



(10) **DE 10 2016 213 224 A1** 2018.01.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 213 224.5**
 (22) Anmeldetag: **20.07.2016**
 (43) Offenlegungstag: **25.01.2018**

(51) Int Cl.: **G08G 1/16** (2006.01)
B60W 30/06 (2006.01)
B60W 30/08 (2012.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

(72) Erfinder:
Karl, Matthias, 76275 Ettlingen, DE

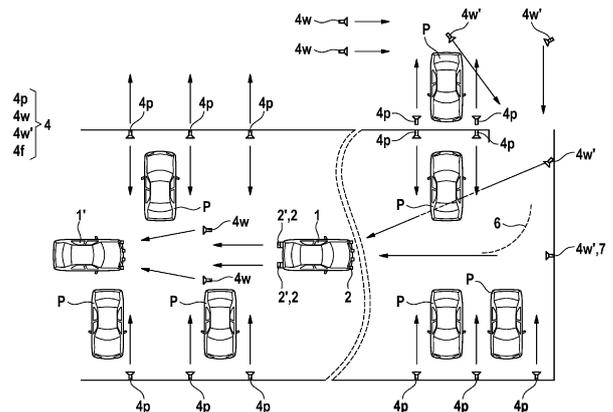
DE	10 2009 022 281	A1
DE	10 2014 219 638	A1
US	2015 / 0 130 653	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum, umfassend ein Empfangen (S1) von Umfeldsignalen, welche mittels zumindest einer statisch in einem Verkehrsraum angeordneten aktiven Sendeeinheit (4) ausgesandt wurden, mittels zumindest eines an einem Fahrzeug (1) angeordneten Umfeldsensors (2), ein Auswerten (S2) der empfangenen Umfeldsignale, um zu erkennen, ob sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet, und ein Ermitteln (S4) von Fahrhinweisen für das Fahrzeug (1) basierend auf den erkannten Hindernissen.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum sowie ein Fahrzeug mit einer Vorrichtung zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum.

[0002] In vielen Parkhäusern sind an der Decke Ultraschallsensoren angebracht, die aus dem Abstand eines reflektierenden Hindernisses den Bewegungszustand eines Parkplatzes detektieren. Alle zwei bis drei Sekunden senden diese Ultraschallsensoren einen akustischen Messpuls aus. Wird nun ein Reflex vom Boden des Parkplatzes empfangen, gilt der Parkplatz als frei, ansonsten gilt der Parkplatz als belegt. Solche Sensoren sind üblicherweise mit Kabeln untereinander verbunden, wodurch eine ausreichende Energieversorgung sichergestellt ist.

[0003] Ferner sind unter dem Begriff „Valet Parken“ autonom fahrende Systeme bekannt. Darin werden mittels Kameras die Positionen von Fahrzeugen in einem Parkraum erfasst und die Fahrzeuge werden mittels Funkkommunikation gesteuert.

[0004] Bei einer solchen Steuerung von Fahrzeugen stellen bspw. die dafür notwendige Bildverarbeitung und Funkübertragung aus regelungstechnischer Sicht Totzeiten dar. Diese müssen bei einer Systemauslegung berücksichtigt werden, weswegen die maximal fahrbare Geschwindigkeit begrenzt ist.

[0005] Es ist erstrebenswert, dass sich Fahrzeuge, welche sich in Parkhäusern befinden, mithilfe üblicher Umfeldsensoren orientieren können. Dabei sollen die Fahrzeuge möglichst autonom fahren können, d.h. die Freiheit des Fahrweges muss mit sehr hoher Zuverlässigkeit überwacht werden. Eine Steuerung durch die Infrastruktur und/oder Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation muss rasch möglich sein und Fehler in der Kommunikation mit der Infrastruktur müssen rasch erkannt werden können und zu eindeutigen Konsequenzen im Fahrverhalten des Fahrzeuges führen. Dabei sollen die Fahrzeuge möglichst schnell fahren können, d. h. mindestens 6 km/h, bevorzugt 10 km/h und idealerweise 30 km/h.

[0006] Bevorzugt sollte auch der Raum überwacht werden, welcher zwischen parkenden Fahrzeugen liegt, die in dem jeweiligen Verkehrsraum geparkt sind. Somit könnten dort anwesende Personen, die z. B. nach einer nicht vorhersehbaren Zeit aus einem parkenden Fahrzeug aussteigen und von dort unmittelbar auf die Fahrbahn treten könnten, rechtzeitig erkannt werden und eine entsprechende Warnung generiert werden. Dazu ist jedoch eine Systemarchitektur erforderlich, die nicht durch viele Kommunikationswege über verschiedenste Medien mit aufwendigen

Rechenalgorithmen, wie bspw. eine Bildverarbeitung oder eine Auswertung von Laserscans, zu ungewollten Signallaufzeiten führt.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum umfasst ein Empfangen von Umfeldsignalen, welche mittels zumindest einer statisch in einem Verkehrsraum angeordneten aktiven Sendeeinheit ausgesandt wurden, mittels zumindest eines an einem Fahrzeug angeordneten Umfeldsensors, ein Auswerten der empfangenen Umfeldsignale, um zu erkennen ob sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet, und ein Ermitteln von Fahrhinweisen für das Fahrzeug basierend auf den erkannten Hindernissen.

[0008] Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Fahrwegüberwachung eines Fahrzeuges in einem Verkehrsraum, umfassend zumindest einen an dem Fahrzeug angeordneten Umfeldsensor, der dazu eingerichtet ist, Umfeldsignale zu empfangen, welche mittels zumindest einer statisch in einem Verkehrsraum angeordneten aktiven Sendeeinheit ausgesandt wurden, und eine Auswertungseinheit, die dazu eingerichtet ist, die empfangenen Umfeldsignale auszuwerten, um zu erkennen ob sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet, und basierend auf den erkannten Hindernissen Fahrhinweisen für das Fahrzeug zu ermitteln.

[0009] Die aktiven Sendeeinheiten sind Einheiten, welche ein Signal aktiv aussenden. Dazu weisen diese typischerweise eine eigene Steuerelektronik auf. Beispielhafte Sendeeinheiten sind Ultraschallsensoren, optische Sensoren und Sensoren, welche elektromagnetische Felder erzeugen. Entsprechend ist das Umfeldsignal beispielsweise ein akustisches Signal, ein Lichtsignal oder ein elektromagnetisches Signal. Insbesondere sind die Sendeeinheiten dazu eingerichtet, Objekte in dem Verkehrsraum zu detektieren. Bevorzugt sind die Sendeeinheiten Sensoren eines Parkleitsystems, insbesondere Belegt-Sensoren. Von jeder der Sendeeinheiten geht somit ein Umfeldsignal aus, welches sich in dem Verkehrsraum ausbreitet.

[0010] Ein Umfeldsensor ist ein Sensor, der dazu eingerichtet ist, das Umfeldsignal zu empfangen. So ist der Umfeldsensor dazu eingerichtet ein Signal zu empfangen und zu verarbeiten, welches von der Sendeeinheit ausgesendet wurde. Beispielhafte Umfeldsensoren sind Ultraschallsensoren, optische Sensoren und Sensoren, welche elektromagnetische Felder empfangen und verarbeiten können. Insbesondere sind die Umfeldsensoren dazu eingerichtet, Objekte im Umfeld des Fahrzeuges zu detektieren. So ist der Umfeldsensor bevorzugt von einem Abstandswarnsystem umfasst.

[0011] Eine Fahrmanweisung ist eine Anweisung, durch die eine Längsführung und/oder eine Querrführung eines Fahrzeuges gesteuert wird. So kann durch eine Fahrmanweisung beispielsweise ein Bremsen oder ein Beschleunigen des Fahrzeuges oder ein Lenkeinschlag des Fahrzeuges angewiesen werden.

[0012] Bei dem Auswerten der empfangenen Umfeldsignale, um zu erkennen, ob sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet, wird bevorzugt geprüft, ob eine Signalausbreitung zwischen der Sendeeinheit und dem Umfeldsensor durch ein Hindernis beeinträchtigt wird und/oder es wird eine in dem empfangenen Umfeldsignal codierte Information ausgewertet, welche darauf hinweist, dass sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet. Dabei ist es vorteilhaft, wenn eine Längsbewegung des Fahrzeuges unterbunden wird, wenn die empfangenen Umfeldsignale solchen Umfeldsignalen entsprechen, die bei einer belegten Fahrbahn in dem Verkehrsraum auftreten. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass eine Bewegung des Fahrzeuges nur dann erlaubt wird, wenn die Umfeldsignale auf keine Hindernisse im zu befahrenden Verkehrsraum schließen lassen. Somit können Kollisionen des Fahrzeuges mit Objekten in dem Verkehrsraum unterbunden werden.

[0013] Erfindungsgemäß werden somit nicht nur solche Signale ausgewertet, welche von dem Fahrzeug selbst ausgesendet werden, sondern solche Signale, die als Umfeldsignale von der in dem Verkehrsraum angeordneten Sendeeinheit ausgesandt werden. Bevorzugt sind dazu mehrere Sendeeinheiten in dem Verkehrsraum angeordnet. Somit ist es nicht notwendig, dass ein auszuwertendes Signal zunächst an einem in dem Verkehrsraum angeordneten Objekt reflektiert wird. Ein Aussenden von Signalen durch den an dem Fahrzeug angeordneten Umfeldsensor ist optional. Es ist jedoch vorteilhaft, wenn der an dem Fahrzeug angeordnete Umfeldsensor dazu geeignet ist, sowohl aktiv ein Signal auszusenden als auch sowohl Reflektionen dieses ausgesandten Signals als auch die Umfeldsignale zu empfangen und zu verarbeiten. Bevorzugt sind mehrere Umfeldsensoren an dem Fahrzeug angeordnet.

[0014] Somit wird ein Bereich in dem Verkehrsraum, welcher überwacht werden kann, erheblich vergrößert. So ist bspw. eine Reichweite eines Ultraschallsensors auf 5 Meter begrenzt, da besonders starke Signalverluste bei der Reflexion des Ultraschallsignals auftreten. Wird dasselbe Signal als ein Umfeldsignal von einer Sendeeinheit ausgesandt, die nicht an dem Fahrzeug, sondern in dem Verkehrsraum angeordnet ist, so kann bereits bei gleicher Signalstärke eine Distanz von erheblich mehr als 10 Metern erfasst werden. Ferner ermöglicht es das erfindungsgemäße Verfahren, auch Informationen für solche Bereiche des Verkehrsraums zu ermitteln, die nicht im Sichtfeld von den an dem Fahrzeug angeordneten Senso-

ren, insbesondere den Umfeldsensoren, liegen. Mit anderen Worten wird somit die Einschränkung aktueller Sensoren überwunden, dass diese nicht um Ecken sehen können. Wird ein Umfeldsignal jedoch von einem hinter so einer Ecke liegenden Sendeeinheit ausgesandt, so wird es ermöglicht, auch auf eine Anwesenheit von Objekten zu schließen, die hinter dieser Ecke liegen. Durch die räumliche Trennung von Signalquelle und Signalempfang mit Signalauswertung wird eine hohe Systemzuverlässigkeit erreicht.

[0015] Die erfindungsgemäßen Schritte des Empfangens von Umfeldsignalen und Auswerten der empfangenen Umfeldsignale sowie das Ermitteln von Fahrmanweisungen werden bevorzugt durch eine an dem Fahrzeug angeordnete Vorrichtung ausgeführt.

[0016] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0017] Bevorzugt umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ein Bestimmen einer relativen Position der Sendeeinheit gegenüber dem Fahrzeug basierend auf den empfangenen Umfeldsignalen, wobei die Fahrmanweisung zusätzlich basierend auf der relativen Position der Sendeeinheit gegenüber dem Fahrzeug ermittelt wird. Somit kann eine Bewegung des Fahrzeuges basierend auf der Lage der Sendeeinheiten gesteuert werden. So kann beispielsweise auf einfache Weise erreicht werden, dass ein Fahrzeug eine Kollision mit der Sendeeinheit vermeidet oder eine Positionsbestimmung für das Fahrzeug in geschlossenen Räumen, beispielsweise Tunneln oder Parkhäusern, geschaffen werden, in denen keine Positionsbestimmung mittels GPS möglich ist.

[0018] Weiter bevorzugt tragen die Umfeldsignale eine codierte Information, wobei der codierten Information eine Anweisung zugeordnet ist und die Fahrmanweisung zusätzlich basierend auf der Anweisung ermittelt wird. Auf diese Weise kann für das Fahrzeug eine optimale Längsführung und/oder Querrführung geschaffen werden, welche beispielsweise an bestimmte Situationen im Umfeld der Sendeeinheit angepasst ist. So kann die Anweisung beispielsweise eine Geschwindigkeitsbegrenzung oder eine Haltesignal umfassen. Auch kann eine Vorgabe von möglichen Bewegungsrichtungen für das Fahrzeug erfolgen.

[0019] Insbesondere beschreibt die codierte Information einen Abstand, der von dem Fahrzeug zu der aussendenden aktiven Sendeeinheit einzuhalten ist. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die der codierten Information zugewiesene Anweisung besagt, dass ein bestimmter Abstand zu der Sendeeinheit einzuhalten ist. So kann eine Annäherung des Fahrzeuges an eine Gefahrenstelle vermieden werden. Werden durch mehrere Sendeeinheiten ein sol-

cher Abstand in der codierten Information übertragen, kann ein Bewegungskorridor für eine Bewegung des Fahrzeuges geschaffen werden. Somit kann ein Fahrweg für das Fahrzeug ermittelt werden, ohne dass genaue kartographische Informationen für den Verkehrsraum zur Verfügung stehen. Auf diese Weise kann eine Führung des Fahrzeuges ermöglicht werden, ohne dass eine Karte des Verkehrsraums vorliegt. Es wird somit ein besonders flexibles Verfahren geschaffen. Eine Führung des Fahrzeuges wird durch ein entsprechendes Positionieren der Sendeeinheiten und entsprechend gewählte codierte Informationen ermöglicht.

