



(10) **DE 10 2014 212 216 A1** 2015.12.17

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 212 216.3**

(22) Anmeldetag: **25.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **17.12.2015**

(51) Int Cl.: **B60W 40/02 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:

**10 2014 211 601.5 17.06.2014**

(71) Anmelder:

**Conti Temic microelectronic GmbH, 90411  
Nürnberg, DE; Continental Teves AG & Co. OHG,  
60488 Frankfurt, DE**

(72) Erfinder:

**Grewe, Ralph, 88131 Lindau, DE; Hegemann,  
Stefan, 88239 Wangen, DE; Hohm, Andree, Dr.,  
63785 Obernburg, DE; Lüke, Stefan, Dr., 61350  
Bad Homburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

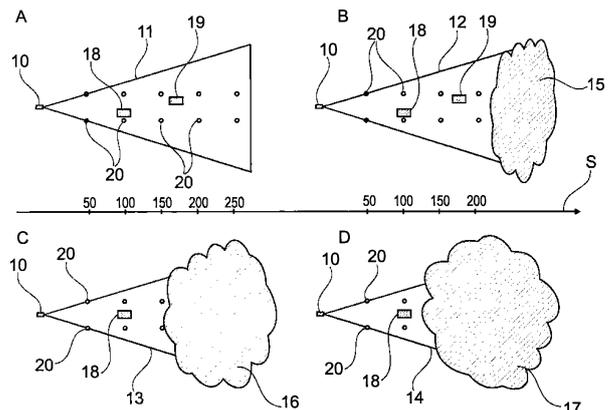
<b>DE</b>	<b>100 25 678</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2006 015 396</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2009 011 866</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2010 019 291</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2011 105 074</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>8 630 806</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>2007 / 0 230 800</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 454 442</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>0 330 149</b>	<b>B1</b>
<b>EP</b>	<b>0 691 534</b>	<b>A1</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Fahrerassistenzsystem zur Erfassung eines Fahrzeugumfeld-des**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung eines Fahrzeugumfeldes 11, 12, 13, 14 mithilfe eines Fahrzeugsensors 10, wobei der Fahrzeugsensor 10 Bildinformationen von Objekten des Fahrzeugumfeldes 11, 12, 13, 14 aufnimmt und aufgrund der Bildinformationen Objekte 18, 19, 20 im Fahrzeugumfeld 11, 12, 13, 14 erkannt werden. Die Verlässlichkeit der Sensorinformation wird dadurch verbessert, dass anhand zumindest eines am weitesten vom Fahrzeug entfernten und erkannten Objekts 18, 19, 20 eine Mindestsensorreichweite des Fahrzeugsensors 10 ermittelt wird. Daran ist weiter vorteilhaft, dass sich dieses Verfahren als Computerprogramm in einem Fahrerassistenzsystem umsetzen lässt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung eines Fahrzeugumfeldes mithilfe eines Fahrzeugsensors, wobei der Fahrzeugsensor Bildinformationen von Objekten des Fahrzeugumfeldes eines Fahrzeuges aufnimmt und aufgrund der Bildinformationen Objekte im Fahrzeugumfeld erkannt werden. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Computerprogramm, um ein derartiges Verfahren auszuführen, sowie ein Fahrerassistenzsystem, welches das vorgenannte Verfahren anwendet.

**[0002]** Fahrerassistenzsysteme nehmen den Fahrzeugführern zunehmend Aufgaben ab oder erlauben es, die Entscheidungen der Fahrzeugführer frühzeitig oder simultan zu überprüfen oder zu unterstützen. Grundsätzlich werden dazu Sensoren und Sensorsysteme eingesetzt, um das Fahrzeugumfeld per Bildinformation zu erfassen und Rückschlüsse auf das Fahrverhalten zu ziehen.

**[0003]** Aus EP 0 330 149 B1 ist ein Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Bremsanlage für Schwerfahrzeuge bekannt, bei der über eine gewisse Anzahl von Sensoren nicht nur Bildinformationen, sondern auch Daten zum Fahrzeugzustand gesammelt werden. Dabei werden beispielsweise die Neigung der Fahrbahn, die Achslast, der Reifendruck, die Temperatur oder die Geschwindigkeit des Fahrzeuges berücksichtigt, um dem Fahrer eine mögliche Bremswegüberschreitung, die anhand der Bildinformationen ermittelt wird, anzuzeigen.

**[0004]** Aus DE 10 2010 019 291 A1 ist ein Verfahren zur Erkennung eines drohenden Heckaufpralls bekannt, welches dem Fahrer eines nachfolgenden Fahrzeuges eine Information in Form eines Blinklichtes oder Warnlichtes zur Verfügung stellt, falls dessen Fahrzeug im Hinblick auf den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug eine zu große Geschwindigkeit an den Tag legt.

**[0005]** Aus US 5,454,442 A ist ein adaptiver Tempomat bekannt, der unter anderem das gattungsgemäße Verfahren zur Erfassung eines Fahrzeugumfeldes anwendet. Das vorausfahrende Fahrzeug wird mittels eines Fahrzeugsensors (Radarsensor) im Fahrzeugumfeld erkannt. Der Tempomat bestimmt einen Mindestabstand zwischen den beiden fahrenden Fahrzeugen.

