

(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  
20. August 2020 (20.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/164867 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen:    PCT/EP2020/051322

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. Januar 2020 (21.01.2020)

(25) Einreichungssprache:    Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:    Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 202 026.7  
15. Februar 2019 (15.02.2019)    DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Löwentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **HIEMER, Marcus**; Sammlerthofer Str. 25, 88074 Meckenbeuren (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: METHOD AND CONTROL DEVICE FOR VEHICLE COLLISION PREVENTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND STEUEREINRICHTUNG ZUR FAHRZEUGKOLLISIONSVERMEIDUNG

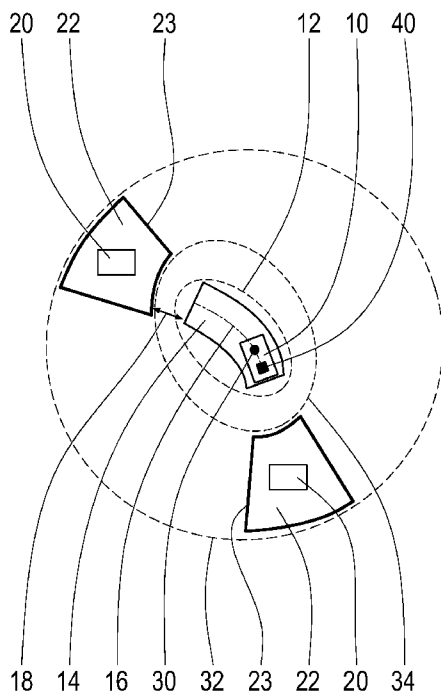


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for preventing a collision of a vehicle (10) with a potential collision object (20). In one step, a safety region (22) is determined around the potential collision object (20), wherein the safety region (22) is located outside a danger region (12) around the vehicle (10). In a further step, a trajectory path (14) is predicted, which is covered by the vehicle (10) along a future trajectory (16) and during a determined time period. In a further step, a safety measure is carried out on the vehicle (10) to prevent a collision of the vehicle (10) with the potential collision object (20) according to a geometric comparison of the predicted trajectory path (14) with the determined safety region (22). The invention also relates to a control device (40) for carrying out the method and a vehicle (10) comprising a control device of this type.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermeiden einer Kollision von einem Fahrzeug (10) mit einem potentiellen Kollisionsobjekt (20). In einem Schritt wird ein Sicherheitsbereich (22) um das potentielle Kollisionsobjekt (20) festgelegt, wobei sich der Sicherheitsbereich (22) außerhalb eines Gefahrenbereichs (12) um das Fahrzeug (10) befindet. In einem weiteren Schritt wird ein Trajektorienkorridor (14) prädiziert, welcher von dem Fahrzeug (10) entlang einer zukünftigen Trajektorie (16) und während einer bestimmten Zeitspanne überstrichen wird. In einem weiteren Schritt wird eine Sicherheitsmaßnahme auf dem Fahrzeug (10) zum Vermeiden einer Kollision des Fahrzeugs (10) mit dem potentiellen Kollisionsobjekt (20) in Abhängigkeit von einem geometrischen Vergleich des prädizierten Trajektorienkorridors (14) mit dem festgelegten Sicherheitsbereich (22) durchgeführt. Die Erfindung



WO 2020/164867 A1

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)

## Verfahren und Steuereinrichtung zur Fahrzeugkollisionsvermeidung

### Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Vermeiden einer Kollision eines Fahrzeugs mit einem Objekt. Zudem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Steuereinrichtung, welche eingerichtet ist, um ein derartiges Verfahren auszuführen, und auf ein Fahrzeug mit einer solchen Steuereinrichtung.

### Stand der Technik

Mit auf einem Fahrzeug vorgesehener Sensorik können Objekte, welche sich im Umfeld des Fahrzeugs befinden, erfasst werden. Gemäß der US 2018/0170369 A1 wird ein Objekt in der Umgebung eines Fahrzeugs mit einer Knicklenkung erfasst und zum Vermeiden einer Kollision ein Knickwinkel des Fahrzeugs eingeschränkt.

### Darstellung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermeiden einer Kollision von einem Fahrzeug mit einem potentiellen Kollisionsobjekt. Bei dem Fahrzeug kann es sich grundsätzlich um jedes nicht schienengebundene Fahrzeug handeln. Das Fahrzeug kann als ein zumindest überwiegend abseits von Straßen betreibbares Fahrzeug beziehungsweise als ein sogenanntes „Off-Highway“-Fahrzeug oder auch als ein Straßenfahrzeug ausgebildet sein. Es kann sich ferner um ein Gelenkfahrzeug beziehungsweise um ein knickgelenktes Fahrzeug handeln. Das Fahrzeug kann einen Anhänger aufweisen. Beispielsweise kann ein derartiges Fahrzeug mit Anhänger als Fahrzeuggespann, Lastzug oder Sattelzug ausgebildet sein. Bei dem Fahrzeuggespann kann es sich beispielsweise um eine Landwirtschaftsmaschine mit einem Anhänger handeln. Das Fahrzeug kann ein Muldenkipper, ein Schlepper, ein Lastkraftwagen, ein Bus oder ein Personenkraftwagen sein.

Bei dem potentiellen Kollisionsobjekt kann es sich grundsätzlich um jedes Objekt handeln, welches sich im Umfeld des Fahrzeugs befinden kann, und welches mit

dem Fahrzeug möglicherweise kollidieren, das heißt zusammenstoßen, kann. Das potentielle Kollisionsobjekt kann beispielsweise ein weiteres Fahrzeug, eine Person oder ein Gegenstand sein. Das Fahrzeug, die Person oder der Gegenstand kann bei einer potentiellen Kollision mit dem Fahrzeug selbst Schaden nehmen und/oder einen Schaden an dem Fahrzeug verursachen. Bei einer potentiellen Kollision können sich das Kollisionsobjekt und das Fahrzeug aufeinander zubewegen und zusammen treffen. Bei der potentiellen Kollision kann das potentielle Kollisionsobjekt auch unbewegt sein, wobei dann das Fahrzeug auf das unbewegte potentielle Kollisionsobjekt trifft. Bei der potentiellen Kollision kann auch das Fahrzeug unbewegt sein, wobei dann das potentielle Kollisionsobjekt auf das unbewegte Fahrzeug trifft. Mit anderen Worten droht eine Kollision dann, wenn sich der relative Abstand zwischen dem potentiellen Kollisionsobjekt und dem Fahrzeug derart verkleinert, dass er gegen Null geht.

Das Verfahren weist als einen Schritt ein Festlegen eines Sicherheitsbereichs um das potentielle Kollisionsobjekt auf. Der Sicherheitsbereich kann in Abhängigkeit eines von dem Fahrzeug sensorbasiert erkannten beziehungsweise erfassten potentiellen Kollisionsobjekts festgelegt werden. Mit anderen Worten kann der Sicherheitsbereich nur dann festgelegt werden, wenn ein potentielles Kollisionsobjekt erfasst worden ist. Das potentielle Kollisionsobjekt kann hierfür mit einer auf dem Fahrzeug angeordneten Umfeld erfassungssensorik erkannt beziehungsweise erfasst werden. Der Sicherheitsbereich kann in einer Umgebung um das potentielle Kollisionsobjekt festgelegt werden. Das Fahrzeug befindet sich außerhalb des Sicherheitsbereichs des potentiellen Kollisionsobjekts. Mit anderen Worten kann der Sicherheitsbereich eine sichere Zone festlegen, in welcher sich das Kollisionsobjekt sicher bewegen kann, ohne dass aktuell eine Kollision mit dem Fahrzeug droht.

Gemäß dem Verfahren befindet sich der Sicherheitsbereich des Kollisionsobjekts zudem außerhalb eines Gefahrenbereichs um das Fahrzeug. Die beiden Bereiche definieren somit voneinander räumlich getrennte Bereiche. Der Sicherheitsbereich des Kollisionsobjekts und der Gefahrenbereich des Fahrzeugs können sich daher nicht überlagern. Jedoch kann der Sicherheitsbereich des Kollisionsobjekts an den Gefahrenbereich des Fahrzeugs zumindest abschnittsweise angrenzen. Unter dem

Gefahrenbereich kann ein Bereich verstanden werden, in welchem von dem Fahrzeug für ein potentiell Kollisionsobjekt eine aktuelle Gefahr ausgehen kann. Der Gefahrenbereich kann in Abhängigkeit der aktuellen Lage des Fahrzeugs oder von Fahrzeugteilen, beispielsweise einem Anhänger oder einem Arbeitswerkszeug, im Umfeld des Fahrzeugs definiert werden.

