(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
27. Juli 2023 (27.07.2023)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/138878 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60W 50/14 (2012.01) *B60W 30/16* (2006.01)
B60W 30/09 (2012.01) *B60W 60/00* (2020.01)
B60W 30/095 (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/087540

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Dezember 2022 (22.12.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 200 674.7
21. Januar 2022 (21.01.2022) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **KUEPERKOCH, Stefan**; Will-Schaber-Strasse 46, 74074 Heilbronn (DE). **STEFFENS, Stella**; Albert-Einstein-Strasse 9, 66482 Zweibruecken (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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.

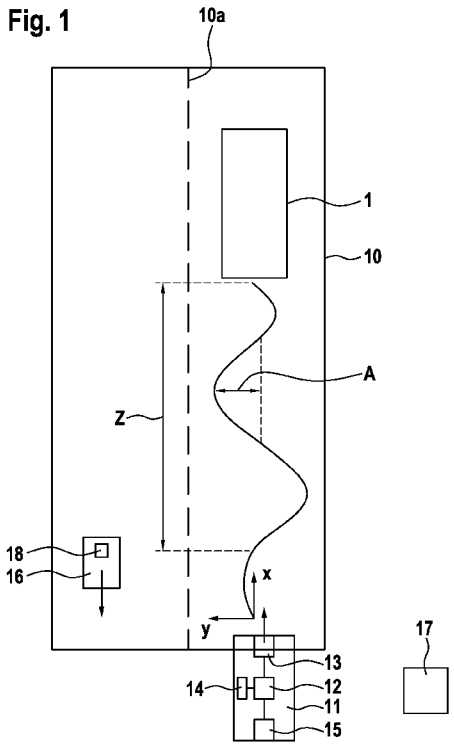
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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)*

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING A VEHICLE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES FAHRZEUGS

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a vehicle, comprising the steps of: sensory detection of an object (1) in the surroundings of the vehicle; classifying the object (1) based on a movement profile of the object (1) and/or based on a type of the object (1) with respect to a hazard potential; and providing the hazard potential of the object.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, aufweisend die Schritte: Sensorisches Erfassen eines Objekts (1) im Umfeld des Fahrzeugs; Klassifizieren des Objekts (1) basierend auf einem Bewegungsverlauf des Objektes (1) und/oder basierend auf einem Typ des Objektes (1) hinsichtlich eines Gefährdungspotentials; und Bereitstellen des Gefährdungspotentials des Objektes

WO 2023/138878 A1

Beschreibung

Titel

Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, eine Recheneinheit zum Betreiben eines Fahrzeugs und ein Computerprogrammprodukt.

Stand der Technik

Fahrverhalten von Fahrzeugen, die mit modernen Fahrerassistenzsystemen ausgestattet sind, werden nicht nur von gewünschten Routen und Spurlimitierungen bestimmt, sondern können auch maßgeblich durch umliegende dynamische Objekte beeinflusst sein. Diese dynamischen Objekte werden von Sensoren der Fahrzeuge erkannt und zusammen mit anderen Informationen zu einem Umgebungsbild zusammengefügt, auf dessen Basis eine Fahrstrategie berechnet wird, die zum gewünschten Zielort führen soll.

Offenbarung der Erfindung

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs bereitzustellen.

Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einem Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs mit den Schritten:
Sensorisches Erfassen eines Objekts im Umfeld des Fahrzeugs;
Klassifizieren des Objekts basierend auf einem Bewegungsverlauf des Objektes und/oder basierend auf einem Typ des Objektes hinsichtlich eines Gefährdungspotentials; und
Bereitstellen des Gefährdungspotentials des Objektes zum Betreiben des Fahrzeuges.

In einer Ausführung werden eine Bewegungsrichtung und/oder eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs abhängig von dem Gefährdungspotential des Objekts angepasst. Beispielsweise wird das Fahrzeug so gesteuert, dass ein vorgegebener Abstand zum Objekt eingehalten wird, um eine Kollision mit dem Objekt zu vermeiden. Auf diese Weise wird eine erhöhte Sicherheit beim Betreiben des Fahrzeuges erreicht, da das Gefährdungspotential des Objektes ermittelt und bei der Steuerung des Fahrzeuges berücksichtigt wird.

In einer Ausführung werden als Bewegungsverlauf örtliche Positionen des Objektes über der Zeit erfasst, wobei anhand der örtlichen Positionen eine Bewegungstrajektorie des Objekts ermittelt wird, wobei anhand der Bewegungstrajektorie auf das Gefährdungspotential des Objekts geschlossen wird. Ist beispielsweise zu erwarten, dass die Bewegungstrajektorie des Objektes die Bewegungstrajektorie des Fahrzeuges kreuzt, so ist von einem hohen Gefährdungspotential auszugehen. Ist zu erwarten, dass das Objekt und das Fahrzeug sich mit einem Abstand begegnen, der geringer ist als ein vorgegebener Abstand, beispielsweise 1 Meter, so ist von einem mittleren Gefährdungspotential auszugehen. Ist zu erwarten, dass das Objekt und das Fahrzeug sich mit einem Abstand begegnen, der größer ist als der vorgegebene Abstand, beispielsweise 1 Meter, so ist von keinem Gefährdungspotential auszugehen.

In einer Ausführung wird als Bewegungsverlauf eine Geschwindigkeit des Objektes erfasst wird, und wobei anhand der Geschwindigkeit des Objektes und/oder einer Änderung der Geschwindigkeit des Objektes auf das Gefährdungspotential des Objekts geschlossen wird. Weist der Bewegungsverlauf des Objektes Geschwindigkeiten und/oder Änderungen von Geschwindigkeiten auf, die außerhalb von vorgegebenen Vergleichsbereichen liegen, so wird ein hohes Gefährdungspotential des Objektes erkannt.

In einer Ausführung wird der Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf einen lateral zu einer longitudinalen Bewegungsrichtung des Objektes oszillierenden Bewegungsanteil untersucht und/oder in Bezug auf einen lateral zu einer longitudinalen Richtung einer Fahrbahn oszillierenden Bewegungsanteil untersucht, und wobei das Objekt abhängig von dem oszillierenden Bewegungsanteil des Objektes als gefährlich eingestuft wird, wenn der oszillierende Bewegungsanteil

wenigstens einen vorgegebenen Parameter, insbesondere ein vorgegebenes Oszillationsmuster und/oder eine vorgegebene Amplitude und/oder eine vorgegebene Frequenz überschreitet.

In einer weiteren Ausführung wird der Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf eine Geschwindigkeit des Objektes untersucht, und wobei das Objekt als gefährlich eingestuft wird, wenn die Geschwindigkeit des Objektes oder eine Änderung der Geschwindigkeit des Objektes einen vorgegebenen Geschwindigkeitsparameter oder ein vorgegebenes Geschwindigkeitsmuster erfüllt, insbesondere eine vorgegebene Höchstgeschwindigkeit überschreitet und/oder eine vorgegebene Mindestgeschwindigkeit unterschreitet und/oder eine vorgegebene Geschwindigkeitsänderung überschreitet.

In einer weiteren Ausführung wird der Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf einen vorgegebenen Fahrbereich der Straße untersucht und das Objekt als gefährlich eingestuft wird, wenn sich das Objekt länger als eine vorgegebene Zeit und/oder Strecke in dem vorgegebenen Fahrbereich aufhält, wobei das Objekt insbesondere als gefährlich eingestuft wird, wenn sich das Fahrzeug eine vorgegebene Zeit und/oder Strecke über einem Mittelstreifen der Fahrspur oder einer anderen Fahrbahnbegrenzung, insbesondere einer seitlichen Fahrbahnbegrenzung (Begrenzungslinie oder Fahrbahnrand) bewegt.

In einer Ausführung werden definierte Grenzwerte benutzt, ab denen das Objekt als gefährlich für das Fahrzeug eingestuft wird, wobei die Grenzwerte hinterlegt sind und/oder dynamisch abhängig von dem Bewegungsverlauf des Objektes und/oder abhängig von einem relativen Abstand zwischen Objekt und Fahrzeug und/oder abhängig von einem Bewegungsverlauf des Fahrzeuges angepasst werden.