**[0006]** Sensoren und Sensorsysteme werden in Fahrerassistenzsystemen regelmäßig eingesetzt, um einem Computer des Fahrerassistenzsystems zu ermöglichen, die aktuelle Fahrsituation zu erfassen. Dabei ist es erforderlich, dass die dazu eingesetzten Sensoren oder Sensorsysteme stets einwandfrei funktionieren. Funktionale Einschränkungen, die in oder an dem Sensorsystem oder dem Sensor ent-

stehen können, werden innerhalb des Fahrzeuges überprüft. Ein Sensorausfall oder dergleichen kann beispielsweise durch einen Bordcomputer in einem Fahrzeug, wie zum Beispiel einem Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen, detektiert und angezeigt werden.

**[0007]** Leider gibt es jedoch weitere Leistungseinschränkungen von Sensoren und Sensorsystemen, die nicht im Sensorsystem oder dem Sensor selbst begründet liegen, sondern aufgrund eines unübersichtlichen oder schwer einsehbaren Fahrzeugumfeldes entstehen. Dabei leidet hauptsächlich die erforderliche Sensorreichweite, die für eine optimale Funktionsweise des Sensorsystems oder des Sensors dringend erforderlich ist. Es kann gefährlich sein, wenn ein Sensor vorhandene Objekte, wie zum Beispiel unbewegliche oder bewegliche Hindernisse, aufgrund eines Sichthindernisses, wie zum Beispiel verursacht durch Regen oder Nebel, nicht detektiert und somit fälschlicherweise eine ungefährliche Fahrsituation suggeriert.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Umfelderkennung eines Fahrzeuges anzugeben, um, insbesondere bei nachteiligen Umwelteinflüssen, die Güte der Fahrzeugsensordaten zu erhöhen und die Entscheidungsbasis für Fahrerentscheidungen zu verbessern.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass In Verbindung mit einem vorliegenden Detektionsergebnis die Kenntnis der tatsächlichen Sensorreichweite entscheidendes Wissen darstellt. Gerade bei wetterbedingten Umwelteinflüssen laufen Sensoren Gefahr, nicht genügend Informationen zu liefern, um eine ausreichende Entscheidungsbasis zu generieren.

**[0010]** Diese Aufgabe wird im Sinne der Erfindung durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gemäß Anspruch 1, ein Computerprogramm gemäß Anspruch 13 und ein Fahrerassistenzsystem gemäß Anspruch 14 gelöst.

**[0011]** Das erfindungsgemäße Verfahren ermittelt anhand zumindest eines am weitesten vom Fahrzeug entfernten und erkannten Objekts eine Mindestsensorreichweite des Fahrzeugsensors. Der Fahrzeugsensor nimmt dazu Bildinformationen von Objekten des Fahrzeugumfeldes des Fahrzeuges auf und aufgrund dieser Bildinformationen werden Objekte im Fahrzeugumfeld erkannt. Die Mindestsensorreichweite bildet eine Abschätzung der tatsächlichen Sensorreichweite, hat aber den Vorteil, dass sie von einem herkömmlichen Fahrzeugsensor, wie zum Beispiel einem Radarsensor oder einer Kamera, ermittelt werden kann. Die Abschätzung wird mit jedem neu erkannten Objekt besser, welches weiter vom Fahrzeug entfernt liegt als die aktuell bekannte Min-

destsensorreichweite groß ist. Daher wird die aktuelle Mindestsensorreichweite auf den Abstand zum neu erkannten Objekt gesetzt. Vorteilhafterweise ist damit ein Fahrerassistenzsystem in die Lage versetzt, auf die Güte der eigenen Sensordaten zu schließen und die Breite der zur Verfügung stehenden Entscheidungsbasis zu erkennen.

**[0012]** Wird in einem Fahrzeugumfeld ein Objekt erkannt, so wird durch eine Ermittlung des Abstandes des Objekts vom den Fahrzeugsensor aufweisenden Fahrzeug ein Mindestwert für die Sensorreichweite angegeben, indem der genannte Abstand mit der Mindestsensorreichweite identifiziert wird. Wie gut diese Abschätzung in Bezug zur tatsächlichen Sensorreichweite wirklich ist, muss dabei nicht ermittelt werden.

**[0013]** Werden hingegen im Fahrzeugumfeld mehrere unterschiedlich weit entfernte Objekte erkannt, so werden auch deren Abstände zum Fahrzeugsensor und damit zum Fahrzeug gemessen. Der größte, ermittelte Abstand wird mit der Mindestsensorreichweite identifiziert. Auch hier ist nicht bekannt, wie groß die tatsächliche Sensoreichweite ist. Die Abschätzung mit dem größten zu einem Objekt gemessenen Abstand, stellt jedoch einen sehr sinnvollen Arbeitswert für eine Mindestsensorreichweite dar.

**[0014]** Bei dem Fahrzeugumfeld handelt es sich beispielsweise um eine Straße vor oder hinter dem Fahrzeug, oder Kreuzungen oder Fahrbahnen aller Art, die in der sogenannten Bodenebene liegen. Zum Fahrzeugumfeld gehören neben der Fahrbahn auch Verkehrsschilder oder Verkehrsregelungselemente, aber auch Landmarken und bewegliche Objekte, wie zum Beispiel andere Fahrzeuge oder dergleichen.

