem Fahrzeug 2 fahrenden Fahrzeug 13f befinden würde.

Dies ist in **Fig. 4** dargestellt. Das Fahrzeug 2 müsste in diesem Fahrszenario mithin eine starke Abbremsung vollziehen, um sich der Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs 13c auf der Überholspur anzupassen und könnte den Überholvorgang in Bezug
20 auf das Fahrzeug 13f nicht vollenden. Das der Trajektorie 10 entsprechende Fahrmanöver wird daher bei einem Insassen des Fahrzeugs 2 eine subjektive Wahrnehmung hervorrufen, dass das Fahrerassistenzsystem 1 wenig vorausschauend fährt und daher eine schlechte Beurteilung in Bezug auf die durch das Fahrerassistenzsystem 1 erreichte
25 Fahrbarkeit, d.h. das durch das Fahrerassistenzsystem 1 erzeugte, subjektiv durch einen Insassen wahrgenommene Fahrverhalten, hervorrufen. Auch wird der Insasse sich bewusst sein, dass das eingeleitete Manöver durch eine etwaige Beschleunigung oder wenigstens die hohe Geschwindigkeit und das abrupte Abbremsen hinter dem Fahrzeug 13c zu einer geringen Energieeffizienz bzw. einem hohen Energieverbrauch führt, was
30 ebenfalls einen negativen Eindruck bei dem Insassen hinterlassen wird.

Das Fahrerassistenzsystem 1 simuliert daher vorzugsweise des Weiteren eine Mehrzahl an verschiedenen möglichen Trajektorien 106a ausgehend von dem momentanen Fahr-

szenario der Fig. 3 und unter Berücksichtigung des zukünftigen Fahrszenarios der Fig. 4 und wählt jene Trajektorie aus 107a, welche bei den Insassen einen möglichst positiven Gesamteindruck des Fahrstils des Fahrerassistenzsystems 1 hervorruft. Beispielsweise könnte das Fahrerassistenzsystem 1 in dem momentanen Fahrszenario der Fig. 3 dem vorausfahrenden Fahrzeug 13f folgen, kein Überholmanöver einleiten oder aber lediglich einen Fahrspurwechsel mit reduzierter Geschwindigkeit auf die Überholspur einleiten, um das Fahrzeug 13c nach einem möglichen Fahrspurwechsel desselbigen auf die mittlere Fahrspur schlussendlich überholen zu können. Alternativ kann auch eine ideale Trajektorie direkt unter Berücksichtigung eines zukünftigen Fahrszenarios berechnet werden 107b.

Vorzugsweise kann das Fahrerassistenzsystem 1 des Fahrzeugs 2 hierbei auch berücksichtigen, wie ein vorausliegender Fahrbahnabschnitt 9a verläuft oder, wie in **Fig. 5** dargestellt, welche Topographie auf dem vorausliegenden Fahrbahnabschnitt 9a zu erwarten ist und ob gegebenenfalls durch die Infrastruktur weitere Faktoren bestehen, welche berücksichtigt werden sollten, wie beispielsweise eine Geschwindigkeitsbegrenzung, wie dies ebenfalls in Fig. 5 dargestellt ist. Unter Berücksichtigung der in Fig. 5 gezeigten Topographie wählt das Fahrerassistenzsystem 1 des Fahrzeugs 2 eine geringere Beschleunigung bzw. Geschwindigkeit, da in die Simulation 106a, 106b, 106c die Information eingeht, dass der vorausliegende Fahrbahnabschnitt 9a ein abfallendes Gefälle aufweist und dass auf diesem Gefälle zusätzlich eine Geschwindigkeitsbegrenzung vorgeschrieben ist.

Bezieht das Fahrerassistenzsystem 1 des Weiteren Echtzeitdaten in die Simulation von Fahrszenarien 106a, 106b mit ein, welche durch Infrastruktur und/oder andere, insbesondere vorausfahrende und/oder nachfolgende Verkehrsteilnehmer 13a, 13b, 13c, 13ds, 13e, 13f, 13g erfasst wird, so kann es zukünftige Fahrszenarien noch genauer simulieren und dabei Informationen einfließen lassen, welche sich nicht aus dem Erfassen und Auswerten der momentanen Fahrsituation 102 ableiten lässt.

Beispielsweise wird in **Fig. 6** ein modifiziertes Fahrszenario der Fig. 3 gezeigt, in welcher die weit vor dem Fahrzeug 2 mit Fahrerassistenzsystem 1 vorausfahrenden Fahrzeuge 13a und 13b einen Auffahrunfall verursachen. Wird diese Information von den Fahrzeu-

gen 13a, 13b oder den Fahrzeugen 13c, 13d, 13e, welche eine unmittelbare Sicht auf die Fahrsituation der beiden Fahrzeuge 13a, 13b haben, direkt oder über eine Infrastruktur an das Fahrzeug 2, welches durch das Fahrerassistenzsystem 1 geführt wird, weitergeleitet, so kann das Fahrzeug 2 dieses Ereignis in seine Simulation mit einbeziehen. Wie
5 in der Fig. 6 dargestellt, kann das Fahrerassistenzsystem 1 zwischen verschiedenen Trajektorien 10a, 10b, 10c wählen, um ein sich aus dem Fahrszenario der Fig. 6 ergebendes zukünftiges Fahrszenario zu meistern.

Ein solches zukünftiges Fahrszenario ist in **Fig. 7** dargestellt. Das Fahrzeug 2 wurde auf
10 für die Trajektorie 10b geführt und die Geschwindigkeit reduziert, da das Fahrerassistenzsystem 1 beim Simulieren 106a, 106b vorausgesehen hat, dass alle Fahrzeuge auf der rechten Fahrspur an den durch den Unfall blockierten Fahrzeugen 13a, 13b vorbeifahren müssen.

15 In dem dann momentanen Fahrszenario der Fig. 7 kann das Fahrerassistenzsystem 1 des Fahrzeugs 2 wiederum wählen, ob es auf der rechten Spur bleibt und dem vorausfahrenden Fahrzeug 13f folgt oder nochmals einen Spurwechsel vornimmt, um beim Einscheren im Reißverschlussverfahren das vorausfahrende Fahrzeug 13f doch zu überholen.

20 Beim Auswählen 107a der idealen Trajektorie bzw. beim Berechnen 107b der idealen Trajektorie werden erfindungsgemäß vorzugsweise zusätzlich zu dem Ergebnis der Simulation 106a, 106b Randbedingungen berücksichtigt, welche Fahrstilattribute charakterisieren. Die Fahrstilattribute geben hierbei vorzugsweise objektive Kriterien an, wie ein
25 Insasse oder eine Gruppe von Insassen, welche beispielsweise durch Alter oder Geschlecht gekennzeichnet werden, einen Fahrstil des Fahrerassistenzsystems 1, welcher sich in der jeweiligen Trajektorie manifestiert, wahrnehmen wird. Solche Fahrstilattribute können beispielsweise die Fahrzeit, der empfundene Energieverbrauch, der objektive Energieverbrauch, die empfundene Sicherheit, die Fahrdynamik und/oder auch die
30 Fahrbarkeit sein. Idealerweise bilden die Randbedingungen einen Fahrstil des Insassen oder der Insassengruppe nach. Hierbei kann allerdings vorzugsweise auch berücksichtigt werden, dass ein Insasse als Beifahrer eines Fahrerassistenzsystems 1 andere Ansprüche an den Fahrstil legen wird, als wenn dieselbe Person selbst fahren würde. Bei

der Berechnung werden verschiedene Fahrstilattribute vorzugsweise unterschiedlich gewichtet und zum Erreichen eines Gesamtoptimums kann insbesondere die Optimierung einer Kostenfunktion angewandt werden.

