



(10) **DE 10 2015 201 764 A1** 2016.08.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 201 764.8**

(22) Anmeldetag: **02.02.2015**

(43) Offenlegungstag: **04.08.2016**

(51) Int Cl.: **B60Q 1/08** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Volkswagen Aktiengesellschaft, 38440 Wolfsburg,
DE**

(72) Erfinder:

**Krahnstöver, Anna Zoé, 30177 Hannover, DE;
Thomschke, Sebastian, 38104 Braunschweig, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

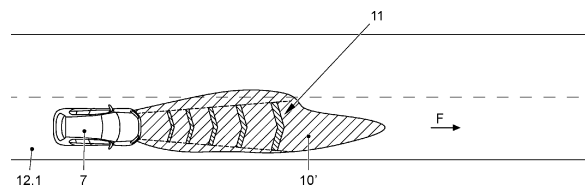
DE	100 34 381	A1
DE	101 34 594	A1
DE	10 2005 051 049	A1
DE	10 2008 061 747	A1
DE	10 2009 009 472	A1
DE	10 2010 034 853	A1
DE	10 2011 119 923	A1
DE	10 2012 214 873	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Fahrerassistenzsystem zum Erzeugen einer Lichtverteilung durch ein Fahrzeug zur Ausgabe einer Fähranweisung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer Lichtverteilung (10') durch ein Fahrzeug (7), wobei die Ist-Geschwindigkeit (v_{Fzg}) des Fahrzeugs (7) erfasst wird, Daten über die Umgebung des Fahrzeugs (7) detektiert werden und in Abhängigkeit von den erfassten Daten eine Soll-Geschwindigkeit erzeugt wird. Die Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit (v_{Fzg}) und Soll-Geschwindigkeit wird bestimmt und ein Fähranweisungssignal zum Erreichen der Soll-Geschwindigkeit wird erzeugt. In Abhängigkeit von dem Fähranweisungssignal wird eine Lichtverteilung (10') auf einer von dem Fahrzeug (7) befahrenen Fahrspur (12.1) erzeugt, wobei die Lichtverteilung (10') zumindest ein Lichtsymbol (11) umfasst, das sich relativ zum Fahrzeug (7) bewegt. Die Erfindung betrifft ferner ein Fahrerassistenzsystem (6) für ein Fahrzeug (7) zur Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer Lichtverteilung durch ein Fahrzeug. Die Erfindung betrifft ferner ein Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug.

[0002] Es ist bekannt, Fahrzeuge mit verschiedenen Fahrerassistenzsystemen auszustatten, welche den Fahrer beim Fahren des Fahrzeugs unterstützen. Solche Fahrerassistenzsysteme sollen insbesondere das Umfeld des Fahrzeugs erfassen und interpretieren, um gefährliche Situationen, insbesondere solche, die mit einer Kollisionsgefahr verbunden sind, frühzeitig zu erkennen und den Fahrer bei seinen Fahrmanövern zu unterstützen. Dabei besteht insbesondere bei unangepasster Geschwindigkeit und nicht ausreichendem Abstand etwa zu vorausfahrenden Fahrzeugen eine besonders hohe Gefahr, mit einem Hindernis auf der befahrenen Strecke zu kollidieren.

[0003] Durch Fahrerassistenzsysteme soll der Fahrer dabei unterstützt werden, gefährliche Situationen nach Möglichkeit ganz zu vermeiden. Unter einem Fahrerassistenzsystem wird eine Einrichtung eines Fahrzeugs verstanden, welche den Fahrer beim Fahren des Fahrzeugs unterstützt. Fahrerassistenzsysteme umfassen somit sowohl reine Informationssysteme, welche den Fahrer unterstützen, als auch Einrichtungen, welche automatisch die Fortbewegung des Fahrzeugs beeinflussen, wobei sie die Funktion solcher Einrichtungen regeln können oder in die Funktion eingreifen können.

[0004] Fahrerassistenzsysteme können verschiedene Sicherheitsfunktionen erfüllen. Bei einem Informationssystem werden dem Fahrer über das Fahrerassistenzsystem Informationen ausgegeben, die den Fahrer in der Art und Weise, wie er das Fahrzeug fortbewegt, beeinflussen. In einem höheren Grad der Automatisierung können Sicherheitsfunktionen auch aktiv und automatisch in die Funktion der Einrichtungen eingreifen, welche die Fortbewegung des Fahrzeugs beeinflussen. Beispielsweise kann in die Lenkung des Fahrzeugs oder die Beschleunigung insbesondere präventiv eingegriffen werden.

[0005] Durch die Hinweise, welche vom Fahrerassistenzsystem ausgegeben werden, wird der Fahrer des Fahrzeugs auf bestimmte Gefahren aufmerksam gemacht. Dies erhöht die Sicherheit beim Fahren des Fahrzeugs. Bei solchen Sicherheitsfunktionen des Fahrerassistenzsystems behält der Fahrer insbesondere stets die volle Kontrolle und Verantwortung über die Fahrsituation, wird dabei jedoch unterstützt und damit entlastet.

[0006] Es sind beispielsweise Systeme zur automatischen Regelung der Geschwindigkeit eines Fahr-

zeugs bekannt, bei denen die Geschwindigkeit automatisch so angepasst wird, dass stets ein ausreichender Sicherheitsabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug eingehalten wird.

[0007] Bei dem in der DE 10 2009 009 472 A1 beschriebenen Fahrerassistenzsystem werden Objekte im Umfeld des Fahrzeugs detektiert. Bei Kollisionsgefahr wird eine Lichtemission erzeugt, die dem Fahrer zu einer Ausweichrichtung rät. Dabei kann auch eine vor dem Fahrzeug liegende Kurve als Gefahrenstelle erkannt werden. In diesem Fall werden innerhalb des Lichtkegels des Fahrzeugs Markierungen auf die Fahrbahn projiziert, deren Abstand zueinander vom Abstand zur Gefahrenstelle abhängt.

[0008] Die DE 10 2010 034 853 A1 beschreibt ein Kraftfahrzeug mit Digitalprojektoren zum Projizieren einer graphischen oder schriftbildlichen Information. Dabei kann beispielsweise eine Geschwindigkeitsbegrenzung oder eine Richtungsinformation dargestellt werden, etwa in Form des Bildes eines Verkehrszeichens.

[0009] Die DE 10 2012 214 873 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Darstellen einer Fahrhinweisung für den Fahrer eines Fahrzeugs. Insbesondere soll der Fahrer bei Unterschreitung einer Sollgeschwindigkeit zum Beschleunigen angeregt werden, bzw. zu Abbremsen bei einer Überschreitung der Sollgeschwindigkeit. Dazu wird mit den Mitteln der erweiterten Realität eine Darstellung ins Auge des Fahrers projiziert, z.B. mittels eines Head-up-Displays. Dargestellt werden virtuelle, vor dem Fahrzeug befindliche Linien, die sich auf den Fahrer zu oder von ihm wegbewegen, um ihn zum Bremsen bzw. zum Beschleunigen aufzufordern.

[0010] Bei dem in der DE 10 2008 061 747 A1 beschriebenen Verfahren wird anhand eines Fahrhinweises eine Lichtverteilung erzeugt. Bei einem Hinweis zur Verringerung der Geschwindigkeit wird die Längsausdehnung der Lichtverteilung verkürzt, ein Muster projiziert oder die Lichtverteilung farbig eingefärbt. Der Fahrhinweis kann auch z.B. anhand von Kartendaten erzeugt werden und etwa von einer Höchstgeschwindigkeit oder einem Kurvenradius auf der Strecke abhängig erzeugt werden.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Fahrerassistenzsystem bereitzustellen, durch die der Fahrer eines Fahrzeugs bei der Längsführung des Fahrzeugs unterstützt wird.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Fahrerassistenzsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen

gen und Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0013] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Ist-Geschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst. Ferner werden Daten über die Umgebung des Fahrzeugs detektiert und in Abhängigkeit von den erfassten Daten wird eine Soll-Geschwindigkeit erzeugt. Die Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit wird bestimmt und ein Fahrmanweisungssignal zum Erreichen der Soll-Geschwindigkeit wird erzeugt. In Abhängigkeit von dem Fahrmanweisungssignal wird eine Lichtverteilung auf einer von dem Fahrzeug befahrenen Fahrspur erzeugt, wobei die Lichtverteilung zumindest ein Lichtsymbol umfasst, das sich relativ zum Fahrzeug bewegt.

[0014] Das erfindungsgemäß erzeugte Fahrmanweisungssignal dient zur Steuerung der Erzeugung der Lichtverteilung, wobei der Inhalt einer vom Fahrerassistenzsystem erzeugten Fahrmanweisung ausgegeben wird. Insbesondere umfasst es Informationen darüber, ob die Ist- von der Soll-Geschwindigkeit abweicht und welche Maßnahmen der Fahrer des Fahrzeugs einleiten soll. Insbesondere wird darauf hingewiesen, dass eine Beschleunigung oder ein Abbremsen des Fahrzeugs vorgenommen werden soll. Ferner kann dargestellt werden, wie stark diese Geschwindigkeitsänderung erfolgen soll. Da die Lichtverteilung in Abhängigkeit von dem Fahrmanweisungssignal erzeugt wird, können diese Informationen in die Gestaltung der Lichtverteilung einfließen und vom Fahrer erfasst werden.

[0015] Die Soll-Geschwindigkeit wird erfindungsgemäß anhand der erfassten Daten über die Umgebung des Fahrzeugs erzeugt. Zu diesen Daten können beispielsweise Informationen über andere Verkehrsteilnehmer gehören, etwa deren Abstand und Geschwindigkeit relativ zum Fahrzeug. Ferner können Informationen über die Beschaffenheit der befahrenen Strecke erfasst und ausgewertet werden, z.B. Geschwindigkeitsbeschränkungen, ein kurviger Streckenverlauf, eine vor dem Fahrzeug liegende Kuppe oder ein anderweitig schlecht einsehbarer Bereich, der Kraftschluss zwischen den Reifen und dem Straßenbelag, die Art der befahrenen Straße und/oder weitere Daten. Das Fahrerassistenzsystem bestimmt hieraus eine Soll-Geschwindigkeit, bei der das Fahrzeug in der gegebenen Verkehrssituation und Umgebung sicher gefahren werden kann.

