

(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
24. September 2020 (24.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/187917 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06K 9/00 (2006.01) B60R 1/00 (2006.01)
G08G 1/0962 (2006.01) G07C 5/08 (2006.01)
G08G 1/07 (2006.01) G06K 9/03 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/057305

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2020 (17.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 106 844.4
18. März 2019 (18.03.2019) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstr. 120,
70372 Stuttgart (DE). ROBERT BOSCH GMBH
[DE/DE]; Wernerstr. 51, 70469 Stuttgart-Feuerbach (DE).

(72) Erfinder: GRESSMANN, Markus; Spielbergstr. 7/1,
71032 Böblingen (DE). LUTZ, Robert; Liststr. 29, 70180
Stuttgart (DE). LINDNER, Frank; Rychartweg 7, 89075
Ulm (DE).

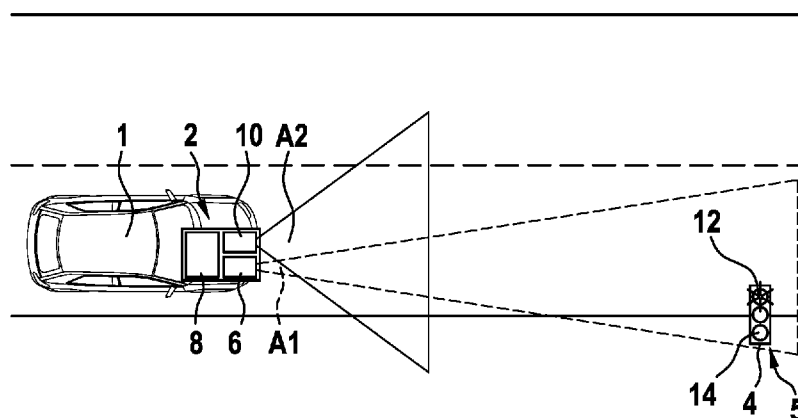
(74) Anwalt: PATENTANWALTSKANZLEI WILHELM &
BECK; Prinzenstr. 13, 80639 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: DETECTION OF MALFUNCTIONS IN THE IDENTIFICATION OF A SWITCHING STATE OF LIGHT SIGNAL SYSTEMS

(54) Bezeichnung: DETEKTION VON FEHLFUNKTIONEN DER SCHALTZUSTANDSERKENNUNG VON LICHTSIGNALANLAGEN

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for checking the plausibility of a functional capability of a camera assembly having at least two cameras for determining a switching state of a light signal system by means of a control unit, wherein a first switching state of the light signal system is determined on the basis of measurement data of a first camera, a second switching state of the light signal system is determined on the basis of measurement data of at least one second camera, and the first switching state and the second switching state are used to check the plausibility of a functional capability of the camera assembly. The switching states can, but do not have to, be identified simultaneously by the two cameras for the plausibility check. The switching states can instead be identified at different times, for example because the light signal system has shifted out of the viewing range of one camera in the meantime. The invention also relates to a control unit, a vehicle, a computer program and a machine-readable storage medium.

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist ein Verfahren zum Plausibilisieren einer Funktionsfähigkeit einer Kameraanordnung mit mindestens zwei Kameras zum Ermitteln eines Schaltzustands einer Lichtsignalanlage durch ein Steuergerät, wobei ein erster Schaltzustand

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

der Lichtsignalanlage basierend auf Messdaten einer ersten Kamera ermittelt wird, ein zweiter Schaltzustand der Lichtsignalanlage basierend auf Messdaten von mindestens einer zweiten Kamera ermittelt wird, und der erste Schaltzustand und der zweite Schaltzustand dazu eingesetzt werden eine Funktionsfähigkeit der Kameraanordnung zu plausibilisieren. Hierbei können, aber müssen die Schaltzustände nicht gleichzeitig von beiden Kameras zur Plausibilisierung erkannt werden, sondern können auch zeitversetzt erkannt werden, beispielsweise da die Lichtsignalanlage mittlerweile aus dem Sichtbereich der einen Kamera gewandert ist. Des Weiteren sind ein Steuergerät, ein Fahrzeug, ein Computerprogramm sowie ein maschinenlesbares Speichermedium offenbart.

5 Beschreibung

Titel

Detektion von Fehlfunktionen der Schaltzustandserkennung von
Lichtsignalanlagen

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Plausibilisieren einer Funktionsfähigkeit einer Kameraanordnung mit mindestens zwei Kameras zum Ermitteln eines Schaltzustands einer Lichtsignalanlage durch ein Steuergerät sowie ein Fahrzeug. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Steuergerät, ein

15 Computerprogramm sowie ein maschinenlesbares Speichermedium.

Stand der Technik

20

Im Bereich von Fahrzeugen sind Fahrassistentenfunktionen bekannt, die einen Schaltzustand von Ampeln bzw. Lichtsignalanlagen erkennen können. Es werden dabei die jeweiligen aktivierten Signalgeber und ihre Farbe durch Auswerten von Kamera-Messdaten erkannt.

25

Insbesondere bei automatisiert betriebenen Fahrzeugen ist eine zuverlässige Erkennung des Schaltzustands von Lichtsignalanlagen eine sicherheitsrelevante Funktion. Es gelten somit besonders hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Komponenten, wie beispielsweise der erkennenden Kamera und des auswertenden Steuergeräts.