Das Verfahren weist als einen weiteren Schritt ein Prädizieren eines Trajektorienkorridors auf, welcher von dem Fahrzeug entlang einer zukünftigen Trajektorie und während einer bestimmten Zeitspanne überstrichen wird. Das Prädizieren eines Trajektorienkorridors kann ein Vorhersagen eines zukünftigen Trajektorienkorridors aufweisen. Das Prädizieren des Trajektorienkorridors kann auch ein Berechnen beziehungsweise mathematisches Schätzen eines zukünftigen Trajektorienkorridors aufweisen. Ein Trajektorienkorridor kann so mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit prädiziert werden. Das Prädizieren eines Trajektorienkorridors kann beispielsweise basierend auf einem Extrapolieren einer bisherigen Trajektorie des Fahrzeugs durchgeführt werden. Beispielsweise kann so ein Polynom höherer Ordnung, beispielsweise ein Polynom zweiter oder dritter Ordnung, die bisherige Fahrzeugtrajektorie und einen Abschnitt einer zukünftigen Fahrzeugtrajektorie gemeinsam beschreiben. Auf Basis einer extrapolierten Fahrzeugtrajektorie kann dann der zukünftige Trajektorienkorridor festgelegt werden.

Der Trajektorienkorridor kann ein von dem Fahrzeug während einer Geradeausfahrt und/oder während einer Kurvenfahrt überfahrene beziehungsweise überstrichene Korridor einer Schleppkurve des Fahrzeugs sein. Mit anderen Worten kann der Trajektorienkorridor ein von dem Fahrzeug dynamisch entlang seiner zukünftigen Trajektorie eingenommene Raum beziehungsweise Fahrbereich sein. Der Trajektorienkorridor kann auch als Schleppkorridor des Fahrzeugs bezeichnet werden. Der Trajektorienkorridor kann bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs zur Kurvenaußenseite durch eine Bewegungskurve eines kurvenäußeren Fahrzeugbereichs begrenzt sein. Bei dem kurvenäußeren Fahrzeugbereich kann es sich beispielsweise um einen kurvenäußeren Frontbereich oder Seitenbereich des Fahrzeugs handeln. Der Trajektorienkorridor kann bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs zudem zur Kurveninnenseite durch eine Bewegungskurve eines kurveninneren Fahrzeugteils begrenzt sein. Bei

dem kurveninneren Fahrzeugbereich kann es sich beispielsweise um ein kurveninneres Rad des Fahrzeugs beziehungsweise ein kurveninneres Anhängerrad handeln. Die Zeitspanne des prädizierten Trajektorienkorridors kann ein Prädikationsintervall aufweisen, welches den zukünftigen zeitlichen Rahmen definiert, in welchem der Trajektorienkorridor prädiziert wird. Die Zeitspanne kann beispielsweise in Abhängigkeit von oder basierend auf einer Reaktionszeit des Fahrzeugs auf ein erfasstes potentiell Kollisionsobjekt, eine Bremsdauer des Fahrzeugs zum Vermeiden einer Kollision mit dem potentiellen Kollisionsobjekt und/oder einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit festgelegt werden.

Das Verfahren weist als einen weiteren Schritt ein Durchführen einer Sicherheitsmaßnahme auf dem Fahrzeug zum Vermeiden einer Kollision des Fahrzeugs mit dem potentiellen Kollisionsobjekt auf. Die Sicherheitsmaßnahme kann eine Reaktion auf ein von dem Fahrzeug erfasstes potentiell Kollisionsobjekt sein, um eine drohende Kollision zu vermeiden. Bei der Reaktion kann es sich um eine aktiv von dem Fahrzeug selbst oder von einem Bediener des Fahrzeugs durchgeführte Reaktion, beispielsweise um einen Eingriff in die Dynamik des Fahrzeugs, handeln. Bei der Sicherheitsmaßnahme kann es sich somit um ein aktives Ändern des Bewegungsverhaltens des Fahrzeugs, beziehungsweise um das automatische Wählen einer neuen Fahrtroute handeln. Alternativ oder zusätzlich kann es sich bei der Reaktion um ein Ausgeben einer Warnung zum Warnen vor der potentiellen Kollision handeln. Der Bediener des Fahrzeugs kann dann selbst entscheiden, welche Maßnahme zum Vermeiden einer Kollision erforderlich ist.

Gemäß dem Verfahren basiert das Durchführen der Sicherheitsmaßnahme auf einem geometrischen Vergleich des prädizierten Trajektorienkorridors beziehungsweise dessen räumlicher Lage mit dem festgelegten Sicherheitsbereich beziehungsweise dessen räumlicher Lage. Das Durchführen der Sicherheitsmaßnahme kann dann erforderlich werden, wenn der prädizierte Trajektorienkorridor zu nahe an den Sicherheitsbereich heranragt. Mit anderen Worten kann der geometrische Vergleich ein Bestimmen eines Abstands zwischen dem Sicherheitsbereich und dem Trajektorienkorridor aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann das Durchführen der Sicherheitsmaßnahme dann erforderlich werden, wenn der prädizierte Trajektorienkorridor an

den Sicherheitsbereich anstößt oder in diesen hineinragt. Mit anderen Worten kann der geometrische Vergleich ein bloßes Feststellen eines Vorhandenseins einer Überlagerung aufweisen. In den beschriebenen Fällen kann ein sicheres Bewegen des potentiellen Kollisionsobjekts in seinem Sicherheitsbereich durch das aktuelle Bewegungsverhalten des Fahrzeugs beeinträchtigt oder räumlich eingeschränkt sein.

Schritte des Verfahrens können kontinuierlich durchgeführt werden. Mit anderen Worten können die Schritte in einer Schleife ausgeführt werden. Befindet sich das Fahrzeug und/oder das potentielle Kollisionsobjekt in Bewegung, kann so der Sicherheitsbereich des potentiellen Kollisionsobjekts zu unterschiedlichen Zeitpunkten kontinuierlich festgelegt und der Trajektorienkorridor zu diesen Zeitpunkten kontinuierlich prädiziert werden. Kontinuierlich festgelegte Sicherheitsbereiche können kontinuierlich mit den kontinuierlich prädizierten Trajektorien verglichen werden.

Im Rahmen der Erfindung kann somit in einer Umgebung, in der sich mindestens ein Fahrzeug und mindestens ein Objekt aufhalten kann, unter Berücksichtigung des Bewegungsverhaltens des Fahrzeugs ein sicherer Bewegungsraum für das mindestens eine Objekt aufrechterhalten werden. Ein von dem Fahrzeug in Zukunft überstrichener Korridor wird hierfür vorhergesagt. Im Falle einer räumlichen Beeinträchtigung oder Gefährdung des Objekts durch das Fahrzeug wird eine Maßnahme zur Beseitigung der Beeinträchtigung ergriffen. Zudem kann im Rahmen der Erfindung ein Fahrzeug derart navigiert werden, dass ein zukünftiges Kollisionsrisiko mit potentiellen Kollisionsobjekten ständig minimiert wird.