**[0015]** Der Fahrzeugsensor nimmt Bildinformationen von Objekten des Fahrzeugumfeldes auf und leitet diese einer Analyse zu, die in der Regel von einem Computer, beispielsweise einem Bordcomputer eines Fahrzeuges, ausgeführt wird. Nach der Analyse der Bildinformationen erfolgt eine Maßnahme, die als Hilfestellung für den Fahrzeugführer zur Verfügung gestellt wird. Dabei handelt es sich beispielsweise um eine Fahrempfehlung oder eine Sicherheitsmaßnahme, wie zum Beispiel ein Straffen von Sicherheitsgurten, eine Einleitung einer Bremsung oder eine Bremsverstärkung.

**[0016]** Unter der Erkennung eines Objektes wird beispielsweise eine Klassifizierung oder eine Erkennung des Objektes als solches verstanden. Beispielsweise kann ein bewegliches Objekt als ein Fahrzeug eines bestimmten Herstellers und Typs erkannt werden, jedoch ist es möglicherweise ausreichend, wenn eine Klassifizierung als Personenkraftwagen erfolgt. Entsprechendes gilt für nicht bewegliche Objekte, die lediglich im Hinblick auf ihre Zugehörigkeit zu einer

Klasse erkannt werden müssen. Beispielsweise gibt es eine große Vielfalt von an der Straße stehenden Leitpfosten, die als zur Klasse „Leitpfosten“ zugehörig erkannt werden. Dabei ist, zum Beispiel, unerheblich, dass einige Leitpfosten aufgrund ihres farbigen Reflektors eine Abbiegemöglichkeit anzeigen. Ausschlaggebend für eine Erkennung ist in diesem Fall, dass das feststehende Objekt mit hinreichender Sicherheit als Leitpfosten klassifiziert wird.

**[0017]** Vorteilhafterweise beinhaltet das erfindungsgemäße Verfahren den Verfahrensschritt einer Abstandsmessung eines Objektes in Bezug zur aktuellen Position des Fahrzeuges. Es ist vorteilhaft, für eine Mehrzahl von erkannten Objekten den jeweiligen Abstand zu ermitteln, womit insgesamt das Objekt, welches am weitesten vom Fahrzeug entfernt ist, auch als solches erkannt wird. Dabei bilden die Objekte in Verbindung mit ihrer Position Stichproben für die Sensorreichweite im Fahrzeugumfeld, wobei aufgrund der Anzahl eine größere Chance besteht, dass eines der Objekte sehr nahe bei der tatsächlichen Sensoreichweite liegt.

**[0018]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform wird mittels wenigstens einer Objektinformation und dem am weitesten vom Fahrzeug entfernten und erkannten Objekt die Mindestsensorreichweite des Fahrzeugsensors ermittelt. Die Objektinformation ist eine Information, die aufgrund der Erkennung des Objektes herangezogen werden kann, um die Mindestsensorreichweite zu bestimmen. Beispielsweise wird die Objektinformation durch eine elektronische Landkarte, wie zum Beispiel eine Hochgenauenkarte, gebildet, wodurch als Objekt erkannte Landmarken in Bezug zur eigenen Fahrzeugposition ermittelbar sind. In Kombination mit den eigenen Fahrzeugkoordinaten, die beispielsweise von einem Navigationssystem stammen, kann der Abstand des Fahrzeuges zum erkannten Objekt, in diesem Fall die Landmarke, angegeben werden, sofern diese das am weitesten vom Fahrzeug entfernte und erkannte Objekt darstellt. Unter einer Landmarke wird jeder Orientierungspunkt verstanden, der mittels eines Fahrzeugsensors erkennbar ist und den eindeutigen Schluss auf eine eindeutige Koordinate innerhalb der Landkarte, insbesondere einer elektronischen Landkarte, zulässt.

**[0019]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist das am weitesten vom Fahrzeug entfernte und erkannte Objekt ein bewegliches Objekt, insbesondere ein anderes Fahrzeug. Die Abstandsmessung zu einem vorausfahrenden oder einem folgenden Fahrzeug im Bezug zum Fahrzeug des Fahrzeugsensors wird dann typischerweise mittels eines Radar- oder LIDAR-Verfahrens in ausreichend kurzer Zeit durchgeführt, um zeitnah größte Abstände zu den beweglichen Objekten zur Aktualisierung der Mindestsensorreichweite zu ermitteln.

**[0020]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist das am weitesten vom Fahrzeug entfernte und erkannte Objekt ein unbewegliches Objekt. Diese Position kann zum einen über eine Abstandsmessung oder alternativ mittels einer Objektinformation über eine elektronische Landkarte oder eine Hochgenauenkarte, wie sie Navigationssystemen zur Verfügung steht, ermittelt werden. Dabei wird die Position des Fahrzeuges zum Zeitpunkt der Abstandsmessung vom Navigationssystem bestimmt und festgehalten, damit die Position des unbeweglichen Objektes und die Position des Fahrzeuges zur Berechnung der Entfernung beider Positionen verwendbar sind.