[0020] Es ist vorteilhaft, wenn die Umfeldsignale mittels mehrerer statisch in dem Verkehrsraum angeordneter aktiver Sendeeinheiten ausgesandt werden, wobei ein Sendezeitpunkt und/oder ein Inhalt der jeweils ausgesandten Umfeldsignale der Sendeeinheiten basierend auf der relativen Lage der Sendeeinheiten zueinander vordefiniert sind. Somit kann entweder eine besonders präzise Führung des Fahrzeuges oder auch eine besonders flexible Positionierung der Sendeeinheiten ermöglicht werden. Die Umfeldsignale einzelner Sendeeinheiten werden somit aufeinander abgestimmt und es kann beispielsweise ein führendes Laufflicht aus Umfeldsignalen mehrerer Sendeeinheiten geschaffen werden.

[0021] Auch ist es vorteilhaft, wenn die empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet werden, ob ein erster Signalanteil vorliegt, der sich aus einer reflexionslosen Übertragung des Umfeldsignals zwischen der Sendeeinheit und dem Umfeldsensor ergibt, die empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet werden, ob ein zweiter Signalanteil vorliegt, der sich aus einer Reflexion des Umfeldsignals zwischen dieser Sendeeinheit und dem Umfeldsensor ergibt, und ein der jeweiligen Sendeeinheit zugehöriger Bereich in dem Verkehrsraum als unbelegt angesehen wird, wenn sowohl der erste Signalanteil als auch der zweite Signalanteil vorliegt. Es wird somit geprüft, ob das Umfeldsignal auf einem direkten und auf einem indirekten, also reflektierenden, Übertragungsweg zu dem Umfeldsensor übertragen wurde. Da der zweite Signalanteil typischerweise aufgrund einer Bodenreflexion vorliegt, lässt das Fehlen eines Signalanteiles darauf schließen, dass ein absorbierendes Objekt, also ein Hindernis zwischen der Sendeeinheit und dem Umfeldsensor liegt. Auf diese Weise können auch besonders tief angeordnete Hindernisse erkannt werden und/oder Hindernisse erkannt werden, die in diesem Bereich die Fahrbahnoberfläche nicht berühren. Zugleich kann mittels des jeweils anderen Signalanteils darauf geschlossen werden, dass überhaupt ein Umfeldsignal der Sendeeinheit empfangen werden kann, diese also verfügbar ist.

[0022] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet werden, ob ein zweiter Signalanteil vorliegt, der sich aus einer Reflexion des Umfeldsignals zwischen dieser Sendeeinheit und dem Umfeldsensor ergibt, und basierend auf dem zweiten Signalanteil ermittelt wird, ob ein zu befahrender Bereich in dem Verkehrsraum von einem Objekt belegt ist. Auf diese Weise können Hindernisse erfasst werden, die außerhalb eines direkten Übertragungsweges zwischen Umfeldsensor und Sendeeinheit liegen.

[0023] Es ist vorteilhaft, wenn eine Synchronisierung eines Sendevorgangs der Umfeldsignale zweier in dem Verkehrsraum angeordneter Sendeeinheiten zueinander erfolgt. Das bedeutet mit anderen Worten, dass eine zeitliche Abstimmung der Sendevorgänge zweier Sendeeinheiten erfolgt. Dabei wird bevorzugt eine Position des Fahrzeuges auf Basis einer Zeitdifferenz zwischen einem Empfang der Umfeldsignale zweier oder mehrerer Sendeeinheiten bestimmt. Durch die Synchronisierung erfolgt somit eine zeitliche Abstimmung, wobei die Umfeldsignale entweder zeitgleich ausgesandt werden oder ein vordefiniertes Zeitintervall zwischen dem Aussenden der Umfeldsignale der beiden Sendeeinheiten liegt. Auf diese Weise wird beispielsweise eine einfache Unterscheidung von mehreren Umfeldsignalen unterschiedlicher Sendeeinheiten ermöglicht.

[0024] Auch ist es vorteilhaft, wenn die aktive Sendeeinheit eine optische Sendeeinheit ist und das Umfeldsignal ein optisches Signal ist, wobei das optische Signal intermittierend mit einer bestimmten Intervallfrequenz ausgesandt wird, und zumindest einer der Umfeldsensoren mit der Intervallfrequenz zeitlich synchronisiert wird. Dabei ist der Umfeldsensor ein optischer Sensor, insbesondere eine Kamera. Bevorzugt ist die Intervallfrequenz dabei ein ganzzahliges Vielfaches der Bildaufnahmefrequenz der Kamera. Somit können die Umfeldsignale unterschiedlicher Sendeeinheiten unterschieden werden.

[0025] Ferner ist es vorteilhaft, wenn ein Reflexionselement in dem Verkehrsraum angeordnet ist, und dieses dazu eingerichtet ist, das von der Sendeeinheit ausgesandte Umfeldsignal in eine bestimmte Richtung zu reflektieren. Dadurch wird eine besonders flexible Anordnung der Sendeeinheiten ermöglicht und zugleich können Räume in dem Verkehrsraum überwacht werden, in denen keine Anordnung von Sendeeinheiten möglich ist. Auch wird ein Schutz der Sendeeinheiten ermöglicht, da bspw. ein nahezu verdeckter Verbau ermöglicht wird.

[0026] Weiter bevorzugt wird basierend auf den empfangenen Umfeldsignalen eine Position des Fahrzeuges in dem Verkehrsraum ermittelt. Somit wird eine Führung des Fahrzeuges durch den Verkehrsraum ermöglicht. Eine Position des Fahrzeuges

in dem Verkehrsraum ist insbesondere eine Positionsbestimmung der aktuellen Position des Fahrzeuges in einer Karte des Verkehrsraums. Somit wird es ermöglicht, eine Bewegungstrajektorie für eine Bewegung des Fahrzeuges vorauszuberechnen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

[0028] Fig. 1 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum,

[0029] Fig. 2 ein Fahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und eine in dem Verkehrsraum angeordnete Sendeeinheit,

[0030] Fig. 3 das Fahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und zwei in dem Verkehrsraum angeordnete Sendeeinheiten,

[0031] Fig. 4 das Fahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und vier in dem Verkehrsraum angeordnete Sendeeinheiten,

[0032] Fig. 5 einen beispielhaften Verkehrsraum in dem das erfindungsgemäße System angeordnet ist,

[0033] Fig. 6 das Fahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, zwei in dem Verkehrsraum angeordnete Sendeeinheiten und mehreren Reflektoren in einer Draufsicht,

[0034] Fig. 7 das Fahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, zwei in dem Verkehrsraum angeordnete Sendeeinheiten und mehreren Reflektoren in einer seitlichen Ansicht,

[0035] Fig. 8 das Fahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und einer an einer Decke angeordneten Sendeeinheit, und

[0036] Fig. 9 einen weiteren beispielhaften Verkehrsraum in dem das erfindungsgemäße System angeordnet ist.

Ausführungsformen der Erfindung

[0037] Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum. Das Verfahren wird von einer zugehörigen Vorrichtung zur Fahrwegüberwachung eines Fahrzeuges in einem Verkehrsraum ausgeführt.

[0038] Diese Vorrichtung umfasst zumindest einen an dem Fahrzeug **1** angeordneten Umfeldsensor. In dieser ersten Ausführungsform der Erfindung sind mehrere Umfeldsensoren **2** an dem Fahrzeug angeordnet. Die Umfeldsensoren **2** umfassen dabei einen ersten Ultraschallsensor **2a**, einen zweiten Ultraschallsensor **2b**, einen dritten Ultraschallsensor **2c** und einen vierten Ultraschallsensor **2d**. Der erste bis vierte Ultraschallsensor **2a** bis **2d** sind an einer Fahrzeugfront des Fahrzeuges **1** angeordnet. Der erste bis vierte Ultraschallsensor **2a** bis **2d** sind dabei derart an der Fahrzeugfront angeordnet, dass die Abstände zwischen jeweils benachbarten Ultraschallsensoren **2** gleich sind. Ferner umfasst die Vorrichtung eine Auswertungseinheit **3**, welche mit jedem der Umfeldsensoren **2** über jeweils eine Signalleitung gekoppelt ist. Die Auswertungseinheit **3** ist eine elektronische Recheneinheit, welche einen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens steuert. Bevorzugt ist die Auswertungseinheit **3** ein Park-Manöver-Steuergerät, da ein solches ohnehin ein Abbild des Fahrzeugumfelds zur Steuerung des Fahrzeuges **1** benötigt.

[0039] Das Verfahren wird mit Inbetriebnahme der zugehörigen Vorrichtung gestartet. Es wird zunächst ein erster Schritt S1 ausgeführt. In diesem erfolgt ein Empfangen von Umfeldsignalen, welche mittels zumindest einer statisch in einem Verkehrsraum angeordneten aktiven Sendeeinheit **4** ausgesandt wurden, mittels der an dem Fahrzeug angeordneten Umfeldsensoren **2**.

[0040] Dazu werden mittels des ersten bis vierten Ultraschallsensors **2a** bis **2d** Signale im Ultraschallfrequenzbereich empfangen. Befindet sich in einem das Fahrzeug **1** umgebenden Verkehrsraum eine Sendeeinheit **4**, bspw. eine erste aktive Sendeeinheit **4a**, so werden die von dieser ersten aktiven Sendeeinheit **4a** ausgesandten Signale als Umfeldsignale von einem oder mehreren der ersten bis vierten Ultraschallsensoren **2a** bis **2d** empfangen. Um einen Empfang der von der Sendeeinheit **4a** ausgesandten Umfeldsignale mittels der Umfeldsensoren **2** zu ermöglichen, basieren die Sendeeinheiten **4** und die Umfeldsensoren **2** auf dem selben physikalischen Prinzip.

[0041] Die nachfolgenden Ausführungen sind prinzipiell unabhängig von der Schallfrequenz in welcher die Umfeldsensoren **2** und die Sendeeinheiten **4** betrieben werden, jedoch ist mit Ultraschall eine höhere Ortsauflösung möglich, während mit geringeren Schallfrequenzen leichter eine höhere Reichweite erreicht werden kann. Für Schall spricht auch, dass heutzutage viele Fahrzeuge **1** bereits mit Schallsensoren ausgestattet sind und einige Belegt-Erkennungen in Verkehrsräumen bereits mit Schall realisiert sind.

[0042] Bevorzugt sind in dem Verkehrsraum mehrere aktive Sendeeinheiten **4** angeordnet. So ist bei-

spielsweise neben der erste Sendeeinheit **4a** eine zweite Sendeeinheit **4b**, eine dritte Sendeeinheit **4c** und eine vierte Sendeeinheit **4d** in dem Verkehrsraum angeordnet. Die Sendeeinheiten **4** sind in dieser beispielhaften Ausführungsform Ultraschallsensoren, welche in einem Parkhaus angeordnet sind und dazu dienen, eine Belegtheit zugehöriger Parkflächen zu erfassen. Dabei sind die Sendeeinheiten **4** derart angeordnet, dass jeweils eine Sendeeinheit **4** einem Stellplatz des Parkhauses zugeordnet ist. Jede der Sendeeinheiten **4** sendet ein Ultraschallsignal aus, welches von den Umfeldsensoren **2** des Fahrzeuges **1** als Umfeldsignal empfangen wird, wenn das Fahrzeug **1** in Reichweite der Sendeeinheiten **4** ist. Zugleich wird durch die Sendeeinheiten **4a** bis **4d** abgetastet, ob sich ein parkendes Fahrzeug auf dem der jeweiligen Sendeeinheit **4** zugehörigen Stellplatz befindet.

[0043] Optional senden die an dem Fahrzeug **1** angeordneten Umfeldsensoren **2** ebenfalls selbst aktiv Signale aus. Da die Signalform der von den Umfeldsensoren **2** aktiv ausgesandten Signale bekannt ist, können diese nach einer Reflexion identifiziert werden und somit von den Umfeldsignalen unterschieden werden.

[0044] Nach dem ersten Schritt S1 wird ein zweiter Schritt S2 ausgeführt. In diesem erfolgt ein Auswerten der empfangenen Umfeldsignale, um zu erkennen, ob sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet. Es bestehen vielfältige Möglichkeiten, die es ermöglichen ein Hindernis in dem Verkehrsraum zu erkennen. Einige besonders vorteilhafte Möglichkeiten werden im Folgenden beschrieben. Ein Hindernis ist dabei ein Objekt in dem Verkehrsraum, welches eine Fahrt des Fahrzeuges beeinträchtigt. In dieser Ausführungsform wird jedes in dem Verkehrsraum erkannte Objekt als Hindernis klassifiziert.

[0045] Ist das Umfeld des Fahrzeuges **1**, also der Verkehrsraum, und die dazugehörige Position der aktiven Sendeeinheiten **4** bekannt, so kann bspw. basierend auf der Signalstärke des empfangenen Umfeldsignales darauf geschlossen werden, ob sich ein Objekt zwischen der zugehörigen aussendenden aktiven Sendeeinheit **4** und dem jeweils empfangenen Umfeldsensor **2** befindet. Aber auch, wenn der Verkehrsraum der Auswertungseinheit **3** kartografisch nicht bekannt ist, können Hindernisse in dem Verkehrsraum erkannt werden.

[0046] So können die von einem der Umfeldsensoren **2** empfangenen Umfeldsignale bspw. dahingehend ausgewertet werden, ob ein erster Signalanteil vorliegt, der sich aus einer reflexionslosen Übertragung des Umfeldsignales zwischen einer der Sendeeinheiten **4** und einem der Umfeldsensoren **2** ergibt. So werden beispielsweise die von dem ersten Ultraschallsensor **2a** empfangenen Umfeldsignale dahin-

gehend ausgewertet, ob ein erster Signalanteil vorliegt, der sich aus einer reflexionslosen Übertragung des Umfeldsignales zwischen der ersten Sendeeinheit **4a** und dem ersten Ultraschallsensor **2a** ergibt. Ein solcher erster Signalanteil kann bspw. daran erkannt werden, dass dieser eine besondere hohe Signalamplitude aufweist, welche bspw. über einem vorgegebenen Schwellenwert liegt. Ferner werden die empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet, ob ein zweiter Signalanteil vorliegt, der sich aus einer Reflexion des Umfeldsignales zwischen der jeweiligen der Sendeeinheiten **4** und dem jeweiligen der Umfeldsensoren **2** ergibt. So werden die von dem ersten Ultraschallsensor **2a** empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet, ob ein zweiter Signalanteil vorliegt, der sich aus einer Reflexion des Umfeldsignales zwischen der ersten Sendeeinheit **4a** und dem ersten Umfeldsensor **2a** ergibt. Ein solcher zweiter Signalanteil kann bspw. dadurch erkannt werden, dass dieser eine dem ersten Signalanteil identische Signalform aufweist, welche jedoch eine geringere Amplitude als dieser aufweist, bspw. eine Amplitude, welche geringer als der zuvor beschriebene Schwellenwert ist. Ein Bereich zwischen einer der Sendeeinheiten **4** und einem der Umfeldsensoren **2** in dem Verkehrsraum kann dann als unbelegt angesehen werden, wenn sowohl der erste Signalanteil als auch der zweite Signalanteil vorliegt. So wird beispielsweise ein Bereich zwischen der ersten Sendeeinheit **4a** und dem ersten Ultraschallsensor **2a** als unbelegt angesehen, wenn der erste Ultraschallsensor **2a** sowohl den ersten als auch den zweiten Signalanteil empfängt.

