

(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
10. September 2020 (10.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/177958 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06K 9/00 (2006.01) B60W 30/095 (2012.01)
G08G 1/16 (2006.01)

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).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/052277

(22) Internationales Anmeldedatum:

30. Januar 2020 (30.01.2020)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2019 105 547.4

05. März 2019 (05.03.2019) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **BAUMGARTL, Marco**; Römerstr. 98 a, 82205 Gilching (DE). **BAUCH, Dominik**; Dornbergstr. 10, 84453 Mühldorf am Inn (DE). **HIMMELSBACH, Michael**; Bergstraße 9, 81539 München (DE). **MEISSNER, Daniel**; Margit-Blaha-Str. 8, 86316 Friedberg (DE). **TRENTI-NAGLIA, Luca**; Schwalbenstr. 7, 82223 Eichenau (DE). **MEHRINGER, Josef**; Gasse 23, 83703 Gmund (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, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, KZ,

(54) Title: METHOD AND CONTROL UNIT FOR DETECTING A VEHICLE MOVING IN OR OUT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND STEUEREINHEIT ZUR ERKENNUNG EINES EIN- BZW. AUSSCHERENDEN FAHRZEUGS

(57) Abstract: The invention relates to a control unit for a vehicle. The control unit is designed to predict a travel envelope for the vehicle, which surrounds a motion path of the vehicle, which motion path is ahead, and to detect an object ahead, e.g. a vehicle moving in or out. In addition, the control unit is designed to determine a reference point on the object and to determine overlap information regarding overlap of the reference point with the travel envelope. Furthermore, the control unit is designed to determine, on the basis of the overlap information, whether the object is penetrating into the travel envelope of the vehicle.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Steuereinheit für ein Fahrzeug beschrieben. Die Steuereinheit ist eingerichtet, einen um einen vorausliegenden Bewegungspfad des Fahrzeugs liegenden Fahrschlauch für das Fahrzeug zu präzisieren und ein vorausliegendes Objekt, z.B. ein ein- bzw. ausscherendes Fahrzeug, zu detektieren. Außerdem ist die Steuereinheit eingerichtet, einen Referenzpunkt auf dem Objekt zu ermitteln, und Überlappungsinformation in Bezug auf eine Überlappung des Referenzpunktes mit dem Fahrschlauch zu ermitteln. Des Weiteren ist die Steuereinheit eingerichtet, auf Basis der Überlappungsinformation zu bestimmen, ob das Objekt in den Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt oder nicht.



WO 2020/177958 A1

5

10

**Verfahren und Steuereinheit zur Erkennung eines ein- bzw. ausscherenden
Fahrzeugs**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Steuereinheit zur Erkennung eines ein- bzw. ausscherenden Fahrzeugs. Insbesondere betrifft die Erfindung die zuverlässige Erkennung von ein- bzw. ausscherenden Fahrzeugen im Rahmen eines Fahrerassistenzsystems für ein zumindest teilweise automatisiert fahrendes Fahrzeug.

Ein Fahrzeug kann ein Fahrerassistenzsystem bzw. eine Fahrfunktion umfassen, das bzw. die zumindest teilweise automatisiert die Längs- und/oder die Querführung des Fahrzeugs durchführen kann. Ein beispielhaftes Fahrerassistenzsystem bzw. eine beispielhafte Fahrfunktion ist ein Abstands- und/oder Geschwindigkeitsregler (auf Englisch, Adaptive Cruise Control (ACC)), bei dem das Fahrzeug automatisch eine bestimmte Geschwindigkeit einhält und/oder einen bestimmten Abstand zu einem, vor dem Fahrzeug fahrenden, Vorder-Fahrzeug einhält.

- Zur Bereitstellung eines derartigen Fahrerassistenzsystems in einem Fahrzeug (auch als Ego-Fahrzeug bezeichnet) ist es typischerweise erforderlich, ein auf die Fahrspur des Fahrzeugs einscherendes anderes Fahrzeug zu erkennen, z.B. um die Abstands- und/oder Geschwindigkeitsregelung nicht mehr auf das Vorder-
- 5 Fahrzeug als Regel-Objekt sondern auf das einscherende Fahrzeug als Regel-Objekt zu betreiben.

- Insbesondere bei schlecht erkennbaren oder nicht vorhandenen Fahrspuren kann typischerweise ein auf die Fahrspur des Ego-Fahrzeugs einscherendes Fahrzeug
- 10 nicht zuverlässig detektiert werden. Das vorliegende Dokument befasst sich mit der technischen Aufgabe, ein ein- bzw. ausscherendes Fahrzeug in effizienter und zuverlässiger Weise zu erkennen, insbesondere auch dann, wenn keine Fahrspur detektiert werden kann.

- 15 Die Aufgabe wird durch jeden der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen werden u.a. in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass zusätzliche Merkmale eines von einem unabhängigen Patentanspruch abhängigen Patentanspruchs ohne die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs oder nur in Kombination mit einer Teilmenge
- 20 der Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs eine eigene und von der Kombination sämtlicher Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs unabhängige Erfindung bilden können, die zum Gegenstand eines unabhängigen Anspruchs, einer Teilungsanmeldung oder einer Nachanmeldung gemacht werden kann. Dies gilt in gleicher Weise für in der Beschreibung beschriebene technische
- 25 Lehren, die eine von den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche unabhängige Erfindung bilden können.

- Gemäß einem Aspekt wird eine Steuereinheit für ein Fahrzeug (insbesondere für ein Kraftfahrzeug) beschrieben. Die Steuereinheit ist eingerichtet, einen um einen
- 30 vorausliegenden Bewegungspfad des Fahrzeugs liegenden Fahrschlauch für das Fahrzeug zu präzisieren. Der Bewegungspfad des Fahrzeugs kann die Trajektorie

- eines Punktes (z.B. eines Punktes auf der Vorder- oder Hinterachse) des Fahrzeugs anzeigen. Der Fahrschlauch kann den Bewegungspfad (rechts und links) umschließen. Es können ein Fahrschlauch und/oder Bewegungspfad für einen bestimmten vorausliegenden Bereich (z.B. für die nächsten 500 Meter oder weniger, oder für die nächsten 200 Meter oder weniger) ermittelt werden. Alternativ oder ergänzend können ein Fahrschlauch und/oder Bewegungspfad für einen bestimmten vorausliegenden Zeitbereich (z.B. für die nächsten 20 Sekunden oder weniger, oder für die nächsten 10 Sekunden oder weniger) ermittelt werden.
- 10 Der Fahrschlauch und/oder der Bewegungspfad des Fahrzeugs können z.B. auf Basis von Umfelddaten in Bezug auf ein (seitlich und vor dem Fahrzeug liegendes) Umfeld des Fahrzeugs ermittelt werden. Die Umfelddaten können z.B. durch ein oder mehrere Umfeldsensoren (z.B. eine Bildkamera, einen Radarsensor, einen Lidar-Sensor, und/oder einen Ultraschallsensor) des Fahrzeugs
- 15 erfasst werden. Alternativ oder ergänzend können der Fahrschlauch und/oder der Bewegungspfad des Fahrzeugs auf Basis von Fahrzeugdaten in Bezug auf die Fahrrichtung, den Lenkwinkel und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs ermittelt werden. Die Fahrzeugdaten können durch ein oder mehrere Fahrzeugsensoren (z.B. einen Geschwindigkeitssensor, einen
- 20 Beschleunigungssensor, einen Lenksensor, etc.) des Fahrzeugs erfasst werden. Alternativ oder ergänzend können der Fahrschlauch und/oder der Bewegungspfad des Fahrzeugs auf Basis einer digitalen Karte in Bezug auf einen Verlauf einer von dem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn ermittelt werden.
- 25 Der Fahrschlauch und/oder der Bewegungspfad des Fahrzeugs können dabei unabhängig von einer Fahrspurmarkierung der von dem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn ermittelt werden. Mit anderen Worten, auch wenn bzw. insbesondere dann, wenn keine Fahrspurmarkierungen auf einer aktuell befahrenen Fahrbahn detektiert werden können, können auf Basis der o.g. Daten ein Fahrschlauch
- 30 und/oder ein Bewegungspfad des Fahrzeugs ermittelt werden. Beispielsweise kann die Steuereinheit eingerichtet sein, zu überprüfen bzw. zu bestimmen, ob

eine Fahrspurmarkierung einer von dem Fahrzeug befahrenen Fahrspur bzw. Fahrbahn erkannt werden kann oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass keine Fahrspurmarkierung erkannt werden kann, kann (stattdessen) ein Fahrschlauch prädiiziert werden (um das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen).