[0016] Im nächsten Schritt wird die Differenz zwischen der erfassten Ist-Geschwindigkeit und der erzeugten Soll-Geschwindigkeit bestimmt und daraus ermittelt, ob der Fahrer eine Verzögerung oder eine Beschleunigung des Fahrzeugs durchführen soll. Dies ist z.B. die Fahrmanweisung im Sinne der Erfindung. Anhand des Ergebnisses dieser Bewertung wird ein Fahrmanweisungssignal erzeugt und abhän-

gig davon wird eine Lichtverteilung erzeugt, die dem Fahrer den Inhalt der Fahrmanweisung signalisiert.

[0017] Als Signal dient insbesondere zumindest ein Lichtsymbol innerhalb der Lichtverteilung, das sich relativ zum Fahrzeug bewegt und dem Fahrer damit anzeigt, welche Maßnahmen er ergreifen soll. Insbesondere wird als Lichtsymbol eine optisch oder visuell erfassbare Markierung bezeichnet, die mithilfe eines im ersten Fahrzeug angeordneten Scheinwerfersystems auf der Fahrbahn erzeugt wird. Diese Projektion erfolgt erfindungsgemäß dynamisch, verändert sich also mit der Zeit. Beispielsweise zeigt eine Bewegung vom Fahrzeug weg an, dass eine Beschleunigung durchgeführt werden soll. Beispielsweise bewegt sich das Lichtsymbol vom Fahrzeug weg, so dass der Fahrer sein Fahrzeug beschleunigt, indem er versucht, dem schnelleren Lichtsymbol zu folgen und eine Anpassung an die vorgegebene Geschwindigkeit vorzunehmen. Umgekehrt signalisiert ein sich auf das Fahrzeug zu bewegendes Lichtsymbol, dass eine Verzögerung durchgeführt werden soll.

[0018] Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs soll insbesondere dann angepasst werden, wenn die Fahrt bei der aktuellen Geschwindigkeit nicht sicher ist, das heißt, wenn die Wahrscheinlichkeit einer Kollision hoch ist. Die Gefahr einer Kollision besteht insbesondere dann, wenn der Sicherheitsabstand zu vorausfahrenden Fahrzeugen unterschritten wird. Durch die Lichtverteilung wird angezeigt, wie die Geschwindigkeit angepasst werden soll, um eine sichere Fahrt zu gewährleisten. Der Fahrer des Fahrzeugs kann daher durch das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhafterweise Informationen darüber erfassen, wie er die Längsführung des Fahrzeugs anpassen soll.

[0019] Da die Lichtverteilung auf der Fahrbahn auch für andere Verkehrsteilnehmer sichtbar ist, können andere Verkehrsteilnehmer darüber informiert werden, dass sich in ihrer Nähe ein anderes Fahrzeug befindet und dass von diesem eine Änderung der Geschwindigkeit zu erwarten ist. Die anderen Verkehrsteilnehmer erhalten ferner einen Hinweis darauf, ob sich der Fahrer des betreffenden Fahrzeugs einer Gefahrensituation bewusst ist und welche Gegenmaßnahmen ihm angezeigt werden. Auf diese Weise können die anderen Verkehrsteilnehmer ihr eigenes Verhalten anpassen, um eine Gefahrensituation zu vermeiden. Diese kooperative Funktion der Erzeugung einer Lichtverteilung auf der Fahrbahn kann auch von anderen, automatischen Systemen genutzt werden, mittels derer eine automatische Kommunikation zwischen Fahrzeugen stattfindet. Beispielsweise kann die Lichtverteilung als Ausgabe einer automatischen Abstands- und Geschwindigkeitsregelung erfolgen und anderen Fahrzeugen signalisieren, ob das Fahrzeug in Kürze eine Beschleunigung oder eine Bremsung durchführen wird.

[0020] Bei einer Ausgestaltung der Erfindung bewegt sich das erzeugte Lichtsymbol ferner relativ zur Fahrspur. Die Lichtverteilung ist dadurch weder relativ zur Fahrspur noch relativ zum Fahrzeug stationär und signalisiert dem Fahrer des Fahrzeugs so in vorteilhafter Weise eine durchzuführende Maßnahme zur Regulierung der Längsführung.

[0021] In einer Weiterbildung der Erfindung wird das zumindest eine Lichtsymbol dadurch erzeugt, dass zumindest ein Bereich mit einer gegenüber der Umgebung des Lichtsymbols höheren Lichtintensität und/oder anderen Farbe erzeugt wird. Das zumindest eine Lichtsymbol hebt sich dabei vorteilhafterweise von der Umgebung durch seine Lichtcharakteristik ab, d.h. es wird ein Kontrast auf der Fahrbahnoberfläche erzeugt, wo das Lichtsymbol dargestellt wird. Der Fahrer kann das Lichtsymbol somit leicht erfassen.

[0022] Diese Erzeugung des Lichtsymbols auf der Fahrbahn kann unabhängig von anderen vom Fahrzeug erzeugten Lichtverteilungen geschehen. Beispielsweise können die Scheinwerfer des Fahrzeugs die Fahrbahn beleuchten und damit eine Ausgangslichtverteilung erzeugen. Beispielsweise kann eine Abblendlichtfunktion die Ausgangslichtverteilung erzeugen, aber auch eine Fernlichtfunktion, insbesondere eine maskierte Dauerfernlichtfunktion, kann eine solche Ausgangslichtverteilung erzeugen. Besteht eine solche Ausgangslichtverteilung, so wird die Lichtverteilung derart erzeugt, dass der Fahrer das Lichtsymbol auch auf der von den Scheinwerfern beleuchteten Fläche durch einen Kontrast der Intensität und/oder der Farbe erfassen kann. Umgekehrt kann die Lichtverteilung auch erzeugt werden, wenn die Scheinwerfer die Fahrbahn nicht beleuchten.

[0023] Die höhere Lichtintensität kann beispielsweise durch eine gegenüber der Umgebung des Lichtsymbols erhöhte Lichtreflexion, welche durch Lichtbündelung auf eine bestimmte Stelle auf der Fahrbahn hervorgerufen wird, insbesondere durch Laserprojektion, erreicht werden. Der Bereich der erfindungsgemäß erzeugten Lichtverteilung erscheint dann vorteilhafterweise heller als die Umgebung.

[0024] Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigen zumindest zwei verschiedene Farben des Lichtsymbols an, ob eine Beschleunigung oder eine Verzögerung erfolgen soll. Es können etwa zwei Farben definiert werden, welche diese Fahrhinweise anzeigen, beispielsweise Rot und Grün. So kann der Fahrer vorteilhafterweise schnell erfassen, welche Maßnahme er ergreifen muss, um die Soll-Geschwindigkeit zu erreichen. Insbesondere die Farben Rot und Grün sind im Straßenverkehr als Signalfarben verbreitet, durch die dem Fahrer angezeigt wird, ob ein Fahrmanöver in eine bestimmte Richtung oder in einem bestimmten Bereich sicher

oder unsicher ist. Rot wird in der Regel mit einer Gefahr assoziiert.

[0025] Der Fahrer wird die rote Markierung daher als Aufforderung zum Bremsen interpretieren. Eine farbige, insbesondere rote, Markierung kann dabei vorteilhafterweise auch tagsüber gut wahrgenommen werden.

[0026] Bei einer Ausbildung weist die Lichtverteilung im Bereich des zumindest einen Lichtsymbols eine periodische Änderung der Lichtintensität und/oder der Farbe auf, wobei die Frequenz der Änderung von dem Fahrhinweisungssignal abhängig ist. Erfindungsgemäß verändert sich die Lichtverteilung in Abhängigkeit von der Zeit. Es handelt sich somit um eine dynamische Lichtverteilung. Die Möglichkeiten, dem Fahrer mittels der Lichtverteilung Informationen anzuzeigen werden dadurch gegenüber einer stationären Darstellung erweitert. Beispielsweise kann sich die Intensität und/oder die Farbe des Lichts in einem Bereich der Lichtverteilung periodisch ändern, etwa blinken, was die Aufmerksamkeit des Fahrers in vorteilhafter Weise verstärkt auf die Lichtverteilung lenkt. Durch die Frequenz der Änderung, etwa die Blinkfrequenz, kann der Fahrer etwa erkennen, wie stark der signalisierte Eingriff in die Längsführung des Fahrzeugs durchgeführt werden soll. Insbesondere kann eine hohe Frequenz, also etwa schnelles Blinken, als starke Bremsung oder Beschleunigung des Fahrzeugs interpretiert werden.

[0027] Bei einer Ausgestaltung der Erfindung hängt die Geschwindigkeit des zumindest einen Lichtsymbols relativ zum Fahrzeug von der Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit des Fahrzeugs ab. Der Informationsgehalt der Lichtverteilung wird dadurch vorteilhafterweise erhöht. Dem Fahrer wird signalisiert, wie groß die erforderliche Geschwindigkeitsänderung ist, indem die Geschwindigkeit des Lichtsymbols relativ zum Fahrzeug angepasst wird. Beispielsweise kann ein sich schnell vom Fahrzeug weg bewegendes Lichtsymbol signalisieren, dass das Fahrzeug stark beschleunigt werden soll. Umgekehrt kann ein sich langsam zum Fahrzeug hin bewegendes Lichtsymbol dem Fahrer mitteilen, dass er sanft verzögern soll.

[0028] Bei einer Weiterbildung hängt die Größe des zumindest einen Lichtsymbols von der Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit und/oder vom Abstand des Lichtsymbols zum Fahrzeug ab. Auf diese Weise können vorteilhafterweise differenzierte Informationen über die Fahrhinweisung ausgegeben und vom Fahrer erfasst werden. Insbesondere kann der Fahrer anhand der Größe des Lichtsymbols die Dringlichkeit und Intensität der vorzunehmenden Anpassung in der Längsführung des Fahrzeugs erfassen. Beispielsweise wird ein groß dargestelltes Lichtsymbol mit höherer Priorität wahr-

genommen als ein kleineres. Da typischerweise eine stärkere Geschwindigkeitsänderung größeren Einfluss auf die Sicherheit der Fahrt hat als eine kleinere Anpassung, kann etwa die Größe des Lichtsymbols umso größer sein, je stärker der Fahrer das Fahrzeug beschleunigen oder abbremsen soll. Die Größe des Lichtsymbols kann auch vom Abstand vom Fahrzeug abhängen. Beispielsweise kann es mit zunehmendem Abstand kleiner werden.