In einer Ausführung wird bei einem gefährlich eingestuften Objekt, d.h. bei einem Objekt mit wenigstens einem Gefährdungspotential, eine Bewegung des Fahrzeuges so gesteuert, dass das Fahrzeug einen vorgegebenen Abstand zum Objekt nicht unterschreitet. Beispielsweise wird in Abhängigkeit von einer Gefährlichkeit des Objekts der festgelegte Abstand gebildet oder verändert wird.

In einer Ausführung wird das Objekt als gefährlich eingestuft, wenn das Objekt als Typ Kind, Tier oder Ball klassifiziert wurde.

In einer Ausführung wird eine Ortsposition des Fahrzeuges und/oder eine Ortsposition des Objektes ausgegeben. Dadurch können andere Verkehrsteilnehmer über das Vorhandensein des Objektes informiert werden.
In einer Ausführung werden die Ortsposition des Fahrzeuges und/oder die Ortsposition des Objektes zusammen mit dem Gefährdungspotential des Objektes von einer weiteren Recheneinheit insbesondere von einer Recheneinheit eines Fahrzeuges berücksichtigt, um einen Hinweis auf ein Gefährdungspotential eines Fahrzeuges auszugeben oder einen Steuerbefehl zum Steuern eines weiteren Fahrzeuges zur Einhaltung eines vorgegebenen Mindestabstandes zu dem Objekt einzuhalten.
Die Ortsposition des Fahrzeuges und/oder die Ortsposition des Objektes kann durch eine globale Positionsbestimmung, z.B. über eine Ermittlung des Längen- und Breitengrads sowie der Höhe über dem Meeresspiegel durch eine geeignete Sensorik gewonnen werden.

Die Ortsposition (globale Positionsbestimmung, z.B. über eine Ermittlung des Längen- und Breitengrads sowie der Höhe über dem Meeresspiegel) des Fahrzeuges und/oder die Ortsposition des Objektes zusammen mit dem Gefährdungspotential des Objektes kann über eine drahtlose Kommunikations-Schnittstelle (z.B WLAN, Mobilfunk, Car2Car, ...) direkt oder über einen zentralen Server von einer weiteren Recheneinheit in einem anderen Fahrzeug, insbesondere von einer Recheneinheit dieses Fahrzeuges, empfangen und berücksichtigt werden, um einen Hinweis auf ein Gefährdungspotential des anderen Fahrzeuges auszugeben oder einen Steuerbefehl zum Steuern des weiteren Fahrzeuges zur Einhaltung eines vorgegebenen Mindestabstandes zu dem Objekt einzuhalten.

Es wird eine Recheneinheit vorgeschlagen, die ausgebildet ist, das beschriebene Verfahren auszuführen.

Zudem wird ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens vorgeschlagen.

Auf diese Weise kann zur Laufzeit des Verfahrens eine Klassifizierung in Risiko-Objekt und Nicht-Risiko-Objekt durchgeführt werden, wobei ein Fahrverhalten des Fahrzeugs entsprechend angepasst wird. Ein sicherer Fahrbetrieb des Fahrzeugs ist auf diese Weise vorteilhaft unterstützt.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass eine Trajektorie des Objekts mit logischen Regeln auf ein Gefährdungspotential für das Fahrzeug überprüft wird. Eine definierte Ausführung des Verfahrens ist dadurch vorteilhaft unterstützt.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass Trajektorienpunkte einer Oszillierung des Objekts, und/oder eine Geschwindigkeit in Longitudinalrichtung des Objekts und/oder ein Verbleiben des Objekts auf einer Fahrspur ermittelt werden. Auf diese Weise kann definiert werden, ab wann ein Verhalten des Objekts als ungewöhnlich bzw. problematisch eingestuft wird. Vorteilhaft geschieht dies mit definierten Grenzwerten der entsprechenden Parameter.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass die Klassifizierung des Objekts mittels eines gelernten KI-Algorithmus durchgeführt wird. Auf diese Weise kann das vorgeschlagene Verfahren auf Erfahrung von Wahrscheinlichkeiten ausgeführt werden, wodurch ein Machine-Learning basierter Ansatz verwirklicht wird.

In einer Ausführung kann das Fahrzeug z.B. mithilfe eines Kommunikations-Systems wie ein Car-2-X-System oder über eine drahtlose Verbindung zu einem Cloud-System oder zu benachbarten Fahrzeugen die Klasse des Gefährdungspotentials des Objektes sowie weitere relevante abgeleitete Größen des einen Objekts ausgeben. Vorteilhaft ist ein zusätzliches System zur Positionsbestimmung des Fahrzeugs, z.B. ein GPS vorgesehen, um auch die Position des Fahrzeuges auszugeben. Dadurch können weitere Fahrzeuge mit ähnlicher Kommunikations-Schnittstelle frühzeitig vor drohenden Risiken in ihrer Umgebung gewarnt werden. Dies hat den Vorteil, die Sicherheit im Verkehr auch für andere Verkehrsteilnehmer zu erhöhen.

Die Erfindung wird im Folgenden mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand von mehreren Figuren detailliert beschrieben. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung, sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Figuren.

Merkmale und Vorteile des Verfahrens ergeben sich in analoger Weise aus Merkmalen und Vorteilen des Systems und umgekehrt.

In den Figuren zeigt:

Fig. 1-3	Szenarien mit problematischen Fahrverhalten eines Verkehrsteilnehmers;
Fig. 4, 5	Folgereaktionen in Reaktion auf eine Klassifizierung des erfassten Verkehrsteilnehmers mit problematischem Fahrverhalten; und
Fig.6	einen prinzipiellen Ablauf einer Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens zum Betreiben eines Fahrzeugs.

Beschreibung von Ausführungsformen

Im Folgenden handelt es sich bei Objekten beispielsweise um andere Verkehrsteilnehmer oder Fußgänger, deren zukünftiges Verhalten auf Basis ihrer Zustandswerte (Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, usw.) und Bewegungsmodellen ausreichend genau vorhergesagt werden kann. Dabei wird jedoch immer von einem „üblichen“ bzw. „normalen“ Verhalten der Verkehrsteilnehmer ausgegangen.

In Fahrzeugen können verschiedene Umfeldsensoren, wie z.B. Video, Radar, Lidar usw. verwendet werden, um Umgebungsmerkmale während der Fahrt sensorisch zu erfassen und mit Merkmalen aus der Lokalisierungsschicht der digitalen Karte abzugleichen. Aus dem Vergleich kann die aktuelle Fahrzeugpose

(d.h. Position und Orientierung des Fahrzeugs) geschätzt werden. Als Lokalisierungsmerkmale können z.B. 3D-Punktwolken oder semantische Landmarken (Straßenmarkierungen, Verkehrsschilder, Laternenmasten, usw.) verwendet werden.

Vorgeschlagen werden ein Verfahren und eine Recheneinheit, welche ein ungewöhnliches und potentiell gefährliches Verhalten von Objekten bzw. Verkehrsteilnehmern detektiert und/oder dynamische Objekte bzw. Verkehrsteilnehmer selektiert, die ein erhöhtes Risiko aufweisen, sich unvorhergesehen („unüblich“) zu verhalten. Wird ein solches Objekt bzw. ein derartiger Verkehrsteilnehmer als gefährlich detektiert, kann dessen Umgebung als mögliche Gefahrenzone gekennzeichnet und das Fahrverhalten des Fahrzeuges angepasst werden. Somit kann die Gefahrenzone des Objektes umfahren oder gemieden werden.

Mit dem vorgeschlagenen Verfahren können vorteilhaft potentiell gefährdende Verhalten eines Verkehrsteilnehmers, wie z.B. oszillierende laterale Bewegungen, abrupte nicht nachvollziehbare Beschleunigungsvorgänge, usw. erkannt werden und der Verkehrsteilnehmer als Gefährdung erkannt und die Objekte als gefährlich klassifiziert werden. Vorteilhaft kann ein gefährliches Objekt frühzeitig detektiert werden und es kann in Reaktion darauf ein Fahrverhalten des Fahrzeuges entsprechend angepasst werden, um z.B. eine Kollision zu vermeiden.

Ein Vorteil gegenüber bestehenden Systemen besteht darin, dass durch ein Erkennen zusätzlicher dynamischer Gefahrenzonen eine erhöhte Fahrsicherheit sichergestellt werden kann.