30

Zum Erhöhen der Zuverlässigkeit einer Ampel-Erkennung werden Sensoren üblicherweise redundant eingesetzt. Hierdurch steigen jedoch die Kosten für die Kameraanordnung. Des Weiteren ist ein leistungsfähigeres Steuergerät zum gleichzeitigen Auswerten von zwei Kameras notwendig. Dadurch steigen die Kosten, der benötigte Bauraum und der Energiebedarf der Kameraanordnung.

35

Offenbarung der Erfindung

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann darin gesehen werden, ein Verfahren und ein Steuergerät zum Erhöhen einer Zuverlässigkeit einer Kameraanordnung vorzuschlagen.

5

Diese Aufgabe wird mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

10

Nach einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Plausibilisieren einer Funktionsfähigkeit einer Kameraanordnung durch ein Steuergerät bereitgestellt. Die Kameraanordnung weist mindestens zwei Kameras zum Ermitteln eines Schaltzustands einer Lichtsignalanlage auf.

15

In einem Schritt wird ein erster Schaltzustand der Lichtsignalanlage basierend auf Messdaten einer ersten Kamera ermittelt.

Es wird in einem weiteren Schritt ein zweiter Schaltzustand der Lichtsignalanlage basierend auf Messdaten von mindestens einer zweiten Kamera ermittelt.

20

Alternativ kann auch der erste Schaltzustand anhand von Messdaten der mindestens einen zweiten Kamera und der zweite Schaltzustand anhand von Messdaten der ersten Kamera der Kameraanordnung ermittelt werden.

25

Anschließend werden der erste Schaltzustand und der zweite Schaltzustand dazu eingesetzt, eine Funktionsfähigkeit der Kameraanordnung zu plausibilisieren.

30

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Steuergerät zum Auswerten von Messdaten von mindestens zwei Kameras einer Kameraanordnung bereitgestellt, wobei das Steuergerät dazu eingerichtet ist, das Verfahren auszuführen.

35

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Fahrzeug mit mindestens einer Kameraanordnung bereitgestellt. Die Kameraanordnung weist mindestens zwei Kameras zum Erkennen von Schaltzuständen von Lichtsignalanlagen auf und ist mit einem Steuergerät verbindbar.

Darüber hinaus wird nach einem Aspekt der Erfindung ein Computerprogramm bereitgestellt. Das Computerprogramm umfasst Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch ein Steuergerät das Steuergerät dazu
5 veranlassen das Verfahren auszuführen. Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein maschinenlesbares Speichermedium bereitgestellt, auf welchem das Computerprogramm gespeichert ist.

Das Fahrzeug kann vorzugsweise gemäß der BAST Definition assistiert,
10 teilautomatisiert, hochautomatisiert und/oder vollautomatisiert bzw. fahrerlos betreibbar sein. Hierfür kann das Fahrzeug eine Fahrzeugsteuerung aufweisen, welche auf die Umfeldsensorik und die Aktuatoren zum Lenken, Beschleunigen und Abbremsen des Fahrzeugs zugreifen kann.

Die Kameraanordnung kann zum Erkennen von Schaltzuständen von Ampeln
15 bzw. Lichtsignalanlagen eingesetzt werden. Die erste Kamera und die mindestens eine weitere Kamera können auch für andere Funktionen als die Ampelerkennung einsetzbar sein, wie beispielsweise eine generelle Umfelderkennung.

Hierbei können die basierend auf Messdaten der jeweiligen Kamera ermittelten
20 Schaltzustände der Lichtsignalanlage miteinander verglichen werden. Dabei kann geprüft werden, ob die Ergebnisse logisch und technisch sinnvoll sind. Werden beispielsweise Unstimmigkeiten durch das Steuergerät festgestellt, so
25 kann von einer Fehlfunktion der Kameraanordnung und/oder der Auswertung der Messdaten ausgegangen werden.

Die Kameras können vorzugsweise andere Abtastbereiche aufweisen, sodass
30 die Schaltzustände von Lichtsignalanlagen von den unterschiedlichen Kameras zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelt und durch das Steuergerät ausgewertet werden. Beispielsweise können die Brennweiten der Kameras unterschiedlich sein, wodurch beispielsweise die erste Kamera einen größeren Abtastwinkel und eine geringere einsetzbare Reichweite als die mindestens eine
35 zweite Kamera aufweist.

Die mindestens zwei Kameras können zu unterschiedlichen Assistenzsystemen des Fahrzeugs gehören und bereits im Fahrzeug verbaut sein.

Die Lichtsignalanlage kann eine oder mehrere Signalgeber aufweisen, die mindestens einen Schaltzustand der Lichtsignalanlage anzeigen. Die Signalgeber können konstant aktiviert oder blinkend aktiviert werden. Durch die mindestens zwei Kameras können Eigenschaft, wie beispielsweise Farbe, Position in der Lichtsignalanlage, absolute Position, Form, Leuchtdauer und dergleichen der aktivierten Signalgeber ermittelt und ein Schaltzustand der Lichtsignalanlage zugeordnet werden.

Durch das Verfahren kann der redundante Einsatz identischer oder sehr ähnlicher Kameras mit gleicher oder sehr ähnlicher Einbauposition und Eigenschaften (Sichtbereich und Auflösung) entfallen und somit Kosten, Ressourcen- und Bauraumbedarf für die Ampelerkennung gesenkt werden.