- 5 Um sich verändernden Umweltbedingungen oder auch Eigenschaften des Fahrzeugs 2 anzupassen, kann des Weiteren vorgesehen sein, dass das Fahrerassistenzsystem 1 zurückgelegte Trajektorien und/oder Fahrscenarien auswertet 108. Die Randbedingungen können entsprechend modifiziert werden, um Abweichungen von vorgegebenen Zielkorridoren in Bezug auf die Fahrstilattribute unter den geänderten Bedingungen zu
10 erfüllen.

Zusätzlich kann ein Kennwert berechnet werden 109, welcher die Leistung des Fahrerassistenzsystems 1 bewertet.

- 15 Vorzugsweise wird das Auffinden einer idealen Trajektorie für eine Bewältigung eines zukünftigen Fahrscenarios durch das Fahrerassistenzsystem 1 durch eine Kommunikation des Fahrerassistenzsystems 1 mit ausgewählten Fahrzeugsteuerungen ergänzt, um das Fahrzeug 2 auf Bedingungen auf einem vorausliegenden Streckenabschnitt 9a vorzubereiten. So kann beispielsweise die Lenkungssteuerung informiert werden, dass eine
20 heftige Lenkbewegung unmittelbar bevorsteht oder die Bremssteuerung kann vorbereitet werden, dass eine heftige Bremsung bevorsteht. Die Bremssteuerung kann dann beispielsweise einen hydraulischen Druck zum richtigen Zeitpunkt bereitstellen. Auch die Federung kann beispielsweise auf Bodenwellen vorbereitet werden, so dass diese im Idealfall ausgeglichen werden können. Das Simulieren erfolgt vorzugsweise in Schritten
25 von etwa 1 Sekunde, und weiter vorzugsweise wird hierbei ein Zeitraum der nächsten 10 Sekunden bis zu etwa 1 Minute abgedeckt.

- Wie bereits in Bezug auf das Fahrerassistenzsystem 1 nach Fig. 1 beschrieben, weist die Erfindung als weiteren Aspekt ein Einlernen der Randbedingungen in Bezug auf die
30 Fahrstilattribute auf. Dieses Einlernen erfolgt vorzugsweise während einer Trainingsphase, während welcher der Fahrer wenigstens die Längs- und Quersteuerung des Fahrzeugs 2 manuell kontrolliert. Weiter vorzugsweise handelt es sich insbesondere um ein

kontinuierliches Training: Immer dann, wenn der Fahrer das Fahrzeug 2 selbst führt, wechselt das Fahrerassistenzsystem 1 in den Lernbetrieb.

In der Trainingsphase des Fahrerassistenzsystems 1 werden Werte wenigstens eines Stellparameters zum Führen des Fahrzeugs, insbesondere parallel zu Werten des wenigstens eines Eingangsparameters, aufgenommen 101 und in dem zweiten Datenspeicher 15 abgespeichert. Aus den jeweiligen Werten der Parameter zum gleichen Zeitpunkt oder in einem gleichen Zeitabschnitt ergeben sich Korrelationen, welche Fahrerreaktionen in verschiedenen Fahrszenarien widerspiegeln und daher Informationen über den Fahrstil des Fahrers enthalten. Auf der Grundlage dieser Informationen werden Randbedingungen aufgestellt 103. Auf diese vorbestimmten Randbedingungen greift das Fahrerassistenzsystem 1 beim hochautomatisierten oder vollautomatisierten Führen des Fahrzeugs 2 zu, um eine für den Fahrer möglichst angenehme Wahrnehmung des Führens des Fahrzeugs zu erreichen. Zusätzlich oder alternativ werden diese Werte bzw. Korrelationen als Randbedingungen zum Führen des Fahrzeugs ausgegeben 104.

Zusätzlich oder alternativ zu den Werten des Stellparameters können auch Werte wenigstens eines Körperparameters, welcher die Körperfunktion eines Fahrzeuginsassen, insbesondere des Fahrers, widerspiegelt, aufgenommen werden 101. Dies kann beispielsweise mit einem intelligenten Gerät, insbesondere einer intelligenten Uhr (smart device, smart watch), bewerkstelligt werden. Die objektiven Werte des Körperparameters werden hierbei so gewählt, dass diese eine subjektive Wahrnehmung des Fahrstils eines Fahrerassistenzsystems 1 charakterisieren können. Insbesondere kommen hierfür die Herzfrequenz, der Blutdruck, der Adrenalin Spiegel und/oder die Atemaktivität eines Insassen in Frage. Auch die Werte der Körperparameter werden mit Werten der Eingangsparameter, d.h. mit den verschiedenen Fahrszenarien korreliert und hieraus Randbedingungen abgeleitet, welche beim Führen des Fahrzeugs als Regel dienen. Das Aufnehmen 101 von Körperparametern setzt sich vorzugsweise während dem hochautomatisierten oder vollautomatisierten Fahrbetrieb fort, so dass weitere Daten zur Bewertung, vergangene Fahrszenarien und/oder zurückgelegte Trajektorien gewonnen werden.

Die Korrelationen bzw. aktualisierte Korrelationen gehen in die Auswahl 107a oder die Bewertung 107b der idealen Trajektorie ein.

Die Erfindung ermöglicht eine umfassende Optimierung eines durch ein Fahrerassistenzsystem 1 durchgeführten Fahrbetriebs. Hierbei gehen nicht nur gesetzliche Vorgaben und sicherheitsrelevante Vorgaben in die Führung des Fahrzeugs ein, sondern auch
5 durch einen speziellen Fahrer oder eine spezielle Fahrergruppe bevorzugte Fahrstile, welche durch die Fahrstilattribute definiert werden. Dass Fahrerassistenzsystem 1 ist hierbei in der Lage, sich eigenständig auf den jeweiligen Fahrer und das Fahrzeug bzw. Modifikationen am Fahrzeug zu adaptieren. Hierdurch wird gewährleistet, dass das Fahrerassistenzsystem 1 ein für das jeweilige Fahrzeug 2 bzw. dessen Fahrzeugkonfiguration
10 on und/oder für den jeweiligen Fahrer optimalen Fahrstil aufweist. Je nach Anforderung der momentanen oder zukünftigen Fahrszenarien und der Insassen des Fahrzeugs 2 kann hierbei insbesondere eine Optimierung des Energieverbrauchs des Fahrzeugs 2 durchgeführt werden. So können alle Vorgaben durch die Fahrszenarien und die Randbedingungen beispielsweise in eine Energiekostenfunktion eingehen. Auf der Grundlage
15 von Energieanforderungen verschiedener Aggregate des Fahrzeugs 2 für momentane und zukünftige Fahrszenarien kann hierbei ein Energiepreis bestimmt werden. Durch das Zuteilen von Wertkontingenten an die verschiedenen Aggregate des Fahrzeugs 2 kann jedes Aggregat entscheiden, ob es im Fahrzeug 2 verfügbare Energie abnimmt oder einspeist.