In einer Ausführungsform des Verfahrens befindet sich der Sicherheitsbereich um das potentielle Kollisionsobjekt innerhalb eines Erfassungsbereichs einer auf dem Fahrzeug angeordneten Umfelderkennungssensorik. Die Umfelderkennungssensorik kann mindestens eine Kamera, mindestens einen Laserscanner (Lidar), mindestens einen Radarsensor und/oder mindestens einen Ultraschallsensor aufweisen, womit einzeln oder in beliebiger Kombination ein potentielles Kollisionsobjekt erfasst werden kann. Die mindestens eine Kamera kann beispielsweise in einem Stereobetrieb oder einem Monobetrieb ein potentielles Kollisionsobjekt erfassen. Der Erfassungsbereich kann so einen Bereich um das Fahrzeug in Abhängigkeit einer Erfassungs-

reichweite der Umfelderkennungssensorik umfassen, in welchem ein potentiell Kollisionsobjekt von der Umfelderkennungssensorik zuverlässig erfassbar sein kann.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird der Schritt des Festlegens des Sicherheitsbereichs um das potentielle Kollisionsobjekt unter Berücksichtigung eines Abschattungsbereichs durchgeführt. Der Abschattungsbereich kann ein innerhalb des Erfassungsbereichs liegender Bereich sein, welcher durch das Fahrzeug abgeschattet und mittels der Umfelderkennungssensorik nicht erfassbar ist. Ein Fahrzeugteil, welches eine Abschattung hervorruft, kann beispielsweise ein Anhänger oder ein Arbeitswerkzeug des Fahrzeugs sein. Weist die Umfelderkennungssensorik mindestens zwei verschiedene Sensoren auf, welche an verschiedenen Positionen auf dem Fahrzeug angeordnet sein können, kann derjenige Umfelderkennungssensor zur Objekterfassung ausgewählt werden, welcher den größten Erfassungsbereich und/oder den kleinsten aktuellen Abschattungsbereich aufweist. In Abhängigkeit der aktuellen Position eines Fahrzeugteils, welche unterschiedliche Abschattungsbereiche für die unterschiedlichen Sensoren zu Folge haben kann, kann ferner derjenige Sensor zur Umfelderkennung ausgewählt werden, dessen Erfassungsbereich aktuell am wenigsten abgeschattet ist. Weist die Umfelderkennungssensorik mindestens zwei verschiedene Sensoren auf, welche an verschiedenen Positionen auf dem Fahrzeug angeordnet sein können, können auch mindestens zwei Sensoren fusioniert werden. Ein fusionierter Erfassungsbereich kann so im Vergleich zu einem einzelnen Erfassungsbereich vergrößert werden. Somit kann der Sicherheitsbereich vergrößert und/oder der Abschattungsbereich verkleinert werden.

Das Verfahren kann als einen weiteren Schritt ein Erfassen einer relativen Lage des potentiellen Kollisionsobjekts bezüglich des Fahrzeugs mit der Umfelderkennungssensorik aufweisen. In einer Ausführungsform des Verfahrens wird dann der Schritt des Festlegens des Sicherheitsbereichs unter Berücksichtigung der relativen Lage des potentiellen Kollisionsobjekts um das potentielle Kollisionsobjekt durchgeführt. Der Sicherheitsbereich um das potentielle Kollisionsobjekt kann so in einem Bereich festgelegt werden, welcher das Fahrzeug nicht vollständig umgibt. Der Sicherheitsbereich kann vielmehr ein Bereich sein, welcher um das potentielle Kollisionsobjekt aufgespannt wird. Beispielsweise kann sich der Sicherheitsbereich radial um das po-



tentielle Kollisionsobjekt erstrecken. Alternativ oder zusätzlich kann der Sicherheitsbereich ein Bereich sein, welcher durch einen Teilerfassungsbereich der Umfelderkennungssensorik begrenzt wird. Beispielsweise kann der Sicherheitsbereich so ausgehend von der Umfelderkennungssensorik des Fahrzeugs durch einen Erfassungswinkelbereich sektoral begrenzt werden.

Eine Ausführungsform des Verfahrens weist als einen Schritt ein Prädizieren von mindestens zwei Trajektorienkorridoren auf, welche von dem Fahrzeug entlang von mindestens zwei zukünftigen Trajektorien überstrichen werden können. Die mindestens zwei zukünftigen Trajektorien können basierend auf verschiedenen zukünftigen Fahrtrouten des Fahrzeugs bestimmt werden. Die verschiedenen zukünftigen Fahrtrouten können verschiedene zukünftig abfahrbare Streckenverläufe aufweisen. Die mindestens zwei zukünftigen Trajektorien können beispielsweise ein Linksabbiegen beziehungsweise eine linksgekrümmte Kurvenfahrt und ein Rechtsabbiegen beziehungsweise eine rechtsgekrümmte Kurvenfahrt entlang einer jeweiligen zukünftigen Route aufweisen. Eine der mindestens zwei zukünftigen Trajektorien kann beispielsweise auch ein Geradeausfahren beziehungsweise eine geradlinige Route aufweisen. Ferner kann die Ausführungsform ein Selektieren von einem der mindestens zwei prädizierten Trajektorienkorridore basierend auf einem erfassten Fahrzeugverhalten oder basierend auf einem Fahrzeugbedienerverhalten aufweisen. Aufgrund eines solchen Bedienerverhaltens, beispielsweise einer Vorgabe eines Lenkwinkels, einer Beschleunigungsvorgabe basierend auf einer Gaspedalposition oder einer Bremspedalposition oder einem Betätigen eines Blinkers, kann die zutreffende oder die wahrscheinlichere zukünftige Trajektorie bestimmt und ausgewählt werden. Die Sicherheitsmaßnahme auf dem Fahrzeug zum Vermeiden der Kollision des Fahrzeugs mit dem Kollisionsobjekt kann in Abhängigkeit von einem geometrischen Vergleich des selektierten Trajektorienkorridors mit dem festgelegten Sicherheitsbereich erfolgen.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird der Schritt des Prädizierens des Trajektorienkorridors oder der mindestens zwei Trajektorienkorridore basierend auf einer auf dem Fahrzeug angeordneten Sensorik durchgeführt. Die auf dem Fahrzeug angeordnete Sensorik kann zum Bestimmen einer aktuellen Trajektorie des

Fahrzeugs ausgebildet sein. Die Sensorik kann eine positions- und/oder richtungsbestimmende Sensorik zum Bestimmen der aktuellen Lage des Fahrzeugs beziehungsweise einer zweidimensionalen Bewegung des Fahrzeugs sein. Eine derartige Sensorik kann beispielsweise einen Lenkwinkelsensor, einen Gierratensensor, eine inertielle Messeinheit (IMU), ein Satellitenpositionierungssystem (GNSS), einen Rad-drehzahlsensor und/oder einen Radarsensor zum Bestimmen einer Übergrundgeschwindigkeit aufweisen. Handelt es sich bei dem Fahrzeug um ein knickgelenktes Fahrzeug kann die Sensorik auch einen Knickwinkelsensor aufweisen. Die auf dem Fahrzeug angeordnete Sensorik kann alternativ oder zusätzlich zum Bestimmen eines Zustandsparameters eines Antriebsstrangs des Fahrzeugs ausgebildet sein. Der Zustandsparameter kann beispielsweise eine aktuelle Motordrehzahl, Getriebeübersetzung oder Getriebeabtriebsdrehzahl sein. Um den Trajektorienkorridor zu prädi-zieren, kann ein Fahrzeugumriss berücksichtigt werden, wobei der Fahrzeugumriss ein von dem Fahrzeug horizontal aufgespannter Bereich sein kann. Der Fahrzeugumriss kann sich in Abhängigkeit einer fahrzeugspezifischen Kinematik oder eines Abbiegeverhaltens ändern. Ein aktueller Fahrzeugumriss kann zudem messtechnisch erfasst und /oder modelliert werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird als Sicherheitsmaßnahme ein Eingriff in die Querdynamik des Fahrzeugs zum Vermeiden der Kollision des Fahrzeugs mit dem Kollisionsobjekt durchgeführt. Alternativ oder zusätzlich kann als Sicherheitsmaßnahme ein Eingriff in die Längsdynamik des Fahrzeugs zum Vermeiden der Kollision des Fahrzeugs mit dem Kollisionsobjekt durchgeführt werden. Der Eingriff in die Querdynamik des Fahrzeugs kann beispielsweise ein Ändern einer Fahr-richtung beziehungsweise ein Ändern eines Lenkwinkels des Fahrzeugs aufweisen. Der Eingriff in die Längsdynamik des Fahrzeugs kann dagegen beispielsweise ein Ändern der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs aufweisen. Dies kann ein Beschleunigen oder Abbremsen des Fahrzeugs sein. Das Abbremsen kann ein Verlangsamen bis zum Fahrzeugstillstand sein. Alternativ oder zusätzlich kann als Sicherheitsmaßnahme auch eine Getriebeübersetzung geändert werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird als Sicherheitsmaßnahme eine visuelle, akustische oder haptische Warnung eines Bedieners des Fahrzeugs