Mittels des vorgeschlagenen Systems ist es möglich, dynamische Objekte zu klassifizieren und deren Bewegungsverhalten auf Plausibilität zu überprüfen. Sollte das Verhalten eines umliegenden dynamischen Objekts bzw. Verkehrsteilnehmers nicht bekannten und modellierten Mustern folgen, oder Muster von gefährlichem Verhalten aufweisen, wird dessen Umgebung als Risikogebiet identifiziert und das eigene Fahrverhalten so angepasst, dass es nicht in dieses Risikogebiet einfährt und dadurch das Risiko eines Unfalls weitestgehend minimiert ist.

Mögliche dynamische Verkehrsteilnehmer bzw. Objekte, die durch das System auf Basis von Bewegungsanomalien identifiziert werden sollten, sind beispielsweise:

- Durch Alkohol oder Rauschmittel, Medikamente, Krankheit usw. beeinträchtigte Fahrer oder Fußgänger;
- Ermüdete Fahrer, die z.B. durch Sekundenschlaf in ihrer Reaktionsfähigkeit beeinträchtigt sind;
- Ortsunkundige oder unsichere Fahrer (beispielsweise mit zögerlicher Fahrweise, plötzlichem Anhalten, Spurwechseln, Wenden/Abbiegen, usw.);
- Fahrer, deren Aufmerksamkeit durch Mediengeräte oder durch anderweitige Faktoren abgelenkt wird;

Hierbei selektiert die vorgeschlagene Recheneinheit das Objekt als Objekt mit einem Gefährdungspotential, sobald es zu einer Anomalie in dem Fahrverhalten/Bewegungsverhalten des Objektes gegenüber einem vorgegebenen Fahrverhalten/Bewegungsverhalten gekommen ist.

Zusätzlich ist es der Recheneinheit möglich, Typen von Objekten zu identifizieren, die grundsätzlich ein erhöhtes Gefährdungspotential aufweisen, d.h. ein Risiko besteht, dass sich das Objekt unvorhergesehen verhält. Mögliche Typen von Objekten, die unabhängig vom Bewegungsverlauf als Objekt mit einem Gefährdungspotential identifiziert werden können, sind z.B.:

- Kinder;
- Tiere (Hunde, Katzen, Wildtiere, usw.);
- Allgemein: bewegte Objekte mit vorhandener Kollisionswahrscheinlichkeit (z.B. rollende Bälle, denen potentiell Kinder nachlaufen);

In diesem Fall erkennt die Recheneinheit anhand des Typs des Objektes, auch wenn zunächst keine Anomalie in der Bewegung des Objektes festgestellt werden kann, als Objekt mit einem Gefährdungspotential.

Wurde ein Objekt als gefährlich identifiziert, d.h. weist das Objekt ein Gefährdungspotential auf, dann passt die Recheneinheit des Fahrzeuges das Fahrverhalten des Fahrzeuges vorzugsweise so an, dass eine vorgegebene Umgebung des gefährlichen Objektes, wenn möglich, umfahren, gemieden oder ein

möglichst schnelles Verlassen der vorgegebenen Umgebung eingeleitet wird, so dass ein vorgegebener Abstand zu dem Objekt eingehalten wird oder wieder erreicht wird. Eine Möglichkeit, eine Anomalie im Bewegungsverhalten festzustellen, besteht darin, den Bewegungsverlauf von Objekten kontinuierlich für einen konstanten Zeitraum zwischenzuspeichern (z.B. in einem elektronischen Ringspeicher).

Die gespeicherten Bewegungsverläufe (Trajektorien) werden dann auf spezielle Bewegungsmuster, die auf ein gefährliches Verhalten schließen lassen, überprüft. Die speziellen Bewegungsmuster sind in einem Datenspeicher abgelegt, auf den die Recheneinheit zugreifen kann.

Bei einem Objekt als Fahrzeug könnten z.B. lateral zu einer Längsrichtung einer Fahrbahn oszillierende Bewegungen (Positionsänderungen in y-Richtung) oder in Fahrtrichtung des Fahrzeuges oszillierende Geschwindigkeitsänderungen (Geschwindigkeitsänderungen in x-Richtung) oder längeres Fahren in einem vorgegebenen Fahrbahnbereich, z.B. Fahren des Fahrzeuges auf einer Spurmarkierung als Indiz für ein Gefährdungspotential des Fahrzeuges gewertet werden. Dabei kann über Parameter wie z.B. Anzahl der Oszillationen der Geschwindigkeit und/oder der lateralen Bewegung, Frequenz der Oszillation der Geschwindigkeit und/oder der lateralen Bewegung, Amplitude der lateralen Bewegung, Zeitdauer der Oszillationen der Geschwindigkeit und/oder der lateralen Bewegung, usw., festgelegt werden, wann ein Fahrzeug als Risiko-Objekt erkannt wird, d.h. ein Gefährdungspotential aufweist.

Die genannten drei Szenarien sind in den Figuren 1 bis 3 angedeutet. Aus der Analyse der Trajektorie eines Objektes 1, insbesondere eines weiteren Fahrzeuges, kann zudem eine Bewertung für das Gefährdungspotential des Objekts abgeleitet werden. So kann z.B. anhand der Amplitude der Schwingung in Querrichtung zu einer Längsrichtung einer Fahrbahn oder einer Längsbewegung eines Fahrzeuges ein Risikofaktor „r“ bestimmt werden. Mithilfe des Risikofaktors r kann dann die Größe des Abstandes (Sicherheitsabstandes) bestimmt werden, den das Fahrzeug von dem als gefährlich eingestuften Objekt, insbesondere dem weiteren Fahrzeug, einhalten sollte.

Fig. 1 zeigt den Fall, in dem ein Objekt 1 in Form eines weiteren Fahrzeugs auf der rechten Spur einer Fahrbahn 10 in einer Fahrtrichtung, die durch einen Pfeil

angedeutet ist, entlangfährt und eine oszillierende Fahrbewegung lateral zu einer Längsrichtung x der Fahrbahn durchführt, sodass eine oszillierende erste Trajektorie T1 (Beschriftung fehlt?) ausgebildet wird. Eine Anzahl Z der Oszillationen ist auf der x-Achse sowie Amplituden A der Oszillationen gegenüber einer longitudinalen Fahrrichtung des Fahrzeuges 1 entlang der Längsrichtung x auf der y-Achse aufgetragen.

Zudem ist das Fahrzeug 11 dargestellt, das eine Recheneinheit 12 aufweist. Weiterhin weist das Fahrzeug 11 wenigstens einen Sensor 13 auf, mit dem Objekte 1 in der Umgebung des Fahrzeuges 11 erfasst werden können. Der Sensor 13 kann ausgebildet sein, um einen Abstand des Objektes 1 zum Fahrzeug 11 zu messen. Zudem kann der Sensor 13 ausgebildet sein, um eine Winkelrichtung zu ermitteln, in der das Objekt 1 relativ zu einer Längsachse des Fahrzeuges 11 angeordnet ist. Der Sensor 13 kann auch ausgebildet sein, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges und eine relative Geschwindigkeit des Objektes 1 gegenüber dem Fahrzeug 11 zu ermitteln. Der Sensor 13 ist mit der Recheneinheit 12 verbunden.

Die Recheneinheit 12 ist ausgebildet, um anhand der Sensorsignale einen Bewegungsverlauf des Fahrzeuges 11 und einen Bewegungsverlaufs des Objektes 1 zu ermitteln. Zudem ist die Recheneinheit 12 ausgebildet, um das Objekt 1 basierend auf dem Bewegungsverlauf hinsichtlich eines Gefährdungspotentials zu klassifizieren. In einer einfachen Ausführung gibt es nur die zwei Klassen gefährlich und ungefährlich. In einer weitern Ausführung können mehrere Klassen von Gefährdungspotential vorgesehen sein wie z.B. wenig gefährlich, gefährlich und hoch gefährlich.

Weiterhin kann der Sensor 13 als optischer Sensor ausgebildet sein, der eine Form des Objektes 1 erfasst. Anhand der Form des Objektes 1 kann die Recheneinheit 12 dem Objekt einem Typ von Objekt zuordnen, beispielsweise durch einen Vergleich mit vorgegeben Formen. Dabei kann die Recheneinheit 12 eine künstliche Intelligenz, beispielsweise ein trainiertes neuronales Netz, verwenden, um ein Objekt einem Typ von Objekten zuzuordnen. Auf diese Weise können Typen von Objekten erkannt werden, die ein Gefährdungspotential aufweisen. Beispielsweise können folgende Typen von Objekten mit Gefährdungspotential verwendet werden:

-Kinder;

- Tiere (Hunde, Katzen, Wildtiere, usw.);

- Allgemein: bewegte Objekte mit vorhandener Kollisionswahrscheinlichkeit, z.B. Bälle.