Durch die Plausibilisierung kann das Verfahren gegen alle Arten von zufällig auftretenden Fehlern und Fehlfunktionen robust ausgeführt sein.

Nach einer Ausführungsform werden der erste Schaltzustand und/oder der zweite Schaltzustand der Lichtsignalanlage durch Ermitteln einer Signalgeberposition innerhalb eines Lichtsignalgebergehäuses, einer Signalgeberfarbe und/oder einer Signalgeberform festgestellt.

Es kann somit das Gehäuse der Lichtsignalanlage durch einen Algorithmus der Bildauswertung ermittelt werden. Innerhalb des Gehäuses bzw. der Erstreckung der Lichtsignalanlage können die Farbe der Signalgeber und die Position der jeweiligen Signalgeber innerhalb der Lichtsignalanlage Aufschluss über den Schaltzustand liefern. Beispielsweise kann der oberste Signalgeber innerhalb des Gehäuses „rot“ bzw. „stopp“ bedeuten und der unterste Signalgeber im Gehäuse „grün“ bzw. „fahren“ bedeuten.

Falls mindestens eine Kamera beispielsweise den unteren Signalgeber als aktiv detektiert und anschließend der oberste Signalgeber als aktiviert detektiert wird, können die beiden Signalgeber gegeneinander plausibilisiert werden. Aufgrund

des gemeinsamen Gehäuses können die Signalgeber einer Lichtsignalanlage zugeordnet werden.

Bei öffentlichen Verkehrsmitteln, wie beispielsweise Straßenbahnen, Bussen und dergleichen kann die Form des aktivierten Signalgebers ebenfalls den Schaltzustand der Lichtsignalanlage definieren. Beispielsweise kann ein balkenförmiger, runder oder kreuzförmiger Signalgeber erkannt und einem Schaltzustand zugeordnet werden. Des Weiteren können pfeilförmige Signalgeber über ihre Form detektiert und einem Schaltzustand zugeordnet werden.

Der erste Schaltzustand und der zweite Schaltzustand können gleich oder unterschiedlich sein. Da der zweite Schaltzustand von der zweiten Kamera mit einer zeitlichen Verzögerung detektiert wird, kann die Lichtsignalanlage in der Zwischenzeit den Schaltzustand gewechselt haben, wodurch unterschiedliche Signalgeber aktiv geschaltet sind.

Dabei ist ein Ergebnis der Auswertung logisch bzw. plausibel, wenn beispielsweise die Auswertung der Messergebnisse der Kameras zu unterschiedlichen Zeiten dieselbe Position und dieselbe Farbe ermitteln.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Fehlfunktion der Kameraanordnung erkannt, wenn anhand der Messdaten der ersten Kamera und der zweiten Kamera gleiche Positionen und unterschiedliche Farben des mindestens einen Signalgebers ermittelt werden. Beispielsweise kann die Fehlfunktion von mindestens einer Kamera detektiert werden, wenn die Zuordnung oder die Erkennung der Farbe der Signalgeber innerhalb einer Lichtsignalanlage bzw. des Gehäuses der Lichtsignalanlage zwischen den Kameras voneinander abweicht.

Des Weiteren kann eine Fehlfunktion erkannt werden, wenn beide Kameras gleichzeitig dieselbe Ampel erkennen, die erkannte Farbe der aktivierten Lichtsignalgeber jedoch unterschiedlich ist. Die Kameras erkennen dieselbe Ampel, wenn die Ampel gleichzeitig im Sichtbereich beider Kameras messbar ist. Hierbei ist die Position des Lichtsignalgebers nicht relevant für die Erkennung einer Fehlfunktion.

Nach einer weiteren Ausführungsform wird die Fehlfunktion der Kameraanordnung erkannt, wenn anhand der Messdaten der ersten Kamera und der zweiten Kamera unterschiedliche Positionen und gleiche Farben des mindestens einen Signalgebers ermittelt werden. Hierbei kann analog eine Unstimmigkeit bei der Ermittlung von Messdaten von einer Kamera oder bei der Auswertung der Messdaten eine Unstimmigkeit ermittelt werden.

In den genannten Fällen liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Fehlfunktion der Ampelerkennung bzw. der eingesetzten Kameraanordnung. Zum Erhöhen der Sicherheit im Straßenverkehr, kann diese Funktion deaktiviert und das Fahrzeug durch das Steuergerät in einen sicheren Zustand überführt oder in einen manuell steuerbaren Zustand versetzt werden.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Position des mindestens einen Signalgebers relativ zur Lichtsignalanlage oder relativ zur Kameraanordnung ermittelt. Die Lokalisierung bzw. die Ermittlung der Position eines aktivierten Signalgebers kann technisch besonders einfach erfolgen, wenn die Position in Relation zur Position oder Form der Lichtsignalanlage gesetzt wird.

Alternativ oder zusätzlich kann eine absolute Positionierung der aktivierten Signalgeber innerhalb des Abtastbereichs oder relativ zur Kameraanordnung durchgeführt werden. Hierdurch kann die Position der Signalgeber innerhalb des Gehäuses der Lichtsignalanlage auch bei Dunkelheit oder nachteiligen Sichtverhältnissen ermittelt und beurteilt werden. Hierbei müssen die jeweiligen Signalgeber einer gemeinsamen Lichtsignalanlage zugeordnet sein.