und/oder des Kollisionsobjekts zum Vermeiden der Kollision des Fahrzeugs mit dem Kollisionsobjekt durchgeführt. Der Bediener des Fahrzeugs kann ein sich auf dem Fahrzeug aufhaltender Fahrer sein. Ebenso kann der Bediener das Fahrzeug fernsteuern. Der Bediener kann eine alternative Fahrtroute zum Vermeiden der Kollision anschließend selbst wählen. Ebenso kann ein sich außerhalb des Fahrzeugs aufhaltender „Bystander“ gewarnt werden. Denkbar ist auch, dass ein Bediener des Fahrzeugs durch ein haptisches Feedback des Lenkrads, beispielsweise durch ein Zittern, gewarnt werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der geometrische Vergleich des prädizierten oder selektierten Trajektorienkorridors mit dem festgelegten Sicherheitsbereich ein Bestimmen eines Abstands zwischen diesen auf. Die Sicherheitsmaßnahme kann somit in Abhängigkeit davon eingeleitet werden, wie nahe sich das Fahrzeug in der betrachteten Zeitspanne für den Trajektorienkorridor an den Sicherheitsbereich heranbewegen wird. Ferner kann ein Grenzwert für einen Abstand zwischen dem prädizierten oder selektierten Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich festgelegt werden. Bei dem Grenzwert kann es sich um einen Sicherheitsabstand zwischen dem Trajektorienkorridor und dem Sicherheitsbereich handeln. Der bestimmte Abstand kann der geringste Abstand zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich sein. Der Schritt des Durchführens der Sicherheitsmaßnahme auf dem Fahrzeug kann ferner ausgeführt werden, um einen aktuellen Abstand zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich aufrechtzuerhalten oder wieder zu vergrößern, falls der bestimmte geringste Abstand den festgelegten Grenzwert unterschreitet. Der aktuelle Abstand kann durch die Sicherheitsmaßnahme direkt, beispielsweise durch das Auswählen einer alternativen Fahrtroute oder indirekt, beispielsweise durch eine Warnung, wieder vergrößert werden, wie oben beschrieben.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf eine Steuereinrichtung, welche dazu eingerichtet ist, um das Verfahren nach einer der beschriebenen Ausführungsformen durchzuführen. Die Steuereinrichtung kann verschiedene Schnittstellen zum Empfangen und Ausgeben der entsprechenden Signale aufweisen. Unter einer Einrichtung der Steuereinrichtung zum Ausführen einer bestimmten Funktion kann im Rah-

men der Erfindung eine spezifische Herrichtung, beispielsweise eine Programmierung, der Steuereinrichtung zum Ausführen der Funktion verstanden werden. Die vorliegende Erfindung bezieht sich zudem auf ein Fahrzeug, welches eine derartige Steuereinrichtung aufweist. Das Fahrzeug kann als ein abseits von Straßen betreibbares Fahrzeug ausgebildet sein. Das Fahrzeug kann zudem als ein autonom betreibbares beziehungsweise als ein fahrerlos betreibbares Fahrzeug ausgebildet sein.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Figur 1 zeigt ein Fahrzeug mit einer Steuereinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zur Erläuterung eines Verfahrens zur Kollisionsvermeidung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Hierfür ist ein ringartiger Sicherheitsbereich gezeigt, welcher das potentielle Kollisionsobjekt umgibt und das Fahrzeug umschließt.
- Figur 2 zeigt das Fahrzeug aus Figur 1 zur weiteren Erläuterung des Verfahrens zur Kollisionsvermeidung. Hierfür ist ein Sicherheitsbereich gezeigt, welcher das potentielle Kollisionsobjekt beabstandet zum Fahrzeug umgibt.
- Figur 3 zeigt ein weiteres Fahrzeug gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zur weiteren Erläuterung des Verfahrens zur Kollisionsvermeidung. Hierfür ist ein Trajektorienkorridor eines Lastkraftwagens beim Linksabbiegen gezeigt.
- Figur 4 zeigt das Fahrzeug aus Figur 3 zur weiteren Erläuterung des Verfahrens zur Kollisionsvermeidung. Hierfür ist ein Trajektorienkorridor eines Lastkraftwagens beim Rechtsabbiegen gezeigt.

Figur 5 zeigt ein Diagramm mit Schritten des Verfahrens zum Vermeiden einer Kollision von einem Fahrzeug mit einem potentiellen Kollisionsobjekt gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

### Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

In Figur 1 ist ein Fahrzeug 10 mit einer Steuereinrichtung 40 und ein sich in der Umgebung des Fahrzeugs 10 aufhaltendes potentielles Kollisionsobjekt 20 gezeigt. Zudem sind verschiedene für das Verfahren zum Vermeiden einer Kollision von dem Fahrzeug 10 mit dem potentiellen Kollisionsobjekt 20 relevanten Bereiche schematisch gezeigt, auf welche im Folgenden näher eingegangen wird.

Ein Sicherheitsbereich 22 um das potentielle Kollisionsobjekt 20 ist einerseits durch einen Erfassungsbereich 32 einer auf dem Fahrzeug 10 angeordneten Umfelderkennungssensorik 30 begrenzt. Der Erfassungsbereich 32 stellt somit eine äußere Begrenzung des Sicherheitsbereichs 22 dar. Der Sicherheitsbereich 22 ist andererseits durch einen Abschattungsbereich 34 der auf dem Fahrzeug 10 angeordneten Umfelderkennungssensorik 30 begrenzt. Der Abschattungsbereich 34 stellt somit eine innere Begrenzung des Sicherheitsbereichs 22 dar. Die Umfelderkennungssensorik 30 kann ein potentielles Kollisionsobjekt 20, welches sich in dem Abschattungsbereich 34 aufhält, nicht erfassen. Der Sicherheitsbereich 22 befindet sich zudem außerhalb eines Gefahrenbereichs 12 um das Fahrzeug 10, in welchem unmittelbar eine Gefahr durch sich bewegende Fahrzeugteile besteht.

Ausgehend von einer bereits gefahrenen Trajektorie (nicht gezeigt) des Fahrzeugs 10 wird eine zukünftige Trajektorie 16 mittels Extrapolation der bereits gefahrenen Trajektorie des Fahrzeugs 10 vorausberechnet. Die Länge der zukünftigen Trajektorie 16 wird in Abhängigkeit einer Fahrdauer und einer zukünftigen Fahrzeuggeschwindigkeit festgelegt. Unter Berücksichtigung einer Fahrzeugkinematik und einem Fahrzeugumriss entlang der zukünftigen Trajektorie 16 wird dann ein Trajektorienkorridor 14 vorausberechnet, welchen das Fahrzeug 10 entlang der zukünftigen Trajektorie 16 überstreicht.

Um ein Kollisionsrisiko zwischen dem Fahrzeug 10 und dem potentiellen Kollisionsobjekt 20 zu beurteilen, wird ein Abstand 18 zwischen dem Sicherheitsbereich 22 und dem prädizierten Trajektorienkorridor 14 berechnet. Überschreitet der Abstand 18 einen Sicherheitsabstand (nicht gezeigt) zwischen dem Sicherheitsbereich 22 und dem prädizierten Trajektorienkorridor 14, ist eine Kollision nicht zu erwarten. Unterschreitet der Abstand 18 den Sicherheitsabstand zwischen dem Sicherheitsbereich 22 und dem prädizierten Trajektorienkorridor 14, berührt der prädizierte Trajektorienkorridor 14 den Sicherheitsbereich 22 oder überlappen sich der prädizierte Trajektorienkorridor 14 und der Sicherheitsbereich 22 in einem Überlappungsbereich (nicht gezeigt). In diesem Fall ist eine Kollision zu erwarten.