Die Recheneinheit 12 ist ausgebildet, um das Gefährdungspotential des Objektes bereitzustellen. Beispielsweise kann das Gefährdungspotential des Objektes 1 ausgegeben, d.h. in einer Anzeige des Fahrzeuges 11 angezeigt werden. Zudem kann das Gefährdungspotential von der Recheneinheit 12 über eine drahtlose Schnittstelle 15, beispielsweise eine WLAN-Verbindung, eine Mobilfunkverbindung oder eine andere Funkverbindung an ein anderes Fahrzeug 16 oder an eine zentrale Recheneinheit 17, die z.B. als Cloud-Rechner ausgebildet ist, übertragen werden.

Zudem kann die Recheneinheit 12 das Gefährdungspotential verwenden, um eine Bewegung des Fahrzeuges 11 zu steuern, insbesondere eine Lenkung und/oder eine Beschleunigung oder eine Bremsung des Fahrzeuges 11 zu steuern. Beispielsweise kann die Recheneinheit 12 das Fahrzeug 11 so steuern, dass ein vorgegebener Mindestabstand zum Objekt 1 eingehalten wird. Die Recheneinheit 12 kann z.B. eine Bewegungsrichtung und/oder eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs 11 abhängig von dem Gefährdungspotential des Objekts 1 verändert wird. Die Steuerung des Fahrzeuges kann z.B. wenigstens teilweise von einem automatisierten Steuerverfahren ausgeführt werden.

Die Recheneinheit 12 kann mithilfe des Sensors 13 als Bewegungsverlauf örtliche Positionen des Objektes über der Zeit erfassen, wobei die Recheneinheit 12 anhand der örtlichen Positionen eine Trajektorie des Objekts 1 ermittelt. Die Recheneinheit 12 kann anhand der Bewegungstrajektorie auf das Gefährdungspotential des Objekts 1 schließen. Dazu sind Vergleichswerte für die Bewegungstrajektorie und insbesondere für bestimmte Parameter der Bewegungstrajektorie wie z.B. eine Vergleichsfrequenz für die laterale Bewegung und/oder für die Änderung der Geschwindigkeit, eine Vergleichsamplitude für die laterale Bewegung und/oder die Änderung der Geschwindigkeit in einem Datenspeicher 14 des Fahrzeuges abgelegt, auf den die Recheneinheit 12 zugreifen kann. Überschreitet einer der Parameter der Bewegungstrajektorie des Objektes den Vergleichsparameter, so wird von der Recheneinheit 12 ein Gefährdungspotential für das Objekt erkannt.

Die Recheneinheit 12 kann als Bewegungsverlauf eine Geschwindigkeit des Objektes 1 erfassen. Anhand der Geschwindigkeit des Objektes 1 und/oder einer Änderung der

Geschwindigkeit des Objektes 1, insbesondere anhand eines Geschwindigkeitsverlaufes des Objektes 1 kann die Recheneinheit 12 das Gefährdungspotential des Objekts 1 ermitteln. Dazu sind Vergleichswerte für die Geschwindigkeit, Vergleichswerte für die Änderung der Geschwindigkeit und/oder Vergleichswerte für den Geschwindigkeitsverlauf in dem Datenspeicher 14 des Fahrzeuges abgelegt.

Beispielsweise kann die Recheneinheit 12 den Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf eine lateral zu einer Longitudinalrichtung des Objektes oszillierenden Bewegung oder den Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf eine lateral zu einer Längsrichtung der Fahrbahn oszillierenden Bewegung erfassen und untersuchen. Das Objekt kann von der Recheneinheit 12 abhängig von der oszillierenden Bewegung des Objektes als gefährlich eingestuft wird, wenn die oszillierende Bewegung wenigstens einen vorgegebenen Parameter überschreitet oder erfüllt, insbesondere ein vorgegebenes Oszillationsmuster erfüllt. Das Objekt kann von der Recheneinheit 12 abhängig von der oszillierenden Bewegung des Objektes als gefährlich eingestuft werden, wenn die oszillierende Bewegung des Objektes eine vorgegebene Amplitude lateral zu einer Längsbewegung des Objektes und/oder die oszillierende Bewegung des Objektes eine Frequenz aufweist, die eine vorgegebene Frequenz überschreitet.

Die Recheneinheit 12 kann den Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf eine Geschwindigkeit des Objektes untersuchen. Dabei kann die Recheneinheit 12 das Objekt als gefährlich einstufen, wenn die Geschwindigkeit oder eine Änderung der Geschwindigkeit einen vorgegebenen Geschwindigkeitsparameter oder ein vorgegebenes Geschwindigkeitsmuster erfüllt, insbesondere eine vorgegebene Höchstgeschwindigkeit überschreitet und/oder eine vorgegebene Mindestgeschwindigkeit unterschreitet und/oder eine vorgegebene Geschwindigkeitsänderung überschreitet.

Die Recheneinheit 12 kann den Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf einen vorgegebenen Fahrbereich der Straße untersuchen und das Objekt als gefährlich einstufen, wenn sich das Objekt länger als eine vorgegebene Zeit und/oder Strecke in dem vorgegebenen Fahrbereich aufhält, wobei das Objekt insbesondere als gefährlich eingestuft wird, wenn sich das Fahrzeug eine vorgegebene Zeit und/oder Strecke über einem Mittelstreifen der Fahrspur bewegt.

Die Recheneinheit 12 kann definierte Grenzwerte verwenden, ab denen das Objekt als für das Fahrzeug in das Gefährdungspotential gefährlich einstuft, wobei die Grenzwerte hinterlegt sind und/oder dynamisch abhängig von dem Bewegungsverlauf des Objektes und/oder abhängig von einem relativen Abstand zwischen Objekt und Fahrzeug und/oder abhängig von einem Bewegungsverlauf des Fahrzeuges angepasst werden können.

Die Recheneinheit 12 kann bei einem als gefährlich eingestuften Objekt eine Bewegung des Fahrzeuges so steuern, dass das Fahrzeug einen vorgegebenen Abstand zum Objekt nicht unterschreitet. Abhängigkeit von einem Gefährdungspotential des Objekts kann der festgelegte Abstand gebildet oder verändert werden.

Die Recheneinheit 12 kann die Klassifizierung des Objekts zu wenigstens einem Gefährdungspotential mittels eines trainierten KI-Algorithmus durchführen. Die Recheneinheit 12 kann zusätzlich zum Gefährdungspotential des Objektes eine Ortsposition des Fahrzeuges (hier fehlt vermutlich noch eine Box für den Positions-Sensor (z.B. GPS gekoppelt mit einem Lokalisierungsverfahren basierend auf Karten-Features) und/oder eine Ortsposition des Objektes ausgeben.

Die Ortsposition des Fahrzeuges 11 und/oder die Ortsposition des Objektes 1 zusammen mit dem Gefährdungspotential des Objektes kann über die drahtlose Schnittstelle 15 an eine weitere Recheneinheit 17 übertragen, und von dieser berücksichtigt werden, um einen Hinweis auf ein Gefährdungspotential eines Objektes an ein weiteres Fahrzeug auszugeben. Die weitere Recheneinheit 17 kann eine zentrale Recheneinheit, insbesondere ein Cloud-Rechner sein. Die Ortsposition des Fahrzeuges 11 und/oder die Ortsposition des Objektes 1 zusammen mit dem Gefährdungspotential des Objektes 1 können von einer weiteren Recheneinheit 18 eines weiteren Fahrzeuges 16 berücksichtigt werden, um einen Hinweis auf ein Gefährdungspotential des Objektes 1 auszugeben oder einen Steuerbefehl zum Steuern des weiteren Fahrzeuges 16 zu erzeugen, um insbesondere einen vorgegebenen Mindestabstand zu dem Objekt 1 einzuhalten.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm, bei dem die Geschwindigkeit v des Objektes gegenüber der Fahrstrecke x aufgetragen ist. Es ist ein Fall dargestellt, in dem das Objekt 1 in Form eines Fahrzeuges einen in Fahrtrichtung (x-Richtung) der Fahrbahn 10 oszillierenden Geschwindigkeitsverlauf v_x aufweist. Der oszillierende Geschwindigkeitsverlauf ist schematisch durch Schwingungen angedeutet. Erkennbar ist eine definierte Anzahl von Geschwindigkeits-Oszillationen, d.h. das Objekt 1 hat seine Geschwindigkeit während der Fahrt entlang der x-Richtung der Fahrbahn oszillierend erhöht und erniedrigt.