Die Breite des prädiizierten Fahrschlauchs um den Bewegungspfad des Fahrzeugs kann von der Breite des Fahrzeugs abhängen. Alternativ oder ergänzend kann die Breite des prädiizierten Fahrschlauchs von dem Abstand eines Bereichs des Fahrschlauchs von einer aktuellen Position des Fahrzeugs abhängen. Typischerweise steigt die Breite des Fahrschlauchs mit steigendem Abstand zu der aktuellen Position des Fahrzeugs an. Alternativ oder ergänzend kann die Breite des prädiizierten Fahrschlauchs von der Unsicherheit abhängen, mit der ein Punkt des Bewegungspfads ermittelt werden kann. Dabei steigt die Breite des Fahrschlauchs typischerweise mit steigender Unsicherheit an.

Die Steuereinheit kann ferner eingerichtet sein, ein vorausliegendes Objekt zu detektieren. Das Objekt kann z.B. auf Basis von Umfelddaten detektiert werden. Das Objekt kann ein vor dem Fahrzeug einscherendes oder ausscherendes (anderes) Fahrzeug umfassen bzw. sein.

Außerdem ist die Steuereinheit eingerichtet, einen Referenzpunkt auf bzw. an dem Objekt zu ermitteln. Zu diesem Zweck kann auf Basis der Umfelddaten ein Konturmodell für eine Kontur des Objektes ermittelt werden. Mit anderen Worten, es kann ein Modell ermittelt werden, durch das die Kontur des Objektes in vereinfachter Weise beschrieben bzw. nachgebildet wird. Das Konturmodell kann z.B. ein Vieleck, insbesondere ein Viereck oder ein Rechteck, mit einer Vielzahl von Ecken umfassen bzw. sein. Der Referenzpunkt kann dann in effizienter Weise als einen Punkt des Konturmodells ermittelt werden. Insbesondere kann die Steuereinheit eingerichtet sein, den Referenzpunkt als eine Ecke aus der Vielzahl von Ecken eines die Kontur des Objektes beschreibenden

Vielecks auszuwählen. Durch die Repräsentation eines Objektes durch einen (ggf. durch einen einzigen) Referenzpunkt, kann in effizienter und zuverlässiger Weise die Relevanz eines Objektes für die Fahrtrajektorie eines Fahrzeugs und/oder für eine Fahrfunktion bzw. für ein Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs ermittelt
5 werden.

Die Steuereinheit ist ferner eingerichtet, Überlappungsinformation in Bezug auf die Überlappung des Referenzpunktes mit dem Fahrschlauch zu ermitteln. Die Überlappungsinformation kann insbesondere anzeigen, wie nah sich der
10 Referenzpunkt an dem Fahrschlauch des Fahrzeugs befindet. Dies kann durch einen Überlappungswert ausgedrückt werden, wobei der Überlappungswert zwischen einem Minimalwert und einem Maximalwert liegen kann, um jeweils unterschiedliche Grade der Nähe bzw. Überlappung anzuzeigen. Es kann somit als Überlappungsinformation ermittelt werden, wie nah sich der Referenzpunkt des
15 Objektes an dem Fahrschlauch befindet.

Es sei darauf hingewiesen, dass ein steigender Überlappungswert eine steigende Nähe zu dem Fahrschlauch anzeigen kann (erste Variante). In einem alternativen Beispiel kann (genau umgekehrt) ein steigender Überlappungswert eine steigende
20 Entfernung von dem Fahrschlauch anzeigen (zweite Variante). Die zweite Variante wird in diesem Dokument häufig in Klammern wiedergegeben. Bei der zweiten Variante zeigt somit ein relativ kleiner Überlappungswert (z.B. null) eine relativ starke Überlappung mit dem Fahrschlauch an, während ein relativ großer Überlappungswert (z.B. 1) eine relativ geringe Überlappung mit dem
25 Fahrschlauch anzeigt.

Außerdem ist die Steuereinheit eingerichtet, auf Basis der Überlappungsinformation zu bestimmen, ob das Objekt in den Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt oder nicht. Wie weiter oben dargelegt, kann die
30 Überlappungsinformation einen Überlappungswert des Referenzpunktes anzeigen bzw. umfassen. Die Steuereinheit kann eingerichtet sein, den Überlappungswert

mit zumindest einem Schwellenwert zu vergleichen, um zu bestimmen, ob das Objekt in den Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt oder nicht. Beispielsweise kann bestimmt werden, dass das Objekt in den Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt, wenn der Überlappungswert größer als ein erster Schwellenwert ist.

- 5 Andererseits kann bestimmt werden, dass das Objekt nicht in den Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt, wenn der Überlappungswert kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist. Dies gilt für die erste Variante der Überlappungswerte. Für die zweite Variante können entsprechende Vergleiche mit Schwellenwerten durchgeführt werden.

10

Es kann somit in präziser und effizienter Weise ermittelt werden, ob ein detektiertes Objekt (insbesondere ein ein- bzw. ausscherendes Fahrzeug) für eine Fahrfunktion eines Fahrzeugs zu berücksichtigen ist oder nicht (auch dann, wenn keine Fahrspurmarkierungen auf einer aktuell befahrenen Fahrbahn detektiert

- 15 werden können).

Die Steuereinheit kann eingerichtet sein, eine Fahrfunktion des Fahrzeugs in Abhängigkeit davon zu betreiben, ob bestimmt wurde, dass das Objekt in den Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt oder nicht. Alternativ oder ergänzend kann

20 die Steuereinheit eingerichtet sein, das Fahrzeug in Abhängigkeit davon zumindest teilweise automatisiert zu führen, ob bestimmt wurde, dass das Objekt in den Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt oder nicht. So kann die Güte einer Fahrfunktion bzw. eines Fahrerassistenzsystems erhöht werden.

- 25 Die Steuereinheit kann eingerichtet sein, eine Referenzposition des Referenzpunktes relativ zu dem Fahrschlauch zu ermitteln. Die Referenzposition kann dabei auf einem Lot liegen, das senkrecht auf dem Bewegungspfad steht und das durch den Referenzpunkt verläuft. Es kann dann auf Basis eines Überlappungsprofils und auf Basis der Referenzposition als
- 30 Überlappungsinformation ein Überlappungswert für den Referenzpunkt ermittelt werden.

Das Überlappungsprofil kann für unterschiedliche Positionen relativ zu dem Fahrschlauch unterschiedliche Überlappungswerte anzeigen. Dabei kann der Überlappungswert mit steigendem Abstand zu dem Fahrschlauch sinken (bzw. steigen). Das Überlappungsprofil kann dabei z.B. Überlappungswerte zwischen einem Minimalwert (z.B. 0) und einem Maximalwert (z.B. 1) annehmen. Das Überlappungsprofil kann z.B. in einer an den Fahrschlauch angrenzenden Toleranzzone mit steigendem Abstand von dem Fahrschlauch stetig von dem Maximalwert auf den Minimalwert des Überlappungswertes übergehen (oder umgekehrt). Des Weiteren kann das Überlappungsprofil in dem Fahrschlauch den Maximalwert (oder den Minimalwert) aufweisen.

Die Breite der Toleranzzone kann z.B. von der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs abhängen (und mit steigender Fahrgeschwindigkeit steigen). Alternativ oder ergänzend kann die Breite der Toleranzzone von dem Abstand eines Bereichs der Toleranzzone von einer aktuellen Position des Fahrzeugs abhängen. Typischerweise steigt die Breite der Toleranzzone mit steigendem Abstand zu der aktuellen Position des Fahrzeugs an. Alternativ oder ergänzend kann die Breite der Toleranzzone von der Unsicherheit abhängen, mit der ein Punkt des Bewegungspfads ermittelt werden kann. Dabei steigt die Breite der Toleranzzone typischerweise mit steigender Unsicherheit an.