**[0021]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist das unbewegliche Objekt ein Verkehrsregelungselement oder eine Landmarke. Grundsätzlich sind alle Marken einsetzbar, die einen Rückschluss auf eine Position, beispielsweise in Form von Koordinaten, zulassen. Alternativ können Verkehrsregelungselemente, wie zum Beispiel Begrenzungspfähle, Leitpfosten, Entfernungsbaken, Fahrstreifenmarkierungen oder dergleichen, sein. Eine Landmarke ist beispielsweise auch ein steil abfallender Hang, ein Hügel oder ein Gewässer. Durch diese große Vielfalt an möglichen unbeweglichen Objekten, ist es auch wahrscheinlicher, dass mehrere für das Verfahren verwendbare Objekte im Fahrzeugumfeld vorhanden sind. Dies trägt zu einer sehr aktuellen Mindestsensorreichweite bei.

**[0022]** Vorteilhafterweise ist das unbewegliche Objekt eine Bodenebene, die ein Objekt darstellt, welches in Bezug zum Fahrzeugsensor mehrere Abstände aufweist. Sofern die Form der Straße ausreichend Informationen zur Beschaffenheit der Bodenebene liefert, beispielsweise bei der Fahrt durch eine Talsohle, kann die Bodenebene Objekte des Fernbereiches im Fahrzeugumfeld ersetzen. Dazu wird anhand der die Bodenebene kennzeichnenden Objektinformation in Betracht gezogen, dass nur der am weitesten entfernte Bereich der Bodenebene für eine Abstandsmessung herangezogen wird.

**[0023]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist die wenigstens eine Objektinformation eine Landkarteninformation. Die Landkarteninformation wird beispielsweise durch Koordinaten der jeweiligen Landkarte gebildet oder erlaubt die Identifikation, also die Erkennung eines unbeweglichen Objektes, über eine Lokalinformation zu der Gegend, in der sich das Fahrzeug aktuell befindet.

**[0024]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist oder beinhaltet eine Erkennung des am weitesten vom Fahrzeug entfernten Objektes eine Klassifizierung des Objektes. Beispielsweise ist die Erkennung dann erfolgt, wenn die Klassifizierung des jeweiligen Objektes möglich ist. Somit ist nicht erforderlich, dass ein vorausfahrendes Fahrzeug als bewegbares

Objekt bis hin zum Modell oder Hersteller erkannt wird. Stattdessen ist möglicherweise eine Klassifizierung in eine der beiden Klassen „Personenkraftwagen“ oder „Lastkraftwagen“ ausreichend, zumal beide Klassen unterschiedliche Kollisionseigenschaften aufweisen.

**[0025]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform wird mittels wenigstens der Objektinformation aus einer Anzahl von erkannten Objekten die Mindestsensorreichweite ermittelt. Wenn erkannt wird, dass im Fahrzeugumfeld eine Anzahl von gleichen Objekten vorliegt, so führt eine geeignete Objektinformation dazu, dass auch eine bestimmte Anordnung der gleichen Objekte vorausgesetzt wird. Von daher ist eine Abstandsmessung oftmals nicht erforderlich. Beispielsweise ist bei Entfernungsbaken als Objekte des Fahrzeugumfeldes stets eine bestimmte Anordnung gegeben, die die Entfernungsbaken definitionsgemäß zum fahrenden Fahrzeug einnehmen. Dies liegt darin begründet, dass sich die Straße mit den seitlich angeordneten Entfernungsbaken, beispielsweise in einer Autobahnausfahrt, vor und hinter dem Fahrzeug erstreckt. Dabei entfällt vorteilhafterweise eine Abstandsmessung, wie sie beispielsweise durch Radarsensoren oder LIDAR-Sensoren erfolgt. Mit der Objektinformation, dass Entfernungsbaken auf einer der beiden Straßenseiten 100 Meter auseinanderliegen, kann über die Anzahl der erkennbaren Entfernungsbaken eine Mindestsensorreichweite unmittelbar angegeben werden. Sind beispielsweise drei Entfernungsbaken zu erkennen, so beträgt die aktuelle Mindestsensorreichweite 200 Meter, bei zwei Entfernungsbaken nur 100 Meter.

**[0026]** Vorteilhafterweise muss der Sensor oder das Sensorsystem nicht den Abstand des Objektes mittels einer physikalischen Methode (Laufzeitunterschied o.ä.) ermitteln, sondern es ist möglich auf einfachere Sensoren, wie zum Beispiel, Monokameras zurückzugreifen.

**[0027]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist die wenigstens eine Objektinformation ein Abstand zwischen Objekten. Da die Leitpfosten zueinander gleich beabstandet sind, also beispielsweise einen definierten Abstand von 50 Metern zueinander einnehmen, kann allein von der Anzahl der erkannten Leitpfosten gefolgert werden, wie groß die aktuelle Mindestsensorreichweite entlang der Straße ist. Geht man von einer Straße aus, die beidseitig mit Leitpfosten versehen ist, so lässt sich aus einer Anzahl von sechs Leitpfosten, die gleichmäßig beidseitig verteilt sind, auf eine Mindestsensorreichweite von 100 Metern schließen. Entsprechend lassen acht Leitpfosten, die sich in vier Paaren an der Straße gegenüberstehen, auf eine Mindestsensorreichweite von 150 Metern schließen. Daher ist es lediglich erforderlich, dass die Anzahl von gleichen und erkannten Objekten in Kombination mit der Objektinformation (im Bei-

spiel: 50 Meter und beidseitig von der Straße verteilt) verknüpft wird, um eine Mindestsensorreichweite anzugeben.