[0047] Alternativ oder zusätzlich wird basierend auf dem zweiten Signalanteil ermittelt, ob ein zu befahrender Bereich in dem Verkehrsraum von einem Objekt belegt ist. So kann bspw. davon ausgegangen werden, dass immer ein direkter Signalpfad und ein über die Fahrbahnoberfläche reflektierter Signalpfad zwischen einer Sendeeinheit **4** und einem Umfeldsensor **2** besteht, wenn sich kein Hindernis in dem Verkehrsraum zwischen der Sendeeinheit und dem Umfeldsensor befindet. Liegt der zweite Signalanteil nicht vor, so bedeutet dies, dass dieser von einem Objekt absorbiert worden ist. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass sich in diesem Signalweg ein Objekt befindet. Durch eine Auswertung des zweiten Signalanteils können auch Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob sich Objekte in dem Verkehrsraum befinden, welche nicht unmittelbar zwischen dem empfangenden Umfeldsensor **2** und der aussendenden Sendeeinheit **4** liegen. So existieren insbesondere in geschlossenen Räumen für jeden Umfeldsensor **2** eine Vielzahl von zweiten Signalanteilen, wobei abhängig davon, welcher der zweiten Signalanteile betrachtet wird eine Belegung eines anderen Bereiches in dem Verkehrsraum überprüft wird.

[0048] Nach dem zweiten Schritt S2 wird ein dritter Schritt S3 ausgeführt. In dem dritten Schritt S3 erfolgt ein Bestimmen einer relativen Position der Sendeeinheiten **4** gegenüber dem Fahrzeug **1** basierend auf den empfangenen Umfeldsignalen. Da die Lage der Umfeldsensoren **2** an dem Fahrzeug **1** bekannt ist, wird dazu basierend auf einem Laufzeitunterschied, die sich zwischen dem Empfang des Umfeldsignals durch zwei der Umfeldsensoren **2** ergibt, eine Richtung ermittelt, in der sich die dem Umfeldsignal zugehörige Sendeeinheit **4** gegenüber dem Fahrzeug befindet. Ferner wird ein Laufzeitunterschied zu einem dritten der Umfeldsensoren **2** berücksichtigt und daraus ein Abstand der jeweiligen Sendeeinheit **4** zu dem Fahrzeug **1** ermittelt. Optional oder Zusätzlich wird der Abstand basierend auf einer den Verkehrsraum abbildenden Umfeldkarte ermittelt, in welcher einer Position der Sendeeinheit eingetragen ist, falls eine solche verfügbar ist.

[0049] Nach dem dritten Schritt S3 wird ein vierter Schritt S4 ausgeführt. In diesem erfolgt ein Ermitteln von Fahrhinweisen für das Fahrzeug **1** basierend auf den erkannten Hindernissen und basierend auf den bestimmten relativen Positionen der Sendeeinheiten **4** gegenüber dem Fahrzeug **1**. So wird bspw. eine Querführung des Fahrzeuges derart gesteuert, dass es zu keinem Zusammenstoß zwischen dem Fahrzeug und Hindernissen in dem Verkehrsraum kommt. Alternativ oder zusätzlich wird eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges **1** derart geregelt, dass ein rechtzeitiges Stoppen des Fahrzeuges **1** jederzeit möglich ist, bevor es zu einem Zusammenstoß zwischen dem Fahrzeug und einem Objekt in dem Verkehrsraum kommt.

[0050] Liegt eine Umgebungskarte vor, die den Verkehrsraum abbildet, so kann eine aktuelle Position des Fahrzeuges **1** in der Umgebungskarte basierend auf der bekannten relativen Lage der Sendeeinheiten **4** gegenüber dem Fahrzeug **1** und der Position der Sendeeinheiten **4** in der Umgebungskarte ermittelt werden. Eine Fahrzeugnavigation erfolgt in diesem Falle basierend auf der Umgebungskarte.

[0051] Auch wenn keine Umgebungskarte verfügbar ist, so kann das Fahrzeug **1** basierend auf den bestimmten relativen Positionen der Sendeeinheiten **4** durch den Verkehrsraum geleitet werden. Dies ist beispielsweise dadurch möglich, dass die Umfeldsignale mittels der statisch in dem Verkehrsraum angeordneten aktiven Sendeeinheiten **4** ausgesandt werden, wobei ein Sendezeitpunkt der jeweils ausgesandten Umfeldsignale der Sendeeinheiten basierend auf der relativen Lage der Sendeeinheiten **4** zueinander vordefiniert sind. So kann beispielsweise ein akustisches Lauflicht geschaffen werden, wenn die aktiven Sendeeinheiten **4** entsprechend ihrer Anordnung entlang einer Fahrbahn das Umfeldsignal zeitlich versetzt aussenden. Dabei ist der Längs-/Querführung

des Fahrzeuges **1** ein Regelkatalog zugrunde gelegt. Dabei kann eine Regel des Regelkatalogs entweder ein Verhalten des Fahrzeuges **1** gegenüber einer bestimmten oder gegenüber allen Sendeeinheiten **4** definieren. So besagt eine Regel beispielsweise, dass zu jeder der Sendeeinheiten **4** ein vorgegebener Mindestabstand einzuhalten ist. Somit wird das Fahrzeug bei entsprechender Anordnung der Sendeeinheiten **4** entlang der Sendeeinheiten **4** geführt.

[0052] Einzelne oder alle Regeln eines solchen Regelkatalogs können auch durch das Umfeldsignal von einer der Sendeeinheiten **4** zu dem Fahrzeug **1** übertragen werden. Ist das Umfeldsignal ein Ultraschallsignal, so wird eine zu übertragende Regel codiert und beispielsweise mittels einer Frequenzmodulation dem Ultraschallsignal aufmoduliert. Somit tragen die Umfeldsignale eine codierte Information, wobei der codierten Information eine Anweisung, also eine Regel, zugeordnet ist und die Fahrhinweisung zusätzlich basierend auf der Anweisung ermittelt wird.

[0053] In alternativen Ausführungsformen erfolgt eine Synchronisierung eines Sendevorgangs der Umfeldsignale zweier in dem Verkehrsraum angeordneter Sendeeinheiten **4** zueinander. Dies bedeutet, dass diese Sendeeinheiten **4** gleichzeitig senden. Eine solche Synchronisierung erfolgt beispielsweise basierend auf einer Frequenz einer gemeinsamen Spannungsversorgung der Sendeeinheiten **4**. Dabei wird bevorzugt auch ein Empfang des Umfeldsignals durch die Umfeldsensoren **2** auf einen Sendezeitraum der synchronisierten Sendeeinheiten **4** angepasst. Auf diese Weise werden die Umfeldsignale anderer, eventuell systemfremder, störender Sendeeinheiten ausgefiltert.

[0054] Im Folgenden wird anhand der **Fig. 2** bis **Fig. 4** nochmals auf eine Anwendung von Ultraschallsensoren als Umfeldsensoren **4** eingegangen. In dem Fahrzeug **1** sind je Fahrtrichtung zumindest zwei Ultraschallsensoren verbaut, die bevorzugt jeweils an einer Ecke des Fahrzeuges **1** angeordnet sind. Dank dieses großen Basisabstands der Umfeldsensoren **4** und der verhältnismäßig geringen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls ergeben sich bei Änderung der Relativposition der Sendeeinheiten **4** gegenüber dem Fahrzeug **1** große Änderungen der Laufzeiten die entsprechend genau vermessen werden können.

[0055] Selbst wenn nur eine Sendeeinheit **4** als Schallquelle vorhanden ist, ergeben sich für jeden der Umfeldsensoren **2**, wie auch aus **Fig. 2** ersichtlich, ein direkter Ausbreitungsweg **10** und ein indirekter Ausbreitungsweg **11**. Bei vier Umfeldsensoren **2** und nur einer Sendeeinheit **4** ergeben sich so acht Raumwege, die vor dem Fahrzeug **1** überwacht werden. Bevorzugt ist die Sendeeinheit **4** in einer Höhe von 50 bis 100 cm über der Fahrbahn z.B. am Ende einer Parkplatz-Stellfläche angeordnet, beispiels-

weise an einem ohnehin vorhandenen Geländer. So werden alle Objekte in dem Höhenbereich erkannt. Unter Auswertung des Bodenreflexes werden zusätzlich alle entlang des indirekten Ausbreitungsweges befindlichen Objekte erkannt. Kann davon ausgegangen werden, dass über dem Boden keine Objekte schweben, können die Sendeeinheit **4** alternativ auch in Bodennähe oder im Boden eingelassen sein. Diese sind bevorzugt am Ende oder am Rand der Fahrbahn angeordnet. Dies ist beispielsweise bei einem Parkraum ohne Aufbauten bzw. zur Begrenzung des Parkraums bzw. der Fahrbahn sinnvoll.

[0056] Auch eine entsprechende Kombination von bereits genannten bzw. im Folgenden noch erwähnten Anordnungen der Sendeeinheiten **4** in der Senkrechten wie in der Waagerechten ist möglich, wobei sich die jeweils genannten Merkmale zumeist positiv verstärken. Werden mehr als eine Sendeeinheit **4** nebeneinander verwendet, lässt sich beispielsweise der Fahrbereich wie die seitlichen Begrenzungen der Fahrbahn und/oder des Parkplatzes markieren und bei Annäherung der entsprechende Raum vermessen.

[0057] Bei zwei (z.B. nebeneinander befindlichen) Sendeeinheiten **4**, beispielsweise der in **Fig. 3** gezeigten ersten Sendeeinheit **4a** und zweiten Sendeeinheit **4b**, und vier Umfeldsensoren **2**, beispielsweise den in **Fig. 3** gezeigten ersten bis vierten Ultraschallsensor **4a** bis **4b**, ergeben sich unter Berücksichtigung der Bodenreflexe sechzehn analysierte Raumrichtungen. Es wird somit eine besonders engmaschige Überwachung der Umgebung des Fahrzeuges **1** erreicht.

[0058] Alternativ oder zusätzlich können die Sendeeinheiten **4** auch ähnlich wie Meilensteine bzw. km-Steine seitlich einer Fahrbahn angeordnet sein. Dies ist beispielhaft in **Fig. 4** abgebildet. Auch in dieser Anordnung kann aus den unterschiedlichen Laufzeitbeziehungen die Relativpositionen des Fahrzeuges **1** gegenüber den Positionen der Sendeeinheiten **4** sehr gut detektiert werden. Diese Anordnung von Sendeeinheiten **4** entsteht bereits heute, wenn ein mit entsprechend geeigneten Ultraschallsensoren **2** ausgerüstetes Fahrzeug **1** in Parkhäusern fährt, in denen Ultraschallsensoren **2** zur Belegt-Erkennung von Stellflächen verwendet werden. Anhand einer Laufzeitdifferenz der mit einem der Umfeldsensoren **2** empfangenen Umfeldsignale von einer (z.B. pulsweise aussenden) Sendeeinheit **2** lässt sich bei bekannter räumlicher Beziehung der Montageposition der Ultraschallsensoren **2** an dem Fahrzeug **1** die Ausrichtung des Fahrzeuges **1** bzgl. der Sendeeinheiten **4** rasch bestimmen.

[0059] Bei bekannter Sendesignalstärke und Übertragungsbedingungen kann schon aus dem Stand auf die Entfernung des Fahrzeuges **1** zu einer Sendeein-

heit **4** geschlussfolgert werden. So können die Übertragungsbedingungen beispielsweise durch sequentielles Messen bei Bewegung erkannt werden.

[0060] Die **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen Szenen, bei denen das Fahrzeug **1** nicht unmittelbar auf die Sendeeinheiten zu fährt sondern diese passiert. Es kann also unterschiedliche Typen von aktiv aussendenden Sendeeinheiten **4** bezüglich ihrer Bedeutung für den Fahrweg des Fahrzeuges **1** geben. Ihre Bedeutung kann sogar von Fahrzeug zu Fahrzeug unterschiedlich sein. Beispielsweise, wenn die Sendeeinheiten **4** die Funktion eines Belegt-Sensors einer Fahrfläche, wie z.B. eines Parkplatz-Stellplatzes, hat. Für ein Fahrzeug, dass auf diesem Parkplatz halten will, ist die Aussendung dieser Sendeeinheit **4** eine Orientierung für ein Anhalten während für ein anderes Fahrzeug, wie z.B. ein vorbeifahrendes Fahrzeug, die Aussendung dieser Sendeeinheit **4** eine Orientierung im Sinne einer Wegmarke ist.

[0061] Wenn sich das Fahrzeug **1** nur dann bewegt, wenn die empfangenen Signale denen einer ungestörten Fahrbahn entsprechen, bleibt das Fahrzeug **1** sofort stehen. Dies geschieht beispielsweise bei einem Defekt, bei Unterbrechung durch irgendein Hindernis sowie bei additiven Störsignalen.

[0062] Bevorzugt werden direkt zwischen Umfeldsensoren **2** und Sendeeinheiten **4** ausbreitende Signale von Reflexionen an der Fahrbahn bei der Auswertung unterschieden, um beide Ausbreitungsweg separat überwachen zu können. So kann auch bei einem bodennahen Hindernis angehalten werden, auch wenn keine der Sendeeinheiten **4** bodennah verbaut ist.