Fig. 3 zeigt eine zurückgelegte dritte Trajektorie T3 eines Objektes 1, das z.B. als Fahrzeug ausgebildet ist, entlang der Fahrbahn 10. Die Bewegungsrichtung ist schematisch als Pfeil dargestellt. Das Objekt 1 ist eine definierte Zeit t_s auf einer mittleren Spurmarkierung 10a gefahren, die die rechte Fahrbahn von der linken Fahrbahn trennt. Es ist die auf der Spurmarkierung 10a zurückgelegte Wegstrecke bzw. Fahrzeit t_S entlang der x-Achse aufgetragen. In diesem Fall kann eine definierte Fahrzeit t_S auf der Spurmarkierung 10a als ein Maß eines risikobehafteten Fahrzeugverhaltens des Fahrzeugs interpretiert werden. Analog kann eine der Fahrzeit entsprechende definierte auf der Spurmarkierung gefahrene Strecke entlang der x-Achse der Fahrbahn als gefährdendes Fahrverhalten eingestuft werden.

Eine beispielhafte Implementierung eines aus den problematisch eingestuften Fahrverhalten der Figuren 1 bis 3 resultierenden Verhaltens des vorgeschlagenen Verfahrens wird im Folgenden anhand der Figuren 4 und 5 näher beschrieben.

Fig. 4 zeigt eine erste Trajektorie T1 eines Objektes 1, die eine kleine laterale Schwingungsamplitude aufweist, d.h. kleiner ist als eine Referenzamplitude. Bei einer kleinen lateralen Schwingungsamplitude der ersten Trajektorie T1 des Objektes 1 legt die Recheneinheit 12 einen einzuhaltenden Abstand, insbesondere einen Begrenzungsrahmen B1 um das Objekt 1 in Form des Fahrzeugs kleiner fest als bei einer größeren lateralen Schwingungsamplitude, wie in Fig. 5 angedeutet ist. Figur 5 zeigt eine zweite Trajektorie T2 eines Objektes 1 entlang einer Fahrbahn 10. Die zweite Trajektorie T2 weist eine große laterale Schwingungsamplitude auf, die größer als die Referenzamplitude ist. Bei einer größeren lateralen Schwingungsamplitude der zweiten Trajektorie T2 wird der einzuhaltende Abstand vom Objekt 1, insbesondere der

Begrenzungsrahmen B2 um das Objekt 1 von der Recheneinheit 12 größer ausgebildet.

Auf diese Weise kann im Falle von Fig. 4 das Fahrzeug 11 näher auf das Objekt 1 auffahren, wohingegen im Falle von Fig. 5 das Fahrzeug 11 zum Objekt 1 einen größeren Abstand (Sicherheitsabstand) einhält. Zwischen den Szenarien der Figuren 4 und 5 besteht eine Unsicherheitsschwelle der Parameter (zum Beispiel Anzahl Z der Oszillationen, Amplitude A der Oszillationen, Dauer der Oszillationen, usw.) bei deren Unter- bzw. Überschreiten die zum Objekt einzuhalten Abstände bzw. der einzuhaltende Begrenzungsrahmen B1, B2 entsprechend angepasst werden kann. Auf diese Weise ist eine verbesserte Bewertung des Gefährdungspotentials des Objekts 1 vorteilhaft unterstützt.

Im Ergebnis werden mit dem vorgeschlagenen Verfahren die Objekte 1 in Risiko-Objekte und Nicht-Risiko-Objekte bzw. in Risiko-Verkehrsteilnehmer und Nicht-Risiko-Verkehrsteilnehmer klassifiziert, wobei Abhängigkeit wobei in Abhängigkeit von der Klassifikation ein Fahrverhalten des erkennenden Fahrzeugs 11 angepasst wird.

Beispielweise kann das auch dadurch implementiert sein, dass selbst bei einer erhöhten bzw. verringerten Gefährlichkeit des sensorisch erfassten und klassifizierten Verkehrsteilnehmers der entsprechende Abstand B1, B2 bzw. der Begrenzungsrahmen vergrößert bzw. verkleinert wird. Eine dynamische Anpassung einer Größe des Abstandes bzw. des Begrenzungsrahmens B1, B2 ist auf diese Weise vorteilhaft unterstützt.

Vorzugsweise kann dies dadurch implementiert sein, dass das vorgeschlagene Verfahren als Software auf der elektronischen Recheneinheit12, insbesondere einem Steuergerät des Fahrzeugs 11 ausgeführt wird und eine Einhaltung der genannten Abstände bzw. der Begrenzungsrahmen B1, B2 des Fahrzeugs 11 zum Objekt 1 erreicht wird. Zahlenwerte der Begrenzungsrahmen B1, B2 können individuell je nach Situation im Steuergerät oder zentral in einer Cloud hinterlegt sein bzw. angepasst werden.

Vorzugsweise wird das vorgeschlagene Verfahren bei einem wenigstens teilweise automatisierten Fahrzeug verwendet. Es ist auch denkbar, es im Zusammenhang mit

einem Fahrerassistenzsystemen des Fahrzeugs anzuwenden. Im letzteren Fall kann vorgesehen sein, dass das vorgeschlagene Verfahren ein ACC-System des Fahrzeugs zu- oder abschaltet. Vorteilhaft kann dadurch zum Beispiel eine oszillierende Fahrbewegung (abwechselndes Beschleunigen und Bremsen) des Fahrzeugs in Reaktion auf eine oszillierende Fahrbewegung des vorausfahrenden Fahrzeugs vermieden werden.

Optional lässt sich das vorgeschlagene Verfahren mit einem lernfähigen KI-System verbinden, das mit Trajektorien oder sonstigen geeigneten Daten der Objekte 1 gelernt bzw. trainiert wurde. Zur Laufzeit des Verfahrens kann sich ein derartig gelerntes KI-System an Objekte mit ungewöhnlichen Bewegungsmustern „erinnern“ und ein Fahrverhalten des Fahrzeugs beim Antreffen eines solchen Objektes in der oben erläuterten Art und Weise präventiv anpassen.

Fig. 6 zeigt stark schematisch einen prinzipiellen Ablauf eines vorgeschlagenen Verfahrens zum Betreiben des Fahrzeugs 11.

In einem Schritt 100 erfolgt ein sensorisches Erfassen wenigstens eines Objekts 1 im Umfeld des Fahrzeugs 11, wobei ein Bewegungsverlauf des Objekts 1 zeitlich definiert aufgezeichnet wird.

In einem Schritt 110 erfolgt ein Klassifizieren des Objekts 1 basierend auf dem aufgezeichneten Bewegungsverlauf und/oder aufgrund eines Typs des Objektes 1 hinsichtlich eines Gefährdungspotentials für das Fahrzeug 11.

In einem Schritt 120 erfolgt ein Anpassen des Betreibens des Fahrzeugs 11 basierend auf der Klassifikation des Objekts 1 als gefährlich oder als nicht gefährlich.

Vorzugsweise wird das vorgeschlagene Verfahren als ein Softwareprogramm implementiert, welches zum Beispiel auf einem elektronischen Steuergerät eines Fahrzeugs ablaufen kann. Eine einfache Adaptierbarkeit des Verfahrens ist auf diese Weise vorteilhaft unterstützt.