[0029] In einer Ausbildung wird die Lichtverteilung unabhängig von einer Ausgangslichtverteilung erzeugt, die von einer Einrichtung des Fahrzeugs erzeugt werden kann. Beispielsweise können die Scheinwerfer des Fahrzeugs die Fahrbahn beleuchten und damit die Ausgangslichtverteilung erzeugen. Beispielsweise kann eine Abblendlichtfunktion die Ausgangslichtverteilung erzeugen, aber auch eine Fernlichtfunktion, insbesondere eine maskierte Dauerfernlichtfunktion, kann eine solche Ausgangslichtverteilung erzeugen. Besteht eine solche Ausgangslichtverteilung, so wird die Lichtverteilung derart erzeugt, dass der Fahrer das Lichtsymbol auch auf der von den Scheinwerfern beleuchteten Fläche durch einen Kontrast der Intensität und/oder der Farbe erfassen kann. Umgekehrt kann die Lichtverteilung auch erzeugt werden, wenn die Scheinwerfer die Fahrbahn nicht beleuchten. In diesem Fall trägt allein das Umgebungslicht zur gesamten Lichtverteilung auf der Fahrbahn bei.

[0030] Bei einer Weiterbildung umfassen die erfassten Daten über die Umgebung des Fahrzeugs Daten über zumindest ein zweites Fahrzeug. Dadurch kann vorteilhafterweise eine geeignete Fahranweisung erzeugt werden, wobei andere Verkehrsteilnehmer in die Bewertung der Verkehrssituation einbezogen werden. Insbesondere kann der Abstand und/oder die Relativgeschwindigkeit zu einem vorausfahrenden Fahrzeug erfasst werden. Die Erfassung des Abstands ermöglicht dem erfindungsgemäßen System in vorteilhafter Weise zu bestimmen, ob der erforderliche Sicherheitsabstand zu dem zweiten Fahrzeug eingehalten werden kann. Bei der Erfassung der Relativgeschwindigkeit des ersten Fahrzeugs zum zweiten Fahrzeug kann erkannt werden, ob sich das Fahrzeug dem zweiten Fahrzeug nähert und sich somit der Abstand verringert.

[0031] Insbesondere erlaubt die Kombination der Relativgeschwindigkeit mit dem Abstand eine genaue Bestimmung der Fahranweisung, mittels derer ein sicheres Fahren gewährleistet wird. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Fahrzeug mit dem erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystem eine höhere Geschwindigkeit aufweist als das vorausfahrende zweite Fahrzeug. Sowohl der Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Fahrzeug, als auch die Relativgeschwindigkeit der beiden Fahrzeuge zueinander stellt dabei eine Beziehung zwischen

den beiden Fahrzeugen dar. Der erforderliche Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen wächst mit der Geschwindigkeit an, da sich der Bremsweg bei höherer Geschwindigkeit verlängert.

[0032] In einer Weiterbildung umfassen die erfassten Daten über die Umgebung des Fahrzeugs Daten über den in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug liegenden Streckenverlauf und/oder verkehrsrechtliche Anordnungen. Vorteilhafterweise kann die Fahranweisung dadurch an die befahrene Strecke angepasst werden. Die Daten können insbesondere von einem Navigationssystem des Fahrzeugs stammen. Insbesondere kann anhand geographischer Daten bestimmt werden, ob vor dem Fahrzeug eine Kurve liegt oder ob der Streckenbereich schlecht einsehbar ist. Ferner können Daten über die Verkehrssituation erfasst werden, etwa zu einem Stau, auf den das Fahrzeug zufährt. Daten über verkehrsrechtliche Anordnungen können einerseits mit den geographischen Daten über die Strecke verknüpft sein, andererseits können auch Straßenschilder, Fahrbahnmarkierungen und andere Verkehrszeichen durch Einrichtungen des Fahrzeugs, beispielsweise eine Kamera, erfasst werden. Bestimmungen, wie etwa Geschwindigkeitsbeschränkungen, Überholverbote oder Richtgeschwindigkeiten können so bei der Erzeugung der Fahranweisung berücksichtigt werden.

[0033] Bei einer Ausführung umfasst das Fahranweisungssignal einen Hinweis für eine Verzögerung des Fahrzeugs vor einem in Fahrtrichtung befindlichen Hindernis, am Ende der von dem Fahrzeug befahrenen Fahrspur und/oder an einer Kurve. Ein solches Hindernis kann das oben genannte Stauende sein, aber auch beispielsweise eine vor dem Fahrzeug befindliche Lichtsignalanlage, ein Fußgänger- oder Bahnübergang, ein als besondere Gefahrenstelle gekennzeichnete Bereich oder ein für die Durchfahrt gesperrter Bereich. Ferner kann es angebracht sein, die Geschwindigkeit zu verringern, bevor die vom Fahrzeug befahrene Fahrspur endet, etwa wenn eine Fahrspur auf einer Autobahn gesperrt wird.

[0034] Bei einer weiteren Ausführung umfasst das Fahranweisungssignal einen Hinweis für eine Beschleunigung des Fahrzeugs am Ende der von dem Fahrzeug befahrenen Fahrspur. Dies kann insbesondere dann erforderlich sein, um einen Fahrspurwechsel sicher durchführen zu können, insbesondere bei der Auffahrt auf eine mehrspurige Straße. Der hierfür vorgesehene Beschleunigungsstreifen kann dabei typischerweise nur für begrenzte Zeit befahren werden. Am Ende dieser Fahrspur muss der Fahrer das Fahrzeug daher auf eine geeignete Geschwindigkeit beschleunigt haben, um sich sicher in den Verkehrsfluss auf der benachbarten Fahrspur eingliedern zu können.

[0035] In einer Ausbildung umfasst die Lichtverteilung ein oder mehrere geometrische Symbole, z.B. Rechtecke, deren Anzahl, Größe und/oder Abstand voneinander von dem Fahranweisungssignal abhängt. Dies bietet vorteilhafterweise eine Reihe von Möglichkeiten, die Lichtsymbole leicht erfassbar und für den Fahrer interpretierbar darzustellen. Beispielsweise kann ein Rechteck eine Position relativ zum Fahrzeug markieren, die das Fahrzeug sicher einnehmen kann. So kann beispielsweise der Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug markiert werden. Zusätzliche Eigenschaften, wie etwa die Farbe des geometrischen Symbols oder eine Strukturierung der Fläche etwa durch eine Schraffur, können signalisieren, ob das Befahren dieses Bereichs sicher ist oder nicht, ob also das Fahrzeug beschleunigen oder verzögern soll.

[0036] Ferner können mehrere geometrische Symbole dargestellt werden, insbesondere in Form von Balken, d.h. quer zur Fahrtrichtung verlaufenden, länglichen geometrischen Symbolen. Ferner können verzerrte Rechtecke und Balken dargestellt werden. Insbesondere können Kreisbögen erzeugt werden, deren Orientierung eine Fahranweisung signalisiert: Beispielsweise können konkave Bögen, bei denen sich das Fahrzeug in einem gedachten, weitergeführten Kreis befindet, eine Beschleunigung signalisieren, wogegen konvexe Bögen, die zu einem vor dem Fahrzeug befindlichen Kreis zu gehören scheinen, ein Verzögern des Fahrzeugs signalisieren. Durch die Variation der Anzahl und Größe dieser Symbole sowie des Abstands zwischen ihnen können Informationen und differenzierte Fahranweisungen dargestellt werden, etwa das nötige Maß der Geschwindigkeitsänderung. Beispielsweise können viele schmale Balken oder konkave Bögen signalisieren, dass das Fahrzeug stark beschleunigen soll.

[0037] Bei einer weiteren Ausbildung der Erfindung umfasst die Lichtverteilung eine oder mehrere Pfeilformen, deren Anzahl, Größe und/oder Abstand voneinander von dem Fahranweisungssignal abhängt. Dies ermöglicht vorteilhafterweise die Darstellung von Informationen, insbesondere solchen, die eine Richtung betreffen, die mittels Pfeilen angezeigt werden kann. Pfeile sind im Straßenverkehr verbreitet als Symbole für Richtungsangaben und der Fahrer kann die dargestellte Information daher schnell erfassen und interpretieren. Die dargestellten Pfeilformen können insbesondere Pfeilköpfe, ein Fischgrätenmuster oder weitere Symbole sein, welche eine Spitze umfassen, die zur Anzeige einer Richtung geeignet ist. Beispielsweise können diese Pfeilformen so erzeugt werden, dass sie in Fahrtrichtung weisen und dem Fahrer signalisieren, dass er beschleunigen soll, bzw. gegen die Fahrtrichtung weisen und signalisieren, dass eine Verzögerung durchgeführt werden soll. Der Abstand zwischen mehreren Symbolen kann beispielsweise auf die Stärke der durchzuführenden

Beschleunigung hinweisen, etwa mehrere Pfeile in kleinem Abstand für eine stärkere Beschleunigung als bei einem größeren Abstand.

[0038] In einer Weiterbildung wird eine Vielzahl Lichtsymbole erzeugt, wobei die Zahl der Lichtsymbole von der Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit abhängt. Dadurch kann die Intensität der erforderlichen Geschwindigkeitsanpassung für den Fahrer schnell erfassbar angezeigt werden. Beispielsweise können umso mehr Lichtsymbole erzeugt werden, je größer die Geschwindigkeitsdifferenz ist.