Durch die Berücksichtigung eines Überlappungsprofils kann die Überlappungsinformation in robuster Weise ermittelt werden, um eine zuverlässige Erkennung eines relevanten Objektes zu ermöglichen.

Die Steuereinheit kann eingerichtet sein, Unsicherheitsinformation in Bezug auf einen Grad an Unsicherheit der Referenzposition zu ermitteln. Die Unsicherheitsinformation kann insbesondere anzeigen, wie stark die tatsächliche Position des Objektes von der Referenzposition des Referenzpunktes abweichen kann. Der Überlappungswert des Referenzpunktes kann dann auf Basis der

Unsicherheitsinformation ermittelt werden. Durch die Berücksichtigung von Unsicherheitsinformation kann die Zuverlässigkeit der Erkennung eines relevanten Objektes weiter erhöht werden.

- 5 Insbesondere kann die Steuereinheit eingerichtet sein, auf Basis der Unsicherheitsinformation einen Wertebereich (z.B. eine Standardabweichung) um die Referenzposition des Referenzpunktes zu ermitteln. Auf Basis des Überlappungsprofils kann dann ein maximaler (oder ein minimaler) Überlappungswert für den Wertebereich um die Referenzposition ermittelt
- 10 werden. Der zu verwendende Überlappungswert des Referenzpunktes kann dann in besonders robuster Weise auf Basis des ermittelten maximalen (oder minimalen) Überlappungswertes ermittelt werden.

- Die Steuereinheit kann eingerichtet sein, für eine Mehrzahl von möglichen
- 15 Punkten des Objektes jeweils einen Überlappungswert zu ermitteln. Der Referenzpunkt des Objektes kann dann in Abhängigkeit von den Überlappungswerten für die Mehrzahl von möglichen Punkten aus der Mehrzahl von möglichen Punkten ausgewählt werden. Insbesondere kann der Punkt aus der Mehrzahl von Punkten ausgewählt werden, der den relativ höchsten (oder den
- 20 relativ niedrigsten) Überlappungswert mit dem Fahrschlauch aufweist. Es kann somit der Punkt als Referenzpunkt ausgewählt werden, der die stärkste Überlappung mit dem Fahrschlauch aufweist. So kann eine besonders zuverlässige Erkennung eines relevanten Objektes ermöglicht werden.

- 25 Die Steuereinheit kann eingerichtet sein, ein senkrecht auf dem Bewegungspfad stehendes und durch den Referenzpunkt verlaufendes Lot als Querschnitt durch den Fahrschlauch zu ermitteln. Das Überlappungsprofil kann dann als eine entlang des Lotes verlaufende Funktion des Überlappungswertes als Funktion der Position auf dem Lot ermittelt werden. Durch die Berücksichtigung eines Lotes
- 30 kann die Position des Referenzpunktes relativ zu dem Fahrschlauch in präziser Weise ermittelt werden.

- Die Steuereinheit kann insbesondere eingerichtet sein, eine Mehrzahl von unterschiedlich ausgerichteten Loten durch den Referenzpunkt zu ermitteln (wobei jedes Lot senkrecht auf dem Bewegungspfad des Fahrzeugs steht). Es
- 5 kann dann für die Mehrzahl von Loten eine entsprechende Mehrzahl von Überlappungsprofilen ermittelt werden. Auf Basis der Mehrzahl von Überlappungsprofilen kann eine entsprechende Mehrzahl von möglichen Überlappungswerten des Referenzpunktes mit dem Fahrschlauch ermittelt werden. Der Überlappungswert des Referenzpunktes kann dann in präziser und
- 10 robuster Weise auf Basis der Mehrzahl von möglichen Überlappungswerten ermittelt werden. Insbesondere kann der Überlappungswert als maximaler (oder minimaler) möglicher Überlappungswert aus der Mehrzahl von möglichen Überlappungswerten ermittelt werden.
- 15 Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein (Straßen-) Kraftfahrzeug (insbesondere ein Personenkraftwagen oder ein Lastkraftwagen oder ein Bus oder ein Motorrad) beschrieben, das die in diesem Dokument beschriebene Steuereinheit umfasst.

- Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein (Computer-implementiertes) Verfahren
- 20 zur Erkennung eines für eine Fahrfunktion eines Fahrzeugs relevanten Objektes beschrieben. Das Verfahren umfasst das Prädizieren eines um einen vorausliegenden Bewegungspfad des Fahrzeugs liegenden Fahrschlauchs für das Fahrzeug. Das Bewegungspfad kann dabei die Trajektorie eines bestimmten Punktes (z.B. des Mittelpunktes einer Achse) des Fahrzeugs anzeigen. Außerdem
- 25 umfasst das Verfahren das Detektieren eines vorausliegenden Objektes. Ferner umfasst das Verfahren das Ermitteln eines Referenzpunktes an dem Objekt, sowie das Ermitteln von Überlappungsinformation in Bezug auf eine Überlappung des Referenzpunktes mit dem Fahrschlauch. Des Weiteren umfasst das Verfahren das Bestimmen, auf Basis der Überlappungsinformation, ob das Objekt in den
- 30 Fahrschlauch des Fahrzeugs eindringt oder nicht.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Software (SW) Programm beschrieben. Das SW Programm kann eingerichtet werden, um auf einem Prozessor (z.B. auf einem Steuergerät eines Fahrzeugs) ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

5

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Speichermedium beschrieben. Das Speichermedium kann ein SW Programm umfassen, welches eingerichtet ist, um auf einem Prozessor ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

10

Es ist zu beachten, dass die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme sowohl alleine, als auch in Kombination mit anderen in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen verwendet werden können. Des Weiteren können jegliche Aspekte der in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden. Insbesondere können die Merkmale der Ansprüche in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden.

15

Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Dabei zeigen

20

Figur 1 eine beispielhafte Fahrsituation;

Figur 2 beispielhafte Komponenten eines Fahrzeugs;

Figur 3a einen beispielhaften Fahrschlauch;

Figur 3b ein beispielhaftes Überlappungsprofil; und

25

Figur 4 ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zur Berücksichtigung eines einscherenden Fahrzeugs im Rahmen einer Fahrfunktion eines Fahrzeugs.

Wie eingangs dargelegt, befasst sich das vorliegende Dokument damit, ein ein-

30

bzw. ausscherendes Fahrzeug in zuverlässiger und effizienter Weise zu detektieren. In diesem Zusammenhang zeigt Fig. 1 eine beispielhafte

Fahrsituation, bei der ein Ego-Fahrzeug 100 auf einer Ego-Fahrspur 111 einer mehrspurigen Fahrbahn 110 hinter einem Vorder-Fahrzeug 101 herfährt. Im Ego-Fahrzeug 100 kann z.B. eine Fahrfunktion betrieben werden, die das Ego-Fahrzeug 100 automatisiert in einem definierten Abstand 106 zu dem Vorder-Fahrzeug 101 hält und/oder die das Ego-Fahrzeug 100 automatisiert mit einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit 105 längs- und/oder querführt. Die Fahrfunktion, insbesondere der Abstands- und/oder Geschwindigkeitsregler, kann dabei das Vorder-Fahrzeug 101 als Regel-Objekt verwenden, um automatisch die Fahrgeschwindigkeit 105 des Ego-Fahrzeugs 100 anzupassen (z.B. in Abhängigkeit von dem Abstand 106 zu dem Vorder-Fahrzeug 101 und/oder in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des Vorder-Fahrzeugs 101).

Während des Betriebs der Fahrfunktion kann es vorkommen, dass ein anderes Fahrzeug 102 von einer benachbarten Fahrspur 112 auf die Ego-Fahrspur 111 zwischen das Ego-Fahrzeug 100 und das Vorder-Fahrzeug 101 einschert. Das einscherende Fahrzeug 102 sollte möglichst frühzeitig erkannt werden, um die Fahrgeschwindigkeit 105 des Ego-Fahrzeug 100 in komfortabler Weise an die Fahrgeschwindigkeit des einschierenden Fahrzeugs 102 anzupassen, und/oder um in komfortabler Weise einen bestimmten Abstand 106 zu dem einschierenden Fahrzeug 102 einstellen zu können.