Der Fachmann wird die Merkmale der Erfindung in geeigneter Weise abändern und/oder miteinander kombinieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, aufweisend die Schritte:
   Sensorisches Erfassen mindestens eines Objekts (1) im Umfeld des Fahrzeugs;
   Klassifizieren des Objekts (1) basierend auf einem Bewegungsverlauf des Objektes (1) und/oder basierend auf einem Typ des Objektes (1) hinsichtlich eines Gefährdungspotentials; und
   Bereitstellen des Gefährdungspotentials des Objektes.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Bewegungsrichtung und/oder eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs (11) abhängig von dem Gefährdungspotential des Objekts (1) angepasst wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Bewegungsverlauf örtliche Positionen des Objektes (1) über der Zeit erfasst werden, wobei anhand der örtlichen Positionen eine Bewegungstrajektorie des Objekts (1) ermittelt wird, wobei anhand der Bewegungstrajektorie auf das Gefährdungspotential des Objekts (1) geschlossen wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Bewegungsverlauf eine Geschwindigkeit des Objektes (1) erfasst wird, und wobei anhand der Geschwindigkeit des Objektes und/oder einer Änderung der Geschwindigkeit des Objektes (1) auf das Gefährdungspotential des Objekts (1) geschlossen wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bewegungsverlauf des Objektes (1) in Bezug auf eine lateral zu einer longitudinalen Bewegungsrichtung des Objektes oszillierenden Bewegung untersucht wird und/oder in Bezug auf eine lateral zu einer longitudinalen

Richtung einer Fahrbahn (10) oszillierenden Bewegung untersucht wird, und wobei das Objekt (1) abhängig von der oszillierenden Bewegung des Objektes (1) als gefährlich eingestuft wird, wenn die oszillierende Bewegung wenigstens einen vorgegebenen Parameter, insbesondere ein vorgegebenes Oszillationsmuster und/oder eine vorgegebene Amplitude und/oder eine vorgegebene Frequenz überschreitet.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf eine Geschwindigkeit des Objektes untersucht wird, und wobei das Objekt als gefährlich eingestuft wird, wenn die Geschwindigkeit des Objektes oder eine Änderung der Geschwindigkeit des Objektes einen vorgegebenen Geschwindigkeitsparameter oder ein vorgegebenes Geschwindigkeitsmuster erfüllt, insbesondere eine vorgegebene Höchstgeschwindigkeit überschreitet und/oder eine vorgegebene Mindestgeschwindigkeit unterschreitet und/oder eine vorgegebene Geschwindigkeitsänderung überschreitet.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bewegungsverlauf des Objektes in Bezug auf einen vorgegebenen Fahrbereich der Straße untersucht wird und das Objekt als gefährlich eingestuft wird, wenn sich das Objekt länger als eine vorgegebene Zeit und/oder Strecke in dem vorgegebenen Fahrbereich aufhält, wobei das Objekt insbesondere als gefährlich eingestuft wird, wenn sich das Fahrzeug eine vorgegebene Zeit und/oder Strecke über einem Mittelstreifen der Fahrspur oder einer anderen Fahrbahnbegrenzung, insbesondere einer seitlichen Fahrbahnbegrenzung bewegt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei definierte Grenzwerte benutzt werden, ab denen das Objekt (1) als das Fahrzeug gefährdend eingestuft wird, wobei die Grenzwerte hinterlegt sind und/oder dynamisch abhängig von dem Bewegungsverlauf des Objektes und/oder abhängig von einem relativen Abstand zwischen Objekt und Fahrzeug und/oder abhängig von einem Bewegungsverlauf des Fahrzeuges angepasst werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei bei einem gefährlich eingestuften Objekt eine Bewegung des Fahrzeuges so gesteuert wird, dass das Fahrzeug einen vorgegebenen Abstand (B1, B2) zum Objekt nicht unterschreitet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei in Abhängigkeit von einer Gefährlichkeit des Objekts (1) der festgelegte Abstand (B1, B2) gebildet oder verändert wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Objekt als gefährlich eingestuft wird, wenn der Typ des Objektes als Kind und/oder als Tier und/oder als Ball erkannt wurde.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Ortsposition des Fahrzeuges und/oder eine Ortsposition des Objektes aus einer geeigneten Sensorik gewonnen und ausgegeben wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Ortsposition des Fahrzeuges und/oder die Ortsposition des Objektes zusammen mit dem Gefährdungspotential des Objektes von einer weiteren Recheneinheit, insbesondere von einer Recheneinheit eines Fahrzeuges berücksichtigt wird, um einen Hinweis auf ein Gefährdungspotential eines Fahrzeuges auszugeben oder einen Steuerbefehl zum Steuern eines weiteren Fahrzeuges zur Einhaltung eines vorgegebenen Mindestabstandes zu dem Objekt einzuhalten.

14. Recheneinheit, die ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

15. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wenn es auf einer Recheneinheit abläuft.