[0039] In einer weiteren Ausführung wird eine Vielzahl Lichtsymbole erzeugt, wobei die Lichtsymbole zeitlich versetzt erzeugt werden. Dies erlaubt in vorteilhafter Weise die Gestaltung einer dynamischen Lichtverteilung, die dem Fahrer eine klare Fahranweisung anzeigt. Beispielsweise kann so ein Effekt nach Art eines Lauflichts erzeugt werden, wobei mehrere, hintereinander angeordnete Symbole nacheinander aufleuchten, wodurch eine Bewegung in einer Richtung innerhalb der Darstellung erzeugt wird. Die Geschwindigkeit, mit der die Lichtsymbole zeitlich versetzt sichtbar werden, kann insbesondere die nötige Geschwindigkeitsanpassung widerspiegeln.

[0040] Die Darstellung der oben genannten Lichtsymbole und Muster erfolgt erfindungsgemäß dynamisch, wobei insbesondere die dargestellten Lichtsymbole so angezeigt werden, dass sie sich auf das Fahrzeug zu oder vom Fahrzeug weg bewegen. Die Geschwindigkeit der Lichtsymbole kann etwa die zu erreichende Geschwindigkeit des Fahrzeug bei einem durchzuführenden Fahrmanöver darstellen. Beispielsweise können rasch auf das Fahrzeug zu laufende Lichtsymbole den Fahrer zum starken Bremsen auffordern, während sich langsam vom Fahrzeug weg bewegend Lichtsymbole einer entsprechend mäßigeren Beschleunigung entsprechen.

[0041] In einer weiteren Ausführung umfasst die Lichtverteilung ein graphisches Symbol und/oder eine Textanzeige. Dies erlaubt in vorteilhafter Weise die Darstellung von Informationen, die nur schwer durch andere Lichtsymbole dargestellt werden können. Graphische Symbole im Sinne der Erfindung sind Lichtsymbole, die nicht durch einfache Flächen dargestellt werden können, wie etwa die oben beschriebenen Rechtecke, Pfeilformen oder andere einfache, geometrische Formen. Beispielsweise kann die Darstellung eines Verkehrszeichens angezeigt werden, etwa um ein bestehendes Überholverbot zu signalisieren. Außerdem kann etwa zusätzlich zu den oben beschriebenen Lichtsymbolen mit geometrischen Formen eine kombinierte Darstellung mit Beschriftungen und/oder Symbolen erzeugt werden, beispielsweise um mehrere Informationen gleichzeitig darzustellen.

[0042] Bei einer Weiterbildung stellt das graphische Symbol ein Fahrzeug dar. Der Fahrer des ersten Fahrzeugs kann dadurch in vorteilhafter Weise erkennen, welche Information von der Fahranweisung dargestellt wird, etwa indem er intuitiv dem dargestellten Fahrzeug folgen kann. Die Darstellung eines Fahrzeugs auf der Fahrbahn kann ferner den anderen Verkehrsteilnehmern signalisieren, dass das Fahrzeug die entsprechende Position auf der Fahrbahn befahren will.

[0043] Das erfindungsgemäße Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug umfasst eine Erfassungseinheit, mittels welcher die Geschwindigkeit des Fahrzeugs und Daten über die Umgebung des Fahrzeugs erfassbar sind. Es umfasst ferner eine Ermittlungseinheit, mittels welcher in Abhängigkeit von den erfassten Daten eine Soll-Geschwindigkeit erzeugbar ist, die Differenz zwischen der Ist-Geschwindigkeit und der Soll-Geschwindigkeit bestimmbar ist und ein Fahranweisungssignal zum Erreichen der Soll-Geschwindigkeit erzeugbar ist. Des Weiteren umfasst es ein Scheinwerfersystem, mittels welchem eine Lichtverteilung auf einer von dem Fahrzeug befahrenen Fahrspur erzeugbar ist, und eine Steuervorrichtung, mittels welcher das Scheinwerfersystem derart ansteuerbar ist, dass in Abhängigkeit von dem Fahranweisungssignal eine Lichtverteilung erzeugbar ist. Dabei umfasst die Lichtverteilung zumindest ein Lichtsymbol, das sich relativ zum Fahrer des Fahrzeugs bewegt.

[0044] Das erfindungsgemäße Fahrerassistenzsystem ist insbesondere ausgebildet, das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren zu implementieren. Das Fahrerassistenzsystem weist somit dieselben Vorteile auf wie das erfindungsgemäße Verfahren.

[0045] Bei einer Ausgestaltung weist das Scheinwerfersystem eine Projektionseinheit zur Erzeugung einer Lichtverteilung auf, die zumindest ein Lichtsymbol umfasst. Das Scheinwerfersystem eignet sich dadurch in vorteilhafter Weise zur Darstellung eines Fahrhinweises durch die Lichtverteilung auf der Fahrbahnoberfläche.

[0046] In einer Weiterbildung ist die Projektionseinheit eine Laserprojektionseinheit, womit sie sich vorteilhafterweise besonders gut zur Erzeugung der Lichtverteilung, insbesondere zur Erzeugung von Lichtsymbolen auf der Fahrbahn eignet.

[0047] Gemäß einer weiteren Ausbildung des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems ist das Scheinwerfersystem mittels der Steuervorrichtung derart ansteuerbar, dass die Lichtverteilung in Abhängigkeit von der Zeit veränderbar ist. Damit kann vorteilhafterweise eine dynamische Lichtverteilung projiziert werden. Insbesondere können Lichtsymbo-

le erzeugt werden, die sich relativ zum Fahrzeug und/oder zur Fahrbahn bewegen.

[0048] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug zu den Zeichnungen im Detail erläutert.

[0049] Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems,

[0050] Fig. 2 zeigt eine Ausgangslichtverteilung, wie sie zu Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugt werden kann,

[0051] Fig. 3A bis Fig. 3D zeigen Lichtverteilungen, durch die Fahranweisungen zum Erreichen einer Soll-Geschwindigkeit ausgegeben werden,

[0052] Fig. 4A und Fig. 4B zeigen Lichtverteilungen, durch die Fahranweisungen zur Anpassung der Geschwindigkeit in einer Kurve ausgegeben werden, und

[0053] Fig. 5A und Fig. 5B zeigen Lichtverteilungen, durch die Fahranweisungen zur Anpassung der Geschwindigkeit am Ende eines Beschleunigungsstreifens ausgegeben werden.

[0054] Mit Bezug zu den Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3D wird ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem 6 gezeigt, mittels dessen das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt wird.

[0055] Ein erstes Fahrzeug 7 fährt auf einer ersten Fahrspur 12.1 einer Fahrbahn 12, die ferner eine zweite Fahrspur 12.2 umfasst, die zur ersten Fahrspur 12.1 benachbart verläuft. In Fahrtrichtung F vor dem ersten Fahrzeug 7 fährt ein zweites Fahrzeug 8, wobei sich beide Fahrzeuge 7 und 8 in Fahrtrichtung F bewegen. Zur Vereinfachung ist im dargestellten Fall außer dem ersten Fahrzeug 7 nur ein weiteres Fahrzeug 8 gezeigt, es kann aber eine beliebige Anzahl Fahrzeuge auf der Fahrbahn 12 fahren.

[0056] Das erste Fahrzeug 7 umfasst ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem 6 und weist ein Scheinwerfersystem 2 auf. Das Scheinwerfersystem 2 wird von einer Steuervorrichtung 3 angesteuert. Mit dem Scheinwerfersystem 2 lassen sich vielfältige Abstrahlcharakteristiken erzeugen. Zum einen sind die bekannten Lichtfunktionen zum Beleuchten des Umfelds vor dem Fahrzeug 7 verfügbar, wie beispielsweise eine Abblendlichtfunktion und eine maskierte Dauerfernlichtfunktion, wobei eine Ausgangslichtverteilung 10 auf der Fahrbahn 12 erzeugt wird. Zum anderen ist das Scheinwerfersystem 2 so ausgebildet, dass eine Lichtverteilung 10' auf der vom Fahrzeug 7 befahrenen Fahrbahn 12 erzeugt werden kann, durch die dem Fahrer des Fahrzeugs 7 eine Fahranwei-

sung signalisiert werden kann, die vom Fahrerassistenzsystem **6** erzeugt wird, wie weiter unten genauer ausgeführt wird. Die Lichtverteilung **10'** kann derart erzeugt werden, dass lediglich die Fahranweisung ausgegeben wird, ohne dass eine vom Fahrzeug **7** erzeugte Ausgangslichtverteilung **10** bestünde, oder die Fahranweisung kann innerhalb einer bestehenden Ausgangslichtverteilung **10** als zusätzliche Lichtemission erzeugt werden. Mit dem Scheinwerfersystem **2** ist es dabei möglich, die Fahranweisung dadurch auszugeben, dass Lichtsymbole **11** erzeugt werden. Zum Erzeugen der Lichtsymbole **11** wird das Scheinwerfersystem **2** von der Steuervorrichtung **3** angesteuert.

[0057] Die Lichtsymbole **11** werden dabei von einer Laserprojektionseinheit **1** erzeugt. Dabei werden Laserstrahlen gebündelt auf die Fahrbahn **12** projiziert. Dadurch kommt es zu einer erhöhten Lichtreflexion an der Stelle der Fahrbahn **12**, an welcher die gebündelten Laserstrahlen auf die Fahrbahn **12** treffen. Es werden dann die Lichtemission, die zur Erzeugung der Ausgangslichtverteilung **10** erzeugt wird, und die Lichtemission, die von den gebündelten Laserstrahlen erzeugt wird, überlagert, so dass in der Ausgangslichtverteilung **10** Lichtsymbole **11** entstehen. Insgesamt wird damit die Lichtverteilung **10'** erzeugt, wie sie z.B. in den **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** gezeigt sind.

[0058] Alternativ kann das Scheinwerfersystem **2** auch vollständig als Laserscheinwerfer ausgestaltete Scheinwerfer umfassen, bei denen alle erzeugbaren Lichtfunktionen von Laserstrahlen erzeugt werden. Dies hat den Vorteil, dass keine Lichtemissionen überlagert werden müssen. Lichtsymbole **11** können dann direkt von einem einzigen Lichtmodul erzeugt werden. Die Lichtemission des Scheinwerfersystems **2** kann dadurch voll variabel angesteuert und es können beliebige Muster in der Lichtverteilung erzeugt werden.