Beispielsweise kann die Position konkrete Koordinaten aufweisen oder als relative Positionsangabe, wie „oben“, „mittig“, „unten“, angegeben werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel werden die Position des mindestens einen Signalgebers und der entsprechenden Farbe des jeweiligen Signalgebers der Lichtsignalanlage aus einer Datenbank von dem Steuergerät empfangen.

Hierdurch können die jeweiligen möglichen Positionen der Signalgeber der Datenbank entnommen werden. Eine derartige Datenbank kann beispielsweise als eine präzise Karte für hochautomatisiertes Fahren ausgestaltet sein.

5 Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel sind die erste Kamera als eine Fernbereichskamera und die mindestens eine zweite Kamera als eine Nahbereichskamera ausgeführt. Dabei werden die Messdaten der zweiten Kamera zu einem späteren Zeitpunkt aufgezeichnet als die Messdaten der ersten Kamera.

10 Hierdurch kann im Vorfeld die Lichtsignalanlage durch die Fernbereichskamera detektiert und ein Schaltzustand anhand der Messdaten durch das Steuergerät berechnet werden.

15 Bewegt sich das Fahrzeug auf die Lichtsignalanlage zu, so gelangt die Lichtsignalanlage zunehmend aus dem Abtastbereich der Fernbereichskamera und kann beispielsweise ab einem Abstand von 70 m zwischen dem Fahrzeug und der Lichtsignalanlage von der Nahbereichskamera detektiert werden.

20 Durch eine derartige Kameraanordnung kann die Lichtsignalanlage nacheinander von den Kameras detektiert werden. Der Rechenaufwand bei der Auswertung der Messdaten durch das Steuergerät kann verringert werden, da keine redundante Anordnung der Kameras für jeden Messbereich notwendig ist. Des Weiteren kann durch den Einsatz einer Fernbereichskamera der Schaltzustand der Lichtsignalanlage frühzeitig erkannt werden, wodurch der Komfort und die
25 Sicherheit im Straßenverkehr erhöht wird.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Kameraanordnung relativ zur Lichtsignalanlage bewegt, wobei der mindestens eine Signalgeber der
30 Lichtsignalanlage anhand der Messdaten der ersten Kamera in seiner Position relativ zur Kameraanordnung verfolgt wird.

Der im Abtastbereich der ersten Kamera erkannten Signalgeber der Lichtsignalanlage kann sich somit in den ermittelten sich zeitlich verändernden
35 Messdaten bewegen. Die Messdaten können vorzugsweise als bewegte Bilder bzw. Videodaten ausgestaltet sein. Bei einer über dem Verkehrsgeschehen

angeordneten Lichtsignalanlage kann der detektierte Signalgeber sich in Richtung eines oberen Bereichs der Bilder bewegen.

5 Eine am seitlichen Fahrbahnrand angeordnete und durch die erste Kamera detektierte Lichtsignalanlage wird sich in den Messdaten bei einer Annäherung der Kameraanordnung in Richtung einer seitlichen Grenze des Abtastbereichs bewegen.

10 Die Bewegung der Lichtsignalanlage in den Messdaten erfolgt solange, bis der Signalgeber außerhalb des Abtastbereichs ist und somit nicht mehr von der ersten Kamera detektiert werden kann.

15 Diese Bewegung der Lichtsignalanlage und insbesondere des mindestens einen detektierten Signalgebers durch den Abtastbereich kann durch das Steuergerät verfolgt bzw. getrackt werden. Die Anordnung der mindestens zwei Kameras der Kameraanordnung zueinander ist im Vorfeld bekannt, wodurch die Präzision der Plausibilisierung und die Zuverlässigkeit der Ampelerkennung gesteigert werden.

20 Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel werden basierend auf einer Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit der Kameraanordnung mindestens ein Signal und/oder mindestens ein Steuerbefehl durch das Steuergerät erzeugt und versendet. Das mindestens eine Signal und/oder der mindestens eine Steuerbefehl können erzeugt werden, wenn die Kameraanordnung positiv plausibilisiert wurde und somit fehlerfrei arbeitet oder wenn eine Fehlfunktion der
25 Kameraanordnung durch das Steuergerät detektiert wird. Insbesondere kann das mindestens eine Signal beispielsweise an einen Teleoperator oder eine externe Servereinheit übermittelt werden. Das Signal kann in Form einer Fehlermeldung oder einer Warnung ausgeführt sein.

30 Der mindestens eine Steuerbefehl kann dazu eingesetzt werden, eine Fahrzeugsteuerung des Fahrzeugs zu betreiben oder zu beeinflussen. Hierzu können beispielsweise Lenkbefehle, Bremsbefehle, Beschleunigungsbefehle und dergleichen durch das Steuergerät generiert und an die Fahrzeugsteuerung übermittelt werden.

Beispielsweise kann das Fahrzeug bei einer erkannten Fehlfunktion der Kameraanordnung in einen sicheren Zustand versetzt werden. Alternativ oder zusätzlich kann ein automatisierter Fahrmodus aufgrund der Fehlfunktion der Kameraanordnung deaktiviert werden, sodass das Fahrzeug manuell weiterhin betreibbar bleibt.