Fig. 1

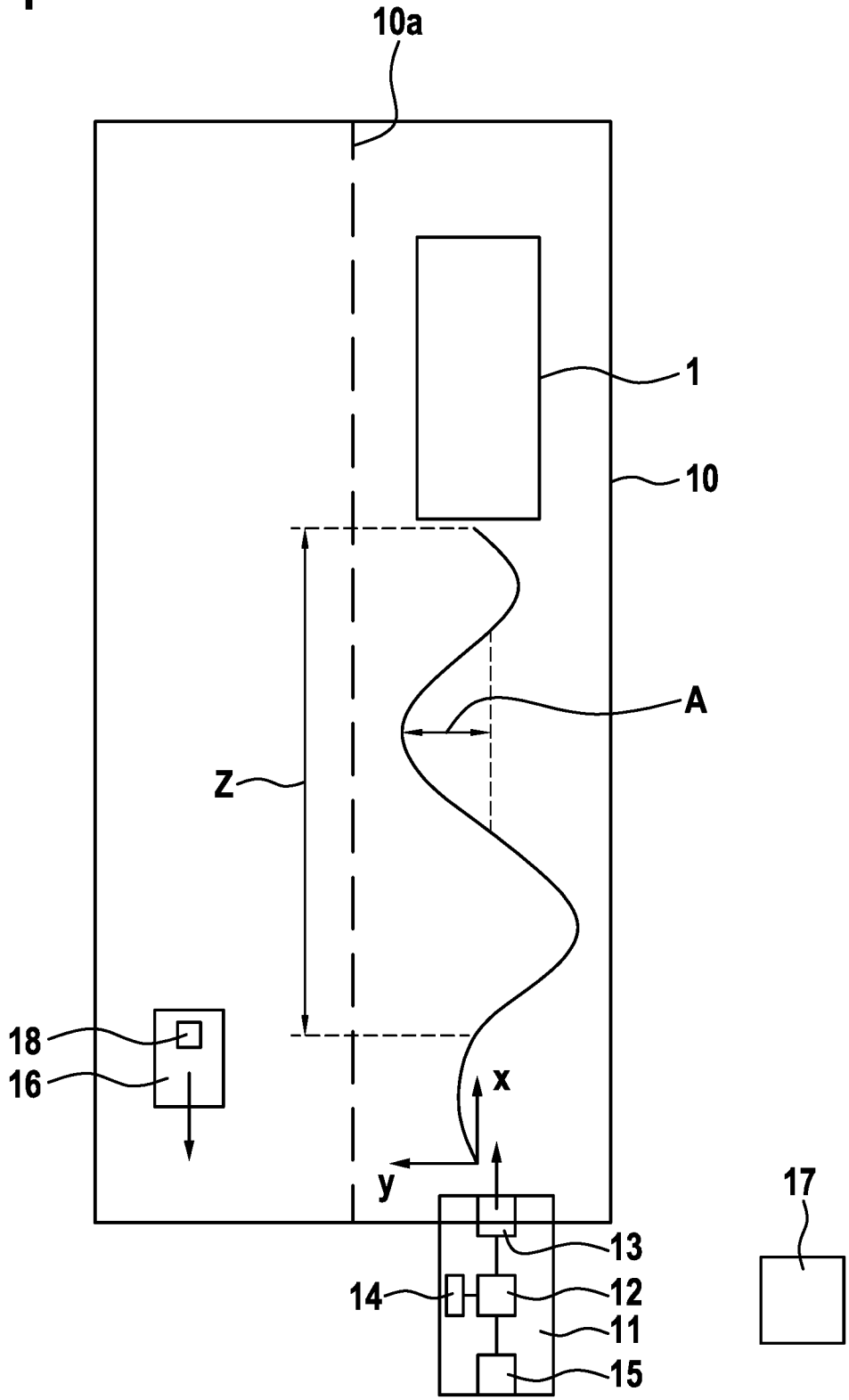


Fig. 2

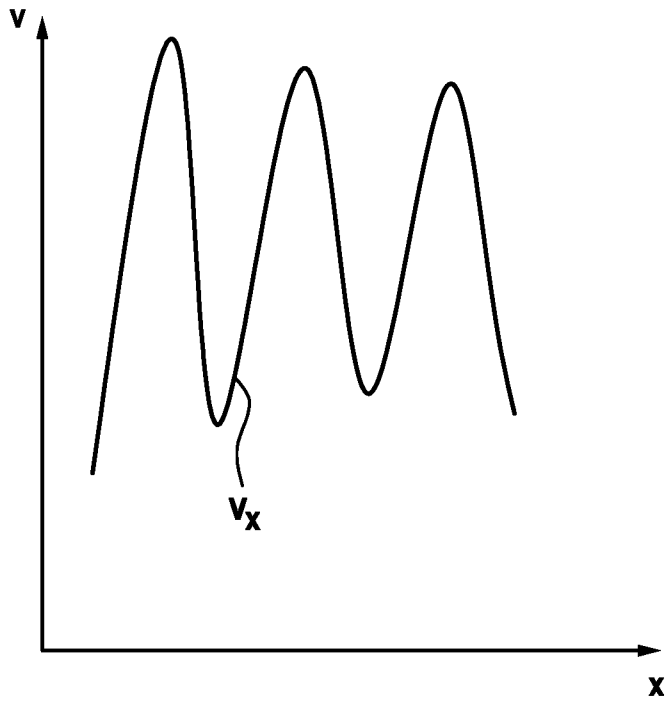


Fig. 3

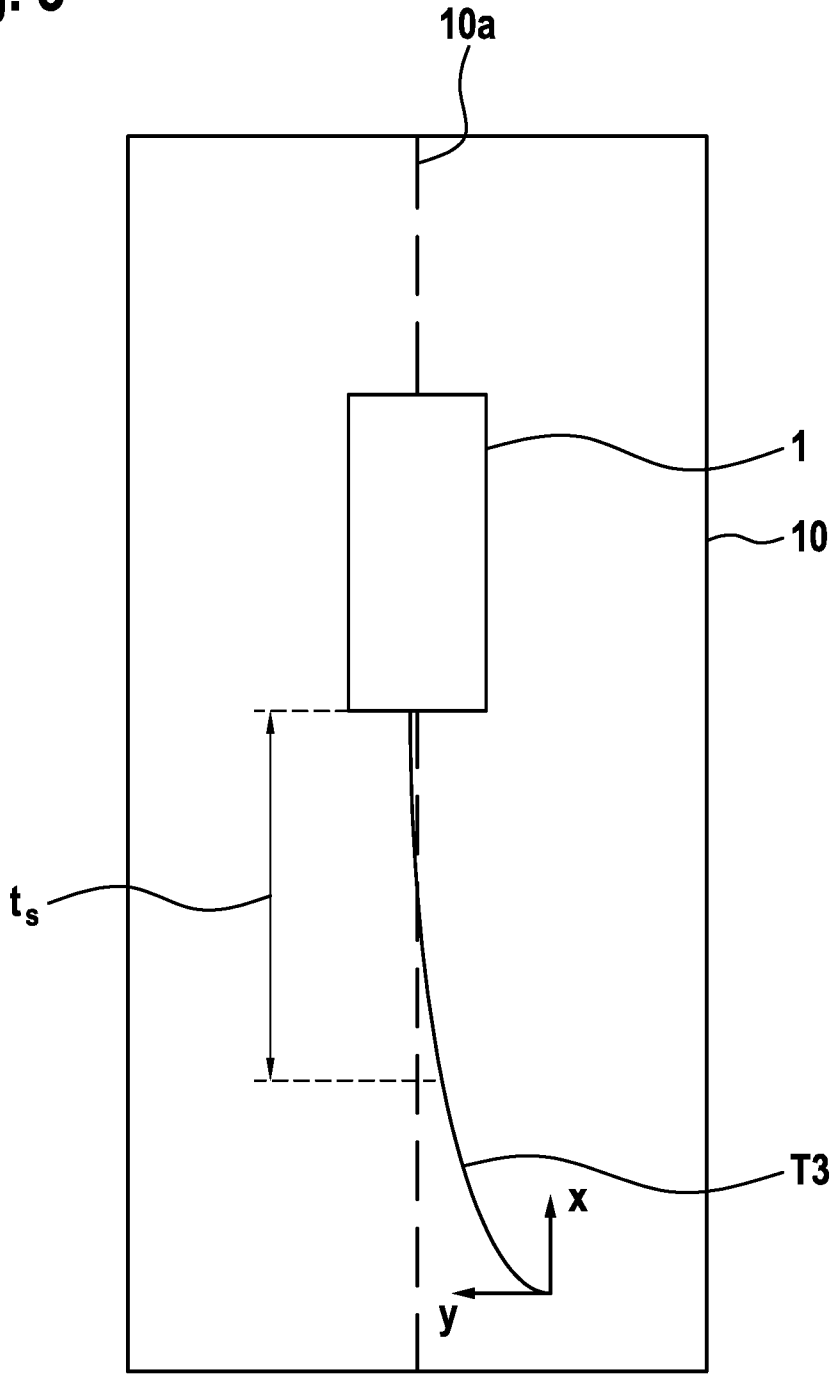


Fig. 4

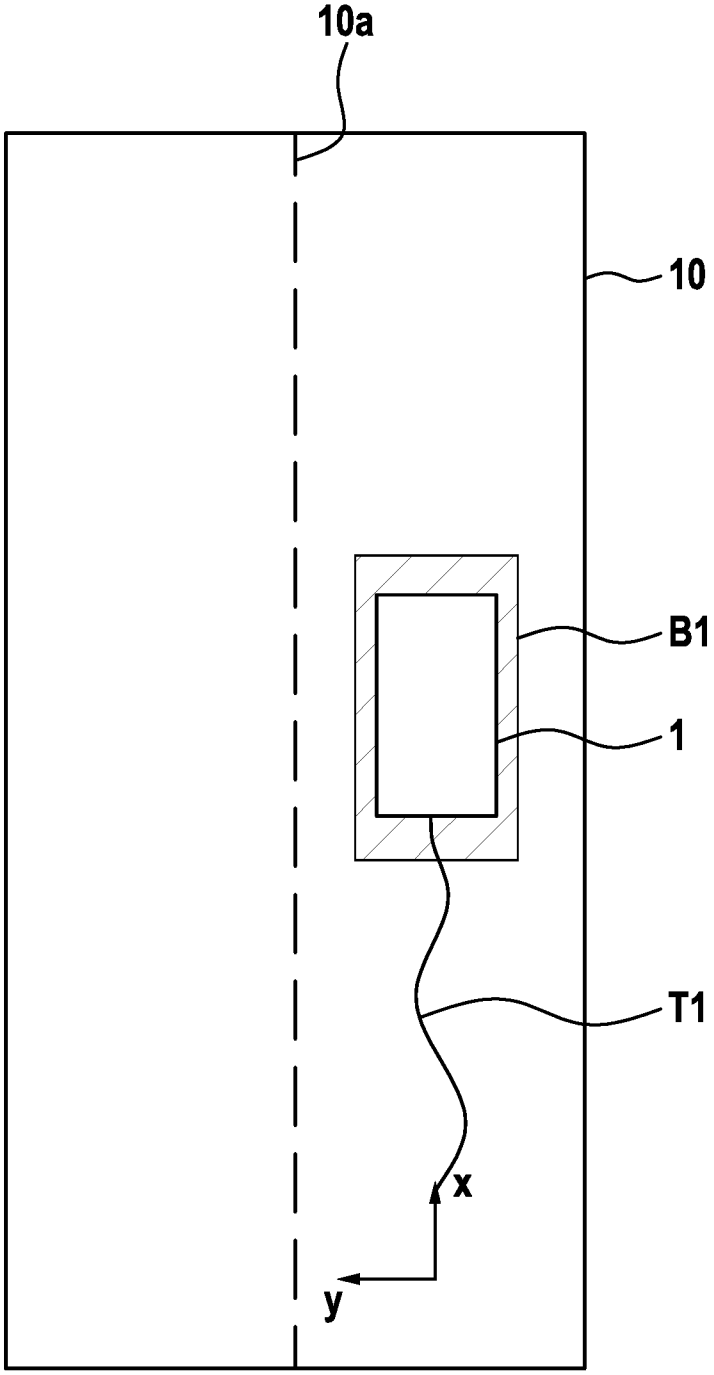


Fig. 5

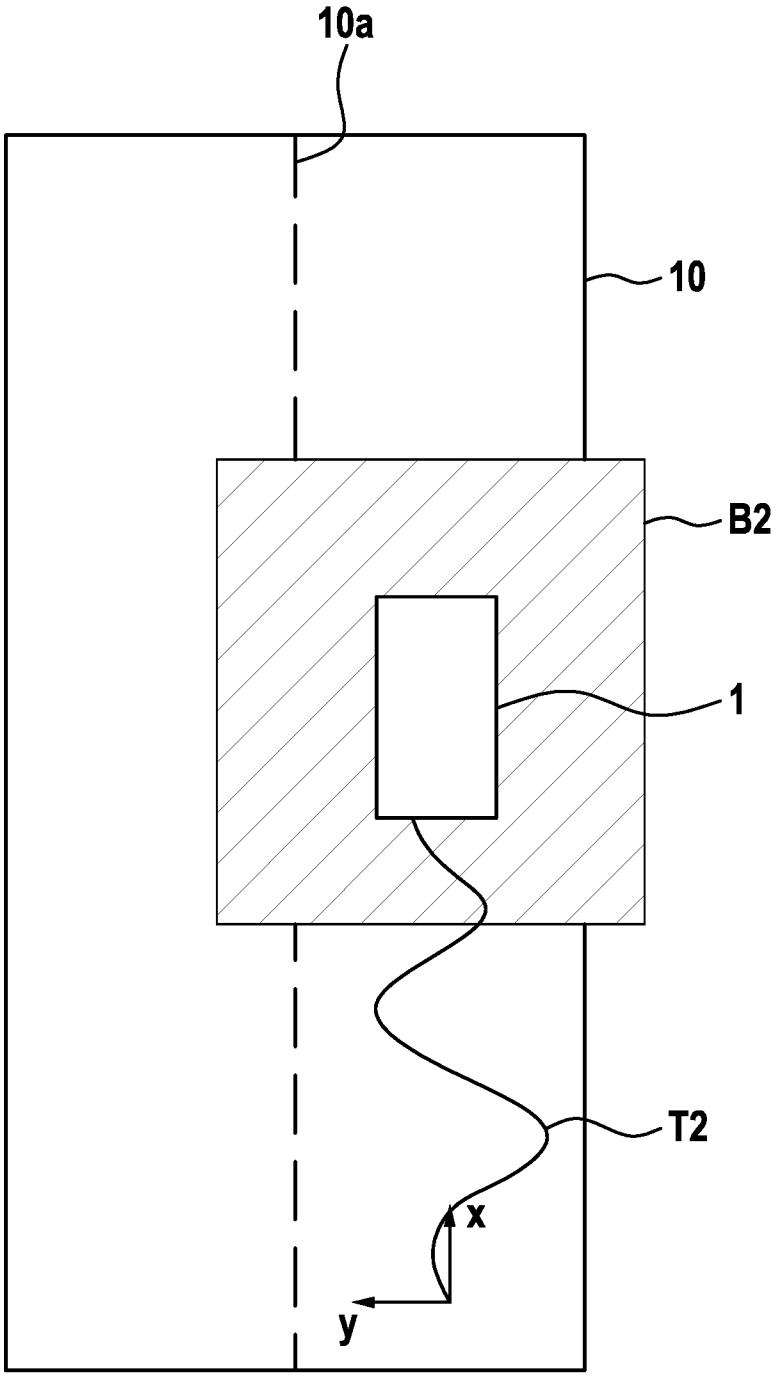
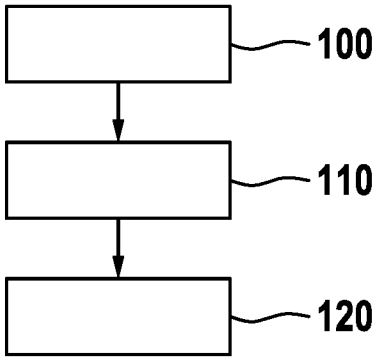


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2022/087540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W 50/14(2012.01)i; ***B60W 30/09***(2012.01)i; ***B60W 30/095***(2012.01)i; ***B60W 30/16***(2006.01)i; ***B60W 60/00***(2020.01)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)

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	US 2020079368 A1 (YAMADA TOMOHIRO [JP] ET AL) 12 March 2020 (2020-03-12) paragraphs [0032], [0033], [0035], [0036], [0078], [0144]; figures 1,3,5	1-10,12-15
X	DE 102017119317 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 28 February 2019 (2019-02-28) paragraphs [0005], [0007], [0008], [0019], [0020], [0032]; claims 1,2	1-10,12-15
X	DE 102019219783 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 17 June 2021 (2021-06-17) paragraphs [0003], [0006], [0009], [0012], [0013]; figures 1,2b	1-8,11-15
X	US 2018144636 A1 (BECKER JAN [US]) 24 May 2018 (2018-05-24) paragraphs [0009], [0011], [0013], [0014], [0017], [0019], [0020]; claims 2,3,5,7,8	1-10,12-15
X	DE 102019008894 A1 (DAIMLER AG [DE]) 27 August 2020 (2020-08-27) paragraph [0021]; claims 1,3,4; figure 2	1-10,12-15
X	US 2020317190 A1 (TONG YUANYANG [CN] ET AL) 08 October 2020 (2020-10-08) paragraphs [0039], [0057] - [0059], [0065] - [0067], [0070]; figure 1	1-15

☐ 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	Date of mailing of the international search report
13 March 2023	**21 March 2023**
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 **Rameau, Pascal** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2022/087540

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2020079368 A1	12 March 2020	CN 110651313 A	03 January 2020
		JP 2018195301 A	06 December 2018
		US 2020079368 A1	12 March 2020
DE 102017119317 A1	28 February 2019	NONE	
DE 102019219783 A1	17 June 2021	NONE	
US 2018144636 A1	24 May 2018	NONE	
DE 102019008894 A1	27 August 2020	NONE	