[0059] Weiterhin kann das Scheinwerfersystem **2** auch eine Vielzahl von lichtemittierenden Dioden umfassen, die in einer oder in mehreren Matrizen angeordnet sind. Dabei ist es insbesondere möglich, die Lichtintensität jeder einzelnen lichtemittierenden Diode über die Steuervorrichtung **3** anzusteuern. Auch hierdurch lassen sich Lichtsymbole **11** in einer Lichtverteilung erzeugen.

[0060] Des Weiteren weist das Fahrerassistenzsystem **6** eine Erfassungseinheit **4** zum Erfassen der Geschwindigkeit v_{Fzg} des ersten Fahrzeugs **7** sowie von Daten über die Umgebung des Fahrzeugs **7** auf. Zu den erfassten Daten über die Umgebung gehören insbesondere die Geschwindigkeit und die Position des zweiten Fahrzeugs **8**. Ferner werden vom Navigationssystem des Fahrzeugs **7** bereitgestellte Daten über den Streckenverlauf erfasst, insbesondere die

Position von Kurven auf der befahrenen Strecke. Die Erfassungseinheit **4** kann insbesondere Umfeldsensoren umfassen, wie z. B. Radarsensoren, LIDAR-Sensoren, Laserscanner, einer Mono- oder Stereokamera, Ultraschallsensoren und/oder PMD 2D oder 3D Sensoren (Photomischdetektoren), deren Ausgangssignale an eine Ermittlungseinheit **5** übertragen werden. Die Erfassungseinheit **4** kann dabei insbesondere auch für andere Fahrzeugfunktionen, beispielsweise das maskierte Dauerfernlicht, verwendet werden. Es müssen dann keine separaten Umfeldsensoren im Fahrzeug **7** verbaut werden.

[0061] Die von der Erfassungseinheit **4** erfassten Daten werden in der Ermittlungseinheit **5** ausgewertet. Ferner wird hier eine Fahranweisung zur Längssteuerung des ersten Fahrzeugs **7** erzeugt und ein entsprechendes Fahranweisungssignal an die Steuervorrichtung **3** übermittelt, die dann wiederum das Scheinwerfersystem **2** ansteuert.

[0062] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird der Abstand D zwischen dem ersten Fahrzeug **7** und dem zweiten Fahrzeug **8** erfasst. Das Fahrerassistenzsystem erzeugt auf der Grundlage des erfassten Wertes eine Fahranweisung, die durch ein entsprechendes Fahranweisungssignal mittels der Lichtverteilung **10'** ausgegeben wird. Dem Fahrer des Fahrzeugs **7** wird damit signalisiert, ob und wie er die Geschwindigkeit v_{Fzg} verändern muss, um einen an die Geschwindigkeit v_{Fzg} angepassten Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug **8** zu erreichen. Die Fahranweisung kann ferner von anderen Einrichtungen des Fahrzeugs **7** ausgegeben werden, beispielsweise mittels einer Anzeigevorrichtung oder eines akustischen Signals.

[0063] Ferner wird bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Relativgeschwindigkeit v_{rel} des ersten Fahrzeugs **7** relativ zum zweiten Fahrzeug **8** erfasst. Ist beispielsweise das zweite Fahrzeug **8** langsamer als das erste Fahrzeug **7**, so besteht die Gefahr einer Kollision. Aus dem Abstand D und der Relativgeschwindigkeit v_{rel} kann dann als Parameter eine Zeit berechnet werden, die es dauert, bis der Abstand zwischen den beiden Fahrzeugen **7** und **8** überbrückt worden ist, dieser also null ist. Würde die Relativgeschwindigkeit nicht angepasst, so käme es zu einer Kollision. Diese Zeit wird daher im Folgenden als Kollisionszeit TTC (time-to-collision) bezeichnet, obwohl es nicht zwangsläufig zu einer Kollision kommt.

[0064] Die Kollisionszeit TTC wird gemäß $TTC = D / v_{rel}$ berechnet. Im vorliegenden Fall kommt es nur dann zu einer Kollision nach Ablauf von TTC , wenn die Relativgeschwindigkeit v_{rel} gleich bleibt und sich der Abstand D damit stetig verringert. Für die so ermittelte Zeit TTC ist ein Schwellenwert festgelegt. Die Ermittlungseinheit **5** entscheidet anhand dessen, wann der Fahrer eine Bremsung beginnen soll, um

die Annäherung an das vorausfahrende Fahrzeug **8** zu beenden, ohne dabei einen an die Geschwindigkeit v_{Fzg} angepassten Sicherheitsabstand zu unterschreiten. Der festgelegte Schwellenwert für die Kollisionszeit TTC ist dabei von der Geschwindigkeit des ersten Fahrzeugs **7** abhängig.

[0065] Durch das an die Steuervorrichtung **3** übertragene entsprechende Fahranweisungssignal wird wiederum das Scheinwerfersystem **2** derart angesteuert, dass in der Lichtverteilung **10'** Lichtsymbole **11** auf der Oberfläche der Fahrbahn **12** erzeugt werden. Die Lichtsymbole **11** sind dabei als Bereiche erhöhter Lichtintensität gegenüber der Lichtintensität der Ausgangslichtverteilung **10** ausgebildet. Die erhöhte Lichtintensität wird dabei dadurch erzeugt, dass eine Lichtemission eines weiteren Lichtmoduls der Lichtemission des Lichtmoduls, welches die Ausgangslichtverteilung **10** erzeugt, überlagert wird. Wird die gesamte Lichtemission des Fahrzeugs **7** mittels eines einzigen Lichtmoduls erzeugt, kann die erhöhte Lichtintensität durch gezielte Ansteuerung der Lichtemissionsbereiche, durch welche die erhöhte Lichtintensität auf der Fahrbahn **12.1** erzeugt wird, angesteuert werden. In beiden Fällen wird die Lichtverteilung **10'** erzeugt.

[0066] Die Erzeugung der Fahranweisung erfolgt in ähnlicher Weise in anderen Fällen, in denen nicht ein vorausfahrendes Fahrzeug **8**, sondern etwa eine herannahende Kurve, ein schlecht einsehbarer Streckenabschnitt, ein in Fahrtrichtung F auftauchendes Stauende, eine Geschwindigkeitsbegrenzung oder eine andere Verkehrssituation eine Anpassung der Geschwindigkeit nötig macht: Stets wird auf Grundlage der aktuellen Geschwindigkeit v_{Fzg} des Fahrzeugs **7** eine Bewertung vorgenommen, ob zum Erreichen einer Soll-Geschwindigkeit ein Verzögern des Fahrzeugs erfolgen muss. Umgekehrt kann ein Beschleunigen nötig sein, um etwa eine höhere Richtgeschwindigkeit zu erreichen und den Verkehrsfluss zu gewährleisten. Entsprechend der so erzeugten Fahranweisung wird eine Fahranweisungssignal erzeugt und an die Steuervorrichtung **3** übertragen, die daraufhin entsprechende Lichtsymbole **11** erzeugt.

[0067] Mit Bezug zu den Fig. 3A bis Fig. 3D werden Lichtverteilungen erläutert, durch die Fahranweisungen zum Erreichen einer Soll-Geschwindigkeit ausgegeben werden. Eine Geschwindigkeitsanpassung kann dabei aus verschiedenen Gründen angebracht sein, etwa um die Richtgeschwindigkeit auf dem befahrenen Streckenabschnitt zu erreichen, um den Sicherheitsabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten oder um auf einen gefährlichen Streckenabschnitt, etwa eine Kurve, zu reagieren.

[0068] Bei dem in Fig. 3A dargestellten Szenario wird der Fahrer des Fahrzeugs **7** aufgefordert, das Fahrzeug **7** zu beschleunigen, um die Richtgeschwin-

digkeit auf dem befahrenen Streckenabschnitt zu erreichen. Dazu werden mehrere quer zur Fahrtrichtung F verlaufende Balken **11** auf die Fahrbahn **12** projiziert. Die Balken **11** bewegen sich vom Fahrzeug **7** weg, wobei die Geschwindigkeit v_L der dargestellten Balken **11** von der zu erreichenden Beschleunigung abhängt. Die Geschwindigkeit v_L der Balken **11** ist relativ zum Fahrzeug **7** definiert. Die Balken **11** bewegen sich also sowohl gegenüber der Fahrbahn **12**, als auch gegenüber dem Fahrzeug **7**. Soll der Fahrer eine starke Beschleunigung durchführen, so ist auch die Geschwindigkeit der v_L Balken **11** hoch. Insbesondere sind die Balken **11** als konkave Kreisbögen **11** ausgeführt, bei denen sich das Fahrzeug **7** innerhalb eines gedachten Kreises befindet. Dies signalisiert dem Fahrer des Fahrzeugs **7** eine Beschleunigung.

[0069] Bei einer weiteren, in Fig. 3B dargestellten Ausführungsform wird statt der Balken **11** ein Fischgrätenmuster **11** aus mehreren Pfeilformen dargestellt, wobei die Spitzen der einzelnen Pfeilformen vom Fahrzeug **7** wegweisen und sich vom Fahrzeug **7** weg bewegen. Dies signalisiert dem Fahrer ebenfalls eine Beschleunigung. Die Größe der dargestellten Pfeilformen verringert sich mit größer werdendem Abstand zum Fahrzeug **7**, sodass die gesamte Erscheinung des Fischgrätenmusters **11** einen in Fahrtrichtung F weisenden Pfeil bildet.

[0070] Fig. 3C zeigt das Fahrzeug **7** vor einer Kurve. Die Soll-Geschwindigkeit in der Kurve wird dabei von dem Navigationssystem des Fahrzeugs **7** bereitgestellt. Zum Erreichen der Soll-Geschwindigkeit soll der Fahrer bremsen. Dies wird durch ein Balkenmuster **11** angezeigt, das dem in Fig. 3A ähnlich ist, wobei sich im Unterschied dazu die Balken **11** auf das Fahrzeug **7** zu bewegen und die Kreissegmente **11** konvex sind, sodass sich das Fahrzeug **7** außerhalb eines gedachten Kreises befindet. Beide Charakteristika der Lichtverteilung **10'** signalisieren dem Fahrer, dass er das Fahrzeug **7** abbremsen soll.