**[0028]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist der Fahrzeugsensor eine Monokamera oder eine Stereokamera. Der Abstand des am weitesten vom Fahrzeug entfernten und erkannten Objektes wird mittels der Bildinformationen einer Mono- oder Stereokamera ermittelt. Insbesondere bei der Verwendung einer Stereokamera, dienen Objektinformationen dazu, eine Entfernungsabfolge festzulegen, sodass eine Abstandsmessung möglicherweise nur für eine geringe Anzahl von erkannten Objekten erforderlich ist, die bereits als entfernte Objekte vorausgewählt werden. Bei einer großen Anzahl von Leitpfosten kann aufgrund deren Anordnung geschlossen werden, welcher der Leitpfosten zur Abstandsmessung herangezogen wird. Als nahe liegende Objekte erkannte Leitpfosten werden zugunsten einer schnelleren Verarbeitungszeit ignoriert.

**[0029]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform wird die Mindestsensorreichweite als kontinuierliches Signal ausgegeben, indem konsekutiv ermittelte Mindestsensorreichweiten gemittelt werden. Ziel ist hierbei, zeitliche Sprünge in der Anzeige der Mindestsensorreichweite zu vermeiden. Aufgrund der Objektabhängigkeit des Verfahrens, können auch nur Mindestsensorreichweiten in Bezug zu erkannten Objekten angegeben werden, sodass die Angabe der Mindestsensorreichweite sprunghaft erfolgen würde. Von daher ist eine Mittelung über eine Anzahl von konsekutiv ermittelten Mindestsensorreichweiten vorteilhaft, um eine Entwicklung, insbesondere eine Verbesserung oder Verschlechterung, der Sichtverhältnisse deutlich zu machen. Dazu muss festgelegt werden, in welchen Zeitintervallen eine Mindestsensorreichweite ermittelt wird, die gegebenenfalls in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Fahrzeuges erfolgt. Zum anderen muss festgelegt werden, wie die Gewichtung der konsekutiv ermittelten Mindestsensorreichweiten erfolgen soll. Beispielsweise werden Mindestsensorreichweiten der Gegenwart stärker gewichtet als Mindestsensorreichweiten vergangener Messungen.

**[0030]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird ein weiterer Fahrzeugsensoren für die Bestimmung der Mindestsensorreichweite verwendet, indem die von den Fahrzeugsensoren bereitgestellten Daten gemeinsam berücksichtigt werden. Insbesondere erfolgt ein Abgleich und bevorzugt eine Fusionierung der Daten, so dass unter Umständen – im Hinblick auf die Entfernungsbestimmung – unvollständige Daten des ersten Sensors, dessen Mindestreichweite bestimmt werden soll, durch die Daten des anderen Sensors ergänzt werden. Insbesondere handelt es sich hierbei um verschiedene Arten von Fahrzeugsensoren. Insbesondere handelt es sich bei dem weiteren Fahrzeugsensor um einen Radarsensor, über

den mit hoher Genauigkeit eine Entfernung zu einem beispielsweise von der Kamera identifizierten Objekt bestimmt werden kann.

**[0031]** Die Aufgabe wird des Weiteren durch ein Computerprogramm gelöst, welches von einem Computer gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Bestimmung der Mindestsensorreichweite eines Fahrzeugsensors ausführbar ist. Heutzutage sind in Fahrzeugen eine Mehrzahl von Computern vorhanden, wie zum Beispiel Bordcomputer, die vorteilhafterweise die Bildinformationen des Fahrzeugsensors im Hinblick auf die Abstandsbestimmung oder die Bestimmung der Anzahl von gleichen, erkannten Objekten, übernehmen. Alternativ wird ein zusätzlicher Computer nachträglich in einem Fahrzeug installiert oder in dieses integriert.

**[0032]** Ferner wird die Aufgabe durch ein Fahrerassistenzsystem zur Erfassung eines Fahrzeugumfeldes mit einem Fahrzeugsensor gelöst, wobei das Fahrerassistenzsystem zur Bestimmung der Mindestsensorreichweite gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen ist. Vorteilhafterweise ist das Fahrerassistenzsystem derart ausgeführt, dass die Mindestsensorreichweite, um dem Fahrzeugführer einen Anhaltspunkt zur Verlässlichkeit seines Fahrzeugsensors zur Verfügung zu stellen, kontinuierlich angezeigt wird. Alternativ trifft das Fahrerassistenzsystem aufgrund der ermittelten Mindestsensorreichweite auch automatisch Vorsichtsmaßnahmen oder Fahrzeugführungsentscheidungen. In letzterem Fall ist das Fahrerassistenzsystem ein System zum hochautomatisierten Fahren (HAF). Hierbei bildet das erfindungsgemäße Verfahren eine Einzelfunktion innerhalb des Fahrerassistenzsystems beziehungsweise des Systems zum hochautomatisierten Fahren ab.

**[0033]** Weitere vorteilhafte Ausbildungen und bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in der Figurenbeschreibung und/oder den Unteransprüchen enthalten.