Die in Figur 2 gezeigte Situation unterscheidet sich von der in Figur 1 gezeigten Situation darin, dass der Sicherheitsbereich 22 eines Kollisionsobjekts 20 das Fahrzeug 10 nicht wie in Figur 1 gezeigt vollständig umschließt. Stattdessen ist der Sicherheitsbereich 22 als Teilbereich des zwischen dem Erfassungsbereich 32 und dem Abschattungsbereich 34 definierten ringartigen Bereich ausgebildet. Zur weiteren Verdeutlichung ist ein weiteres potentielles Kollisionsobjekt 20 gezeigt. Eine Umrandung 23 des Sicherheitsbereichs 22 kann so neben dem Erfassungsbereich 32 als äußere Begrenzung und dem Abschattungsbereich 34 als innere Begrenzung ausgehend von der Lage des potentiellen Kollisionsobjekts 20 auch seitliche Begrenzungen aufweisen. Die seitlichen Begrenzungen sind durch einen sektoralen Bereich im Erfassungsbereichs 32 definiert, in welchem sich das potentielle Kollisionsobjekt 20 befindet. Der Sicherheitsbereich 22 weist dann zwei entsprechende um die zwei potentiellen Kollisionsobjekte 20 definierte Bereiche mit deren Umrandungen 23 auf. Falls sich nur ein potentielles Kollisionsobjekt 20 in der Fahrzeugumgebung aufhält, besteht der Sicherheitsbereich 22 aus nur einem derart definierten Bereich.

Eine Sicherheitsmaßnahme zum Vermeiden einer Kollision des Fahrzeugs 10 mit dem Kollisionsobjekt 20 besteht dann in einer Warnung eines Bedieners des Fahrzeugs 10 oder in der Wahl einer von der prädizierten Trajektorie 16 abweichenden alternativen Trajektorie. Die alternative Trajektorie weist eine kürzere Länge oder einen anderen Verlauf auf, um einen Abstand zwischen dem Sicherheitsbereich 22

und einem Trajektorienkorridor der alternativen Trajektorie im Vergleich zum Abstand 18 zu vergrößern.

In den Figuren 3 und 4 ist das Fahrzeug 10 als ein Sattelzug mit einem Zugfahrzeug und einem Sattelanhänger beziehungsweise Sattelauflieger ausgebildet. Das Fahrzeug 10 biegt an einer Kreuzung 11 ab. Dabei überstreicht das Fahrzeug 10 in Abhängigkeit eines in Figur 3 gezeigten Abbiegens nach links oder eines in Figur 4 gezeigten Abbiegens nach rechts sich unterscheidende Trajektorienkorridore 14, wobei der Unterschied nicht bloß in einer symmetrischen Spiegelung, sondern in der geometrischen Form besteht. Zudem ist in den Figuren 3 und 4 wiederum ein potentielles Kollisionsobjekt 20 gezeigt. Um das potentielle Kollisionsobjekt 20 ist schematisch ein Sicherheitsbereich 22 gezeigt, welcher gemäß den obigen Ausführungen im Zusammenhang mit Figuren 1 und 2 gebildet wird.

In Figur 3 ist zwischen einem Trajektorienkorridor 14 bei einem Linksabbiegen des Fahrzeugs 10 und dem Sicherheitsbereich 22 um das potentielle Kollisionsobjekt 20 zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Abstand 18 vorhanden, welcher einen Sicherheitsabstand (nicht gezeigt) nicht unterschreitet. Eine Sicherheitsmaßnahme zum Vermeiden einer Kollision zwischen dem Fahrzeug 10 und dem an der Kreuzung 11 sich aufhaltenden potentiellen Kollisionsobjekt 20 ist während der Fahrt des Fahrzeugs 10 somit in der gezeigten Situation nicht erforderlich. In Figur 4 überlappen sich ein Trajektorienkorridor 14 bei einem Rechtsabbiegen des Fahrzeugs 10 und der Sicherheitsbereich 22 um das potentielle Kollisionsobjekt 20 zu einem bestimmten Zeitpunkt. Eine Sicherheitsmaßnahme zum Vermeiden einer Kollision zwischen dem Fahrzeug 10 und dem an der Kreuzung 11 sich aufhaltenden potentiellen Kollisionsobjekt 20 wird somit während der Fahrt des Fahrzeugs 10 erforderlich. In einem Beispiel besteht diese in einer Warnung des Bedieners des Fahrzeugs 10 noch bevor das Fahrzeug 10 in die Kreuzung 11 eingefahren ist.

Figur 5 zeigt ein Diagramm mit Schritten eines Verfahrens zum Vermeiden einer Kollision von einem Fahrzeug 10 mit einem potentiellen Kollisionsobjekt 20. In einem ersten Schritt U1 wird ein oder mehrere potentielle Kollisionsobjekte 20 mit der auf dem Fahrzeug 10 angeordneten Umfelderkennungssensorik 30 erfasst und die relati-

ve Lage des potentiellen Kollisionsobjekts 20 zum Fahrzeug 10 bestimmt. Das Erfassen des mindestens einen potentiellen Kollisionsobjekts 20 erfolgt dabei mit mehreren Umfelderfassungssensoren. Basierend auf dem so redundant erfassten potentiellen Kollisionsobjekt 20 werden die von den Umfelderfassungssensoren erfassten Signale in einem weiteren Schritt U2 fusioniert. Das Fusionieren der erfassten Signale weist ein Überlagern oder Auswählen von Erfassungsbereichen und Abschätzungsbereichen der Umfelderfassungssensoren der Umfelderfassungssensorik 30 zum Erfassen des potentiellen Kollisionsobjekts 20 auf. In Abhängigkeit der Schritte U1, U2 wird im Schritt S1 der Sicherheitsbereich 22 um das mindestens eine erfasste potentielle Kollisionsobjekt 20 wie zuvor beschrieben festgelegt.

Parallel zu den Schritten U1, U2, S1 zur Festlegung des Sicherheitsbereichs 22 wird in einem Schritt T1 mindestens ein auf dem Fahrzeug 10 vorhandener Sensor zum Erfassen der Fahrzeugkinematik ausgewählt. In einem weiteren Schritt T2 wird die aktuelle Fahrzeugkinematik basierend auf ausgewählten Signalen des mindestens einen ausgewählten Sensors berechnet. In einem weiteren Schritt T3 werden mindestens eine zukünftige Fahrzeugtrajektorie 16 und mindestens ein zukünftiger Trajektorienkorridor 14, wie zuvor beschrieben, in Abhängigkeit der Fahrzeugkinematik berechnet. In einem weiteren darauffolgenden Schritt S2a wird ein Trajektorienkorridor 14 in Abhängigkeit einer Fahrsituation beziehungsweise eines festgestellten oder vorhergesagten Abbiegeverhaltens, wie in den Figuren 3 und 4 gezeigt, ausgewählt. Basierend auf dem berechneten mindestens einen zukünftigen Fahrzeugtrajektorienkorridor 14 und der Selektion eines berechneten Trajektorienkorridors 14 wird ein einziger Trajektorienkorridor 14 in Schritt S2 prädiert.

Basierend auf den Schritten S1, S2 wird in einem weiteren Schritt A der minimale Abstand 18 zwischen dem in Schritt S1 festgelegten Sicherheitsbereich 22 und dem in Schritt S2 prädierten Trajektorienkorridor 14 berechnet. In einem Abstandsvergleich V als nächstem Schritt wird betrachtet, ob der berechnete Abstand 18 kleiner als ein erlaubter Sicherheitsabstand als Vergleichsschwelle ist. Falls dies der Fall ist, wird in Schritt S3 eine der zuvor beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen zum Vermeiden einer Fahrzeug-Objekt-Kollision ausgeführt. Wird bei dem Abstandsvergleich V festgestellt, dass der berechnete Abstand 18 größer als der oder gleich dem er-



laubte(n) Sicherheitsabstand ist, wird im darauffolgenden Schritt S3' keine der beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen zum Vermeiden einer Fahrzeug-Objekt-Kollision ausgeführt. Nach Schritt S3 oder S3' werden die beschriebenen Verfahrensschritte erneut durchgeführt, beginnend mit den Schritten T1 und U1.