[0071] Fig. 3D zeigt das Fahrzeug **7**, das abbremsen muss, um einen angemessenen Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug **8** zu erreichen. Analog zu der in Fig. 3B gezeigten Situation umfasst die Lichtverteilung **10'** ein Fischgrätenmuster **11**, bei dem allerdings die Pfeilelemente **11** auf das Fahrzeug weisen und sich das Muster auf das Fahrzeug **7** zu bewegt. Dem Fahrer wird damit signalisiert, dass er bremsen soll. Die Größe der dargestellten Pfeilformen vergrößert sich mit größer werdendem Abstand zum Fahrzeug **7**, sodass die gesamte Erscheinung des Fischgrätenmusters **11** einen gegen die Fahrtrichtung F weisenden Pfeil bildet.

[0072] Mit Bezug zu den Fig. 4A und Fig. 4B werden Lichtverteilungen beschrieben, durch die Fahranweisungen zur Anpassung der Geschwindigkeit in einer

Kurve ausgegeben werden. Auch in diesem Fall werden Daten über die Soll-Geschwindigkeit vom Navigationssystem des Fahrzeugs **7** erfasst. Die Erzeugung der Lichtverteilung erfolgt jeweils rechtzeitig vor der Kurve, sodass das Fahrzeug beim Befahren der Kurve die Soll-Geschwindigkeit erreichen kann, und wird während des Befahrens der Kurve weiter angezeigt, um dem Fahrer Anpassungen an die jeweilige Soll-Geschwindigkeit zu signalisieren.

[0073] In der in **Fig. 4A** gezeigten Situation soll der Fahrer die Geschwindigkeit vor dem Einfahren in die Kurve verringern. Zur Anzeige dieser Fahrhinweisung werden rechts und links entlang dem Rand der von ihm befahrenen Fahrspur **12.1** Pfeile **11** erzeugt, die gegen die Fahrtrichtung **F** weisen und sich auch gegen die Fahrtrichtung **F** auf das Fahrzeug **7** zu bewegen. Die Anordnung der Pfeile **11** folgt dabei dem Verlauf der Fahrspur **12.1** in der Kurve. Die Pfeile **11** werden mit wachsendem Abstand zum Fahrzeug **7** kleiner, da die Verzögerung am stärksten vor Beginn der Kurve sein soll und dann schwächer werden soll.

[0074] In einer weiteren Ausführung sind die Pfeile rot gefärbt und/oder die Fahrbahn ist mit roter Lichtfarbe beleuchtet, um dem Fahrer die Notwendigkeit zu signalisieren, die Fahrt zu verlangsamen.

[0075] Eine ähnliche Situation ist in **Fig. 4B** dargestellt: Das Fahrzeug **7** befindet sich vor einer Kurve und soll vor und am Beginn der Kurve bremsen, am Ende der Kurve jedoch wieder beschleunigen. Dies wird durch Pfeile **11** im mittleren Bereich der Fahrspur **12.1** angezeigt, die im vorderen Bereich auf das Fahrzeug **7** zeigen und sich auf es zu bewegen und die im hinteren Bereich der Kurve vom Fahrzeug **7** wegweisen und sich von ihm weg bewegen. Ferner zeigen größere Symbole **11** eine stärkere Verzögerung bzw. Beschleunigung an, während kleinere Symbole **11** eine schwächere Geschwindigkeitsänderung anzeigen. Dadurch wird dem Fahrer des Fahrzeugs **7** angezeigt, dass er zunächst stark, dann schwächer bremsen soll, bevor er am Ende der Kurve langsam stärker werdend beschleunigen soll.

[0076] Zusätzlich dazu kann eine farbliche Gestaltung der Lichtverteilung die Hinweiswirkung der Pfeilsymbole unterstützen, indem intensiver werdendes Rot für stärker werdende Verzögerung und intensiver werdendes Grün für stärker werdende Beschleunigung angezeigt werden.

[0077] Mit Bezug zu den **Fig. 5A** und **Fig. 5B** werden Lichtverteilungen beschrieben, durch die Fahrhinweisungen zur Anpassung der Geschwindigkeit am Ende eines Beschleunigungsstreifens ausgegeben werden.

[0078] Die Erfassungseinheit **4** des Fahrzeugs **7** detektiert dabei das Ende der befahrenen Fahrspur

12.1, insbesondere anhand von Daten des Navigationssystems des Fahrzeugs **7**. Wenn ein Spurwechsel nötig ist, detektiert die Erfassungseinheit **4** den Verkehr auf der benachbarten Fahrspur **12.2**, bei dem in den **Fig. 5A** und **Fig. 5B** dargestellten Fall insbesondere das zweite Fahrzeug **8**. Die Geschwindigkeit v_{rel} und der Abstand **D** des zweiten Fahrzeugs **8** relativ zum Fahrzeug **7** werden erfasst und die oben beschriebene Kollisionszeit **TTC** wird bestimmt. Die Ermittlungseinheit **5** bestimmt anhand eines definierten Schwellenwerts für die Kollisionszeit **TTC**, ob ein Spurwechsel sicher durchgeführt werden kann. Insbesondere wird ferner bestimmt, mit welcher Soll-Geschwindigkeit das Fahrzeug **7** sich bewegen muss, um einen sicheren Spurwechsel durchführen zu können, und ob das Fahrzeug **7** dazu eine Geschwindigkeitsänderung durchführen muss. Entsprechend dieser Bewertung der Verkehrssituation erzeugt die Ermittlungseinheit **5** eine Fahrhinweisung und ein entsprechendes Fahrhinweisungssignal, das zur Ausgabe an die Steuervorrichtung **3** übertragen wird.

[0079] Im dargestellten Fall ist ein gefahrloser Spurwechsel möglich und das Fahrzeug **7** soll beschleunigen, um sich in den Verkehr auf der benachbarten Fahrspur **12.2** einzugliedern.

[0080] Dies wird dem Fahrer in **Fig. 5A** durch ein vom Fahrzeug ausgehendes Wellenmuster **11** signalisiert, bei dem konzentrische Kreisbögen von der Front des Fahrzeugs **7** auszugehen scheinen. Eine zusätzliche Einfärbung der Lichtverteilung **10'** in Grün ermuntert den Fahrer zusätzlich zum Beschleunigen.

[0081] Wäre der Spurwechsel nicht sicher, so würde umgekehrt durch eine Bewegung des Wellenmusters **11** auf das Fahrzeug **7** zu signalisiert, dass der Fahrer bremsen soll. Zusätzlich warnt eine rote Lichtfarbe in der Lichtverteilung **10'** den Fahrer bzw. fordert ihn zum Bremsen auf.

[0082] Die in der **Fig. 5B** dargestellte Lichtverteilung **10'** dient ebenfalls dazu, dem Fahrer einen Beschleunigungsvorgang zu signalisieren. Die Lichtsymbole **11** sind Querbalken, die sich vom Fahrzeug **7** ausgehend in Fahrtrichtung **F** bewegen und mit zunehmender Geschwindigkeit in größer werdende Pfeile übergehen. Zusätzlich kann eine grüne Lichtfarbe den Fahrer zum Beschleunigen ermuntern.

[0083] Wiederum umgekehrt würde, wäre der Spurwechsel nicht sicher, eine notwendige Bremsung dem Fahrer angezeigt durch auf das Fahrzeug **7** zuweisende Pfeile und Querbalken, die sich auf das Fahrzeug **7** zubewegen. Zusätzlich warnt eine rote Lichtfarbe in der Lichtverteilung **10'** den Fahrer bzw. fordert ihn zum Bremsen auf.

Bezugszeichenliste

1	Projektionseinheit
2	Scheinwerfersystem
3	Steuervorrichtung
4	Erfassungseinheit
5	Ermittlungseinheit
6	Fahrerassistenzsystem
7	erstes Fahrzeug
8	zweites Fahrzeug
10	Ausgangslichtverteilung
10'	Lichtverteilung
11	Lichtsymbold
12	Fahrbahn
12.1; 12.2	erste und zweite Fahrspur
F	Fahrtrichtung
D	Abstand
v_{Fzg}	Ist-Geschwindigkeit
v_{rel}	Relativgeschwindigkeit
v_{L}	Geschwindigkeit des Lichtsymbols
TTC	Kollisionszeit

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

- DE 102009009472 A1 [0007]
- DE 102010034853 A1 [0008]
- DE 102012214873 A1 [0009]
- DE 102008061747 A1 [0010]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Lichtverteilung (10') durch ein Fahrzeug (7), bei dem die Ist-Geschwindigkeit (v_{Fzg}) des Fahrzeugs (7) erfasst wird, Daten über die Umgebung des Fahrzeugs (7) detektiert werden, in Abhängigkeit von den erfassten Daten eine Soll-Geschwindigkeit erzeugt wird, die Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit bestimmt wird, ein Fahranweisungssignal zum Erreichen der Soll-Geschwindigkeit erzeugt wird und in Abhängigkeit von dem Fahranweisungssignal eine Lichtverteilung (10') auf einer von dem Fahrzeug (7) befahrenen Fahrspur (12.1) erzeugt wird, wobei die Lichtverteilung (10') zumindest ein Lichtsymbol (11) umfasst, das sich relativ zum Fahrzeug (7) bewegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das erzeugte Lichtsymbol (11) ferner relativ zur Fahrspur (12.1) bewegt.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Lichtsymbol (11) dadurch erzeugt wird, dass zumindest ein Bereich mit einer gegenüber der Umgebung des Lichtsymbols (11) höheren Lichtintensität und/oder anderen Farbe erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtverteilung (10') im Bereich des zumindest einen Lichtsymbols (11) eine periodische Änderung der Lichtintensität und/oder der Farbe aufweist, wobei die Frequenz der Änderung von dem Fahranweisungssignal abhängig ist.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geschwindigkeit des zumindest einen Lichtsymbols (11) relativ zum Fahrzeug (7) von der Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit des Fahrzeugs (7) abhängt.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Größe des zumindest einen Lichtsymbols (11) von der Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit und/oder vom Abstand des Lichtsymbols (11) zum Fahrzeug (7) abhängt.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtverteilung (10') unabhängig von einer Ausgangslichtverteilung (10) erzeugt wird, die von einer Einrichtung des Fahrzeugs (7) erzeugt werden kann.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfassten Daten über die Umgebung des Fahrzeugs (7) Daten über zumindest ein zweites Fahrzeug (8) umfassen.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfassten Daten über die Umgebung des Fahrzeugs (7) Daten über den in Fahrtrichtung (F) vor dem Fahrzeug liegenden Streckenverlauf und/oder verkehrsrechtliche Anordnungen umfassen.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Vielzahl Lichtsymbole (11) erzeugt wird, wobei die Zahl der Lichtsymbole (11) von der Differenz zwischen Ist-Geschwindigkeit und Soll-Geschwindigkeit abhängt.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Vielzahl Lichtsymbole (11) erzeugt wird, wobei die Lichtsymbole (11) zeitlich versetzt erzeugt werden.