Im Folgenden werden anhand von stark vereinfachten schematischen Darstellungen bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Hierbei zeigen

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein Fahrzeug mit einer Kameraanordnung, bei der eine Lichtsignalanlage im Abtastbereich einer Fernbereichskamera angeordnet ist, und

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug mit der Kameraanordnung, bei der die Lichtsignalanlage im Abtastbereich einer Nahbereichskamera angeordnet ist.

In der Figur 1 ist eine schematische Draufsicht auf ein Fahrzeug 1 mit einer Kameraanordnung 2 dargestellt. Eine Lichtsignalanlage 4 ist im Abtastbereich A1 einer Fernbereichskamera 6 angeordnet und kann somit von der Fernbereichskamera 6 detektiert werden.

Insbesondere kann die Lichtsignalanlage 4 anhand einer Bildauswertung der Fernbereichskamera 6 durch ein Steuergerät 8 des Fahrzeugs 1 detektiert werden. Die Fernbereichskamera 6 ist als erste Kamera 6 der Kameraanordnung 2 ausgestaltet.

Die Fernbereichskamera 6 weist ein nicht dargestelltes Objektiv mit einer hohen Brennweite auf, wodurch der nutzbare bzw. durch das Steuergerät 8 auswertbare Abtastbereich A1 einen relativ geringen Abtastwinkel von beispielsweise 20° und eine hohe Reichweite von beispielsweise 200 m aufweist.

Des Weiteren weist die Kameraanordnung 2 eine zweite Kamera 10 auf. Die zweite Kamera 10 ist als eine Nahbereichskamera 10 ausgeführt und weist eine geringe Brennweite auf. Somit kann die Nahbereichskamera 10 einen

Abtastbereich A2 mit einem größeren Abtastwinkel gegenüber der ersten Kamera 6 von beispielsweise 50° oder höher aufweisen. Die nutzbare Reichweite der zweiten Kamera 10 kann beispielsweise bis zu 80 m betragen.

5 Die erste Kamera 6 und die zweite Kamera 10 sind in einem Frontbereich des Fahrzeugs 1 parallel bzw. nebeneinander angeordnet und können ein dem Fahrzeug 1 vorausliegendes Umfeld abtasten.

10 Das Steuergerät 8 ist datenleitend mit der ersten Kamera 6 und der zweiten Kamera 10 verbunden und kann die Messdaten somit empfangen, speichern und auswerten.

15 Die nutzbare Reichweite bzw. der nutzbare Abtastwinkel der Kameras 6, 10 kann beispielsweise durch eine Schärfenebene und eine Optik bzw. das Objektiv der Kameras 6, 10 definiert sein. Die Messdaten von Objekten in diesem Abtastbereich A1, A2 können beispielsweise scharf und kontrastreich abgetastet und somit mit einer hohen Güte durch das Steuergerät analysiert werden.

20 Gemäß dem Ausführungsbeispiel wurde ein Signalgeber 12 der Lichtsignalanlage 4 von der ersten Kamera 6 detektiert. Dabei ist der detektierte Signalgeber 12 ein aktivierter bzw. eingeschalteter Signalgeber, welcher eine rote Farbe aufweist. Durch das Steuergerät 8 kann somit ein Schaltzustand „rot“ der Lichtsignalanlage 4 zugeordnet werden.

25 Die Lichtsignalanlage 4 weist einen gelben und einen grünen Signalgeber 14 auf, welche in der dargestellten Situation deaktiviert sind. Die Signalgeber 12, 14 der Lichtsignalanlage 4 sind in einem Gehäuse 5 der Lichtsignalanlage 4 angeordnet.

30 Die Signalgeber 12, 14 der Lichtsignalanlage 4 sind als LED-Leuchtmittel ausgeführt.

35 Durch die Auswertung der Messdaten der ersten Kamera 6 kann in der dargestellten Situation dem Signalgeber 12 eine rote Farbe zuordnet werden. Des Weiteren kann durch ein Auswerten der Messdaten die Position des

Signalgebers 12 durch das Steuergerät 8 ermittelt werden. Die Position entspricht relativ zur Lichtsignalanlage 4 einer oberen bzw. höchsten Position.

Die Figur 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug 1 mit der Kameraanordnung 2, bei der die Lichtsignalanlage 4 im Abtastbereich A2 der Nahbereichskamera 10 angeordnet ist. Dabei kann die Fernbereichskamera 6 die Lichtsignalanlage 4 beispielsweise nicht mehr wahrnehmen, da die Lichtsignalanlage 4 in einem Abstand von ca. 70 m vom Fahrzeug 1 entfernt außerhalb des Abtastbereichs A1 der Fernbereichskamera 6 liegt.

Die Figur 1 und die Figur 2 dienen insbesondere zum Verdeutlichen des Verfahrens gemäß einer Ausführungsform zum Erkennen von Fehlfunktionen der Kameraanordnung 2 mit den mindestens zwei Kameras 6, 10 zum Ermitteln eines Schaltzustands der Lichtsignalanlage 4 durch das Steuergerät 8.

Insbesondere ist die in Figur 2 dargestellte Situation um einige Sekunden, beispielsweise 5 Sekunden, später als die in Figur 1 dargestellte Situation. Hierdurch wird die Bewegung des Fahrzeugs 1 in Richtung der Lichtsignalanlage 4 veranschaulicht. Da die Eigenbewegung des Fahrzeugs bekannt ist, kann die ortsfeste Lichtsignalanlage „getrackt“ werden und so eindeutig zwischen dem Zeitpunkt in Figur 1 und Figur 2 zugeordnet werden.