- 27 -

Bezugszeichenliste

	1	Fahrerassistenzsystem
5	2	Fahrzeug
	3a, 3b, 3d	Sensor
	4	erste Datenschnittstelle
	5	zweite Datenschnittstelle
	6	Vorhersagemodul
10	7	Optimierungsmodul
	8	Steuerungsmodul
	9a, 9b	Fahrbahnabschnitt
	10, 10a, 10a, 10c	Trajektorie
	11	erster Datenspeicher
15	12	zentraler Server
	13a, 13b, 113c, 13d, 13e, 13f, 13g	Verkehrsteilnehmer
	14	Fahrstilselektormodul
	15	zweiter Datenspeicher

Patentansprüche

1. Fahrerassistenzsystem (1) zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs (2), aufweisend
5 wenigstens einen Sensor (3a, 3b, 3c, 3d), welcher eingerichtet ist, um eine Fahrsituation des Fahrzeugs (2) wenigstens teilweise zu erfassen,
wenigstens eine erste Datenschnittstelle (4) zum Einlesen von Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke,
wenigstens eine zweite Datenschnittstelle (5) zum Einlesen von Fahrbahndaten,
10 welche insbesondere Topographie und/oder Fahrbahnverlauf eines vorausliegenden Fahrbahnabschnitts (9a) und/oder zurückliegenden Fahrbahnabschnitts (9b) charakterisieren,
ein Vorhersagemodul (6), eingerichtet, um auf der Grundlage der momentanen Fahrsituation, den Verkehrsdaten und den Fahrbahndaten wenigstens ein zukünftiges Fahrszenario und auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrszenarios mögliche Trajektorien (10a, 10b, 10c) des Fahrzeugs (2) zu simulieren und auszugeben,
15 ein Optimierungsmodul (7), eingerichtet, um anhand von wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems (1) charakterisiert, eine der möglichen Trajektorien (7a, 7b) auszuwählen und auszugeben, und
20 ein Steuermodul (8), welches mit dem Lenksystem, dem Bremssystem und/oder dem Antriebssystem des Fahrzeugs (2) in der Weise verbunden ist, um das Fahrzeug (2) auf der Grundlage der ausgewählten Trajektorie (10a, 10b, 10c) zu führen.
25
2. Fahrerassistenzsystem (1) zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs (2), aufweisend
wenigstens einen Sensor (3a, 3b, 3c, 3d), welcher eingerichtet ist, um eine Fahrsituation des Fahrzeugs (2) wenigstens teilweise zu erfassen,
30 wenigstens eine erste Datenschnittstelle (4) zum Einlesen von Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke charakterisieren,

wenigstens eine zweite Datenschnittstelle (5) zum Einlesen von Fahrbahndaten, welche insbesondere Topographie und/oder Fahrbahnverlauf eines vorausliegenden Fahrbahnabschnitts (9a) und/oder eines zurückliegenden Fahrbahnabschnitts (9b) charakterisieren,

5 ein Vorhersagemodul (6), eingerichtet, um aus der momentanen Fahrsituation, den Verkehrsdaten und den Fahrbahndaten wenigstens ein zukünftiges Fahrscenario zu simulieren und auszugeben,

ein Optimierungsmodul (7), eingerichtet, um auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrscenarios und wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems (1) charakterisiert, eine Trajektorie (10) des Fahrzeugs (2) zu berechnen und auszugeben, und
10 ein Steuermodul (8), welches mit dem Lenksystem, dem Bremssystem und/oder dem Antriebssystem des Fahrzeugs (2) in der Weise verbunden ist, um das Fahrzeug (2) auf der Grundlage der berechneten Trajektorie (10) zu führen.

15 3. Fahrerassistenzsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Datenschnittstelle (5) eingerichtet ist, um die Verkehrsdaten einer vorausliegenden Strecke über eine Datenverbindung von einem zentralen Server (12) und/oder von vorausfahrenden Verkehrsteilnehmern (13a, 13b, 13c, 13d, 13e, 20 13f) zu erhalten.

4. Fahrerassistenzsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches ein Fahrstilselektormodul (14) aufweist, welches eingerichtet ist, um eine Auswahl in Bezug auf das Fahrstilattribut, insbesondere eine Angabe eines Wertebereichs
25 für das Fahrstilattribut, über eine Benutzerschnittstelle zu erfassen.

5. Fahrerassistenzsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches ein Fahrstilselektormodul (14) aufweist, wobei das Fahrstilselektormodul (14) einen zweiten Datenspeicher (15) aufweist und eingerichtet ist, um auf Fahrsituationsdaten, Verkehrsdaten und Fahrbahndaten, welche ein Fahrscenario wenigstens teilweise charakterisieren, und Daten von wenigstens einem Stellparameter zum Führen des Fahrzeugs (2) zuzugreifen, wobei das Fahrstilselektormodul (14)
30 eingerichtet ist, Werte des wenigstens einen Stellparameters und die Sensordaten

- 30 -

ten in dem zweiten Datenspeicher (15) abzulegen und wenigstens eine Randbedingung in Bezug auf den wenigstens einen Stellparameter in Abhängigkeit der abgelegten Daten aufzustellen.

- 5 6. Verfahren (100) zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs (2), folgende Arbeitsschritte aufweisend:
Erfassen (102) wenigstens eines Eingangsparameters, durch welchen ein momentanes Fahrszenario, in welchem sich das Fahrzeug (2) befindet, charakterisiert wird;
- 10 Führen (105) des Fahrzeugs (2) durch ein Fahrerassistenzsystem (1);
Simulieren (106a), parallel zum Führen des Fahrzeugs (2), von wenigstens einem zukünftigen Fahrszenario auf der Grundlage des momentanen Fahrszenarios und Simulieren von möglichen Trajektorien (10a, 10b) des Fahrzeugs (2) auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrszenarios; und
- 15 Auswählen (107a) von einer der möglichen Trajektorien (10a, 10b, 10c) anhand von wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems (1) charakterisiert, wobei die ausgewählte Trajektorie (10a, 10b) die Grundlage für ein weiteres Führen des Fahrzeugs (2) bildet.
- 20 7. Verfahren (100) zum Unterstützen eines Fahrers beim Führen eines Fahrzeugs, folgende Arbeitsschritte aufweisend:
Erfassen (102) wenigstens eines Eingangsparameters, durch welchen ein momentanes Fahrszenario, in welchem sich das Fahrzeug (2) befindet, charakterisiert wird;
- 25 Führen (105) des Fahrzeugs durch ein Fahrerassistenzsystem (1);
Simulieren (106b), parallel zum Führen des Fahrzeugs (2), von wenigstens einem zukünftigen Fahrszenario auf der Grundlage des momentanen Fahrszenarios; und
- 30 Berechnen (107b) von einer Trajektorie (10) des Fahrzeugs (2) auf der Grundlage des wenigstens einen zukünftigen Fahrszenarios und wenigstens einer vorbestimmten Randbedingung, welche ein Fahrstilattribut des Fahrerassistenzsystems (1) charakterisiert, wobei die berechnete Trajektorie (10) die Grundlage für ein weiteres Führen des Fahrzeugs (2) bildet.