Bezugszeichen

10	Fahrzeug
11	Kreuzung
12	Gefahrenbereich
14	Trajektorienkorridor
16	zukünftige Trajektorie
18	Abstand
20	potentielles Kollisionsobjekt
22	Sicherheitsbereich
23	Umrandung Sicherheitsbereich
30	Umfelderfassungssensorik
32	Erfassungsbereich
34	Abschattungsbereich
40	Steuereinrichtung
A	Abstandsrechnung
S1	Sicherheitsbereichfestlegung
S2	Trajektorienkorridorprädiktion
S2a	Trajektorienkorridorselektion
S3	Sicherheitsmaßnahmedurchführung
S3'	keine Sicherheitsmaßnahmedurchführung
T1	Fahrzeugsensorikauswahl
T2	Fahrzeugkinematikberechnung
T3	Trajektorienberechnung
U1	Kollisionsobjekterfassung
U2	Fusionierung
V	Abstandsvergleich

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermeiden einer Kollision von einem Fahrzeug (10) mit einem potentiellen Kollisionsobjekt (20), umfassend  
Festlegen (S1) eines Sicherheitsbereichs (22) um das potentielle Kollisionsobjekt (20), wobei sich der Sicherheitsbereich (22) außerhalb eines Gefahrenbereichs (12) um das Fahrzeug (10) befindet,  
Prädizieren (S2) eines Trajektorienkorridors (14), welcher von dem Fahrzeug (10) entlang einer zukünftigen Trajektorie (16) und während einer bestimmten Zeitspanne überstrichen wird, und  
Durchführen (S3) einer Sicherheitsmaßnahme auf dem Fahrzeug (10) zum Vermeiden einer Kollision des Fahrzeugs (10) mit dem potentiellen Kollisionsobjekt (20) in Abhängigkeit von einem geometrischen Vergleich des prädizierten Trajektorienkorridors (14) mit dem festgelegten Sicherheitsbereich (22).

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sich der Sicherheitsbereich (22) innerhalb eines Erfassungsbereichs (32) einer auf dem Fahrzeug (10) angeordneten Umfelderkennungssensorik (30) befindet.

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Schritt des Festlegens (S1) des Sicherheitsbereichs (22) unter Berücksichtigung eines Abschattungsbereichs (34) durchgeführt wird, der einen Bereich darstellt, welcher durch das Fahrzeug (10) abgeschattet und demnach durch die Umfelderkennungssensorik (30) nicht erfassbar ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, ferner mit  
Erfassen einer relativen Lage des potentiellen Kollisionsobjekts (20) bezüglich des Fahrzeugs (10) mit der Umfelderkennungssensorik (30), wobei  
der Schritt des Festlegens (S1) des Sicherheitsbereichs (22) unter Berücksichtigung der erfassten relativen Lage um das potentielle Kollisionsobjekt (20) durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Schritte:

Prädizieren (S2) von mindestens zwei Trajektorienkorridoren (14), welche von dem Fahrzeug (10) entlang von mindestens zwei zukünftigen Trajektorien überstrichen werden können,

Selektieren (S2a) von einem der mindestens zwei prädizierten Trajektorienkorridore (14) basierend auf einem erfassten Fahrzeugverhalten, und

Durchführen (S3) der Sicherheitsmaßnahme auf dem Fahrzeug (10) zum Vermeiden der Kollision des Fahrzeugs (10) mit dem Kollisionsobjekt (20) in Abhängigkeit von einem geometrischen Vergleich des selektierten Trajektorienkorridors mit dem festgelegten Sicherheitsbereich (22).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

der Schritt des Prädizierens (S2) basierend auf einer auf dem Fahrzeug (10) angeordneten Sensorik durchgeführt wird, welche zum Bestimmen einer aktuellen Trajektorie des Fahrzeugs (10) ausgebildet ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

als Sicherheitsmaßnahme ein Eingriff in die Querdynamik und/oder Längsdynamik des Fahrzeugs (10) zum Vermeiden der Kollision des Fahrzeugs (10) mit dem Kollisionsobjekt (20) durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

als Sicherheitsmaßnahme eine visuelle, akustische und/oder haptische Warnung eines Bedieners des Fahrzeugs (10) und/oder des Kollisionsobjekts (20) zum Vermeiden der Kollision des Fahrzeugs (10) mit dem Kollisionsobjekt (20) durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

der geometrische Vergleich des Trajektorienkorridors mit dem festgelegten Sicherheitsbereich (22) im Schritt des Durchführens (S3) der Sicherheitsmaßnahme ein Bestimmen eines Abstands zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich (22) aufweist.

10. Verfahren nach Anspruch 9,  
gekennzeichnet durch den Schritt:

Festlegen eines Grenzwerts für einen Abstand zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich (22),

wobei das Bestimmen eines Abstands zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich (22) im Schritt des Durchführens (S3) der Sicherheitsmaßnahme ein Bestimmen eines geringsten Abstands (18) zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich (22) aufweist, und wobei der Schritt des Durchführens (S3) der Sicherheitsmaßnahme auf dem Fahrzeug (10) ausgeführt wird, um einen aktuellen Abstand zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich (22) wieder zu vergrößern, falls der bestimmte geringste Abstand (18) zwischen dem Trajektorienkorridor und dem festgelegten Sicherheitsbereich (22) den festgelegten Grenzwert unterschreitet.

11. Steuereinrichtung (40), welche dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

12. Fahrzeug (10), welches  
als ein abseits von Straßen betreibbares Fahrzeug ausgebildet ist und eine Steuereinrichtung (40) nach Anspruch 11 aufweist.