[0063] Im Folgenden wird ein beispielhafter Verkehrsraum beschrieben, in dem ein erfindungsgemäßes System befindlich ist. Dieser ist in **Fig. 5** dargestellt. In dem Verkehrsraum befinden sich mehrere Sendeeinheiten **4**. Dabei erfüllen die in dem Verkehrsraum angeordneten Sendeeinheiten **4** unterschiedliche Funktionen. So sind in dem Verkehrsraum Sendeeinheiten erster Art **4p** angeordnet, welche eine Belegt-Erkennung von Parkflächen ermöglichen. Ferner sind in dem Verkehrsraum Sendeeinheiten zweiter Art **4w** angeordnet, welche einen Fahrbahnrand von Fahrwegen des Verkehrsraums markieren. In dem Verkehrsraum befindet sich das Fahrzeug **1** und mehrere parkende Fahrzeuge **P**. Ferner befindet sich in dem Verkehrsraum ein zweites Fahrzeug **1'**, welches, gleich dem Fahrzeug **1**, mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgerüstet ist.

[0064] In einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems sind an dem Fahrzeug **1** sowohl an der Fahrzeugfront als auch am Fahrzeugheck mehrere Umfeldsensoren **2** angeordnet. Bevorzugt sind dabei sowohl an der Fahrzeugfront als auch

am Fahrzeugheck jeweils Umfeldsensoren **2** an der äußeren Fahrzeugkontur, also ganz links und ganz rechts, angeordnet. Das in **Fig. 5** dargestellte Fahrzeug **1** weist daher zwei zusätzliche Umfeldsensoren **2'** auf.

[0065] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems befinden sich in dem Verkehrsraum mehre Sendeeinheiten **4** an unterschiedlichen Positionen deren Aussendung so gestaltet ist, dass deren Aussendungen an dem Fahrzeug **1** im Zeitraum von kleiner **1s** quasigleichzeitig empfangen werden. Diesbezüglich sind verschiedene Verfahren insbesondere Modulationsverfahren wie Pulsmodulation, Pulspositionsmodulation, Frequenzmodulationen usw. vorteilhaft, die in Kombination mit der räumlichen getrennten Aussendung den quasigleichzeitigen Betrieb ermöglichen.

[0066] Die Aussendungen der Sendeeinheiten **4** kennzeichnen gewisse bekannte Positionen im Verkehrsraum, wie etwa die Mitte oder die Begrenzung einer Verkehrsfläche, wie etwa der Parkplatzes oder/ und der befahrbaren Fahrbahn und es sind gewisse Regeln vereinbart, wie sich das Fahrzeug **1** bzgl. der Position von Sendeeinheiten **4** bzw. deren Aussendungen ausrichtet, wie beispielsweise so, dass eine Fahrzeugseite stets entlang einer der beiden möglichen oder aber stets mittig der Fahrbahnbegrenzungen auszurichten ist.

[0067] Durch die Auswertungseinheit **3** werden Aussendungen der Sendeeinheiten **4**, also Umfeldsignale, ausgewertet und beeinflussen die Längs- und/ oder Querverführung des Fahrzeuges **1** entsprechend.

[0068] Alternativ oder zusätzlich kann bei der Systemarchitektur auch zumindest eine von dem Fahrzeug **1** ausgehende Aussendung eine Rolle spielen. So verursacht beispielsweise eine (z.B. akustische) Aussendung eines in dem Verkehrsraum befindlichen gewollt oder ungewollt aktiv senden Systems ein Wiederaussenden unter Bezugnahme auf diese vorangehende Aussendung. Dies erfolgt nach (möglichst) allen aktiven und passiv-„zuhörenden“ Umfeldbeobachtern bekannten Regeln. Durch Auswertung der mit diesem Protokoll empfangenen Signale unter Berücksichtigung der bekannten Regeln lässt sich in sehr kurzer Zeit eine komplexe Szene sehr preiswert analysieren.

[0069] Auch eine sinngemäße Fortentwicklung des in dem erfindungsgemäßen System verwendeten Protokolls unter Zuhilfenahme unterschiedlicher Medien, wie Funk, Licht, usw. ist möglich. So ist zusätzlich oder alternativ zu den Ultraschallbasierten Umfeldsignalen eine Kombination von Umfeldsensoren **2** und Sendeeinheiten **4** vorteilhaft, in der die Umfeldsensoren **2** als Kameras ausgeführt sind und die Sendeeinheiten **4** Lichtquellen sind. Mittels der Winkel-

messfähigkeiten der Kameras kann an dem Fahrzeug **1** durch die Auswerteeinheit **3** leicht eine Winkelposition bzgl. der Aussendungen der Lichtquellen bestimmt werden und eine Längs- und Querverführung des Fahrzeuges **1** entsprechend angepasst werden. Eine weitere mögliche Kombination mit ähnlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten ist Funk wie z.B. Radar und/ oder Lidar. Auch hier kann anhand der Laufzeitunterschiede die Fahrzeugausrichtung im Raum leicht bestimmt werden.

[0070] In dem in **Fig. 5** dargestellten Verkehrsraum ist das Fahrzeug **1** mit den Umfeldsensoren **2** ausgestattet, die unter anderem Umfeldsignale aus der Umgebung aufnehmen können. Solche Umfeldsignale sind beispielsweise die als Pfeile in **Fig. 5** dargestellte Aussendungen der Sendeeinheiten **4**. Bevorzugt sind die Sendeeinheiten **4** so angeordnet, dass ihre Aussendungen auch bei Belegung einer angrenzenden Parkplatz-Stellfläche durch ein parkendes Fahrzeug **P** zur Ortung für das Fahrzeug **1** nutzbar sind. Dazu sind verschiedene Anordnungen der Sendeeinheiten erster Art **4p** vorteilhaft. Dargestellt ist eine Anordnung der Sendeeinheiten erster Art **4p** zwischen den parkenden Fahrzeugen **P**, also zwischen den von diesen belegten Stellflächen. Am direkt ausgesendeten Umfeldsignal einer Sendeeinheit erster Art **4p** kann sich das Fahrzeug sehr gut orientieren.

[0071] Durch parkende Fahrzeuge **P** entstehen durch Reflexionen einerseits zusätzliche Signalanteile und infolge von Abschattungen andererseits Auslöschungen von ansonsten bei leerem Verkehrsraum auftretenden Signalen. Wird eine der Sendeeinheiten **4** dabei auf einer Höhe von über 50cm verbaut, lassen sich (zumindest bei kurzen Schallpulsen) leicht via Bodenreflex räumliche Messstrukturen ohne räumliche Sensorik aufbauen.

[0072] Bei einer Positionierung von Sendeeinheiten **4** an einer Decke über der Fahrbahnoberfläche, können diese Sendeeinheiten **4** leichter zusätzlich als Belegt-Sensor des Verkehrsraums dadurch relativ zuverlässig genutzt werden, dass ein zugehöriger Bereich des Verkehrsraum nur dann befahren werden kann, wenn genau der Reflex, der von einer leeren Fahrbahn ausgeht, an dem Fahrzeug **1** ankommt. Bei allen anderweitigen Reflexen und/oder bei Ausbleiben des Leere-Fahrbahn-Reflex gilt der betreffende Bereich des Verkehrsraums als unbefahrbar, was eine sehr hohe Systemzuverlässigkeit zur Folge hat.

[0073] Vor diesem Hintergrund sind auch andere Positionierungen der Sendeeinheiten erster Art **4p**, beispielsweise fahrbahnnah bzw. in der Fahrbahn, möglich. So sind die Sendeeinheiten erster Art **4p** beispielsweise mittig eines Stellplatzes fahrbahnnah so positioniert, dass Signalanteile zur Belegt-Erkennung des Fahrraums verwendet werden. Ebenfalls können diese für eine Orientierung beim Vorbeifahr-

ren und/oder beim Positionieren des Fahrzeuges **1** auf dem zugehörigen Bereich des Verkehrsraums genutzt werden. Unter Verwendung von Reflektoren **5** direkt am Verbauort der Sendeeinheiten **4** und/oder an der baulichen Umgebung, wie Geländern, Böden, Decken Säulen usw. können viele Merkmale detektiert werden.

[0074] In einer bevorzugten Ausprägung kann via der an das Fahrzeug **1** gesandten Umfeldsignale dem Fahrzeug **1** beispielsweise auch die Qualität der „Freiheit“ eines Fahrbahnabschnitts mitgeteilt werden. Als „vollständig frei“ kann der Fahrbahnabschnitt beispielsweise dann gekennzeichnet werden, wenn entlang des gesamten Streckenabschnitts auch zwischen den parkenden Fahrzeugen P und entlang der in Frage kommenden Wegabschnitte keine Hindernisse erkannt werden, d.h., die jeweilige Sendeeinheiten erster Art **4p** detektiert auch zwischen parkenden Fahrzeugen P Leerraum und keinerlei Bewegung. In solchen Abschnitten kann das Fahrzeug **1** mit erhöhter Geschwindigkeit wie z.B. 30 km/h bzw. 50 km/h fahren.

[0075] Als „bedingt frei“ kann der Fahrbahnabschnitt beispielsweise dann gekennzeichnet werden, wenn die eigentliche Fahrbahn zwar befahrbar ist, es aber ein Restrisiko gibt, dass plötzlich etwas auf die Fahrbahn gelangt (z.B. eine momentan zwischen den parkenden Fahrzeugen P befindliche Person), weil es bereits Bewegung zwischen den parkenden Fahrzeugen P gibt. Bei Aussendungen, die von einer der Sendeeinheiten erster Art **4p** unter einem der parkenden Fahrzeugen P hindurch ausgesandt werden, kann das Fahrzeug **1** unmittelbar anhand der ihn direkt bzw. indirekt erreichenden Signale detektieren, ob sich neben dem vorhandenen P (anhand der Räder) auch weiter die Ausbreitung behindernde Objekte befinden und detektiert optional, ob sich deren Position verändert, insbesondere in Richtung der Fahrbahn bewegt.

[0076] Durch die räumliche Trennung zwischen Sender und Empfänger wird mit einfachen Mitteln eine hohe Systemzuverlässigkeit (ASIL) erreicht, denn nur wenn die Aussendungen, also die Umfeldsignale, ununterbrochen und ungestört die möglichst redundant verbauten Umfeldsensoren **2** erreichen ist die Frei-Bedingung erfüllt und der entsprechende Bereich des Verkehrsraums wird als frei befahrbar angesehen. Statisch stehende Fahrzeugreifen bzw. bauliche Fixpunkte folgen dabei einer gewissen Positionier-Logik (wie zwei auf einer Achse,) und können so in die „Frei-Bedingung“ einbezogen werden, um aufgrund anderer Ursachen, wie sich bewegende Personen, ausbleibende Signale detektieren und entsprechend reagieren zu können.

[0077] Weitere Anordnungen von Sendeeinheiten **4** können entlang des von mehreren Fahrzeugen

genutzten Fahrweges verbaut sein. Beispielsweise kennzeichnen die in dem Verkehrsraum angeordneten Sendeeinheiten zweiter Art **4w** den Fahrweg. In dem in **Fig. 5** dargestellten Verkehrsraum befinden sich Sendeeinheiten zweiter Art **4w** seitlich der Fahrbahn und zwischen den Sendeeinheiten zweiter Art **4w** sollte gefahren werden. Beispielsweise fährt das Fahrzeug **1** in bestimmten Abschnitten mittig, um die Gefahr der Kollision mit plötzlich zwischen den parkenden Fahrzeugen P hervortretenden Personen zu minimieren, oder an einer bevorzugten Seite des Fahrweges, um ein leichtes Passieren mit Gegenverkehr zu ermöglichen.

[0078] Um zu vermeiden, dass die Sendeeinheiten zweiter Art **4w** den Fahrweg behindern, sind sie bevorzugt außerhalb des Fahrraumes zu platzieren, wie z.B. an der Decke bzw. in Bodennähe. Beispielsweise ist eine Kombination bei einem bodennahen Verbau eine funktionale Kombination von Sendeeinheiten erster Art **4p** und Sendeeinheiten zweiter Art **4w** vorteilhaft. Dies ist beispielhaft in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellt.

[0079] Der Verbau der Sendeeinheiten **4** in Bodennähe gestattet die Überwachung sich auf dem Boden bewegender Objekte. Der Verbau der Sendeeinheiten **4** zwischen den parkenden Fahrzeugen P, also beispielsweise durch Anordnung zwischen markierten Parkflächen, gestattet eine Überwachung von Bewegungen zwischen den parkenden Fahrzeugen P und eine Nutzung dieser Informationen beispielsweise zur Verkehrssteuerung.

[0080] Der Verbau am Eingang/Übergang von durch mehrere Fahrzeuge genutzten Fahrbereichen, wie am Übergang von einem Fahrbereich hin zu einem Stellplatz, gestattet in einer baulichen Einheit alle angrenzenden Räume zu überwachen. Der Verbau an der Decke ermöglicht eine Vandalismus-robuste Unterbringung der Sendeeinheiten **4**, schützt diese vor Staub, Schmutz etc. und ermöglicht einen Kontakt zwischen Umfeldsensoren **2** und Sendeeinheiten **4** auch über parkende Fahrzeuge P und andere Hindernisse hinweg.

[0081] Eine Einbeziehung von passiven Reflexionen in den Übertragungsweg der Umfeldsignale gestattet eine kostengünstige Überwachung eines Raumes bei nur schmalen Signalstrahlbreiten. Um in mehreren Räumen eine kontinuierliche Orientierung zu ermöglichen, sind mehrere Verbau-Orte entlang einer Fahrspur empfehlenswert, so dass es einen Übergangsbereich gibt, in dem sich das Fahrzeug **1** sowohl zumindest an einer naheliegenden Sendeeinheit **4** als auch an zumindest einer weiter entfernten Sendeeinheit **4** orientieren kann, wie beispielsweise weitere Sendeeinheiten zweiter Art **4w**.