8. Verfahren (100) nach Anspruch 6 oder 7, des Weiteren den folgenden Arbeitsschritt aufweisend:
Auswerten (108) von einer zurückgelegten Trajektorie des Fahrzeugs (2)
5 und/oder von wenigstens einem vergangenen Fahrszenario, wobei das Ergebnis des Auswertens in eine Definition der wenigstens einen Randbedingung eingeht, insbesondere um eine Abweichung von dem Fahrstilattribut zu korrigieren.
9. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei eine Antriebsstrangsteuerung und/oder wenigstens eine Fahrzeugsteuerung, insbesondere Lenkungssteuerung, Bremssteuerung und/oder Federung, auf der Grundlage des wenigstens eines zukünftigen Fahrszenarios und/oder der ausgewählten bzw. berechneten Trajektorie (10a, 10b) adaptiert werden.
10. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei das momentane Fahrszenario und/oder wenigstens ein vergangenes Fahrszenario zusätzlich zur Fahrsituation Information aufweist/beinhaltet, welche durch Infrastruktur und/oder andere, insbesondere vorausfahrende oder nachfolgende, Verkehrsteilnehmer (13a, 13b, 13c, 13d, 13e, 13f, 13g) erfasst wird.
11. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei das wenigstens eine zukünftige Fahrszenario und/oder wenigstens ein vergangenes Fahrszenario Information über einen vorausliegenden Fahrbahnabschnitt (9a) und/oder zurückliegenden Fahrbahnabschnitt (9b) und/oder Verkehrsinformation über eine vorausliegende Strecke aufweist.
12. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei das wenigstens eine zukünftige Fahrszenario und/oder wenigstens ein vergangenes Fahrszenario Information über absolute Position, relative Position, Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Fahrzeugs (2) und anderer, insbesondere vorausfahrender oder nachfolgender, Verkehrsteilnehmer (13a, 13b, 13c, 13d, 13e, 13f, 13g) und/oder über eine Witterung im Bereich des Fahrzeugs und anderer, insbesondere vorausfahrender oder nachfolgender, Verkehrsteilnehmer aufweist.

13. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die wenigstens eine Randbedingung ein, insbesondere ein einziges, Fahrstilattribut aus der folgenden Gruppe charakterisiert: Fahrzeit, Emission, empfundene Effizienz, Energieverbrauch, empfundene Sicherheit, Fahrdynamik, Fahrbarkeit.
14. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 13, wobei die wenigstens eine Randbedingung einen Fahrstil des Fahrers oder einer Fahrergruppe nachbildet.
15. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 14, wobei die wenigstens eine Randbedingung einen adaptierten Fahrstil des Fahrers oder einer Fahrergruppe nachbildet, welcher die unterschiedliche Empfindung des Fahrers oder einer Fahrergruppe zwischen automatischer Führung und manueller Führung des Fahrzeugs (2) widerspiegelt.
16. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 15, wobei mehrere Randbedingungen berücksichtigt werden und deren Fahrstilattribute unterschiedlich gewichtet werden.
17. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 16, welches zum Festlegen der wenigstens eine Randbedingung während einer Trainingsphase des Weiteren die folgenden Arbeitsschritte aufweist:
Erfassen (101) von Werten wenigstens eines Stellparameters zum Führen des Fahrzeugs (2); und
Aufstellen (103) wenigstens einer Randbedingung zum Einstellen des wenigstens einen Stellparameters in Abhängigkeit des wenigstens einen Eingangsparameters auf der Grundlage der aufgenommenen Werte.
18. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 17, wobei das Simulieren einen zukünftigen Zeitraum von etwa 1 s bis etwa 10 min, bevorzugter von etwa 10 s bis etwa 1 min, und am bevorzugtesten mit etwa 1s, 10 s oder 1 min abdeckt.

- 33 -

19. Computerprogramm, das Anweisungen umfasst, welche, wenn sie von einem Computer oder mehreren Computern ausgeführt werden, diesen dazu veranlassen, die Schritte eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 6 bis 18 ausführen.