12. Fahrerassistenzsystem (6) für ein Fahrzeug (7) mit einer Erfassungseinheit (4), mittels welcher die Geschwindigkeit (V_{Fzg}) des Fahrzeugs (7) und Daten über die Umgebung des Fahrzeugs (7) erfassbar sind, einer Ermittlungseinheit (5), mittels welcher in Abhängigkeit von den erfassten Daten eine Soll-Geschwindigkeit erzeugbar ist, die Differenz zwischen der Ist-Geschwindigkeit und der Soll-Geschwindigkeit bestimmbar ist und ein Fahranweisungssignal zum Erreichen der Soll-Geschwindigkeit erzeugbar ist, einem Scheinwerfersystem (2), mittels welchem eine Lichtverteilung (10') auf einer von dem Fahrzeug (7) befahrenen Fahrspur (12.1) erzeugbar ist, und einer Steuervorrichtung (3), mittels welcher das Scheinwerfersystem (2) derart ansteuerbar ist, dass in Abhängigkeit von dem Fahranweisungssignal eine Lichtverteilung (10') erzeugbar ist, wobei die Lichtverteilung (10') zumindest ein Lichtsymbol (11) umfasst, das sich relativ zum Fahrer des Fahrzeugs (7) bewegt.

13. Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Scheinwerfersystem (2) eine Projektionseinheit (1) zur Erzeugung einer Lichtverteilung (10') aufweist, die zumindest ein Lichtsymbol (11) umfasst.

14. Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Projektionseinheit (1) eine Laserprojektionseinheit (1) ist.

15. Fahrerassistenzsystem nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Scheinwerfersystem (2) mittels der Steuervorrichtung derart ansteuerbar ist, dass die Lichtverteilung

lung (**10'**) in Abhängigkeit von der Zeit veränderbar
ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