[0082] In dem in **Fig. 5** dargestellten Verkehrsraum kennzeichnen Sendeeinheiten zweiter Art **4w** das Vorhandensein einer Kurve **6** in der Fahrspur durch geeignete Signalisierung und/oder Positionierung. Im dargestellten Beispiel sind einige der Sendeeinheiten zweiter Art **4w**, nämlich die kurvennah gelegenen Sendeeinheiten zweiter Art **4w'**, entlang der Fahrstrecke des Fahrzeuges **1** abseits der sonst üblichen Fahrbahn angeordnet, so dass sich das Fahrzeug **1** in der Kurve **6** an den kurvennah gelegenen Sendeeinheiten zweiter Art **4w'** orientiert. Bevorzugt unterscheidet sich die am Ende einer Geraden gelegene Sendeeinheit **7** nicht nur anhand ihrer Aussendungen von den sonst üblichen Sendeeinheiten zweiter Art **4w** sondern auch anhand ihrer Verbau-Position. Beispielsweise steht die am Ende der Geraden gelegene Sendeeinheit **7** der sonst üblichen Fahrspur durch Verbau nur in einer Höhe von ca. 100cm dem Fahrzeug **1** regelrecht im Weg. Die in der Kurve gelegenen kurvennah gelegenen Sendeeinheiten zweiter Art **4w'** kennzeichnen den Kurvenverlauf.

[0083] Um ein zügiges Bewegen mehrerer Fahrzeuge in dem Verkehrsraum zu ermöglichen können Verkehrsteilnehmer, welche die Umfeldsignale von Sendeeinheiten **4** abschatten diese weiterleiten. So wiederholt beispielsweise das Fahrzeug **1** die auf einer Seite empfangenen Signale auf seiner Rückseite mit erneutem Aussenden mittels der beiden zusätzlichen Umfeldsensoren **2'**, welche am Heck des Fahrzeuges **1** angeordnet sind. Optional wird das Umfeldsignal durch die Auswertungsseinheit **3** aufbereiten und ergänzt, z.B. damit, dass das ausgesandte wiederholte Signal als ein wiederholtes Umfeldsignal gekennzeichnet wird und/oder mit welcher Güte bzw. räumlichen Ausrichtung das Fahrzeug **1** das Umfeldsignal mit seinen Umfeldsensoren **2** empfangen hat. In **Fig. 5** sind die Sendeeinheiten erster Art **4p** an einer der Einfahrt in einen Stellplatz entgegengesetzten Position positioniert. Die Umfeldsignale sind unter Zuhilfenahme von Reflexionen so auf den Verkehrsraum verteilt, wie beispielsweise auch in **Fig. 2** gezeigt, dass das Fahrzeug **1** anhand des Ausbleibens von Umfeldsignalen zuverlässig eine Belegung von Stellplätzen detektieren kann.

[0084] Mit diesem Verbaukonzept lässt sich die Zahl der Verbau-Positionen reduzieren. Beispielsweise kann eine der Sendeeinheiten **4** zwischen zwei Stellplätzen an deren Einfahrt, d.h. an der Grenze zwischen Fahrbahn und Stellplatz positioniert werden. Bevorzugt wird dies nur an jedem zweiten Stellplatz und/oder nur dort, wo zwei Stellplätze aufeinander treffen (und nicht an einer Säule bzw. Wand) realisiert.

[0085] In einer bevorzugten Ausführungsform wird jedoch an einer Einfahrt jedes Stellplatzes, d.h. am Übergang von Fahrbahn zu Stellplatz, dieser jeweils links und rechts mit jeweils mindestens einer der Sen-

deeinheiten **4** versehen. So kann der Raum zwischen richtig auf den Stellplätzen abgestellten parkenden Fahrzeugen **P** überwacht werden. Von der gleichen Verbau-Position aus können auch Signale zur Beleg-Erkennung von Stellplätzen und Signale zur Markierung des Fahrbahnrandes von Fahrwegen ausgesandt werden, wie es in **Fig. 6** dargestellt ist und in **Fig. 7** in einer zweiten Ansicht dargestellt ist. Dort ist eine Sendeeinheit erster Art **4p** unmittelbar neben einer Sendeeinheit zweiter Art **4w** verbaut. Dank der zumindest teilweisen „Übertragung“ der Signale entlang des Bodens kann überwacht werden, was sich auf dem Boden bewegt. So kann eine Art Signal-schranke realisiert werden um sich rasch über den Boden bewegende Objekte erkennen zu können.

[0086] Unter Zuhilfenahme von Reflektoren **5**, die beispielsweise an baulichen Begrenzungen, wie Gebäuden, Wänden, Säulen Decken usw. angebracht sind, wird mittel der Sendeeinheiten erster Art **4p** auch der Parkraum überwacht. Beispielsweise wird zumindest ein Teil des Umfeldsignals, welches von einer der Sendeeinheiten erster Art **4p** ausgesandt wurde, erst entlang des Gangs zwischen den parkenden Fahrzeugen **P** geführt und dient anschließend am Endes des Stellplatzes der Orientierung beim Einfahren in den Stellplatz, wahlweise indem das Signal mittig in dem Parkraum geführt wird oder/und entlang des linken bzw. rechten Randes. Dies ist durch die gestrichelten Pfeile in **Fig. 6** dargestellt. Steht ein parkendes Fahrzeug **P** im Parkraum, so erhält die Sendeeinheit erster Art **4p** kein Rücksignal vom Reflektor **5** mehr, womit eine Belegung des Stellplatzes signalisiert wird. Ansonsten signalisiert der Reflektor einen freien Stellplatz. Bei geeigneter Signal- und Sensorwahl kann das raumüberwachende Umfeldsignal wieder zu der Sendeeinheit erster Art **4p** zurück gesandt werden, von dessen Verbau-Position aus es ausgesandt wurde oder/und zu einer anderen Verbau-Position. Das in **Fig. 6** dargestellte System umfasst somit die aktiven Sendeeinheiten **4**, welche statisch in dem Verkehrsraum angeordnet sind und Reflexionselemente, nämlich die Reflektoren **5**, welches in dem Verkehrsraum angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, das von einer der Sendeeinheiten **4** ausgesandte Umfeldsignal in eine bestimmte Richtung zu reflektieren. Bevorzugt ist eine der Sendeeinheiten **4** in der Fahrbahn versenkt, wobei zumindest einer der Reflektoren **5** diese abdeckt und das Umfeldsignal über eine Ablenkung durch diesen Reflektor in den Verkehrsraum gelenkt wird. Dies ist beispielhaft in **Fig. 7** dargestellt.

[0087] Äquivalent können einige oder alle der Sendeeinheiten erster Art **4p** über dem Parkraum an der Decke positioniert sein, bevorzugt zwischen einzelnen Stellplätzen, also in einem Bereich, in dem typischerweise eine Markierungslinie benachbarte Stellplätze des Parkraums voneinander abtrennt. Dies ermöglicht eine effektive Überwachung des Zwischen-

raums zwischen den parkenden Fahrzeugen P. Dies ist in **Fig. 8** dargestellt. Unter Zuhilfenahme von räumlicher Begrenzung, wie z.B. eines Spreizgitterzauns, kann eine Randreflektion erreicht werden, so dass auch auf effiziente Weise der gesamte Parkraum räumlich überwacht wird. Dabei ist eine Verwendung von Signalen mit hoher Trennfähigkeit, wie Kurzpulse z.B. in stochastischer Codierung, vorteilhaft. Weiterhin wird der Parkraum mittels Bodenreflexen und optional vorhanden passiven Reflektoren **5** am Boden zusätzlich überwacht. Anteilig kann das Signal aber auch zur Signalisierung in Richtung Fahrraum als Umgebungssignal zu dem Fahrzeug **1** übertragen werden.

[0088] Nicht dargestellt ist, dass unter Zuhilfenahme von Reflektoren **5** auch mit nur weiter oben (insbesondere nur an der Decke) montierten Sendeeinheiten **4** ein Bodenbereich überwacht werden kann, indem die Reflektoren zumindest ein Teil des Signals entlang des Bodens leiten. Die „Antenne“, d.h. der Schalltrichter **8** bzw. ein Reflektor der Sendeeinheiten **4** wird den Aufgaben entsprechend so gestaltet, dass in bzw. aus den Raumrichtungen die erforderliche Signalmenge gesendet bzw. empfangen wird.

[0089] In einer weiteren Ausführungsform übernehmen die Sendeeinheiten erster Art **4p** die Funktion der Sendeeinheiten zweiter Art **4w**. Dies ist beispielhaft in **Fig. 9** dargestellt. Sie „durchleuchten“ dabei bevorzugt den genutzten bzw. ungenutzten Parkraum und mit der gleichen Aussendung übertragen sie Ortungsinformationen an das Fahrzeug **1**. So ist eine noch höhere Systemzuverlässigkeit mit geringem Bauraumaufwand möglich. Gleichfalls gilt bevorzugt die Fahrregel: nur wenn die übertragenen Signale dem erwarteten Signal eines Freiraums entspricht, kann der Raum ohne Kollisionsgefahr befahren werden.

[0090] Wird also mit ein und dem gleichen Umfeldsignal sowohl der z.B. durch sich bewegende Personen bzw. Fahrzeuge belegte der Fahrbahn angrenzende Raum „durchleuchtet“ als auch der Fahrraum selbst, so ist durch diese UND-Verknüpfung eine hohe Systemzuverlässigkeit gegeben. Da üblicherweise die Stellplätze schräg und insbesondere senkrecht zur Fahrfläche angeordnet sind und Signale sich primär linear ausbreiten, sollte bevorzugt ein Reflektor **5** verwendet werden. Wie oben erwähnt, kommen als Reflektorpositionen insbesondere der Boden, Hüfthöhe und/oder Decke in Frage. Eine weitere Möglichkeit geeignete Reflexionen zu erreichen sind räumlich auf der freien Fahrbahn verteilte Reflexpunkte.

[0091] In dem in **Fig. 9** gezeigten Verkehrsraum gibt es keine Sendeeinheit zweiter Art **4w** sondern die Reflektoren **5** reflektieren die Aussendungen der Sendeeinheit erster Art **4p**. Mit dieser sehr einfach gestalteten Infrastruktur lässt sich der Verkehrsraum eben-

falls analysieren. Sind sowohl bodennah als auch an der Decke eines Fahrraums die Reflektoren **5** bevorzugt punktwise und gegeneinander verteilt angeordnet (damit die Echos zeitlich versetzt empfangen werden können), so kann auch mittels eines vertikalen Versatzes der Umfeldsensoren **2** an dem Fahrzeug **1** eine Höheninformation geschätzt werden. Ein intensives Durchleuchten des Fahrraums und entsprechende Schlussfolgerungen für das Fahrverhalten des Fahrzeuges **1** wird ermöglicht. Bei entsprechender Anordnung kann der Verkehrsraum vollständig durchleuchtet werden. Bei geeignetem Timing ist auch eine Kombination der Aussendungen der Sendeeinheiten **4**, die auch den ruhenden Raum durchleuchten, mit rein passiven Reflexionen, insbesondere entlang des Fahrraums, sinnvoll.

[0092] Zur Kommunikation zwischen dem Fahrzeug **1** und den Sendeeinheiten eignen sich insbesondere kontinuierliche bzw. quasikontinuierlich (Zeitlücken sind bzgl. Der Systemreaktion vernachlässigbar) ausgesandte Signale die eine hohe räumliche Trennfähigkeit gestatten, um Direktausbreitungen von Bodenreflexe und von Reflexionen angrenzender Objekte trennen zu können. Neben klassischen Pulsen sind pulskomprimierte Signale, wie z.B. Chirps vorteilhaft. In Verbindung mit einer geeigneten Codierung ist besonders wegen seiner hohen spektralen Effizienz ein Direct Sequencing bzw. eine stochastische Codierung vorteilhaft. Pausen bzw. durch spektrale Codierung erreichte Quasi-Pausen sind besonders vorteilhaft, um extrem leise Empfangssignale von lauten trennen zu können.

[0093] Vorteilhaft ist auch, wenn alle Sendeeinheiten **4** mit der Infrastruktur verbundenen sind. Im Fehlerfall genügt die Unterbrechung der Stromversorgung um Aussendungen von Sendeeinheiten **4** zu verhindern und so indirekt durch Ausfall der protokollarisch erforderlichen Aussendungen dem Fahrzeug **1** mitzuteilen, dass alle Bewegungen anzuhalten sind.

[0094] Vorteilhaft ist auch eine hohe Verbaudichte, so dass die Aussendungen von den Sendeeinheiten **4** von mindestens einer weiteren Sendeeinheit **4** empfangen und die verwendeten geeigneten Codierungen plausibilisiert werden. Um die Kosten entsprechend klein zu halten sollte für die Sendeeinheiten **4** preiswerte Hardware, wie Standard-(Ultra)-Schallsensoren, optische Detektoren und Aktoren, wie z.B. LED-Leuchten mit Helligkeitssensoren und oder Funktechnik wie Bluetooth bzw. WLAN verwendet werden.

[0095] Um eine hohe Sicherheitsstufe zu erreichen, hängt die Aussendung eines weiteren Signals von Sendeeinheiten **4** in einer bevorzugten Ausführungsform von der Freigabe durch einen Kommunikationsteilnehmer, wie z.B. von einer plausibilisierenden Sendeeinheit **4** ab. Diese Freigabe kann beispiels-

weise via Kabelnetzwerk wie ein LIN oder ein CAN usw. von einer Sendeeinheit 4 an eine weitere Sendeeinheit 4 übermittelt werden. Alternativ kann aber auch die Aussendung einer Sendeeinheit 4 die Reaktion auf die plausibilisierte Aussendung einer anderen Sendeeinheit 4 sein.

[0096] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Aussendungen einiger Sendeeinheiten 4, insbesondere derer, die die Fahrbahn markieren, wie die Sendeeinheiten zweiter Art 4w, eine Antwort auf die Aussendungen des sich bewegenden Fahrzeuges 1, wobei die Antwort nach gewissen Regeln verläuft, die dem Fahrzeug 1, also der Auswertungseinheit 3, bekannt sind. Auf diese Weise werden unnötige, den Verkehrsraum überfüllende, Umfeldsignale vermieden und das Fahrzeug 1 behält äquivalent zur Wiener Konvention weiterhin die Kontrolle. Alternativ ist auch eine zufällige Sendewiederholung denkbar.