Die Lichtsignalanlage 4 befindet sich hierbei ebenfalls im Schaltzustand „rot“. Somit kann durch ein Auswerten der Messdaten der Nahbereichskamera 10 ebenfalls nur der aktivierte Signalgeber 12 ermittelt und ihm die rote Farbe sowie die oberste Position innerhalb der Lichtsignalanlage 4 zugeordnet werden.

Das Steuergerät 8 kann anhand der Messdaten der ersten Kamera 6 und anhand der Messdaten der zweiten Kamera 10 ermittelten Position und Farbe des Signalgebers 12 feststellen, dass die Farbe und die Position zu unterschiedlichen Zeitpunkten übereinstimmen. Somit ist das Ergebnis der Ampelerkennung, der Schaltzustand „rot“, plausibel und eine Fehlfunktion kann ausgeschlossen werden.

Erfolgt im Abtastbereich A2 der zweiten Kamera 10 eine Umschaltung von einer roten Farbe auf eine grüne Farbe, so wird der unterste Signalgeber 14 aktiviert

und von der zweiten Kamera 10 erfasst. Hierdurch kann das Steuergerät sowohl eine unterschiedliche Position als auch eine unterschiedliche Farbe der Signalgeber 12, 14 aus den Messdaten der Kameras 6, 10 ermitteln. Folglich kann ebenfalls von einer korrekten Funktionsweise der Kameraanordnung 2 ausgegangen werden.

Bei einer Übereinstimmung der Farbe und bei einer unterschiedlichen erkannten Position der Signalgeber 12, 14 der Lichtsignalanlage 4 kann hingegen von dem Steuergerät 8 eine Unstimmigkeit bei der Erkennung des Schaltzustands der Lichtsignalanlage 4 festgestellt werden. Hierbei liegt eine Fehlfunktion vor, sodass diese Funktion des Fahrzeugs 1 beispielsweise deaktiviert wird.

5 Bezugszeichenliste

	1	Fahrzeug
	2	Kameraanordnung
	4	Lichtsignalanlage
10	5	Gehäuse der Lichtsignalanlage
	6	erste Kamera
	8	Steuergerät
	10	zweite Kamera
	12	aktivierter Signalgeber
15	14	deaktivierter Signalgeber
	A1	Abtastbereich der ersten Kamera
	A2	Abtastbereich der zweiten Kamera
20		

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Plausibilisieren einer Funktionsfähigkeit einer Kameraanordnung (2) mit mindestens zwei Kameras (6, 10) zum Ermitteln eines Schaltzustands einer Lichtsignalanlage (4) durch ein Steuergerät (8), wobei
- ein erster Schaltzustand der Lichtsignalanlage (4) basierend auf Messdaten einer ersten Kamera (6) ermittelt wird,
 - ein zweiter Schaltzustand der Lichtsignalanlage (4) basierend auf Messdaten von mindestens einer zweiten Kamera (10) ermittelt wird, und
 - der erste Schaltzustand und der zweite Schaltzustand dazu eingesetzt werden eine Funktionsfähigkeit der Kameraanordnung (2) zu plausibilisieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Schaltzustand und/oder der zweite Schaltzustand der Lichtsignalanlage (4) durch Ermitteln einer Signalgeberposition innerhalb eines Gehäuses (5) der Lichtsignalanlage (4), einer Signalgeberfarbe und/oder einer Signalgeberform festgestellt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Fehlfunktion der Kameraanordnung (2) erkannt wird, wenn anhand der Messdaten der ersten Kamera (6) und der zweiten Kamera (10) unterschiedliche Farben des mindestens einen Signalgebers (12, 14) ermittelt werden und/oder wenn anhand der Messdaten der ersten Kamera (6) und der zweiten Kamera (10) gleiche Positionen und unterschiedliche Farben des mindestens einen Signalgebers (12, 14) ermittelt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Fehlfunktion der Kameraanordnung (2) erkannt wird, wenn anhand der Messdaten der ersten Kamera (6) und der zweiten Kamera (10) unterschiedliche Positionen und gleiche Farben des mindestens einen Signalgebers (12, 14) ermittelt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Position des mindestens einen Signalgebers (12, 14) relativ zur Lichtsignalanlage (4) oder relativ zur Kameraanordnung (2) ermittelt wird.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Position des mindestens einen Signalgebers (12, 14) und der entsprechenden Farbe des jeweiligen Signalgebers (12, 14) der Lichtsignalanlage (4) aus einer Datenbank von dem Steuergerät (8) empfangen werden.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die erste Kamera (6) als eine Fernbereichskamera und die mindestens eine zweite Kamera (10) als eine Nahbereichskamera ausgeführt sind.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Kameraanordnung (2) relativ zur Lichtsignalanlage (4) bewegt wird, wobei der mindestens eine Signalgeber (12, 14) der Lichtsignalanlage (4) anhand der Messdaten der ersten Kamera (6) in seiner Position relativ zur Kameraanordnung (2) verfolgt wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei basierend auf einer Plausibilisierung der Funktionsfähigkeit der Kameraanordnung (2) mindestens ein Signal und/oder mindestens ein Steuerbefehl durch das Steuergerät (8) erzeugt und versendet werden.
- 25 10. Steuergerät (8) zum Auswerten von Messdaten von mindestens zwei Kameras (6, 10) einer Kameraanordnung (2), wobei das Steuergerät (8) dazu eingerichtet ist, das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.
- 30 11. Fahrzeug (1) mit mindestens einer Kameraanordnung (2), wobei die Kameraanordnung (2) mindestens zwei Kameras (6, 10) zum Erkennen von Schaltzuständen von Lichtsignalanlagen (4) aufweist und mit einem Steuergerät (8) gemäß Anspruch 10 verbindbar ist.
- 35 12. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch ein Steuergerät (8) diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.

13. Maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem das Computerprogramm gemäß Anspruch 12 gespeichert ist.

1 / 1

Fig. 1

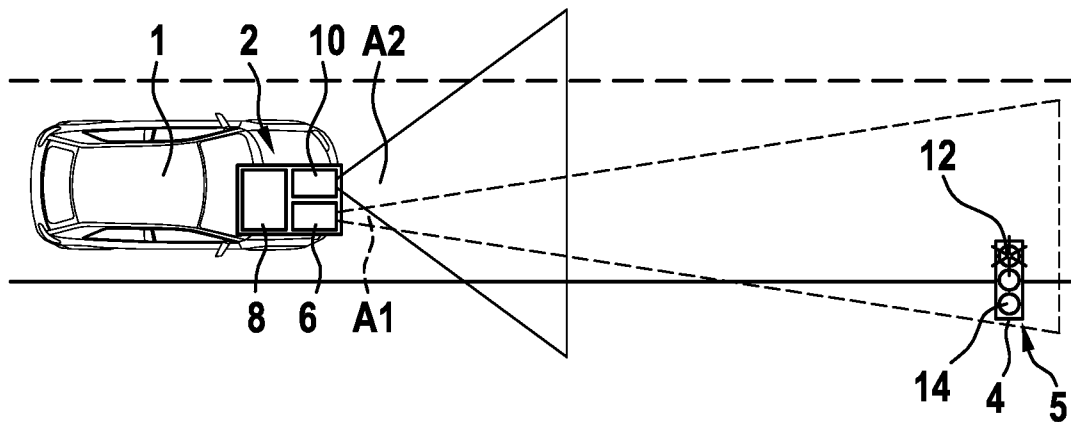
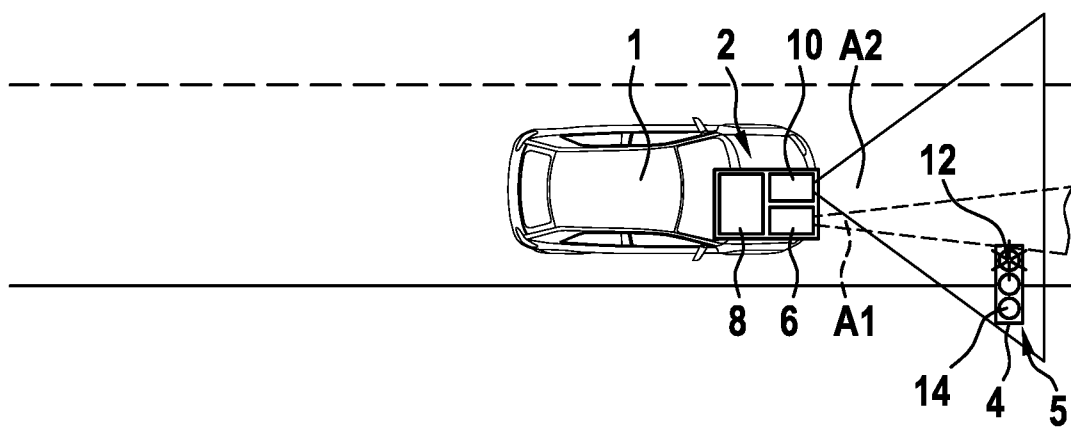