Fig. 2 zeigt beispielhafte Komponenten eines (Ego-) Fahrzeugs 100. Das Ego-Fahrzeug 100 umfasst ein oder mehrere Umfeldsensoren 201, die eingerichtet sind, Umfelddaten in Bezug auf ein Umfeld des Fahrzeugs 100 zu erfassen. Beispielhafte Umfeldsensoren 201 sind eine Bildkamera, ein Radarsensor, ein Lidar-Sensor und/oder ein Ultraschallsensor. Eine Steuereinheit 200 des Fahrzeugs 100 kann eingerichtet sein, auf Basis der Umfelddaten eine Spurmarkierung der Ego-Fahrspur 111 des Fahrzeugs 100 zu detektieren. Des Weiteren kann die Steuereinheit 200 eingerichtet sein, auf Basis der Umfelddaten ein auf die Ego-Fahrspur 111 einscheresendes Fahrzeug 102 zu detektieren. Außerdem kann der Abstand 106 des Ego-Fahrzeugs 100 zu dem einschierenden

Fahrzeug 102 und/oder die Fahrgeschwindigkeit des einscherenden Fahrzeugs 102 ermittelt werden.

- Die Steuereinheit 200 kann ferner eingerichtet sein, ein oder mehrere Längs- und/oder Querführungsaktoren 202 des Ego-Fahrzeugs 100 in Abhängigkeit von einem erkannten einscherenden Fahrzeug 102, insbesondere in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des einscherenden Fahrzeugs 102 und/oder in Abhängigkeit von dem Abstand 106 zu dem einscherenden Fahrzeug 102, zu betreiben. Beispielhafte Längs- und/oder Querführungsaktoren 202 sind ein Antriebsmotor, eine Bremsvorrichtung und/oder eine Lenkvorrichtung. Insbesondere kann die Steuereinheit 200 eingerichtet sein, auf Basis der Umfelddaten die ein oder mehreren Längs- und/oder Querführungsaktoren 202 zu betreiben, um eine Fahrfunktion (wie z.B. ACC) bereitzustellen.
- 15 Einscherende Fahrzeuge 102 sind mitbewegte Verkehrsteilnehmer in beliebigen Geschwindigkeitsbereichen, die einen vollständigen, teilweisen oder abgebrochenen Wechsel von einer Nebenspur 112 in die Ego-Fahrspur 111 des Ego-Fahrzeugs 100 vollziehen. Dabei ist es unerheblich, ob sich das einscherende Fahrzeug 102 mit positiver oder negativer longitudinaler Relativgeschwindigkeit (in Bezug auf die Fahrgeschwindigkeit 105 des Ego-Fahrzeugs 100) bewegt.

- Ein einscherendes Fahrzeug 102 kann zu einer Beschränkung des von dem Ego-Fahrzeug 100 anvisierten Bewegungspfades durch eine vollständige oder teilweise Blockade führen. Als ein einscherendes Fahrzeug 102 kann dabei ein Fahrzeug betrachtet werden, das tatsächlich den Bewegungspfad des Ego-Fahrzeugs 100 blockiert, und/oder ein Fahrzeug, dass sich derart nah an den Bewegungspfad des Ego-Fahrzeugs 100 heranbewegen, dass Sicherheitsabstände nicht mehr eingehalten werden oder dass der Fahrer des Ego-Fahrzeug 100 das einscherende Fahrzeug 102 als akutes Sicherheitsrisiko einschätzt.

Ein einscherendes Fahrzeug 102 kann aufgrund der Nähe zum Ego-Fahrzeug 100 ggf. ein Sicherheitsrisiko darstellen, zumal ein einscherendes Fahrzeug 102 aufgrund von Sichtfeldbeschränkungen (z.B. durch die A-Säule des Ego-Fahrzeugs 100 oder von hinten kommend im toten Winkel des Ego-Fahrzeug 100) ggf. schwer zu sehen ist, oder weil ein relativ enger Einschervorgang als unangenehm auf den Fahrer des Ego-Fahrzeugs 100 wirken kann.

Auf Basis der Umfelddaten der ein oder mehreren Umfeldsensoren 201 des Ego-Fahrzeugs 100 kann die Position eines erkannten einscherenden Fahrzeugs 102 ermittelt werden. Des Weiteren kann die Lage des einscherenden Fahrzeugs 102 in einer geschätzten oder durch Spurmarkierungen ausgezeichneten Ego-Fahrspur 111 des Ego-Fahrzeugs 100 bestimmt werden. Die Erkennung einer Ego-Fahrspur 111 kann jedoch auf mehrspurig genutzten Straßen 110 ohne Spurmarkierungen, auf Parkplätzen, and Kreuzungen oder auf (nicht markierten) Teerflächen typischerweise nicht erfolgen, so dass ein auf die Ego-Fahrspur 111 einscherendes Fahrzeug 100 nicht zuverlässig erkannt werden kann.

Das Fahrzeug 100 kann ein oder mehrere Fahrzeugsensoren 203 umfassen, die eingerichtet sind, Zustands- bzw. Fahrzeugdaten in Bezug auf einen Zustand des Fahrzeugs 100 zu erfassen. Beispielhafte Zustände sind die Längs- und/oder Quer-Fahrgeschwindigkeit, die Längs- und/oder Quer-Beschleunigung, der Lenkwinkel und/oder die Gierrate des Fahrzeugs 100. Des Weiteren kann das Fahrzeug 100 einen Positionssensor 204 umfassen, der eingerichtet ist, Positionsdaten in Bezug auf eine aktuelle Position des Fahrzeugs 100 zu ermitteln. Ferner kann das Fahrzeug 100 eine Speichereinheit 205 umfassen, auf der eine digitale Karte in Bezug auf ein von dem Fahrzeug 100 befahrenes Straßennetz gespeichert ist.

Die Steuereinheit 200 kann eingerichtet sein, auf Basis der Umfelddaten und/oder auf Basis der Fahrzeugdaten und/oder auf Basis der Positionsdaten in Zusammenhang mit der digitalen Karte einen Bewegungspfad 300 des Ego-

Fahrzeugs 100 zu prädisieren (wie in Fig. 3a dargestellt). Insbesondere kann ein um einen Bewegungspfad 300 verlaufender Fahrschlauch 301 des Ego-Fahrzeugs 100 prädisiert werden. Der Fahrschlauch 301 weist dabei auf beiden Seiten des Bewegungspfades 300 Fahrschlauch-Begrenzungen 302 auf.

5

Der Bewegungspfad 300 kann die voraussichtliche Fahr-Trajektorie des Ego-Fahrzeugs 100 in einem vorausliegenden Fahrbahnabschnitt bzw. Raumintervall anzeigen. Der Fahrschlauch 301 kann den Bewegungspfad 300 umschließen.

Dabei kann die Breite des Fahrschlauchs 301 von der Breite des Fahrzeugs 100

10 abhängen. Des Weiteren kann die Breite des Fahrschlauchs 301 von der Zuverlässigkeit abhängen, mit der ein Punkt auf dem Bewegungspfad 300 prädisiert werden konnte. Typischerweise sinkt die Zuverlässigkeit eines prädisierten Bewegungspfades 300 mit steigendem Abstand zu der aktuellen Position des Ego-Fahrzeugs 100. Um die steigende Unsicherheit zu
15 berücksichtigen, kann die Breite des Fahrschlauches 301 mit steigendem Abstand zu der aktuellen Position des Ego-Fahrzeugs 100 ansteigen. Der Fahrschlauch 301 kann derart ausgelegt sein, dass mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (z.B. 50% oder mehr, oder 70% oder mehr, oder 90% oder mehr) angenommen werden kann, dass das Ego-Fahrzeug 100 mit einem in den Fahrschlauch 301 eintretenden
20 anderen Fahrzeug 102 kollidieren würde.