[0097] Eine bevorzugte Codierungsform ist eine die örtlichen Bedingungen kennzeichnende Zeitcodierung wie z.B. synchrones Aufblitzen von Sendeeinheiten 4, die sich auf gleiche Wegposition links und rechts des Fahrweges befinden mit einer Signalcodierung, welche die optimal von dem System empfohlene Vorbeifahr-Position mitteilt, wie z.B. „Mittig zwischen uns“, oder „Rechts fahren wg. linksseitigem Gegenverkehr“ usw..

[0098] Insofern ist eine besonders vorteilhafte Ausführungsform derart gewählt, dass die Umfeldsignale von zumindest den Sendeeinheiten 4, die ausschließlich der Kennzeichnung von durch mehrere Verkehrsteilnehmer genutzten

[0099] Verkehrsflächen dienen zwar durch die Anwesenheit (z.B. Passieren der Einfahrtsschranke bzw. durch die Aussendungen der Umfeldsensoren 2 des Fahrzeuges 1) initiiert werden, jedoch durch die das System mit den dem System bekannten Informationen, beispielsweise konkrete Vorbeifahrposition, Fahrgeschwindigkeit, empfohlener Lenkwinkel, ergänzt werden. Diese Ergänzung kann einerseits durch klassisches Hinzufügen von Aussendungen z.B. zu einem Zeitschlitz-Protokoll erreicht werden und/oder durch Modulation.

[0100] Eine weitere bevorzugte zeitliche Codierungsform ist, dass die entlang eines Fahrweges sequentiell nacheinander befindlichen Sendeeinheiten 4 entsprechend einer Fahrtrichtung durch ein zeitliches Nacheinander von Aussendungen so reagieren, dass anhand des Nacheinanders aus einer Vielzahl von Umfeldsignalen eine vorgegebene Fahrtrichtung kommuniziert und detektiert wird.

[0101] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird auch anhand der Codierung der entlang eines Fahrweges befindlichen Sendeeinheiten 4 kennt-

lich gemacht, wie das Fahrzeug 1 diese Sendeeinheiten 4 bezüglich ihrer Position zu passieren hat. So kennzeichnen beispielsweise erste Umfeldsignale von Sendeeinheiten 4, welche auf einer ersten Seite der Fahrbahn angeordnet sind, dass diese rechtsseitig zu passieren sind. Zweite Umfeldsignale von Sendeeinheiten 4, welche auf einer zweiten Seite der Fahrbahn angeordnet sind kennzeichnen, dass diese linksseitig zu passieren sind. Das erste Umfeldsignal kann dazu im Falle einer optischen Sendeeinheit beispielsweise ein grünes Signal in optisch wahrnehmbarer Farbe sein. Entsprechend kann das zweite Umfeldsignal im Falle einer optischen Sendeeinheit beispielsweise ein rotes Signal in optisch wahrnehmbarer Farbe sein. Alternativ kann das erste und zweite Umfeldsignal ein äquivalentes Signal, beispielsweise eine unterschiedliche Folge von sequentiell ausgesendeten Signalen sein und/oder eine gewisse Modulation aufweisen, wie z.B. eine Tonfrequenz eines Schallpulses.

[0102] Durch eine räumliche und zeitliche Separation der Aussendungen der Umfeldsignale wird insbesondere in Verbindung mit Codierungen, bevorzugt orthogonalen, eine hohe Robustheit gegenüber Störungen bzw. Fremdeinflüssen ermöglicht.

[0103] Da die Sendeeinheiten 4 idealerweise in einem Frequenzbereich der Umfeldsensoren 2 des Fahrzeuges 1 arbeiten, sollte es auch Sendepause aller Sendeeinheiten 4 geben. Diese dienen als Synchronisationszeichen und ermöglichen einen Zeitschlitz zur Kommunikation für anderen Sensoren, wie bspw. Einparkhilfen.

[0104] Insbesondere bei preiswerten Sensoren, wie Ultraschallsensoren, können auch mehrere Positionen für einen Verbau der Sendeeinheiten 4 kombiniert werden um eine entsprechend hohe Redundanz zu erreichen. Die Sendeeinheiten 4 können auch zur Überwachung des Parkraums zwischen den parkenden Fahrzeugen P dienen, was selbst durch eine zentral an der Decke hängende Überwachungskamera nicht erreicht werden kann.

[0105] Die Sendeeinheiten 4 können für eine Belegterkennung der Fahrbahn zusätzliche Reflektoren 5 verwenden.

[0106] So sendet das Fahrzeug 1 mittels der Umfeldsensoren 2 beispielsweise auf seiner linken Fahrzeugseite ein erstes Signal und auf seiner rechten Fahrzeugseite ein zweites Signal gleichzeitig bzw. quasigleichzeitig aus. Diese Aussendung kann zumindest anteilig von den Umfeldsensoren 2 auch zur Umfelddetektion verwendet werden. Die entlang der Fahrbahn in dem Verkehrsraum befindlichen Sendeeinheiten 4 wiederholen die Aussendungen der Umfeldsensoren 2, wenn das System der Ansicht ist, dass der Verkehrsraum zwischen dem Fahrzeug 1

und der jeweiligen Sendeeinheit **4** frei ist. Dazu wertet das System beispielsweise aus, ob redundant zu zwei Empfangspositionen von Sendeeinheiten **4**, beispielsweise auf der ersten und zweiten Seite der Fahrbahn, sowohl das erste Signal als auch das zweite Signal eingetroffen ist.

[0107] Bevorzugt berücksichtigt das System bei den Aussendungen der Sendeeinheiten **4** zusätzlich erforderliche Ausbreitungswege, wie insbesondere Bodenreflexe, so dass die Sendeeinheiten nur dann Aussendungen machen, wenn die empfangenen Bodenreflexe des ersten und zweiten Signals dem einer freien Fahrbahn entsprechen und die weiteren empfangenen Signale (z.B. Reflexe an entlang der Fahrbahn geparkten P) dies bestätigen.

[0108] Die Aussendungen der Sendeeinheiten **4**, also die Umfeldsignale, nehmen Bezug auf die initiierenden Aussendungen die bevorzugt von dem Fahrzeug **1** ausgingen, so dass alle Empfänger, wie insbesondere das Fahrzeug **1**, anhand der Aussendungen der Sendeeinheiten **4** gemäß den vereinbarten Regeln den Bezug erkennen. Solche Regeln können beispielsweise eine Wiederholung der Aussendungen nach einer vereinbarten bestimmten Wartezeit sein, wobei die Aussendungen der Sendeeinheiten **4** durch zeitliche, spektrale usw. Maßnahmen (Rücksendung in anderer Frequenz, Zeitverlauf wie z.B. Sendereihenfolge, Anhänge von Repeat-Flags usw.), die Aussendungen als Wiederholung kenntlich machen.

[0109] Sind in dem betreffenden Abstand zu dem Fahrzeug **1** sowohl eine links- als auch eine rechtsseitig der Fahrbahn befindliche Sendeeinheit **4** vorhanden, so senden diese beiden Sendeeinheiten **4** gleichzeitig bzw. quasigleichzeitig in einem solchen Zeitabstand zueinander, dass das Fahrzeug **1** aus dem Zeitabstand seine vorgegebene Durchfahrposition zwischen diesen beiden Sendeeinheiten **4** schlussfolgern kann.

[0110] Mittels eines solchen einfachen Repeat-Protokolls können verschiedenartige Aussendungen der Umfeldsensoren **2** entsprechende Aussendungen der Sendeeinheiten **4** zur Folge haben, weswegen unterschiedlichste Lösungen der Aussendungen der Umfeldsensoren **2**, die z.B. durch unterschiedliche Fahrzeughersteller begründet sind, zur Anwendung kommen können. Mit solch einem erweiterten Acknowledge-Protokoll werden alle Komponenten ständig bzgl. ihrer Funktionalität geprüft und ein Ausfall kann unmittelbar rasch erkannt werden. Störende Objekte beeinflussen die Kommunikation und werden so erkannt.

[0111] Bevorzugt enthält das Regelwerk der Aussendungen der Sendeeinheiten **4** auch Regeln für entlang des Fahrwegs befindlicher weiterer/nachfol-

gender Sendeeinheiten **4**. Bevorzugt senden diese, nachdem die davor liegenden Sendeeinheiten **4** gesendet haben. Dabei kann ihnen auf verschiedene Art mitgeteilt werden, was sie aussenden sollten, bspw. indem die nachfolgenden Sendeeinheiten **4** von den vorher liegenden Sendeeinheiten **4** über das Messmedium (Schall, Licht, Funk, usw.), äquivalent dem erweiterten Acknowledge bzw. direkt von dem Fahrzeug **1**, die Kerninformation der Signalausendung mitgeteilt bekommen oder/und via separater Kommunikationskanäle, wie z.B. via einem Bussystem, das die Sendeeinheiten **4** miteinander verbindet. Im letztgenannten „und“-Fall gestattet die redundante Übertragung eine Verifikation.

[0112] Auf diese Weise entsteht entlang der zu nutzenden Fahrbahn eine Art akustisches, optisches bzw. funktechnisches „Lauflicht“, das bevorzugt nur getriggert durch Aussendungen der Umfeldsensoren **2** und mit regelbasiertem Bezug auf diese derart „leuchtet“, dass aus der zeitlichen Reihenfolge der Verlauf der Fahrstrecke kenntlich gemacht wird, wobei erfindungsgemäß dieses „Lauflicht“ nur aufleuchtet, wenn die Komponenten eine freie Bahn detektieren.

[0113] In einer bevorzugten Ausführungsform wird auch eine empfohlene Maximalgeschwindigkeit übermittelt. Dies lässt sich beispielsweise unter Nutzung des Dopplereffekts realisieren. Bei dem langsamen Schall geht das beispielsweise besonders einfach derart, dass die Aussendungen der Sendeeinheiten **4** in einer gegenüber den initiierenden (insbesondere durch die Umfeldsensoren **2** getriggert) Aussendungen gemäß vereinbarten Regeln versetzt erfolgen. So können beispielsweise, ähnlich einer Chorleiterin, die Sendeeinheiten **4** die Frequenzlage aussenden, in der die nachfolgende Aussendung der Umfeldsensoren **2** gesendet werden sollte. Auf diese Weise kann insbesondere bei schmalbandigen Übertragungskanälen der verwendeten Umfeldsensoren **2** sichergestellt werden, dass die die Kommunikation stets im Dämpfungsminimum der verwendeten Übertragungskanäle stattfindet.

[0114] Ergänzend kann ein parkendes Fahrzeug P, dass durch Ausfahren zu einem bewegten Fahrzeug werden will, dies mittels seiner Aussendungen über dessen Umfeldsensoren **2** kommunizieren. Das System kann seine Ausfahrtfreigabe beispielsweise dadurch kommunizieren, dass die Sendeeinheiten **4** zu geeigneter Zeit (dann wenn der Fahrweg frei ist) entsprechend antworten.

[0115] Alternativ zu den akustischen Sensoren und/oder in Kombination mit diesen kann mit am dem Fahrzeug **1** verbauten optischen Umfeldsensoren, wie bspw. Kameras in der Fahrzeugfront, im Heck und/oder in den Seiten(-spiegeln), welche zur Erzeugung einer 360°-Rundumsicht verwendeten werden,

die erfindungsgemäße Ortungsfunktion realisiert werden.

[0116] In naher Zukunft werden Fahrzeuge mit Umfeldkameras, wie Rückfahrkameras, Frontkameras und Seitenkameras, die häufig in den Seitenspiegeln untergebracht sind, ausgestattet sein. Diese können Winkelinformationen gut aufnehmen. Mittels gepulstem Licht, das die Bild-Abtastfrequenz von 10/20/25/30/50 Hz dieser Kameras berücksichtigt, kann ihnen Information beispielsweise durch eine Sequenz von zeitlich aufeinander folgenden Pulsen übermittelt werden.

[0117] Zur Codierung kann bei Farbkameras auch die Signalfarbe genutzt werden. Steht für die Aussendung der Sendeeinheiten eine aus mehreren Lichtpunkten zusammengesetzte Fläche, z.B., eine 7-Segment-Anzeige, zur Verfügung, kann eine dem Fachmann geläufige höhere Übertragungsrate und eine räumliche Codierung optisch realisiert werden. Infolge der höheren Ausbreitungsgeschwindigkeit wird eine räumliche Trennung von parallel laufenden Signalen, wie Direktsignal und Bodenreflexsignal, jedoch schwieriger. Lösungsansätze gibt es dazu beim Lidar, bei dem in einer Messsituation ein Signal mehrfach ausgesandt wird.

[0118] In einer Fortführung solcher Ausführungsformen befindet sich auf dem Fahrweg Displays als Sendeeinheiten **4**, welche die Fläche der Fahrbahn bevorzugt mit nach bekannten Regeln zeitlich codiertem Licht ausleuchtet. Solange das Fahrzeug **1** mittels der Umfeldsensoren **2** diese ausgeleuchtete Fläche vollflächig erkennt bzw. ist zwischen dem Fahrzeug und den Sendeeinheiten **4** der Verkehrsraum frei. Der Verkehrsraum wird bei diesem Prinzip regelrecht durchleuchtet. Eine deutliche Störung des erwarteten Leuchtbildes ist dann für Fahrzeug ein Hinweis auf ein Objekt im durchleuchten Raum und kann das Fahrzeug zum Anhalten bewegen.

[0119] Als Display könnten beispielsweise Netze von LED-Leuchten verwendet werden, wobei die Maschenabstände den Detektionsanforderungen entsprechend eng gewählt werden müssen. Bevorzugt könnten diese LED-Leuchten nicht gleichzeitig leuchten sondern die Struktur und/oder die zeitliche Sequenz des Leuchtens kann zur Codierung verwandt werden. Beispielsweise um die Fahrtrichtung und/oder Geschwindigkeit anzuzeigen.

[0120] Natürlich können auch klassische Farbmonitore oder ähnliche räumlich ausgedehnte Leuchten/Displayfläche als optische Sendeeinheiten verwendet werden, beispielsweise in Kombination mit einer aus dem Bereich der Fußballübertragung her bekannte wechselnde Bandenwerbung.