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057305

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06K 9/00 (2006.01)i; G08G 1/0962 (2006.01)i; G08G 1/07 (2006.01)i; B60R 1/00 (2006.01)i; G07C 5/08 (2006.01)i; G06K 9/03 (2006.01)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; G08G; B60R; G07C 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2015210275 A1 (HUBERMAN DAVID [IL]) 30 July 2015 (2015-07-30) abstract figures 1-3,5D,16,19,20,26,29 paragraphs [0006], [0013] - [0024], [0079], [0091] - [0098], [0100], [0105], [0107], [0115] - [0118], [0130], [0134], [0135] paragraphs [0155], [0157], [0234], [0239], [0244], [0246] - [0248], [0251] - [0253], [0258], [0270], [0274] paragraphs [0280], [0281], [0286], [0303], [0304], [0320], [0325], [0326], [0330] - [0336] claims 1-19</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 102012023867 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 12 June 2014 (2014-06-12) abstract paragraphs [0004], [0005], [0007] - [0010], [0013], [0016] - [0018], [0028], [0029] examples 1-14 figure 1</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2015210275 A1 (HUBERMAN DAVID [IL]) 30 July 2015 (2015-07-30) abstract figures 1-3,5D,16,19,20,26,29 paragraphs [0006], [0013] - [0024], [0079], [0091] - [0098], [0100], [0105], [0107], [0115] - [0118], [0130], [0134], [0135] paragraphs [0155], [0157], [0234], [0239], [0244], [0246] - [0248], [0251] - [0253], [0258], [0270], [0274] paragraphs [0280], [0281], [0286], [0303], [0304], [0320], [0325], [0326], [0330] - [0336] claims 1-19	1-13	A	DE 102012023867 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 12 June 2014 (2014-06-12) abstract paragraphs [0004], [0005], [0007] - [0010], [0013], [0016] - [0018], [0028], [0029] examples 1-14 figure 1	1-13
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
X	US 2015210275 A1 (HUBERMAN DAVID [IL]) 30 July 2015 (2015-07-30) abstract figures 1-3,5D,16,19,20,26,29 paragraphs [0006], [0013] - [0024], [0079], [0091] - [0098], [0100], [0105], [0107], [0115] - [0118], [0130], [0134], [0135] paragraphs [0155], [0157], [0234], [0239], [0244], [0246] - [0248], [0251] - [0253], [0258], [0270], [0274] paragraphs [0280], [0281], [0286], [0303], [0304], [0320], [0325], [0326], [0330] - [0336] claims 1-19	1-13									
A	DE 102012023867 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 12 June 2014 (2014-06-12) abstract paragraphs [0004], [0005], [0007] - [0010], [0013], [0016] - [0018], [0028], [0029] examples 1-14 figure 1	1-13									
☒ 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 09 June 2020		Date of mailing of the international search report 17 June 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 Quartier, Frank Telephone No.									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057305**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102015224112 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 08 June 2017 (2017-06-08) abstract paragraphs [0007] - [0009], [0013] - [0015], [0025], [0026], [0028], [0030], [0031], [0050] claims 1-9 figure 2	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057305

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015210275	A1	30 July 2015	CN	106462727	A	22 February 2017
				CN	111199218	A	26 May 2020
				EP	3100206	A1	07 December 2016
				US	2015210274	A1	30 July 2015
				US	2015210275	A1	30 July 2015
				US	2015210276	A1	30 July 2015
				US	2015210277	A1	30 July 2015
				US	2015210278	A1	30 July 2015
				US	2015210312	A1	30 July 2015
				US	2016167704	A1	16 June 2016
				US	2016283807	A1	29 September 2016
				US	2016306361	A1	20 October 2016
				US	2019294179	A1	26 September 2019
				WO	2015116950	A1	06 August 2015
DE	102012023867	A1	12 June 2014	CN	103854503	A	11 June 2014
				DE	102012023867	A1	12 June 2014
				US	2014204209	A1	24 July 2014
DE	102015224112	A1	08 June 2017	CN	106816021	A	09 June 2017
				DE	102015224112	A1	08 June 2017
				US	2017160743	A1	08 June 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	G06K9/00	G08G1/0962
	G06K9/03	G08G1/07
		B60R1/00
		G07C5/08
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
G06K G08G B60R G07C		
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 2015/210275 A1 (HUBERMAN DAVID [IL]) 30. Juli 2015 (2015-07-30) Zusammenfassung Abbildungen 1-3, 5D, 16, 19, 20, 26, 29 Absätze [0006], [0013] - [0024], [0079], [0091] - [0098], [0100], [0105], [0107], [0115] - [0118], [0130], [0134], [0135] Absätze [0155], [0157], [0234], [0239], [0244], [0246] - [0248], [0251] - [0253], [0258], [0270], [0274] Absätze [0280], [0281], [0286], [0303], [0304], [0320], [0325], [0326], [0330] - [0336] Ansprüche 1-19 ----- -/--	1-13
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. Juni 2020		17/06/2020
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 Quartier, Frank

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 2012 023867 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 12. Juni 2014 (2014-06-12) Zusammenfassung Absätze [0004], [0005], [0007] - [0010], [0013], [0016] - [0018], [0028], [0029] Beispiele 1-14 Abbildung 1 -----	1-13
A	DE 10 2015 224112 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 8. Juni 2017 (2017-06-08) Zusammenfassung Absätze [0007] - [0009], [0013] - [0015], [0025], [0026], [0028], [0030], [0031], [0050] Ansprüche 1-9 Abbildung 2 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/057305

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015210275 A1	30-07-2015	CN 106462727 A	22-02-2017
		CN 111199218 A	26-05-2020
		EP 3100206 A1	07-12-2016
		US 2015210274 A1	30-07-2015
		US 2015210275 A1	30-07-2015
		US 2015210276 A1	30-07-2015
		US 2015210277 A1	30-07-2015
		US 2015210278 A1	30-07-2015
		US 2015210312 A1	30-07-2015
		US 2016167704 A1	16-06-2016
		US 2016283807 A1	29-09-2016
		US 2016306361 A1	20-10-2016
		US 2019294179 A1	26-09-2019
		WO 2015116950 A1	06-08-2015

DE 102012023867 A1	12-06-2014	CN 103854503 A	11-06-2014
		DE 102012023867 A1	12-06-2014
		US 2014204209 A1	24-07-2014

DE 102015224112 A1	08-06-2017	CN 106816021 A	09-06-2017
		DE 102015224112 A1	08-06-2017
		US 2017160743 A1	08-06-2017