5

20. Computer-lesbares Medium, auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 19 gespeichert ist.

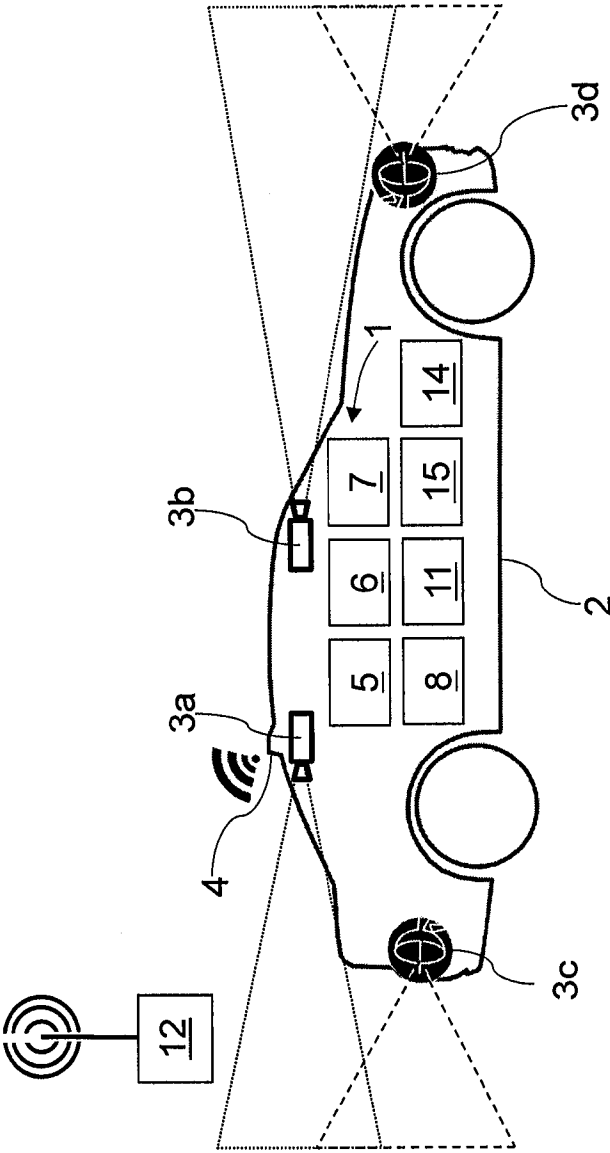


Fig.1

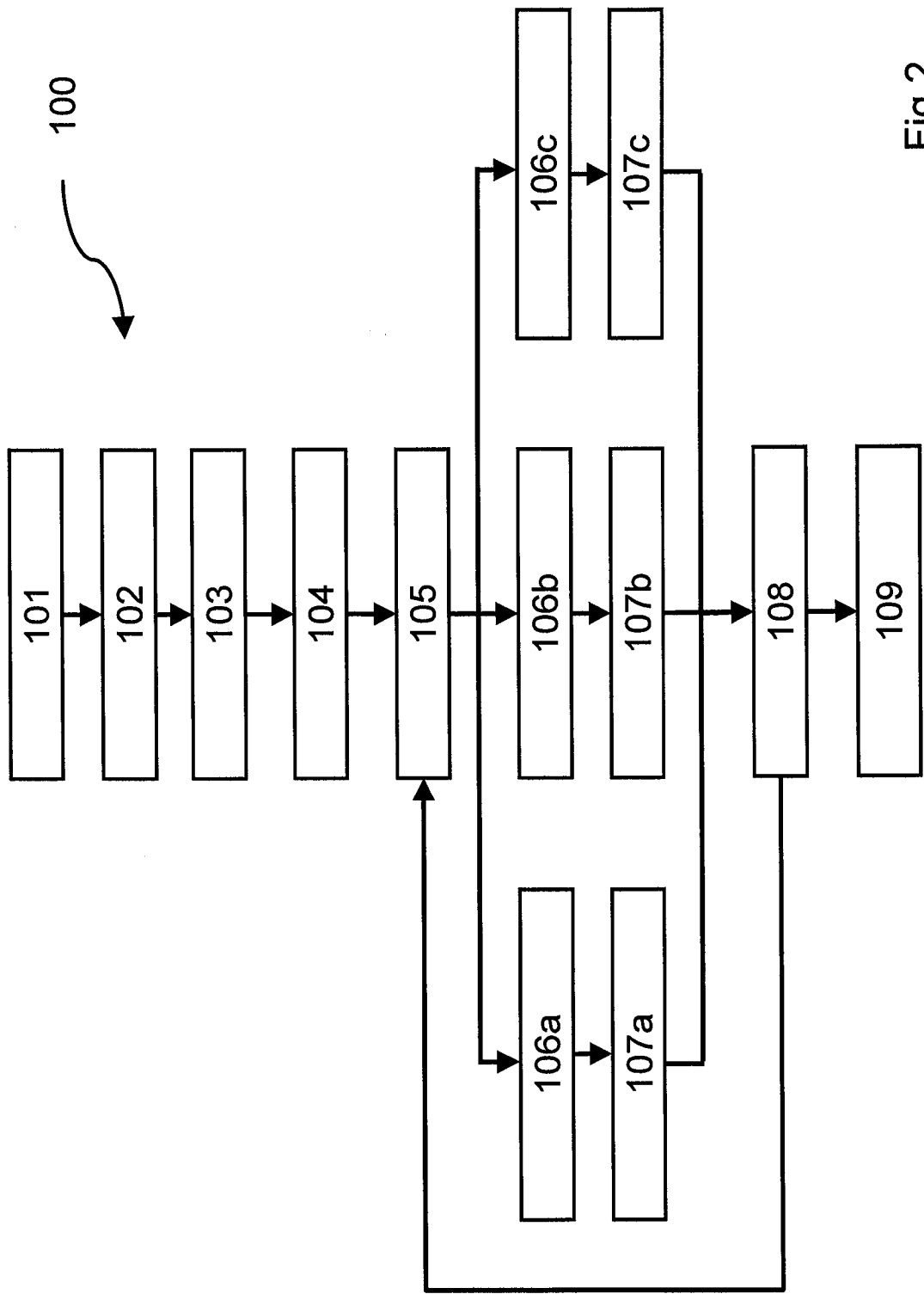


Fig.2

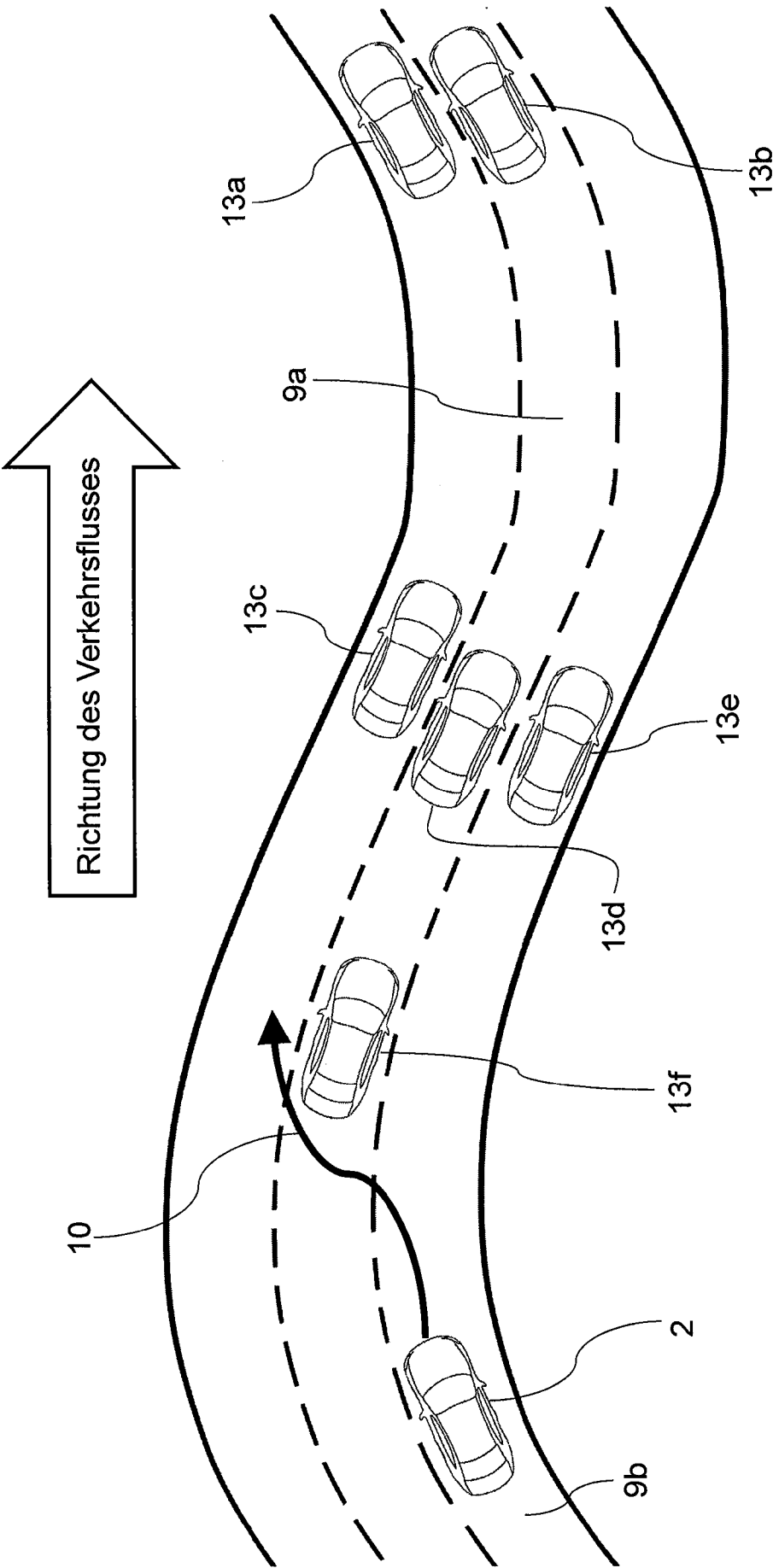


Fig.3

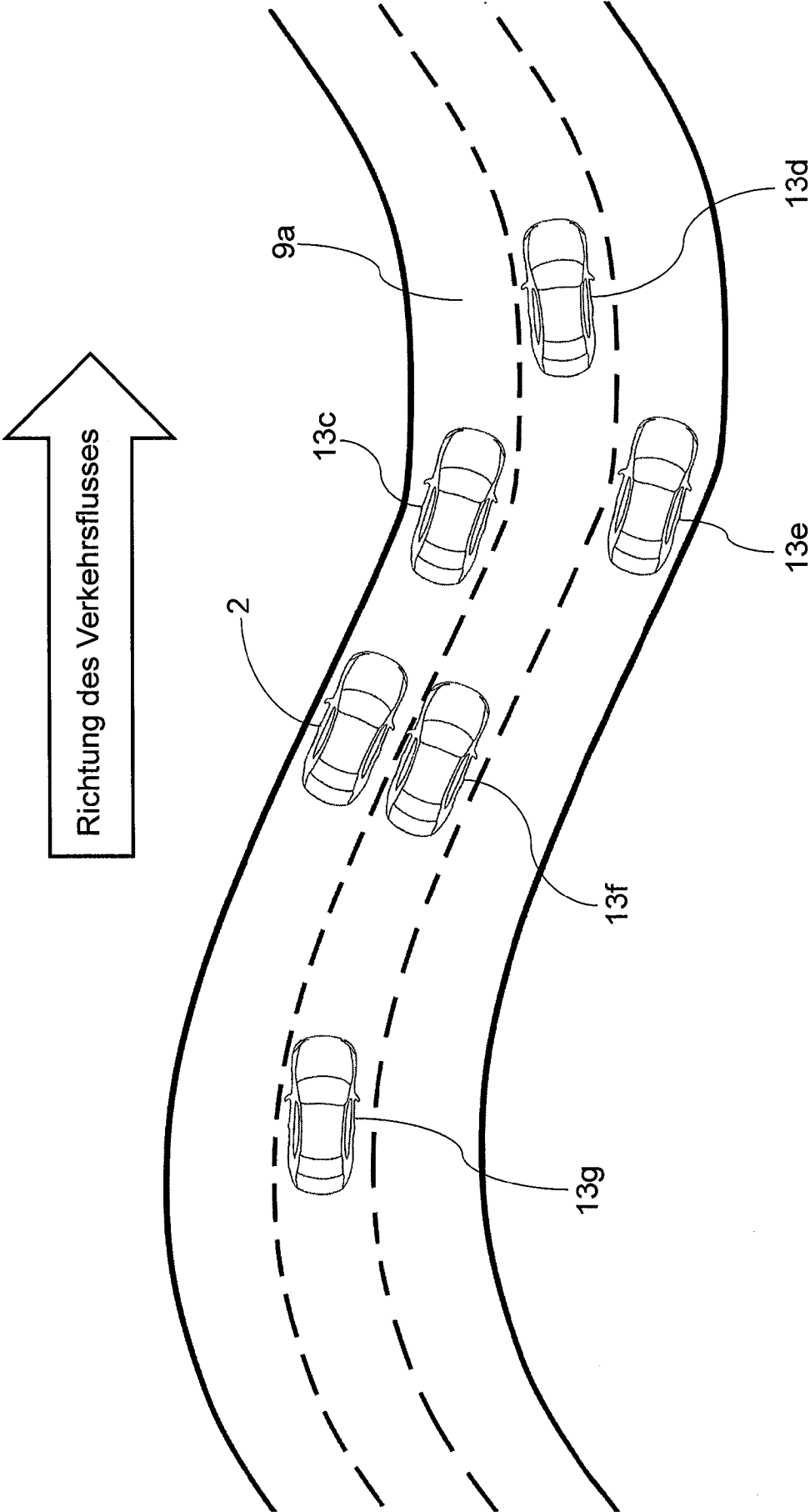


Fig.4

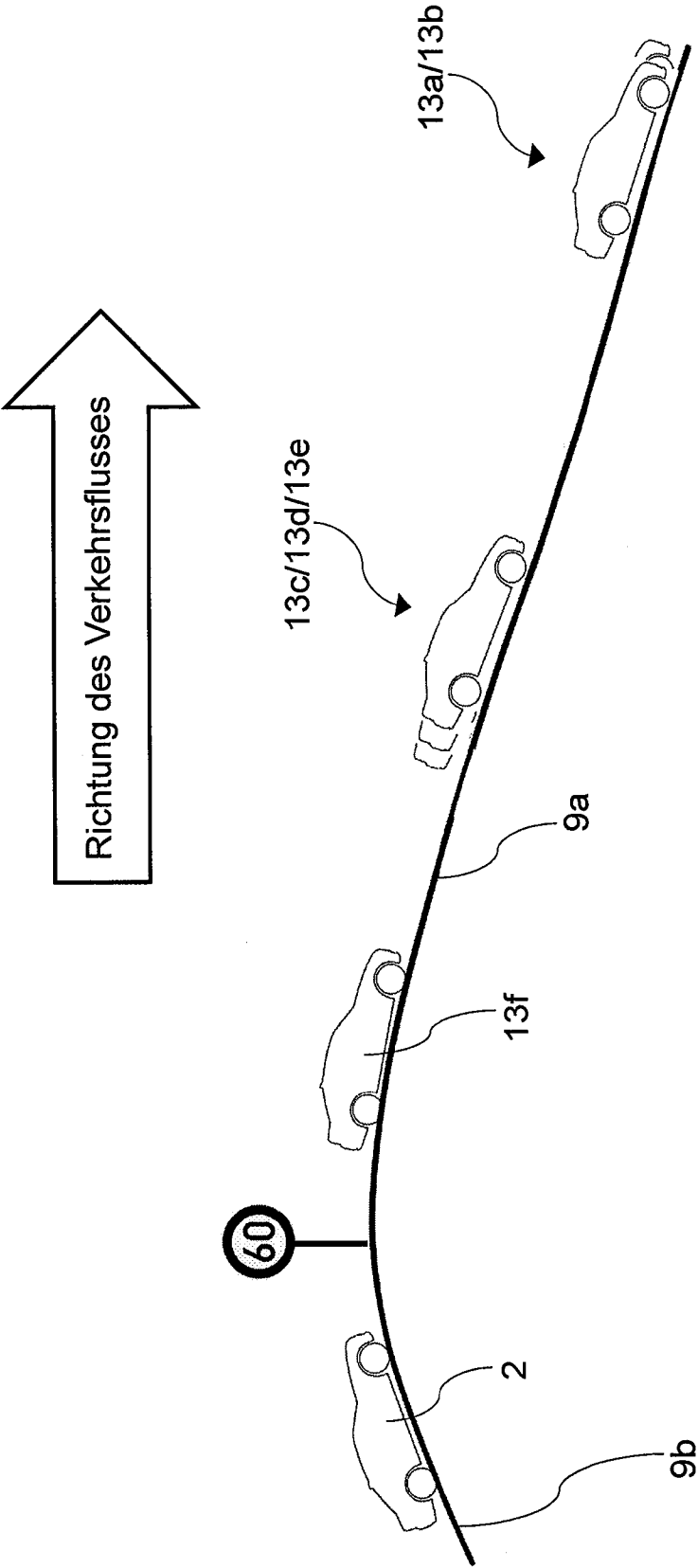


Fig.5

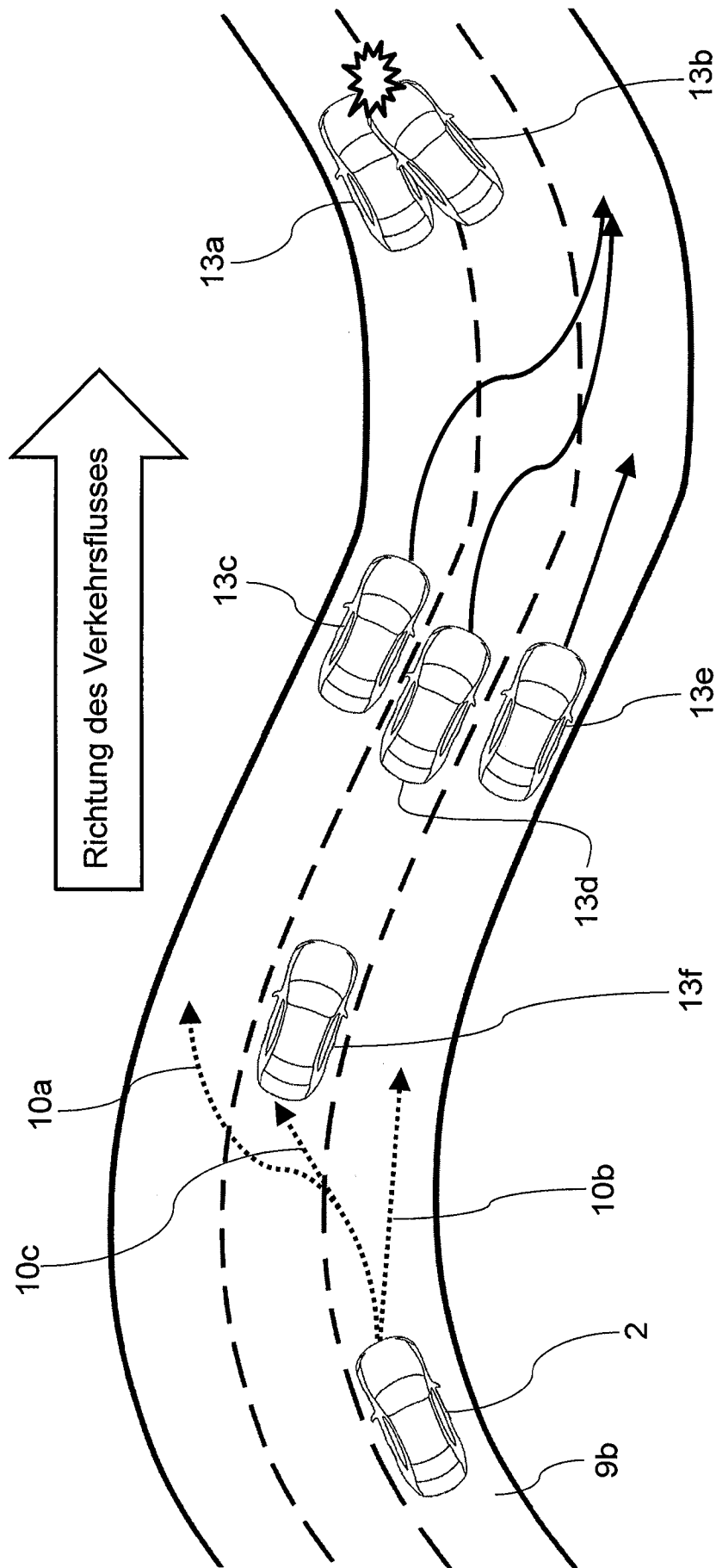


Fig.6

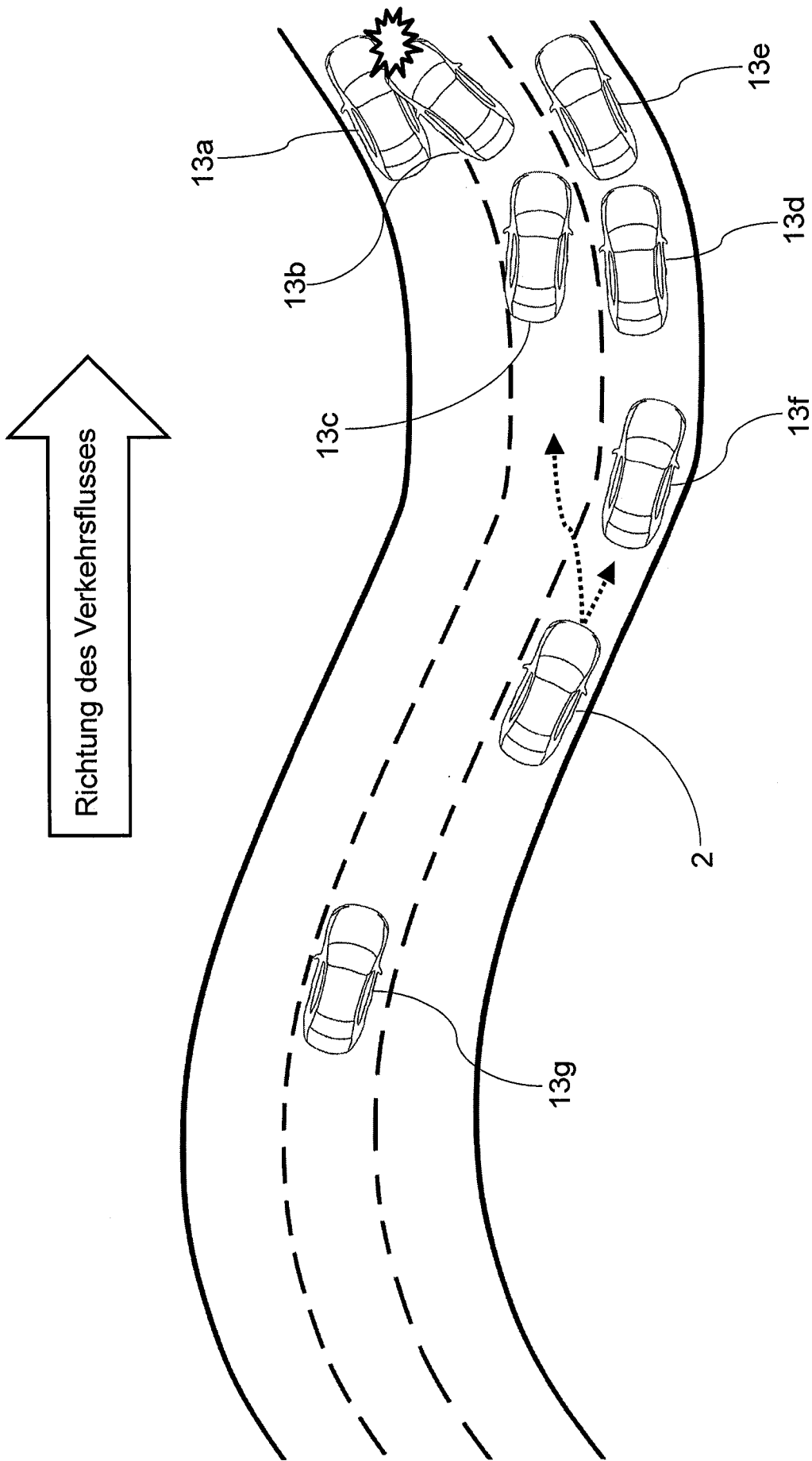


Fig.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G08G1/0962 G05D1/02 G06K9/00 G08G1/0967
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G08G G05D G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 8 880 273 B1 (CHATHAM ANDREW HUGHES [US]) 4 November 2014 (2014-11-04) abstract column 1, line 32 - line 45 column 2, line 46 - line 59 column 7, line 52 - line 67 column 11, line 46 - column 12, line 15 -----	1-20
X	US 8 855 849 B1 (FERGUSON DAVID I [US] ET AL) 7 October 2014 (2014-10-07) abstract column 3, line 8 - line 59 column 4, line 12 - line 29 column 7, line 51 - column 8, line 10 ----- -/--	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 June 2017

Date of mailing of the international search report

21/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Berland, Joachim

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057400