1/4

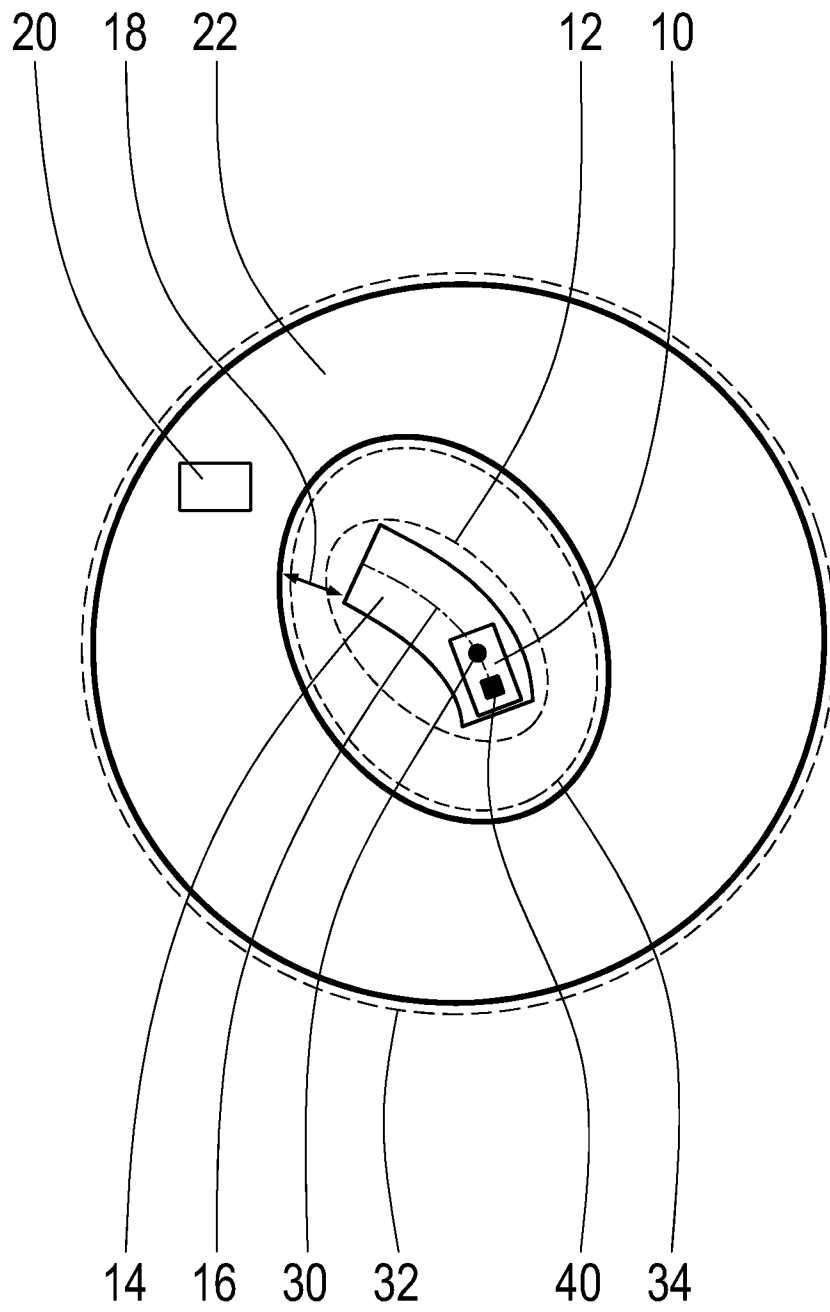


Fig. 1

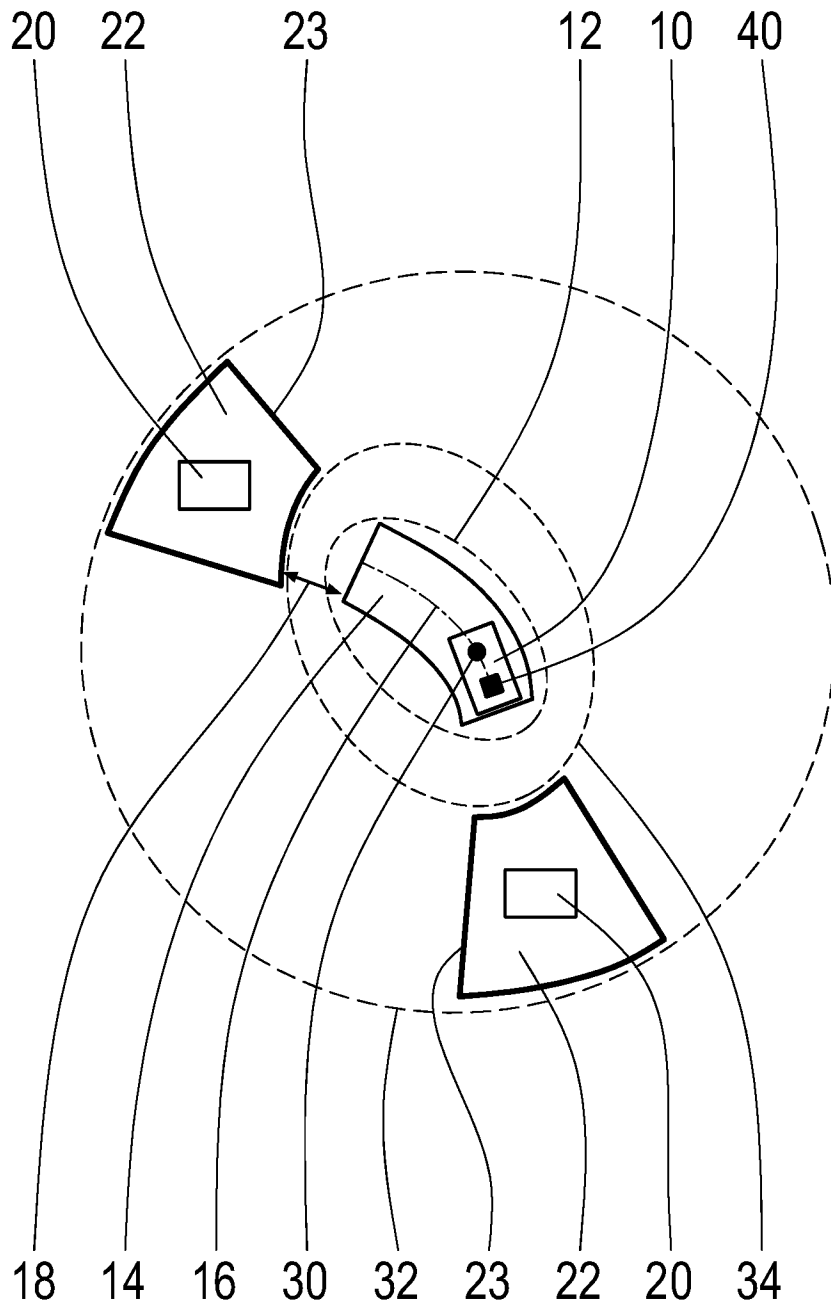


Fig. 2

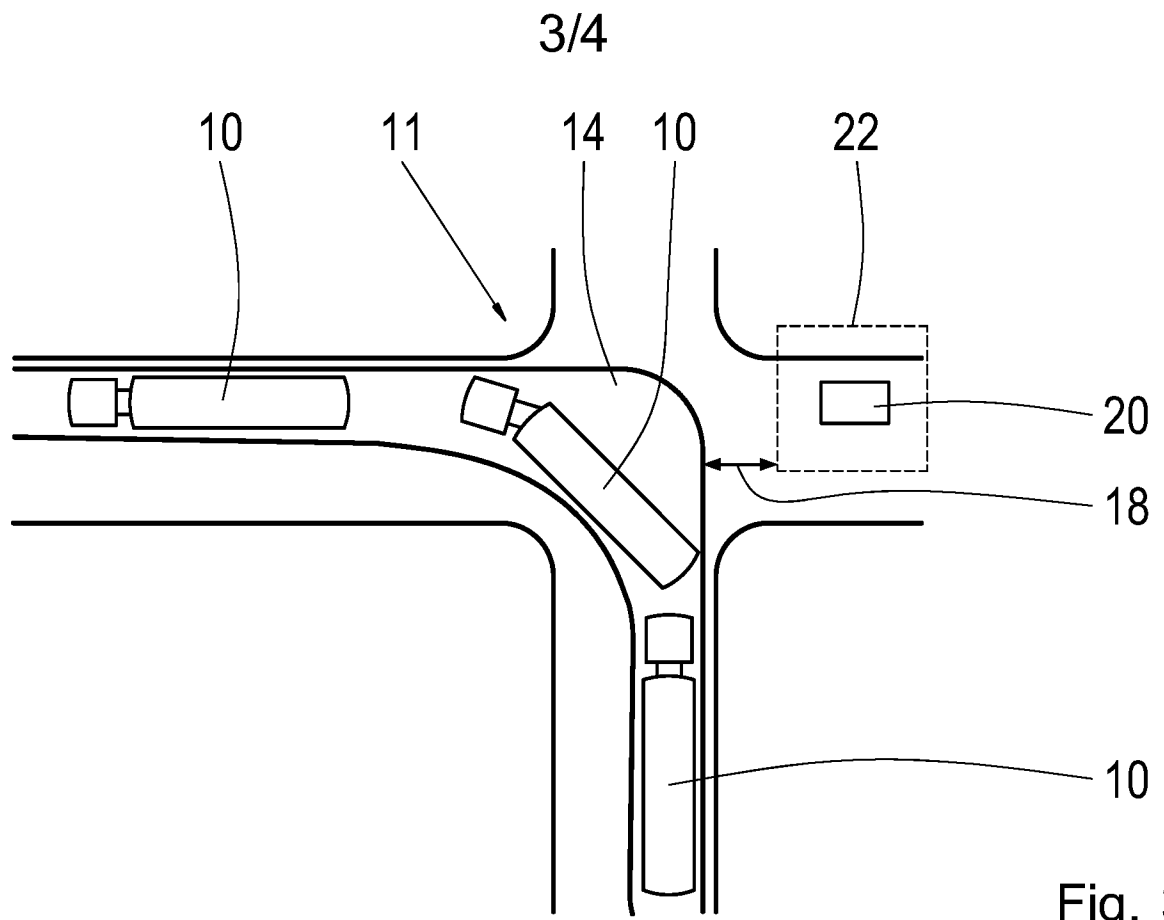


Fig. 3

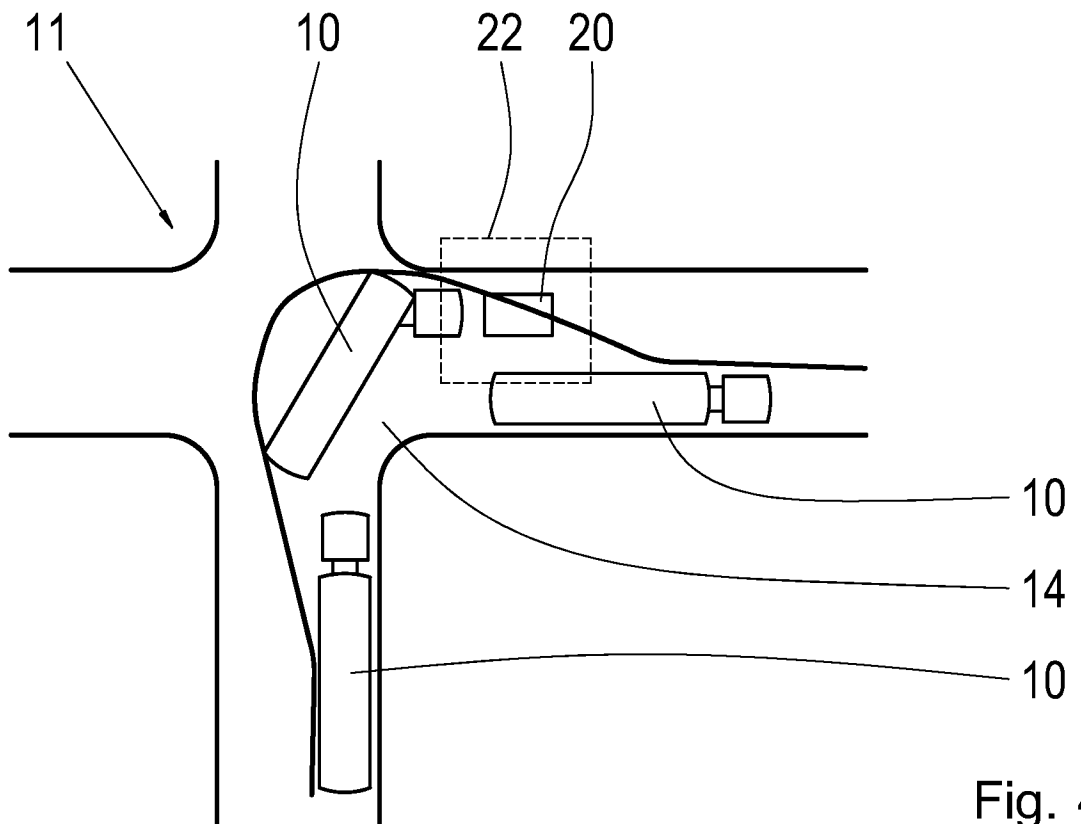


Fig. 4



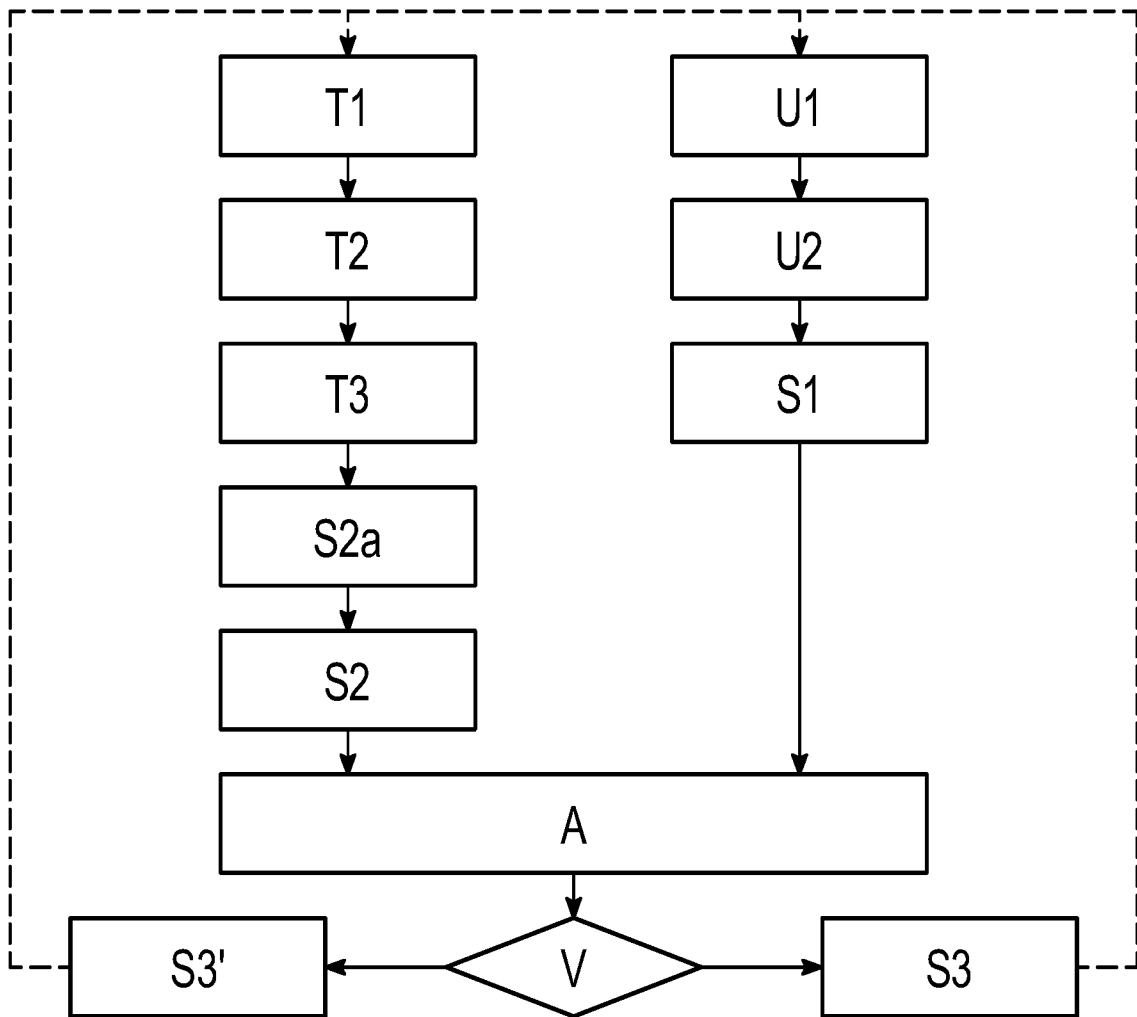


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2020/051322**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B60W 30/095</i> (2012.01); <i>B60W 50/14</i> (2020.01); <i>B60W 50/16</i> (2020.01); <i>B60W 30/09</i> (2012.01);		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015121353 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 08 June 2017 (2017-06-08)	1-4,6-12
Y	paragraphs [0007] - [0010], [0013] - [0018], [0032] - [0039]	5
Y	DE 102014008353 A1 (AUDI AG [DE]) 17 December 2015 (2015-12-17) paragraphs [0024] - [0040] figure 2	5
A	DE 102014107917 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 10 September 2015 (2015-09-10) paragraphs [0036] - [0044]	1-12
A	DE 102011115421 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 11 April 2013 (2013-04-11) paragraphs [0010] - [0031]	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>06 April 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>14 April 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Müller-Nagy, Andrea</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/051322**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015121353	A1	08 June 2017	DE	102015121353	A1	08 June 2017
				EP	3386825	A1	17 October 2018
				WO	2017097486	A1	15 June 2017
<hr/>							
DE	102014008353	A1	17 December 2015	CN	106458214	A	22 February 2017
				DE	102014008353	A1	17 December 2015
				EP	3152092	A1	12 April 2017