Des Weiteren kann an jeder Seite des Fahrschlauchs 301 jeweils eine Toleranzzone 303 definiert werden, die durch jeweilige Toleranz-Begrenzungen

304 begrenzt werden. Die Toleranzzonen 303 können derart (z.B. auf Basis der

25 Umfelddaten, der Fahrzeugdaten, der Positionsdaten und/oder der digitalen Karte) festgelegt werden, dass für ein in die Toleranzzone 303 eintretendes Fahrzeug 102 eine Kollisionswahrscheinlichkeit besteht, die z.B. zwischen einem Mindestwert (bei der Toleranz-Begrenzung 304) und einem Maximalwert (bei der Fahrschlauch-Begrenzung 302) liegt. Der Mindestwert kann z.B. zwischen 0%
30 und 10% liegt. Der Maximalwert kann z.B. zwischen 40% und 60% liegen. Die

Breite einer Toleranzzone kann mit steigendem Abstand von der aktuellen Position des Ego-Fahrzeugs 100 ansteigen.

Die Steuereinheit 200 des Ego-Fahrzeugs 100 kann eingerichtet sein, auf Basis
5 der Umfelddaten zu bestimmen, ob ein einscherendes Fahrzeug 102, insbesondere ein bestimmter Punkt (etwa eine Ecke eines Hecks) eines einscherenden Fahrzeugs 102, in den prädizierten Fahrschlauch 301 und/oder in eine an den Fahrschlauch 301 angrenzende Toleranzzone 303 eintritt. Fig. 3a zeigt einen beispielhaften Referenzpunkt 312 eines einscherenden Fahrzeugs 102 in einer
10 Toleranzzone 303. Bei dem Referenzpunkt 312 kann es sich um den Punkt des einscherenden Fahrzeugs 102 handeln, der sich am nächsten an dem Bewegungspfad 300 bzw. an dem Fahrschlauch 301 des Ego-Fahrzeugs 100 befindet.

15 Für den ermittelten Referenzpunkt 312 eines einscherenden Fahrzeugs 102 kann eine Schar von Loten 311 ermittelt werden. Dabei ist ein Lot 311 eine senkrecht auf dem Bewegungspfad 300 stehende Gerade, die durch den ermittelten Referenzpunkt 312 des einscherenden Fahrzeugs 102 verläuft. Ein Lot 311 stellt dabei einen (senkrecht auf dem Bewegungspfad 300 stehenden) Querschnitt durch
20 den Fahrschlauch 301 und die angrenzenden Toleranzzonen 303 dar.

Für jedes Lot 311, d.h. für jeden Querschnitt, kann ein Überlappungsprofil 320 bereitgestellt werden, wobei ein Überlappungsprofil 320 den Grad bzw. einen Wert 322 der Überlappung eines einscherenden Fahrzeugs 103 mit dem
25 Fahrschlauch 301 des Ego-Fahrzeugs 100 als Funktion der Position 321 des ermittelten Punktes 312 des einscherenden Fahrzeugs 103 auf dem Lot 311 anzeigt. Das Überlappungsprofil 320 kann Überlappungsgrade bzw. -werte 322 zwischen einem Minimalwert 332 (z.B. 0) und einem Maximalwert 333 (z.B. 1) aufweisen. Dabei kann das Überlappungsprofil 320 außerhalb der Toleranzzonen
30 303 den Minimalwert 332 annehmen. Des Weiteren kann das Überlappungsprofil 320 innerhalb des Fahrschlauchs 301 den Maximalwert 333 annehmen. Innerhalb

einer Toleranzzone 303 kann das Überlappungsprofil 320 stetig von dem Minimalwert 332 auf den Maximalwert 333 ansteigen.

- Für ein Lot 311 kann die Referenzposition 322 des erkannten Referenzpunktes 312 eines einscherenden Fahrzeugs 100 auf dem Überlappungsprofil 320 ermittelt werden. Es ergibt sich dann für den erkannten Referenzpunkt 312 ein Überlappungswert 331. Für die Schar von Loten 311 kann dann eine entsprechende Schar von Überlappungswerten 331 ermittelt werden. Des Weiteren kann auf Basis der Schar von Überlappungswerten 331 bestimmt, insbesondere prädictiert, werden, ob das einscherende Fahrzeug 102 in den Fahrschlauch 301 des Ego-Fahrzeugs 100 eintreten wird oder nicht. In Abhängigkeit davon kann dann eine Fahrfunktion (z.B. zur automatisierten Längs- und/oder Querführung) des Ego-Fahrzeugs 100 betrieben werden.
- Basierend auf einem geschätzten zukünftigen Bewegungspfad 300 des Ego-Fahrzeuges kann somit ein prädictierter Fahrschlauch 301 berechnet werden. Der Fahrschlauch 301 kann sich aus einer Ausdehnung des Bewegungspfades 300 nach links und nach rechts ergeben. Diese Ausdehnung kann über die Länge des Fahrschlauches 301 variabel sein und sich ggf. dynamisch, z.B. in Abhängigkeit von der Eigengeschwindigkeit 105 des Ego-Fahrzeugs 100, ändern. Beidseitig außerhalb des Fahrschlauches 301 können Toleranzzonen 303 angenommen werden, die ebenfalls variabel geschaltet sein können.

- Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, für jeden Punkt P 312 der Ebene in Fahrtrichtung vor dem Ego-Fahrzeug 100 zu berechnen, ob sich der Punkt innerhalb des Fahrschlauches 301, in einer Toleranzzone 303 oder außerhalb der Toleranzzonen 303 befindet. Jeder Punkt P 312 definiert ein oder mehrere Lote 311 L_i , $i=1 \dots n$, die senkrecht auf dem prädictierten Bewegungspfad 300 stehen (siehe Fig. 3a). Diese Lote 311 stellen Schnitte durch den Fahrschlauch 301 und die Toleranzzonen 303 dar, wobei auf den einzelnen Schnitten Profilkurven 320 $K_i^P(x)$ (bzw. Überlappungsprofile) in Form von skalaren Funktionen definiert

werden können (siehe Fig. 3b). Diese Kurven 320 können die Information enthalten, ob sich ein Punkt 312 innerhalb des Fahrschlauches 301 befindet (z.B. Wert: 1) oder außerhalb der Toleranzzonen 303 befindet (z.B. Wert: 0). In den Toleranzzonen 303 können die Werte zwischen 0 und 1 interpoliert werden, so
5 dass sich eine qualitative Charakteristik für den Überlappungsgrad mit dem Fahrschlauch 301 des Ego-Fahrzeugs 100 ergibt.

Für ein detektiertes Objekt 102 kann ein Referenzpunkt 312 R bestimmt werden, der z.B. folgende ein oder mehrere Eigenschaften aufweist:

- 10 • der Punkt 312 liegt auf der Kontur des Objektes 102;
- der Punkt 312 qualifiziert sich durch eine Beobachtungsgüte, die einen bestimmten Mindestwert der Beobachtungsgüte überschreitet; und/oder
- der Punkt 312 maximiert die Fahrschlauchüberlappungscharakteristik 320 F_P auf dem Raum aller erlaubten Punkte P des Objektes 102 und aller
15 zugehörigen Lote 311, d.h. $F_R \geq F_P$ für alle P des Objektes 102; mit anderen Worten, der Referenzpunkt 312 des detektierten Objektes 102 kann derart ausgewählt werden, dass sich für den Referenzpunkt 312 für alle möglichen Lote 311 ein maximal möglicher Überlappungswert 331 des Überlappungsprofils 320 ergibt (für alle möglichen Punkte des
20 Objektes 102).

Anstatt eine komplexe Objektform für ein detektiertes Objekt 102 zugrunde zu legen, kann die Kontur eines Objektes 102 durch ein Rechteck approximiert werden. Ggf. kann eine relativ wenig rechenintensive Approximation durch
25 Punktmengen, wie z.B. die Ecken, eines Objektes 102 verwendet werden. Beispielsweise können die möglichen Referenzpunkte 312 eines Objektes 102 die vier Eckpunkte eines die Kontur des Objektes 102 approximierenden Rechtecks sein.