**[0034]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert. Es zeigen:

**[0035]** Fig. 1A eine Reichweite eines Fahrzeugsensors ohne Sichthindernis,

**[0036]** Fig. 1B eine Reichweite des Fahrzeugsensors aus Fig. 1A bei kleinem Sichthindernis,

**[0037]** Fig. 1C eine Reichweite des Fahrzeugsensors aus Fig. 1A bei einem mittleren Sichthindernis, und

**[0038]** Fig. 1D eine Reichweite des Fahrzeugsensors aus Fig. 1A bei einem großen Sichthindernis.

**[0039]** Die **Fig. 1A** bis **Fig. 1D** demonstrieren die Funktionsweise eines Fahrerassistenzsystems, welches in einem Ausführungsbeispiel das erfindungsgemäße Verfahren zur Umfelderkennung ausführt. Wozu das Fahrerassistenzsystem die ermittelte Mindestsensorreichweite einsetzt, ob diese beispielsweise dem Fahrzeugführer angezeigt oder als Grundlage für andere Maßnahmen eingesetzt wird, ist vom Anwendungsfall abhängig.

**[0040]** **Fig. 1A** zeigt den Fahrzeugsensor **10**, der auf einem (nicht abgebildeten) Fahrzeug installiert ist, wobei das nicht abgebildete Fahrzeug dem Fahrzeug **18** hinterherfährt und mittels des eigenen Fahrerassistenzsystems Kollisionen mit dem anderen Fahrzeug **18** vermeidet. Es bieten sich eine Vielzahl von Objekten **18, 19, 20** an, die im Lichtkegel **11** vorhanden sind. Der Lichtkegel **11** definiert hiermit das Fahrzeugumfeld, welches sich vor dem fahrenden Fahrzeug befindet.

**[0041]** Das Fahrerassistenzsystem erkennt die anderen Fahrzeuge **18, 19** als solche, wobei sich das Fahrzeug **18** für eine Abstandsmessung insofern besser eignet, als dass sich seine Relativposition in Bezug zum Fahrzeugsensor **10** weniger schnell ändert, als beim entgegenkommenden Fahrzeug **19**, obwohl das entgegenkommende Fahrzeug **19**, als solches erkannt, auch noch weiter vom Fahrzeugsensor **10**, das heißt vom Fahrzeug, entfernt ist und sich aufgrund seiner Entfernung zum Fahrzeugsensor **10** besser für eine Abschätzung der Mindestsensorreichweite eignet.

**[0042]** Vorteilhafter ist die Verwendung statischer Objekte, wie zum Beispiel dem Leitpfosten **20**, die sich beidseitig der Straße befinden. Die Leitpfosten **20** sind in Fahrtrichtung 50 Meter voneinander beabstandet, so dass diese sich in zwei Reihen an beiden Straßenrändern erstrecken. Von daher ist eine Bestimmung der Mindestsensorreichweite möglich, indem einer der beiden am weitesten vom Fahrzeug entfernten Leitpfosten **20** im Hinblick auf dessen Abstand zum Fahrzeugsensor **10** ausgemessen wird, um diesen Abstand als Mindestsensorreichweite festzulegen. Diese Vorgehensweise unterscheidet sich nicht zur Mindestreichweitenbestimmung, die vorstehend in Bezug auf die Fahrzeuge **18, 19** beschrieben ist. Von allen gemessenen Abständen wird der größte, nämlich der der beiden Leitpfosten **20** bei 250 Metern, als Mindestsensorreichweite festgelegt.

**[0043]** Alternativ ist in Kenntnis der Objektinformation, dass die Leitpfosten **20** 50 Meter voneinander beabstandet sind, auch ohne eine Abstandsmessung eine Mindestsensorreichweite des Fahrzeugsensors ermittelbar. Dies geschieht durch die Ermittlung der Anzahl der im Lichtkegel **11** befindlichen Leitpfosten **20**. Diese Anzahl beträgt zehn, wobei die Hälfte jeweils auf einen Straßenrand entfällt. Zehn

Leitpfosten **20** begrenzen somit in Fahrtrichtung genau 200 Meter, die man als Mindestsensorreichweite festlegt.

**[0044]** Die tatsächliche Reichweite des Fahrzeugsensors **10** dürfte etwa bei 250 Metern liegen, wobei jedoch mangels Objekten keine bessere Abschätzung als eine Mindestsensorreichweite von 200 Metern (im Falle der Ermittlung per Anzahl) oder eine Mindestsensorreichweite (bei Verwendung einer Abstandsbestimmung) von ungefähr 240 Metern ergibt.

**[0045]** **Fig. 1B** bildet die gleiche Situation, wie in **Fig. 1A** ab, wobei ein kleines Sichthindernis **15**, beispielsweise in Form eines Nebels oder dergleichen, die Sensorreichweite des Fahrzeugsensors **10** begrenzt. Somit sind lediglich acht Leitpfosten **20** zu erkennen, womit eine Mindestsensorreichweite unter Verwendung der Anzahl der Leitpfosten **20** von 150 Metern ermittelt wird und unter Verwendung der Abstandsmessung eine Mindestsensorreichweite von ungefähr 190 Metern.