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2014 208311 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 5 November 2015 (2015-11-05) cited in the application the whole document abstract paragraph [0026] - paragraph [0027] -----	1-20
A	DE 10 2013 210941 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18 December 2014 (2014-12-18) the whole document abstract paragraph [0011] paragraph [0057] - paragraph [0060] paragraph [0073] - paragraph [0074] -----	1-20
A	US 2015/158486 A1 (HEALEY JENNIFER A [US] ET AL) 11 June 2015 (2015-06-11) the whole document abstract; figures 1, 2 paragraph [0023] - paragraph [0024] paragraph [0032] - paragraph [0035] paragraph [0050] -----	1-20
A	EP 2 426 034 A2 (SCANIA CV AB [SE]) 7 March 2012 (2012-03-07) the whole document abstract paragraphs [0016], [0017], [0022] -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/057400

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 8880273	B1	04-11-2014	US 8880273 B1 04-11-2014
			US 9207679 B1 08-12-2015
			US 9646497 B1 09-05-2017
US 8855849	B1	07-10-2014	US 8855849 B1 07-10-2014
			US 9026303 B1 05-05-2015
DE 102014208311	A1	05-11-2015	NONE
DE 102013210941	A1	18-12-2014	DE 102013210941 A1 18-12-2014
			EP 2813408 A1 17-12-2014
			JP 2015000722 A 05-01-2015
			US 2014371981 A1 18-12-2014
US 2015158486	A1	11-06-2015	CN 105705395 A 22-06-2016
			EP 3079961 A1 19-10-2016