[0121] Zur Codierung und Aussenden von Signalen kann das Fahrzeug **1** beispielsweise mittels seiner zum Tagfahren genutzten zumeist LED-Leuchten eine dem Fachmann bekannte übliche Codierung z.B. in Farbe, Leuchtbild, Zeitverlauf der Leuchtstärke bzw. eine UND-Verknüpfung davon verwenden. Leicht realisierbar ist eine zeitliche Folge von variablen Ein- und Ausschaltzeiten, die durch die als Sendeeinheiten **4** verwendeten Displays geeignet nachgespielt werden.

[0122] Bei entsprechenden spiegelnden Eigenschaften des Bodens, wird sich die räumliche Codierung der als Sendeeinheiten **4** verwendeten Displays im Boden spiegeln, wodurch die Übertragungszuverlässigkeit und der Umfang des überwachten Raums entsprechend erweitert werden kann.

[0123] Bei einer weiteren Lösung ist beispielsweise eine der Sendeeinheiten **4** an der Einfahrt eines Stellplatzes im Bodenbereich verbaut und nimmt das von den Umfeldsensoren **2** ausgesandte optische Signal wie z.B. eine zeitliche Leuchtsequenz auf. Daraufhin wird regelmäßig von der Sendeeinheit **4** eine zeitliche Leuchtsequenz als sich z.B. mit einem Öffnungswinkel von 30° öffnender Leuchtbalken, vorrangig zwischen zwei Parkplätzen ausgestrahlt der an brennpunktartig bündelnden Reflektoren am anderen Ende des Zwischenraums zwischen den parkenden Fahrzeugen **P** wieder gebündelt wird und an einen im Deckenbereich an der Parkraumeinfahrt befindlichen Spiegel zurück gespiegelt wird. Von diesem Spiegel aus gelangt das Lichtsignal zu dem Fahrzeug **1**.

[0124] Befindet sich sowohl zwischen dem parkenden Fahrzeug **P** als auch entlang der zu befahrenden Fahrbahn kein Hindernis, empfangen die als Umfeldsensoren **2** genutzten Kameras des Fahrzeuges **1** einen ununterbrochenen Leuchtbalken, der optimaler Weise mit Bezug auf die Aussendungen von dem Fahrzeug **1** regelmäßig codiert ist. Auf diese Weise ist der gesamte Weg eingeschlossen. Eine Kombination mit Beleuchtung bzw. Signalisierung der Belegung eines Fahrtraums, indem z.B. nur freie Fahrflächen bzw. Stellplätze beleuchtet werden ist vorteilhaft.

[0125] Neben der obigen schriftlichen Offenbarung wird explizit auf die Offenbarung der **Fig. 1** bis **Fig. 9** verwiesen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fahrwegüberwachung in einem Verkehrsraum, umfassend:
 - Empfangen (S1) von Umfeldsignalen, welche mittels zumindest einer statisch in einem Verkehrsraum angeordneten aktiven Sendeeinheit (**4**) ausgesandt wurden, mittels zumindest eines an einem Fahrzeug (**1**) angeordneten Umfeldsensors (**2**),

- Auswerten (S2) der empfangenen Umfeldsignale, um zu erkennen, ob sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet,
- Ermitteln (S4) von Fahrhinweisen für das Fahrzeug (1) basierend auf den erkannten Hindernissen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, ferner umfassend: Bestimmen (S3) einer relativen Position der Sendeeinheit (4) gegenüber dem Fahrzeug (1) basierend auf den empfangenen Umfeldsignalen, wobei die Fahrhinweisung zusätzlich basierend auf der relativen Position der Sendeeinheit (4) gegenüber dem Fahrzeug (1) ermittelt wird.

3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umfeldsignale eine codierte Information tragen, wobei der codierten Information eine Anweisung zugeordnet ist und die Fahrhinweisung zusätzlich basierend auf der Anweisung ermittelt wird.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die codierte Information einen Abstand beschreibt, der von dem Fahrzeug (1) zu der aussendenden aktiven Sendeeinheit (4) einzuhalten ist.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umfeldsignale mittels mehrerer statisch in dem Verkehrsraum angeordneter aktiver Sendeeinheiten (4) ausgesandt werden, wobei ein Sendezeitpunkt und/oder ein Inhalt der jeweils ausgesandten Umfeldsignale der Sendeeinheiten (4) basierend auf der relativen Lage der Sendeeinheiten (4) zueinander vordefiniert sind.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass:

- die empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet werden, ob ein erster Signalanteil vorliegt, der sich aus einer reflexionslosen Übertragung des Umfeldsignals zwischen der Sendeeinheit (4) und dem Umfeldsensor (2) ergibt,
- die empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet werden, ob ein zweiter Signalanteil vorliegt, der sich aus einer Reflexion des Umfeldsignals zwischen dieser Sendeeinheit (4) und dem Umfeldsensor (2) ergibt, und
- ein der jeweiligen Sendeeinheit (4) zugehöriger Bereich in dem Verkehrsraum als unbelegt angesehen wird, wenn sowohl der erste Signalanteil als auch der zweite Signalanteil vorliegt.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass:

- die empfangenen Umfeldsignale dahingehend ausgewertet werden, ob ein zweiter Signalanteil vorliegt, der sich aus einer Reflexion des Umfeldsignals zwi-

- schen dieser Sendeeinheit (4) und dem Umfeldsensor (2) ergibt, und
- basierend auf dem zweiten Signalanteil ermittelt wird, ob ein zu befahrender Bereich in dem Verkehrsraum von einem Objekt belegt ist.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Synchronisierung eines Sendevorgangs der Umfeldsignale zweier in dem Verkehrsraum angeordneter Sendeeinheiten (4) zueinander erfolgt.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine aktive Sendeeinheit (4) eine optische Sendeeinheit ist und das Umfeldsignal ein optisches Signal ist, wobei das optische Signal intermittierend mit einer bestimmten Intervallfrequenz ausgesandt wird, und zumindest einer der Umfeldsensoren (2) mit der Intervallfrequenz zeitlich synchronisiert wird.

10. Vorrichtung zur Fahrwegüberwachung eines Fahrzeuges (1) in einem Verkehrsraum, umfassend:

- zumindest einen an dem Fahrzeug (1) angeordneten Umfeldsensor (2), der dazu eingerichtet ist, Umfeldsignale zu empfangen, welche mittels zumindest einer statisch in einem Verkehrsraum angeordneten aktiven Sendeeinheit (4) ausgesandt wurden, und
- eine Auswertungseinheit (3), die dazu eingerichtet ist, die empfangenen Umfeldsignale auszuwerten, um zu erkennen, ob sich ein Hindernis in dem Verkehrsraum befindet, und basierend auf den erkannten Hindernissen Fahrhinweisungen für das Fahrzeug (1) zu ermitteln.

11. System, umfassend die Vorrichtung gemäß Anspruch 10, ferner umfassend:

- die aktive Sendeeinheit (4), welche statisch in dem Verkehrsraum angeordnet ist, und
- ein Reflexionselement (5), welches in dem Verkehrsraum angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, das von der Sendeeinheit (4) ausgesandte Umfeldsignal in eine bestimmte Richtung zu reflektieren.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