30 Aufgrund von Beschränkungen der Sensorik 201 des Ego-Fahrzeugs 100 kann ein Objekt 102 ein oder mehrere Objektbereiche aufweisen, die nur relativ schlecht

bzw. nur mit einer relativ geringen Güte erfasst werden können. Beispielhafte Objektbereiche mit relativ geringer Erfassungsgüte sind dabei Objektbereiche, die außerhalb des Gesichtfeldes des Fahrers des Ego-Fahrzeugs 100 liegen, die okkludiert sind und/oder die auf der sensorabgewandten Seite des Objektes 102
 5 liegen. Derartige Objektbereiche sind typischerweise höheren Unsicherheiten unterworfen, und können daher von der Betrachtung als ein möglicher Referenzpunkt 312 für ein Objekt 102 ausgenommen werden.

In erster Näherung kann die Fahrschlauchüberlappungscharakteristik F_P eines
 10 Punktes 312 P als der Maximalwert aller $K_i^P(x)$ für alle Lote 311 L_i , die zu dem Punkt 312 P mit Position 322 x gehören, berechnet werden. Liegen Positionsvarianzen vor, so können diese bei der Berechnung berücksichtigt. Dies kann unter Berechnung der Positionsstandardabweichung entlang der Geraden 311 L_i erfolgen. Ist beispielsweise der Überlappungswert 331 eines Punktes 312 an
 15 der Position 321 x mit Standardabweichung δ auf einer Geraden 311 L_i durch $K_i^P(x)$ gegeben, so kann dieser Wert durch die gewichtete Addition von $\delta \mid d/dx K_i^P(x) \mid$ erhöht werden. Eine Fahrschlauchüberlappungscharakteristik F_P für den Punkt P kann dann ermittelt werden als

$$F_P = \max_i [K_i^P(x) + \alpha \delta \mid d/dx K_i^P(x) \mid],$$

20

wobei α ein Gewichtungssparameter zwischen 0 und 1 ist, und wobei die eckige Klammer den möglichen Wertebereich auf 0 bis 1 beschränkt.

Ein Objekt 102 kann als überlappend mit dem Fahrschlauch 301 des Ego-
 25 Fahrzeugs 100 gewertet werden, wenn sein Überlappungswert 331 F_R über einem (ggf. empirisch bestimmten) ersten Schwellenwert S_{in} liegt. Entsprechend kann das Objekt 102 als nicht-überlappend mit dem Fahrschlauch 301 gewertet werden, wenn sein Überlappungswert 331 F_R unter einem (ggf. empirisch bestimmten) zweiten Schwellenwert S_{out} liegt.

30

Eine Fahrfunktion des Ego-Fahrzeugs 100 kann dann in Abhängigkeit davon betrieben werden, ob ein Objekt 102 als mit dem Fahrschlauch 301 überlappend oder als nicht mit dem Fahrschlauch 301 überlappend eingestuft wurde.

- Insbesondere kann z.B. eine Abstands- und/oder Geschwindigkeitsregelung auf Basis des detektierten Objekts 102 (insbesondere des einscherenden Fahrzeugs) erfolgen, wenn bestimmt wurde, dass das Objekt 102 mit dem Fahrschlauch 301 überlappt. Andererseits kann das detektierte Objekt 102 ggf. für die Abstands- und/oder Geschwindigkeitsregelung unberücksichtigt bleiben.

- Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens 400 zur Erkennung eines für eine Fahrfunktion eines (Ego-) Fahrzeugs 100 relevanten Objektes 102, insbesondere eines einscherenden bzw. ausscherenden Fahrzeugs 100. Das Verfahren 400 kann durch eine Steuereinheit 200 des Fahrzeugs 100 ausgeführt werden.

- Das Verfahren 400 umfasst das Prädizieren 401 eines um einen vorausliegenden Bewegungspfad 300 des Fahrzeugs 100 liegenden Fahrschlauchs 301 für das Fahrzeug 100. Dies kann z.B. auf Basis von Umfelddaten, auf Basis von Fahrzeugdaten und/oder auf Basis einer digitalen Karte erfolgen. Dabei kann die aktuell befahrene Fahrbahn 110 derart sein, dass keine Fahrbahnmarkierungen erkannt werden können. Mit anderen Worten, der Fahrschlauch 301 kann ggf. ohne Berücksichtigung von Fahrbahnmarkierungen prädiziert werden.

- Außerdem umfasst das Verfahren 400 das Detektieren 402 eines vorausliegenden Objektes 102, insbesondere eines einscherenden bzw. eines ausscherenden Fahrzeugs. Das Objekt 102 kann auf Basis von Umfelddaten detektiert werden.

- Das Verfahren 400 umfasst ferner das Ermitteln 403 eines (insbesondere genau eines) Referenzpunktes 312 an dem Objekt 102. Der Referenzpunkt 312 kann dabei in Abhängigkeit von der Erfassungs- bzw. Beobachtungsgüte von unterschiedlichen Teilbereichen des Objektes 102 ermittelt werden. Insbesondere

kann ggf. ein Referenzpunkt 312 nur aus einem Teilbereich des Objektes 102 ausgewählt werden, für den die Erfassungs- bzw. Beobachtungsgüte über einem vordefinierten Güteschwellenwert liegt.

- 5 Des Weiteren umfasst das Verfahren 400 das Ermitteln 404 von Überlappungsinformation in Bezug auf eine Überlappung des Referenzpunktes 312 mit dem Fahrschlauch 301. Insbesondere kann die Überlappungsinformation die Nähe des Referenzpunktes 312 zu dem Fahrschlauch 301 anzeigen. Beispielsweise kann die Überlappungsinformation einen Überlappungswert 331
- 10 umfassen, der mit steigender Nähe des Referenzpunktes 312 zu dem Fahrschlauch 301 ansteigt (oder umgekehrt).

- Das Verfahren 400 umfasst außerdem das Bestimmen 405, auf Basis der Überlappungsinformation, ob das Objekt 102 in den Fahrschlauch 301 des
- 15 Fahrzeugs 100 eindringt oder nicht. Eine Fahrfunktion (z.B. zum (teil-) automatisierten Fahren) des Fahrzeugs 100 kann dann in Abhängigkeit davon betrieben werden, ob bestimmt wurde, dass das Objekt 102 in den Fahrschlauch 301 des Fahrzeugs 100 eindringt oder nicht.

- 20 Durch die in diesem Dokument beschriebenen Maßnahmen kann nicht nur die Position eines Objektes 102, sondern auch geometrische Objektinformationen (die ggf. unvollständig ist) genutzt werden, um ein Eindringen des Objektes 102 in den Fahrschlauch 301 eines Ego-Fahrzeugs 100 zu detektieren. Dabei können durch die Auswahl eines geeigneten Referenzpunktes 312 für das Objekt 102
- 25 Falschdetektionen minimiert werden. Durch Modellierung von Unsicherheiten des Fahrschlauches 301 anhand von Profilkurven 320 und/oder durch Modellierung von Unsicherheiten der Position 322 des Referenzpunktes 312 kann die Erkennungsrate von Objekten 102 (insbesondere von einscherenden Fahrzeugen) erhöht werden. Das beschriebene Verfahren 400 ist dabei durch Variation des
- 30 Gewichtungsparmeters α , und/oder der Schwellenwerte S_{in} und S_{out} optimierbar. Die flexible Wahl der Ausdehnungsbereiche des Fahrschlauches 301 und/oder der

Toleranzzonen 303 ermöglicht eine vielseitige Anwendbarkeit, z.B. zur Detektion von einscherenden und/oder ausscherenden Verkehrsteilnehmern.

- Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele
- 5 beschränkt. Insbesondere ist zu beachten, dass die Beschreibung und die Figuren nur das Prinzip der vorgeschlagenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme veranschaulichen sollen.

Ansprüche

1) Steuereinheit (200) für ein Fahrzeug (100); wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,

- 5 – einen um einen vorausliegenden Bewegungspfad (300) des Fahrzeugs (100) liegenden Fahrschlauch (301) für das Fahrzeug (100) zu prädisizieren;
- ein vorausliegendes Objekt (102) zu detektieren;
- einen Referenzpunkt (312) an dem Objekt (102) zu ermitteln;
- 10 – Überlappungsinformation in Bezug auf eine Überlappung des Referenzpunktes (312) mit dem Fahrschlauch (301) zu ermitteln; und
- auf Basis der Überlappungsinformation zu bestimmen, ob das Objekt (102) in den Fahrschlauch (301) des Fahrzeugs (100) eindringt oder nicht.