**[0046]** Die Achse S symbolisiert die Entfernung entlang der befahrenden Straße für alle Figuren.

**[0047]** Alternativ oder ergänzend zu der Auswertung der Bildinformationen an sich zur Bestimmung der Mindestsensorreichweite werden vorzugsweise ergänzend Daten eines weiteren Fahrzeugsensors, insbesondere eines Radarsensors herangezogen. Über diesen wird die Entfernung des jeweiligen von dem ersten Fahrzeugsensor **10** (Kamera) identifizierten Objekts bestimmt und dadurch die Mindestsensorreichweite ermittelt. Es erfolgt daher ein Abgleich und eine Fusion der Datensätze des Kamerasensors und des Radarsensors.

**[0048]** In **Fig. 1C** und **Fig. 1D** liegt jeweils ein mittleres Sichthindernis **16** beziehungsweise ein großes Sichthindernis **17** vor, sodass die Option der Mindestsensorreichweitenermittlung basierend auf dem Fahrzeug **19** entfällt, jedoch das Fahrzeug **18** und die verbleibenden Leitpfosten **20** zur Mindestsensorreichweitenermittlung herangezogen werden können. Basierend auf der Alternative gemäß Anzahl liegt die Mindestsensorreichweite in **Fig. 1C** und **Fig. 1D** bei 100 Metern beziehungsweise 50 Metern. Bei Abstandsmessung des am weitesten vom Fahrzeug entfernten Leitpfosten **20** bei 140 Metern beziehungsweise bei 90 Metern.

**[0049]** Mögliche vom Fahrerassistenzsystem eingeleitete Aktionen bei geringer Mindestsensorreichweite beinhalten beispielsweise, dass es für die eine oder andere Fahrerentscheidung eine Funktionswarnung oder Abschaltung erfolgt. Beim HAF ist beispielsweise der Geschwindigkeitsbereich einschränkbar oder das Fahrerassistenzsystem wird ganz abgeschaltet, wobei das Fahrzeug angehalten

oder die Fahrzeugführung an den Fahrzeugführer zurückgegeben wird.

**[0050]** Aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht nun die Möglichkeit die Güte der Sensordaten besser zu beurteilen, womit Funktionen, die auf diesen Daten beruhen entsprechend eingeschränkt oder deaktiviert werden können.

**[0051]** Zusammenfassend betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erfassung eines Fahrzeugumfeldes **11, 12, 13, 14** mithilfe eines Fahrzeugsensors **10**, wobei der Fahrzeugsensor **10** Bildinformationen von Objekten eines Fahrzeugumfeldes **11, 12, 13, 14** eines Fahrzeuges aufnimmt und aufgrund der Bildinformationen Objekte **18, 19, 20** im Fahrzeugumfeld **11, 12, 13, 14** erkannt werden. Die Verlässlichkeit der Sensorinformation wird dadurch verbessert, dass anhand zumindest eines am weitesten vom Fahrzeug entfernten und erkannten Objekts **18, 19, 20** eine Mindestsensorreichweite des Fahrzeugsensors **10** ermittelt wird. Daran ist weiter vorteilhaft, dass sich dieses Verfahren als Computerprogramm in einem Fahrerassistenzsystem umsetzen lässt.

#### Bezugszeichenliste

- A** Mindestsensorreichweite von circa 200/240 Metern ohne Sichthindernis
- B** Mindestsensorreichweite von circa 150/190 Metern bei kleinem Sichthindernis
- C** Mindestsensorreichweite von circa 100/140 Metern bei mittlerem Sichthindernis
- D** Mindestsensorreichweite von circa 50/90 Metern bei großem Sichthindernis
- S** Abstandsachse
- 10** Fahrzeugsensor
- 11** Strahlenkegel ohne Sichthindernis / Fahrzeugumfeld
- 12** Strahlenkegel mit kleinem Sichthindernis / Fahrzeugumfeld
- 13** Strahlenkegel mit mittlerem Sichthindernis / Fahrzeugumfeld
- 14** Strahlenkegel mit großem Sichthindernis / Fahrzeugumfeld
- 15** kleines Sichthindernis
- 16** mittleres Sichthindernis
- 17** großes Sichthindernis
- 18** erstes Fahrzeug / bewegliches Objekt
- 19** zweites Fahrzeug / bewegliches Objekt
- 20** Leitpfosten / Verkehrsregelungselement

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 0330149 B1 [0003]
- DE 102010019291 A1 [0004]
- US 5454442 A [0005]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Erfassung eines Fahrzeugumfeldes (**11, 12, 13, 14**) mithilfe eines Fahrzeugsensors (**10**), wobei der Fahrzeugsensor (**10**) Bildinformationen von Objekten (**19, 18, 20**) des Fahrzeugumfeldes (**11, 12, 13, 14**) eines Fahrzeuges aufnimmt und aufgrund der Bildinformationen Objekte (**19, 18, 20**) im Fahrzeugumfeld (**11, 12, 13, 14**) erkannt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass anhand zumindest eines am weitesten vom Fahrzeug entfernten und erkannten Objekts (**18, 19, 20**) eine Mindestsensorreichweite des Fahrzeugsensors (**10**) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei mittels wenigstens einer Objektinformation und dem am weitesten vom Fahrzeug entfernten und erkannten Objekt (**18, 19, 20**) die Mindestsensorreichweite des Fahrzeugsensors (**10**) ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das am weitesten vom Fahrzeug entfernte und erkannte Objekt (**18, 19**) ein bewegliches Objekt (**18, 19**), insbesondere ein anderes Fahrzeug (**18, 19**), oder ein unbewegliches Objekt (**20**) ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das unbewegliche Objekt (**20**) ein Verkehrsregelungselement (**20**) oder eine Landmarke ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Objektinformation eine Landkarteninformation ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Erkennung des am weitesten vom Fahrzeug entfernten Objekts (**20**) eine Klassifizierung des Objekts ist oder beinhaltet.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei mittels wenigstens der Objektinformation aus einer Anzahl von erkannten Objekten (**20**) die Mindestsensorreichweite ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die wenigstens eine Objektinformation ein Abstand zwischen Objekten (**20**) ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Fahrzeugsensor (**10**) eine Monokamera oder eine Stereokamera ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mindestsensorreichweite als kontinuierliches Signal ausgegeben wird, indem konsekutiv ermittelte Mindestsensorreichweiten gemittelt werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Daten eines weiteren Fahrzeug-