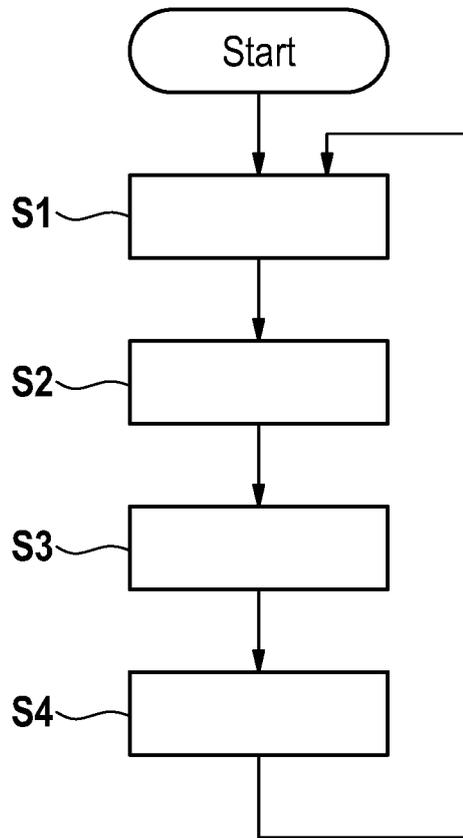


FIG. 2

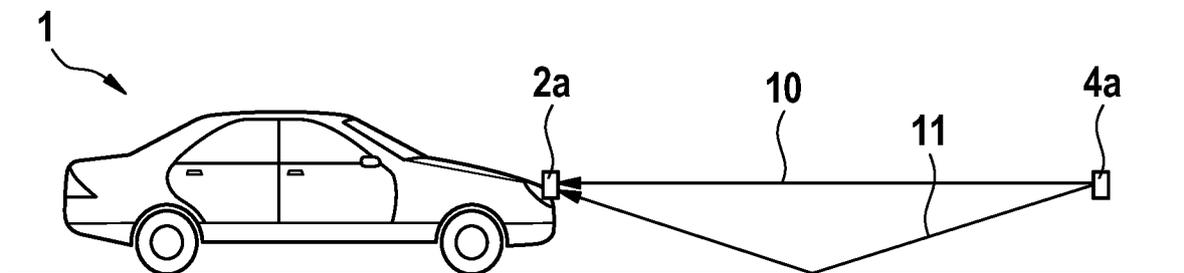


FIG. 3

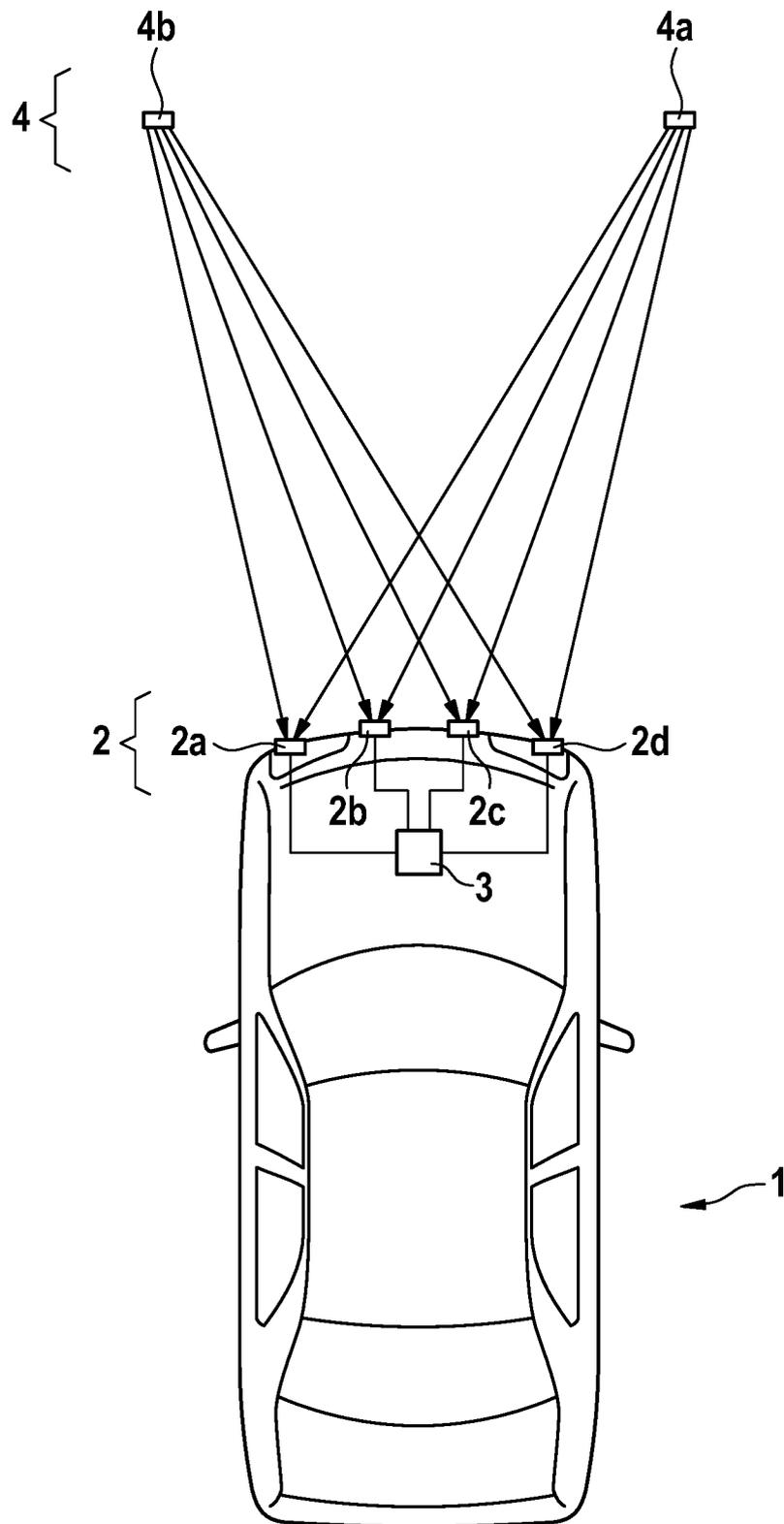


FIG. 4

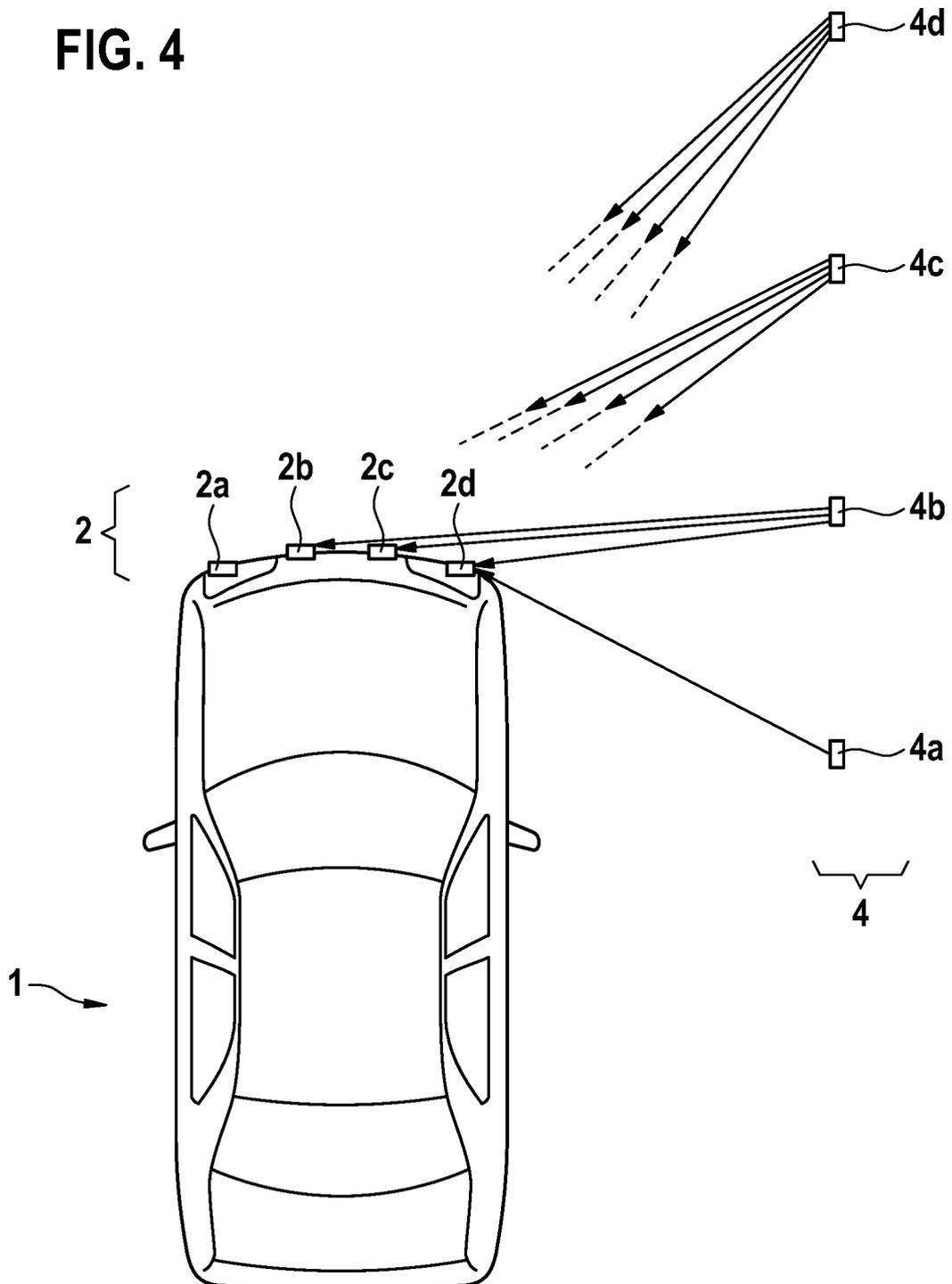
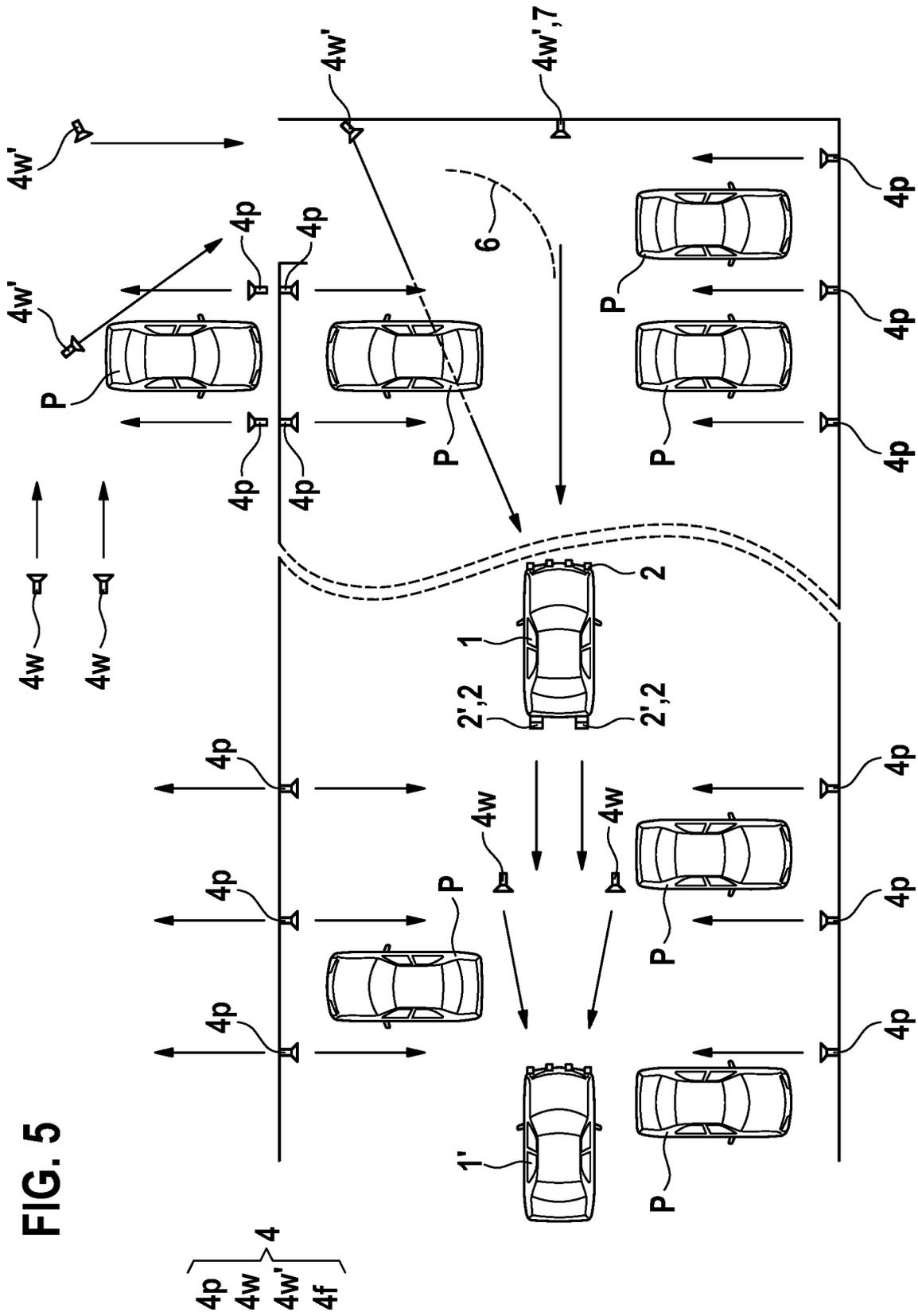


FIG. 5



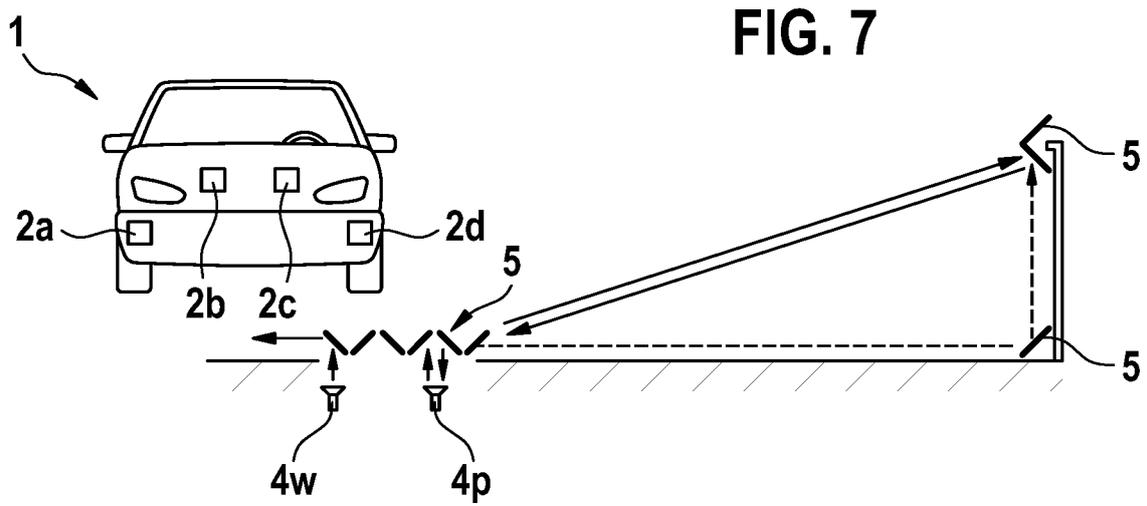
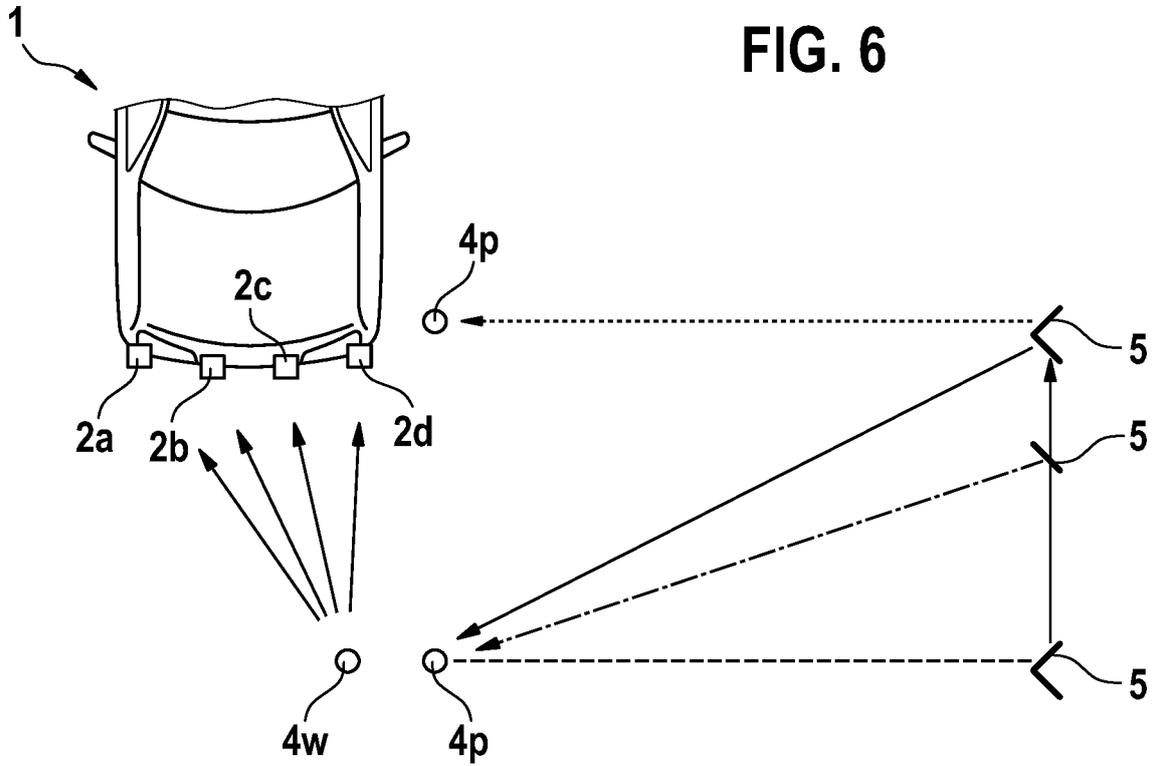


FIG. 8

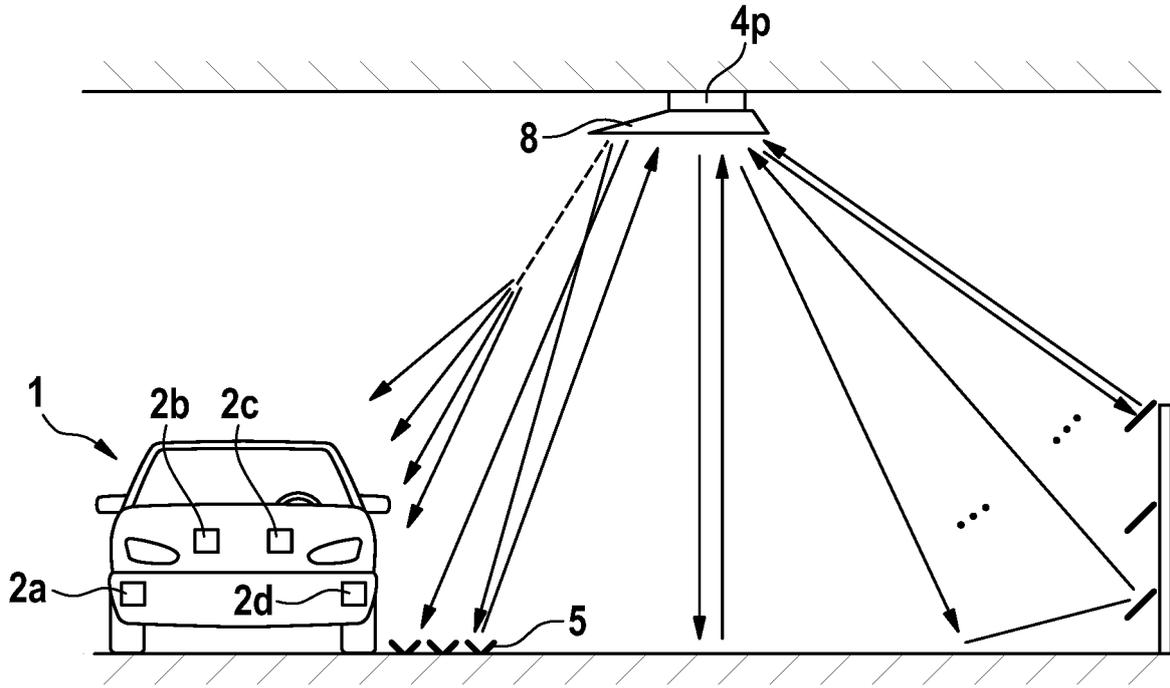


FIG. 9