15

2) Steuereinheit (200) gemäß Anspruch 1, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,

- Umfelddaten in Bezug auf ein Umfeld des Fahrzeugs (100) zu ermitteln;
- 20 – auf Basis der Umfelddaten ein Konturmodell für eine Kontur des Objektes (102) zu ermitteln; und
- den Referenzpunkt (312) als einen Punkt des Konturmodells zu ermitteln.

25 3) Steuereinheit (200) gemäß Anspruch 2, wobei

- das Konturmodell ein Vieleck, insbesondere ein Viereck oder ein Rechteck, mit einer Vielzahl von Ecken umfasst; und
- die Steuereinheit (200) eingerichtet ist, den Referenzpunkt (312) als eine Ecke aus der Vielzahl von Ecken auszuwählen.

30

- 4) Steuereinheit (200) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,
- eine Referenzposition (322) des Referenzpunktes (312) relativ zu dem Fahrschlauch (301) zu ermitteln; und
 - 5 – auf Basis eines Überlappungsprofils (320) und auf Basis der Referenzposition (322) als Überlappungsinformation einen Überlappungswert (331) für den Referenzpunkt (312) zu ermitteln; wobei das Überlappungsprofil (320) für unterschiedliche Positionen (321) relativ zu dem Fahrschlauch (301) unterschiedliche
 - 10 Überlappungswerte (322) anzeigt.
- 5) Steuereinheit (200) gemäß Anspruch 4, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,
- Unsicherheitsinformation in Bezug auf einen Grad an Unsicherheit der
 - 15 Referenzposition (322) zu ermitteln; und
 - den Überlappungswert (331) des Referenzpunktes (312) auf Basis der Unsicherheitsinformation zu ermitteln.
- 6) Steuereinheit (200) gemäß Anspruch 5, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,
- 20 – auf Basis der Unsicherheitsinformation einen Wertebereich um die Referenzposition (322) des Referenzpunktes zu ermitteln; und
 - auf Basis des Überlappungsprofils (320) einen maximalen oder einen minimalen Überlappungswert für den Wertebereich um die
 - 25 Referenzposition (322) zu ermitteln; und
 - den Überlappungswert (331) des Referenzpunktes (312) auf Basis des ermittelten maximalen oder minimalen Überlappungswertes zu ermitteln.
- 30 7) Steuereinheit (200) gemäß Anspruch 4 bis 6, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,

- für eine Mehrzahl von Punkten des Objektes (102) jeweils einen Überlappungswert (331) zu ermitteln; und
 - den Referenzpunkt (312) in Abhängigkeit von den Überlappungswerten (331) für die Mehrzahl von Punkten aus der Mehrzahl von Punkten auszuwählen, insbesondere als den Punkt aus der Mehrzahl von Punkten auszuwählen, der den relativ höchsten oder den relativ niedrigsten Überlappungswert (331) mit dem Fahrschlauch (301) aufweist.
- 5
- 8) Steuereinheit (200) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,
- ein senkrecht auf dem Bewegungspfad (300) stehendes und durch den Referenzpunkt (312) verlaufendes Lot (311) als Querschnitt durch den Fahrschlauch (301) zu ermitteln; und
 - das Überlappingsprofil (320) als eine entlang des Lotes (311) verlaufende Funktion des Überlappungswertes (322) als Funktion der Position auf dem Lot (311) zu ermitteln.
- 15
- 9) Steuereinheit (200) gemäß Anspruch 8, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,
- 20
- eine Mehrzahl von unterschiedlich ausgerichteten Lotes (311) durch den Referenzpunkt (312) zu ermitteln;
 - für die Mehrzahl von Lotes (311) eine entsprechende Mehrzahl von Überlappingsprofilen (320) zu ermitteln; und
 - auf Basis der Mehrzahl von Überlappingsprofilen (320) eine entsprechende Mehrzahl von möglichen Überlappungswerten (331) des Referenzpunktes (312) mit dem Fahrschlauch (301) zu ermitteln; und
 - den Überlappungswert (331) des Referenzpunktes (312) auf Basis der Mehrzahl von möglichen Überlappungswerten (331), insbesondere als maximaler oder minimaler möglicher Überlappungswert (331) aus der
- 25
- 30

Mehrzahl von möglichen Überlappungswerten (331), zu ermitteln.

10) Steuereinheit (200) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 9, wobei

- 5 – das Überlappungsprofil (320) in einer an den Fahrschlauch (301) angrenzenden Toleranzzone (303) mit steigendem Abstand von dem Fahrschlauch (301) stetig von einem Maximalwert, insbesondere 1, auf einen Minimalwert, insbesondere 0, des Überlappungswertes (322) übergeht, oder umgekehrt; und/oder
- 10 – das Überlappungsprofil (320) in dem Fahrschlauch (301) den Maximalwert oder den Minimalwert aufweist.

11) Steuereinheit (200) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- die Überlappungsinformation einen Überlappungswert (331) des Referenzpunktes (312) anzeigt; und
- 15 – die Steuereinheit (200) eingerichtet ist, den Überlappungswert (331) mit zumindest einem Schwellenwert zu vergleichen, um zu bestimmen, ob das Objekt (102) in den Fahrschlauch (301) des Fahrzeugs (100) eindringt oder nicht.

20 12) Steuereinheit (200) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (200) eingerichtet ist,

- eine Fahrfunktion des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit davon zu betreiben, ob bestimmt wurde, dass das Objekt (102) in den Fahrschlauch (301) des Fahrzeugs (100) eindringt oder nicht; und/oder
- 25 – das Fahrzeug (100) in Abhängigkeit davon zumindest teilweise automatisiert zu führen, ob bestimmt wurde, dass das Objekt (102) in den Fahrschlauch (301) des Fahrzeugs (100) eindringt oder nicht.

13) Steuereinheit (200) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- die Steuereinheit (200) eingerichtet ist, den Fahrschlauch (301) und/oder den Bewegungspfad (300) des Fahrzeugs (100) zu ermitteln, auf Basis von,
 - Umfelddaten in Bezug auf ein Umfeld des Fahrzeugs (100);
 - 5 – Fahrzeugdaten in Bezug auf eine Fahrrichtung und/oder Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs (100); und/oder
 - einer digitalen Karte in Bezug auf einen Verlauf einer von dem Fahrzeug (100) befahrenen Fahrbahn (110); und/oder
- die Steuereinheit (200) eingerichtet ist, den Fahrschlauch (301) und/oder den Bewegungspfad (300) des Fahrzeugs (100) unabhängig von einer Fahrspurmarkierung einer von dem Fahrzeug (100) befahrenen Fahrbahn (110) zu ermitteln.

- 14) Steuereinheit (200) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine
- 15 Breite des Fahrschlauchs (301) um den Bewegungspfad (300) des Fahrzeugs (100) abhängt von,
- einer Breite des Fahrzeugs (100);
 - einem Abstand eines Bereichs des Fahrschlauchs (301) von einer aktuellen Position des Fahrzeugs (100); und/oder
 - 20 – von einer Unsicherheit, mit der ein Punkt des Bewegungspfads (300) ermittelt werden kann.

- 15) Steuereinheit (200) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das
- Objekt (102) ein vor dem Fahrzeug (100) einscherendes oder ausscherendes
- 25 Fahrzeug umfasst.

- 16) Verfahren (400) zur Erkennung eines für eine Fahrfunktion eines Fahrzeugs (100) relevanten Objektes (102); wobei das Verfahren (400) umfasst,
- Prädizieren (401) eines um einen vorausliegenden Bewegungspfad
 - 30 (300) des Fahrzeugs (100) liegenden Fahrschlauchs (301) für das Fahrzeug (100);

- 5
- Detektieren (402) eines vorausliegenden Objektes (102);
 - Ermitteln (403) eines Referenzpunktes (312) an dem Objekt (102);
 - Ermitteln (404) von Überlappungsinformation in Bezug auf eine Überlappung des Referenzpunktes (312) mit dem Fahrschlauch (301);
- und
- Bestimmen (405), auf Basis der Überlappungsinformation, ob das Objekt (102) in den Fahrschlauch (301) des Fahrzeugs (100) eindringt oder nicht.