				US	2017102707	A1	13 April 2017
				WO	2015185175	A1	10 December 2015
<hr/>							
DE	102014107917	A1	10 September 2015	NONE			
<hr/>							
DE	102011115421	A1	11 April 2013	NONE			
<hr/>							

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2020/051322

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. B60W30/095 B60W50/14 B60W50/16 B60W30/09  
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	DE 10 2015 121353 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 8. Juni 2017 (2017-06-08)	1-4,6-12
Y	Absätze [0007] - [0010], [0013] - [0018], [0032] - [0039]	5
Y	----- DE 10 2014 008353 A1 (AUDI AG [DE]) 17. Dezember 2015 (2015-12-17)	5
	Absätze [0024] - [0040] Abbildung 2	
A	----- DE 10 2014 107917 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 10. September 2015 (2015-09-10)	1-12
	Absätze [0036] - [0044]	
A	----- DE 10 2011 115421 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 11. April 2013 (2013-04-11)	1-12
	Absätze [0010] - [0031]	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. April 2020	14/04/2020

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  Müller-Nagy, Andrea
--	--

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/051322

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015121353 A1	08-06-2017	DE 102015121353 A1	08-06-2017
		EP 3386825 A1	17-10-2018
		WO 2017097486 A1	15-06-2017
-----			
DE 102014008353 A1	17-12-2015	CN 106458214 A	22-02-2017
		DE 102014008353 A1	17-12-2015
		EP 3152092 A1	12-04-2017
		US 2017102707 A1	13-04-2017
		WO 2015185175 A1	10-12-2015
-----			
DE 102014107917 A1	10-09-2015	KEINE	
-----			
DE 102011115421 A1	11-04-2013	KEINE	
-----			