sensors zur Bestimmung der Mindestsensorreichweite verarbeitet werden, insbesondere mit denen des Fahrzeugsensors fusioniert werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei es sich bei dem weiteren Fahrzeugsensor um einen Radarsensor handelt.

13. Computerprogramm, wobei das Computerprogramm von einem Computer gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Bestimmung der Mindestsensorreichweite eines Fahrzeugsensors (**10**) ausführbar ist.

14. Fahrerassistenzsystem zur Erfassung eines Fahrzeugumfeldes (**11, 12, 13, 14**) mit einem Fahrzeugsensor (**10**), wobei das Fahrerassistenzsystem zur Bestimmung der Mindestsensorreichweite gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

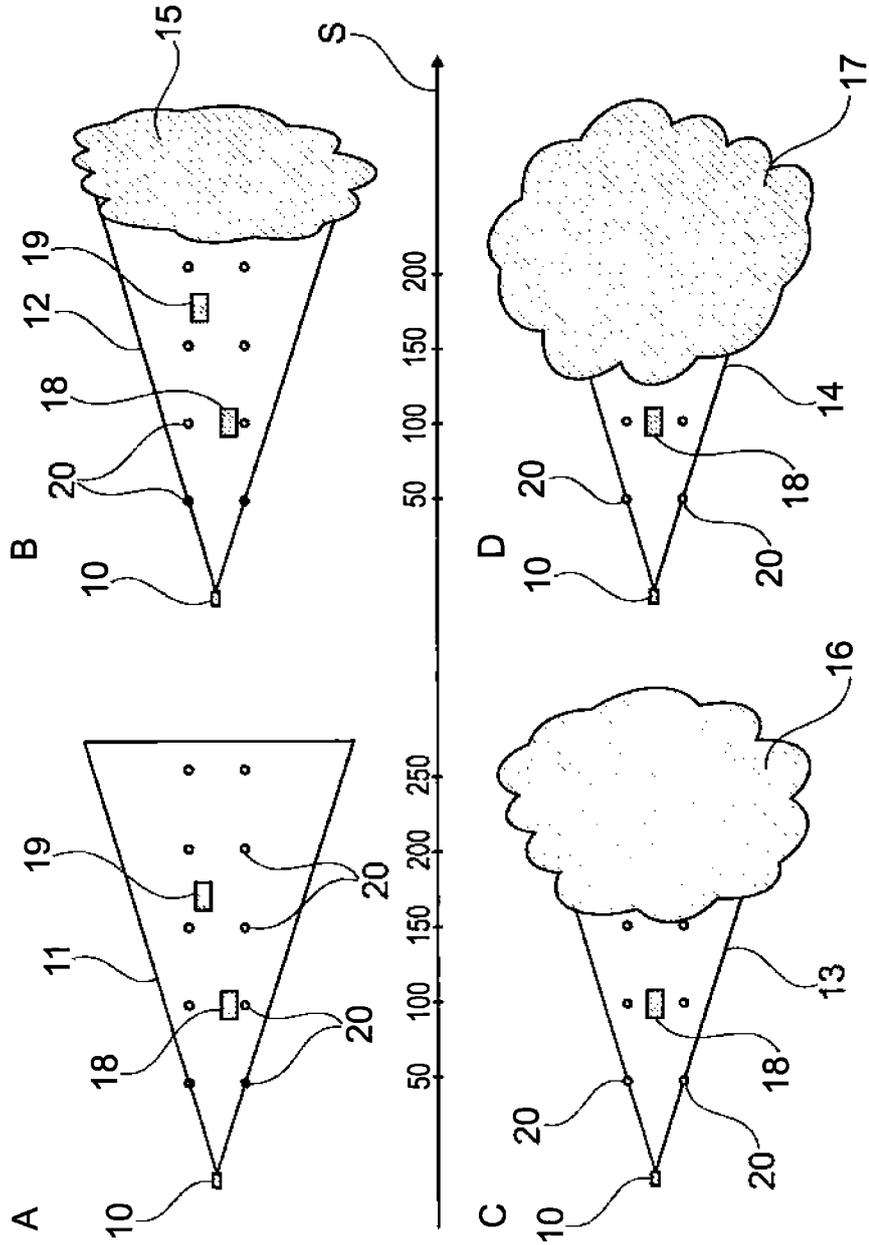


Fig. 1