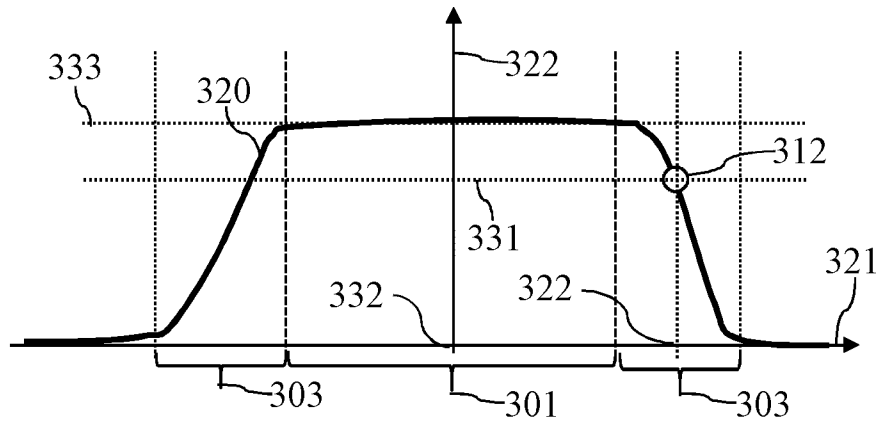


Fig. 3b

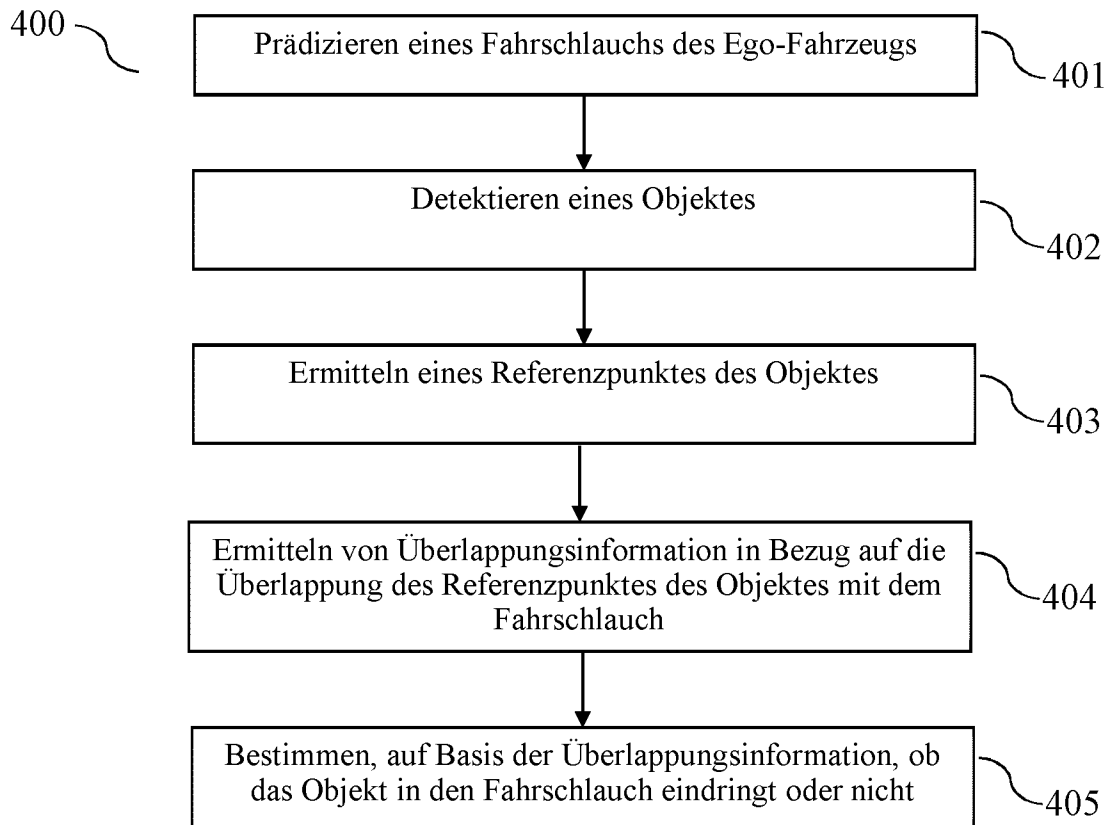


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/052277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06K 9/00(2006.01)i; G08G 1/16(2006.01)i; B60W 30/095(2012.01)i 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) G06K; B60W 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	DE 102012111846 A1 (DEKRA AUTOMOBIL GMBH [DE]) 06 June 2013 (2013-06-06) abstract paragraph [0030] - paragraph [0039] paragraph [0045] - paragraph [0063] paragraph [0067] - paragraph [0098] figures Fig. 1- Fig. 6	1-16
A	DE 102004013818 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 06 October 2005 (2005-10-06) abstract paragraph [0004] - paragraph [0013] paragraph [0027] - paragraph [0038] paragraph [0043] - paragraph [0050]	1-16
A	DE 102009045286 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 April 2011 (2011-04-21) abstract paragraph [0002] paragraph [0006] - paragraph [0021]	1-16
☒ 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 13 May 2020		Date of mailing of the international search report 26 May 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Karwe, Markus Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/052277

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102010064277 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28 June 2012 (2012-06-28) abstract paragraph [0004] paragraph [0007] - paragraph [0019] paragraph [0031] paragraph [0035] - paragraph [0050]	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/052277

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102012111846	A1	06 June 2013	NONE	
DE	102004013818	A1	06 October 2005	DE 102004013818 A1	06 October 2005
				EP 1577682 A1	21 September 2005
DE	102009045286	A1	21 April 2011	CN 102576075 A	11 July 2012
				DE 102009045286 A1	21 April 2011
				EP 2483708 A1	08 August 2012
				JP 5850839 B2	03 February 2016
				JP 2013506893 A	28 February 2013
				US 2012303258 A1	29 November 2012
				WO 2011038978 A1	07 April 2011
DE	102010064277	A1	28 June 2012	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G06K9/00 G08G1/16 B60W30/095
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G06K B60W

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	DE 10 2012 111846 A1 (DEKRA AUTOMOBIL GMBH [DE]) 6. Juni 2013 (2013-06-06) Zusammenfassung Absatz [0030] - Absatz [0039] Absatz [0045] - Absatz [0063] Absatz [0067] - Absatz [0098] Abbildungen Fig. 1- Fig. 6 -----	1-16
A	DE 10 2004 013818 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. Oktober 2005 (2005-10-06) Zusammenfassung Absatz [0004] - Absatz [0013] Absatz [0027] - Absatz [0038] Absatz [0043] - Absatz [0050] ----- -/-	1-16



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

13. Mai 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/05/2020

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

Karwe, Markus

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 2009 045286 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. April 2011 (2011-04-21) Zusammenfassung Absatz [0002] Absatz [0006] - Absatz [0021] -----	1-16
A	DE 10 2010 064277 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. Juni 2012 (2012-06-28) Zusammenfassung Absatz [0004] Absatz [0007] - Absatz [0019] Absatz [0031] Absatz [0035] - Absatz [0050] -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/052277

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012111846 A1	06-06-2013	KEINE	
DE 102004013818 A1	06-10-2005	DE 102004013818 A1	06-10-2005
		EP 1577682 A1	21-09-2005
DE 102009045286 A1	21-04-2011	CN 102576075 A	11-07-2012
		DE 102009045286 A1	21-04-2011
		EP 2483708 A1	08-08-2012
		JP 5850839 B2	03-02-2016
		JP 2013506893 A	28-02-2013
		US 2012303258 A1	29-11-2012
		WO 2011038978 A1	07-04-2011
DE 102010064277 A1	28-06-2012	KEINE	