			JP 2016536220 A 24-11-2016
			KR 20160068899 A 15-06-2016
			US 2015158486 A1 11-06-2015
			WO 2015088522 A1 18-06-2015
EP 2426034	A2	07-03-2012	BR PI1105231 A2 15-01-2013
			EP 2426034 A2 07-03-2012
			SE 1050904 A1 04-03-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G08G1/0962 G05D1/02 G06K9/00 G08G1/0967 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G08G G05D G06K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 8 880 273 B1 (CHATHAM ANDREW HUGHES [US]) 4. November 2014 (2014-11-04) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 32 - Zeile 45 Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 59 Spalte 7, Zeile 52 - Zeile 67 Spalte 11, Zeile 46 - Spalte 12, Zeile 15 -----	1-20
X	US 8 855 849 B1 (FERGUSON DAVID I [US] ET AL) 7. Oktober 2014 (2014-10-07) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 59 Spalte 4, Zeile 12 - Zeile 29 Spalte 7, Zeile 51 - Spalte 8, Zeile 10 ----- -/--	1-20
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Juni 2017		21/06/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Berland, Joachim

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2014 208311 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 5. November 2015 (2015-11-05) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument Zusammenfassung Absatz [0026] - Absatz [0027] -----	1-20
A	DE 10 2013 210941 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18. Dezember 2014 (2014-12-18) das ganze Dokument Zusammenfassung Absatz [0011] Absatz [0057] - Absatz [0060] Absatz [0073] - Absatz [0074] -----	1-20
A	US 2015/158486 A1 (HEALEY JENNIFER A [US] ET AL) 11. Juni 2015 (2015-06-11) das ganze Dokument Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2 Absatz [0023] - Absatz [0024] Absatz [0032] - Absatz [0035] Absatz [0050] -----	1-20
A	EP 2 426 034 A2 (SCANIA CV AB [SE]) 7. März 2012 (2012-03-07) das ganze Dokument Zusammenfassung Absätze [0016], [0017], [0022] -----	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/057400

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 8880273 B1	04-11-2014	US 8880273 B1	04-11-2014
		US 9207679 B1	08-12-2015
		US 9646497 B1	09-05-2017
US 8855849 B1	07-10-2014	US 8855849 B1	07-10-2014
		US 9026303 B1	05-05-2015
DE 102014208311 A1	05-11-2015	KEINE	
DE 102013210941 A1	18-12-2014	DE 102013210941 A1	18-12-2014
		EP 2813408 A1	17-12-2014
		JP 2015000722 A	05-01-2015
		US 2014371981 A1	18-12-2014
US 2015158486 A1	11-06-2015	CN 105705395 A	22-06-2016
		EP 3079961 A1	19-10-2016
		JP 2016536220 A	24-11-2016
		KR 20160068899 A	15-06-2016
		US 2015158486 A1	11-06-2015
		WO 2015088522 A1	18-06-2015
EP 2426034 A2	07-03-2012	BR PI1105231 A2	15-01-2013
		EP 2426034 A2	07-03-2012
		SE 1050904 A1	04-03-2012