US 2020317190 A1	08 October 2020	CN 108583571 A	28 September 2018
		JP 2021508902 A	11 March 2021
		SG 11202005729T A	29 July 2020
		US 2020317190 A1	08 October 2020
		WO 2019206273 A1	31 October 2019

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/087540

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60W50/14 B60W30/09 B60W30/095 B60W30/16 B60W60/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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	US 2020/079368 A1 (YAMADA TOMOHIRO [JP] ET AL) 12. März 2020 (2020-03-12) Absätze [0032], [0033], [0035], [0036], [0078], [0144]; Abbildungen 1,3,5	1-10, 12-15
X	DE 10 2017 119317 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 28. Februar 2019 (2019-02-28) Absätze [0005], [0007], [0008], [0019], [0020], [0032]; Ansprüche 1,2	1-10, 12-15
X	DE 10 2019 219783 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 17. Juni 2021 (2021-06-17) Absätze [0003], [0006], [0009], [0012], [0013]; Abbildungen 1,2b	1-8, 11-15

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
13. März 2023	21/03/2023

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rameau, Pascal

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2018/144636 A1 (BECKER JAN [US]) 24. Mai 2018 (2018-05-24) Absätze [0009], [0011], [0013], [0014], [0017], [0019], [0020]; Ansprüche 2,3,5,7,8	1-10, 12-15
X	DE 10 2019 008894 A1 (DAIMLER AG [DE]) 27. August 2020 (2020-08-27) Absatz [0021]; Ansprüche 1,3,4; Abbildung 2	1-10, 12-15
X	US 2020/317190 A1 (TONG YUANYANG [CN] ET AL) 8. Oktober 2020 (2020-10-08) Absätze [0039], [0057] - [0059], [0065] - [0067], [0070]; Abbildung 1	1-15

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/087540

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2020079368 A1	12-03-2020	CN 110651313 A	03-01-2020
		JP 2018195301 A	06-12-2018
		US 2020079368 A1	12-03-2020
DE 102017119317 A1	28-02-2019	KEINE	
DE 102019219783 A1	17-06-2021	KEINE	
US 2018144636 A1	24-05-2018	KEINE	
DE 102019008894 A1	27-08-2020	KEINE	
US 2020317190 A1	08-10-2020	CN 108583571 A	28-09-2018
		JP 2021508902 A	11-03-2021
		SG 11202005729T A	29-07-2020
		US 2020317190 A1	08-10-2020
		WO 2019206273 A1	31-10-2019