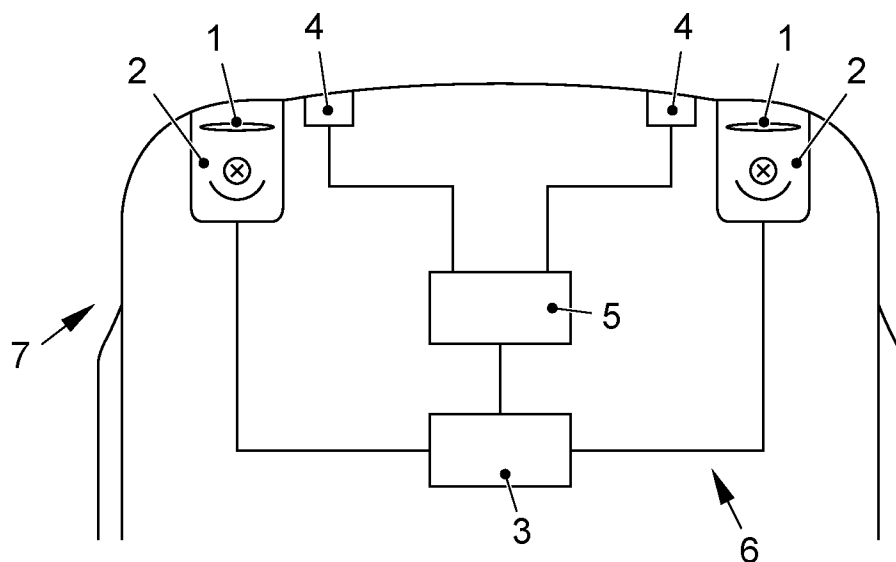


FIG. 1

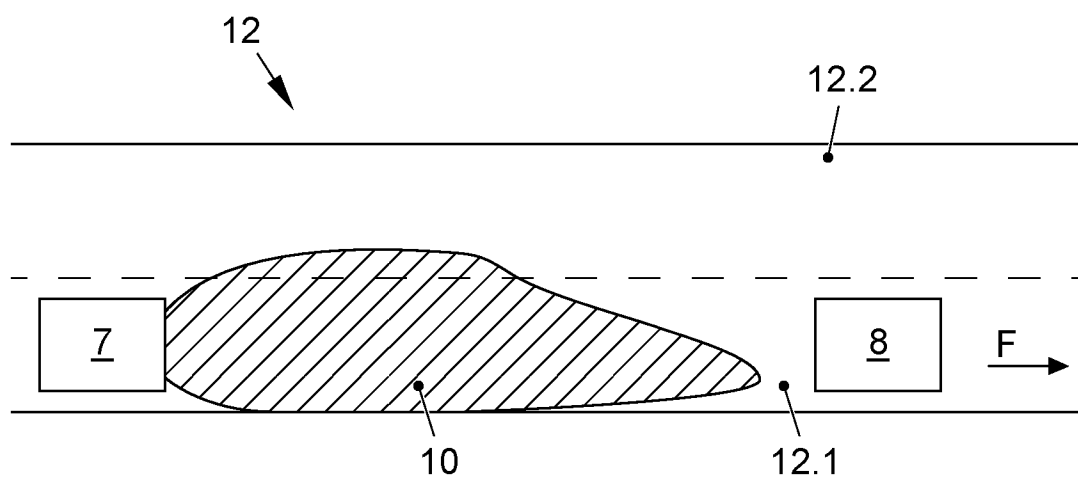


FIG. 2

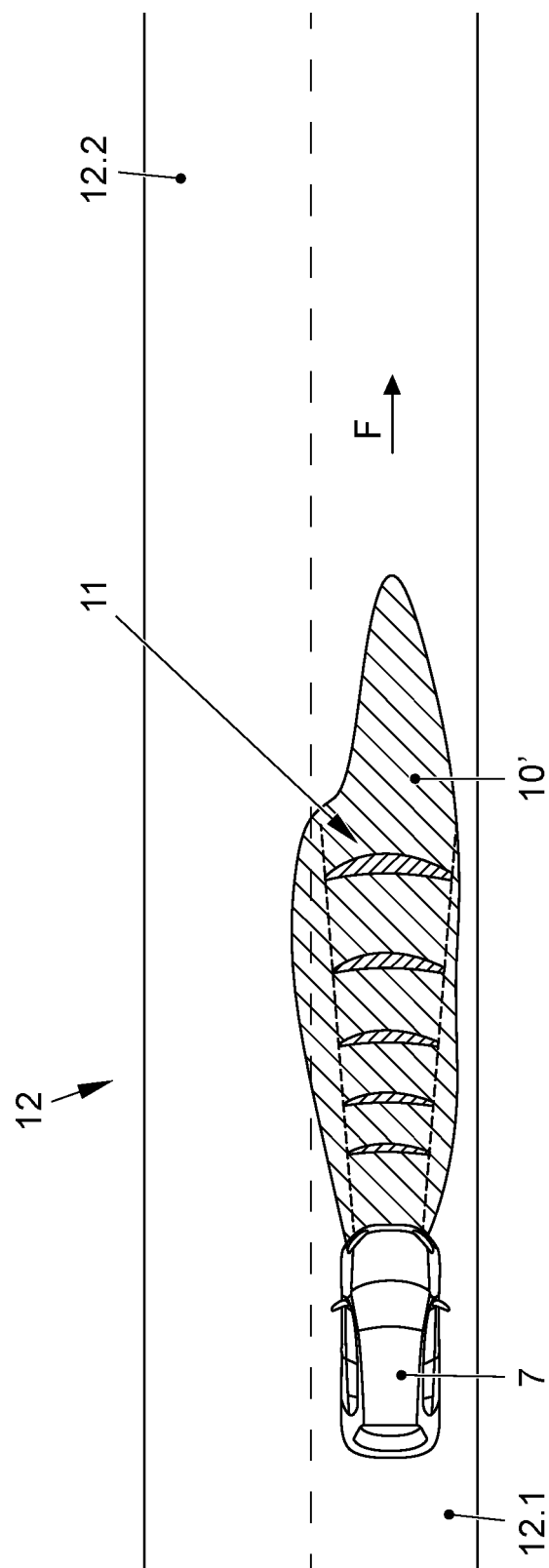


FIG. 3A

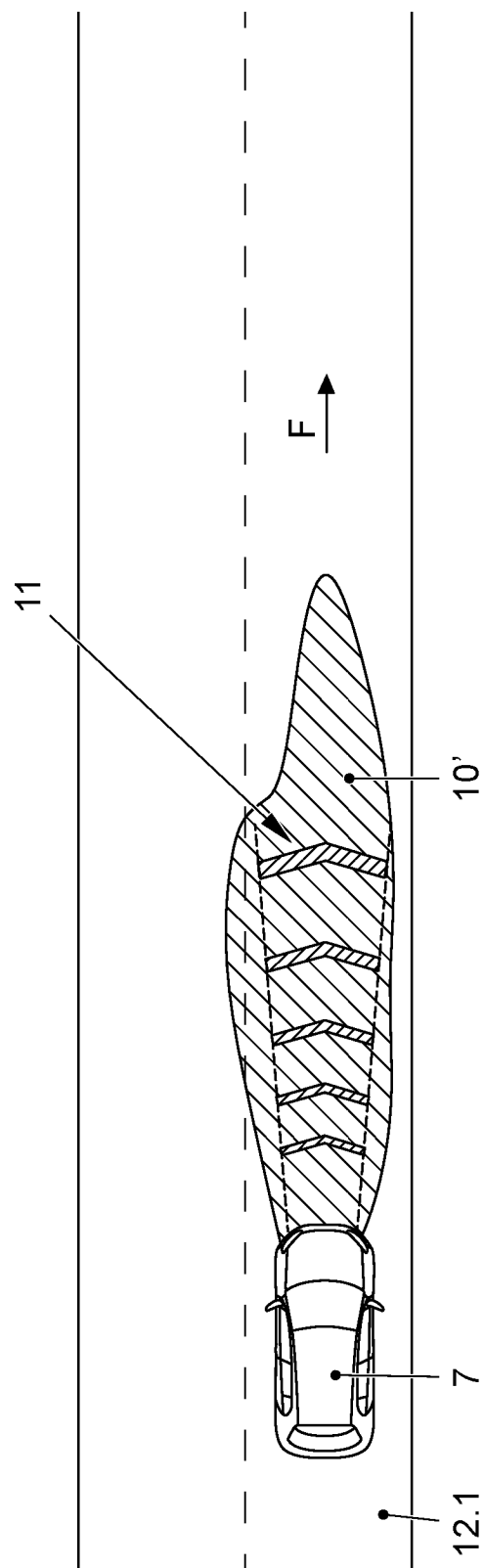


FIG. 3B

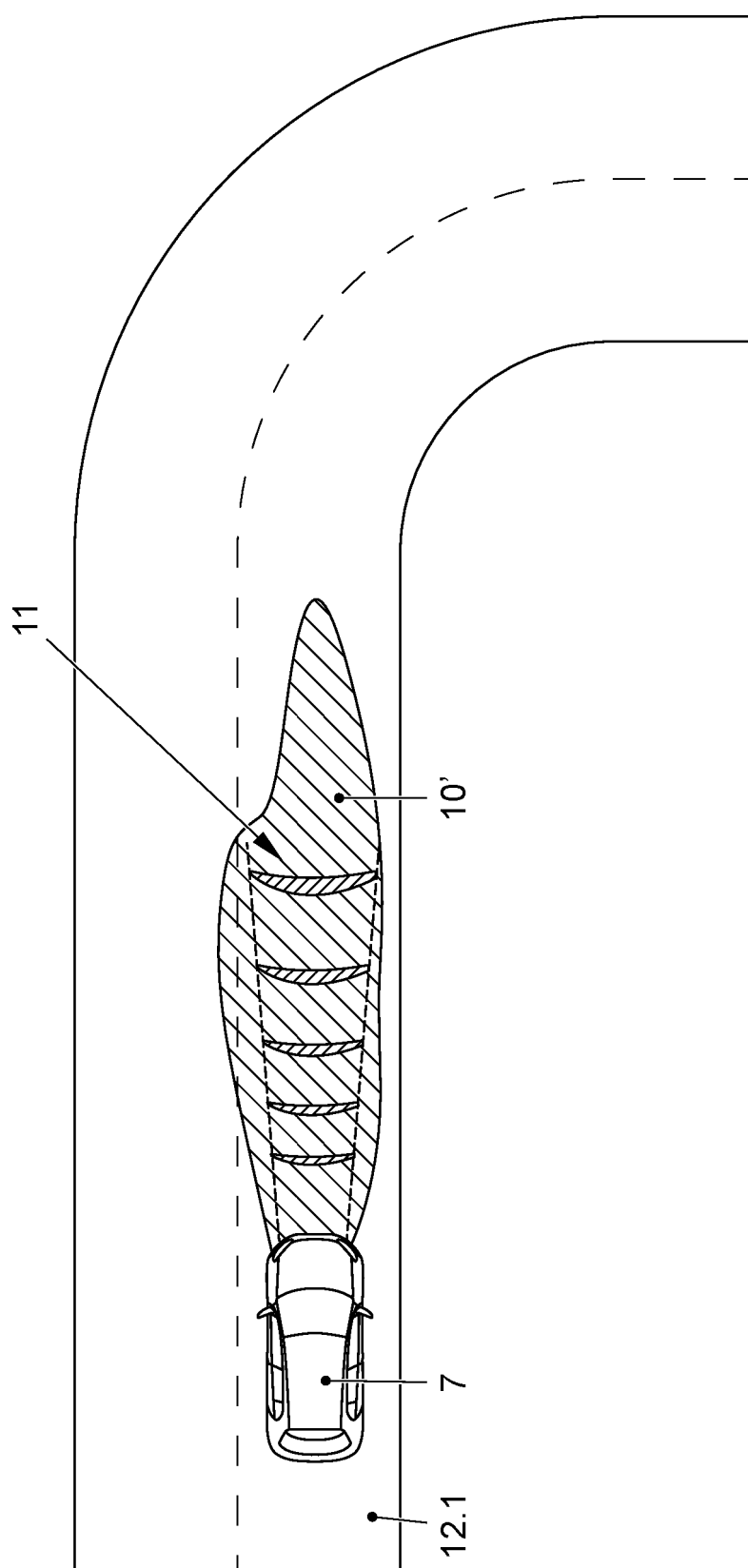


FIG. 3C

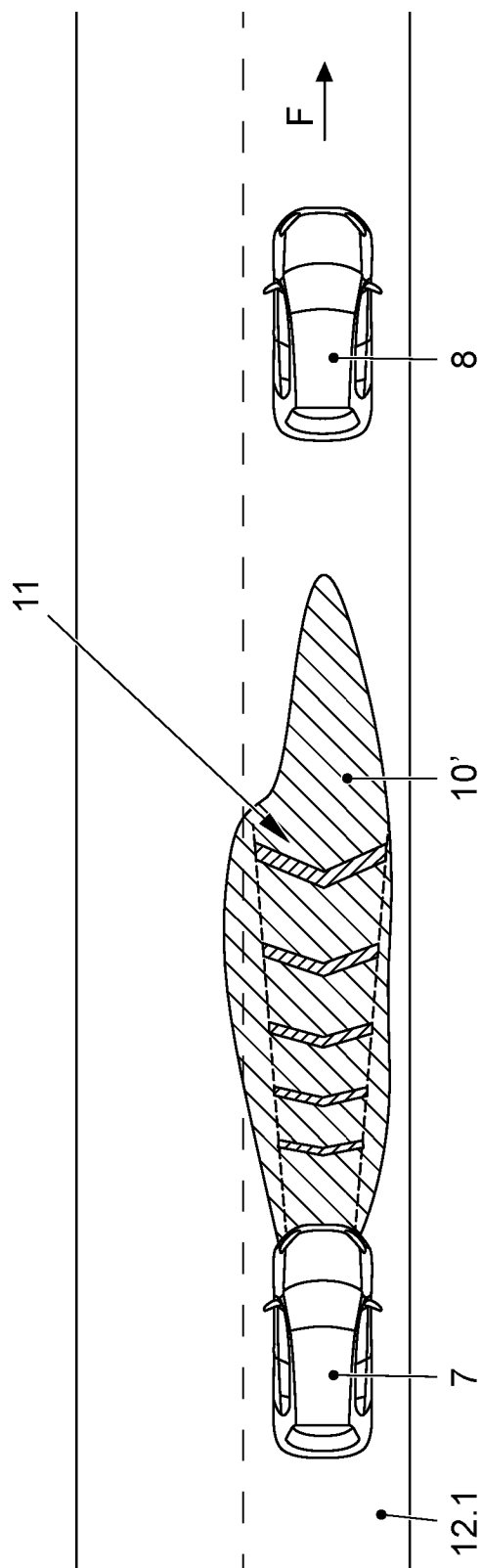


FIG. 3D

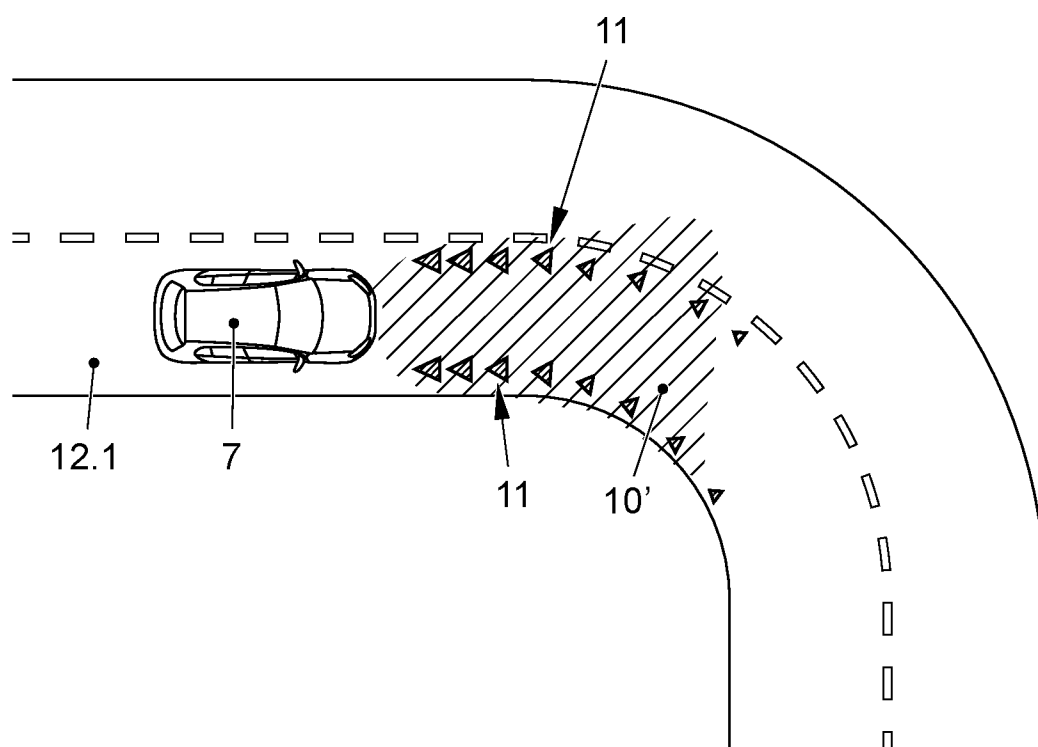


FIG. 4A

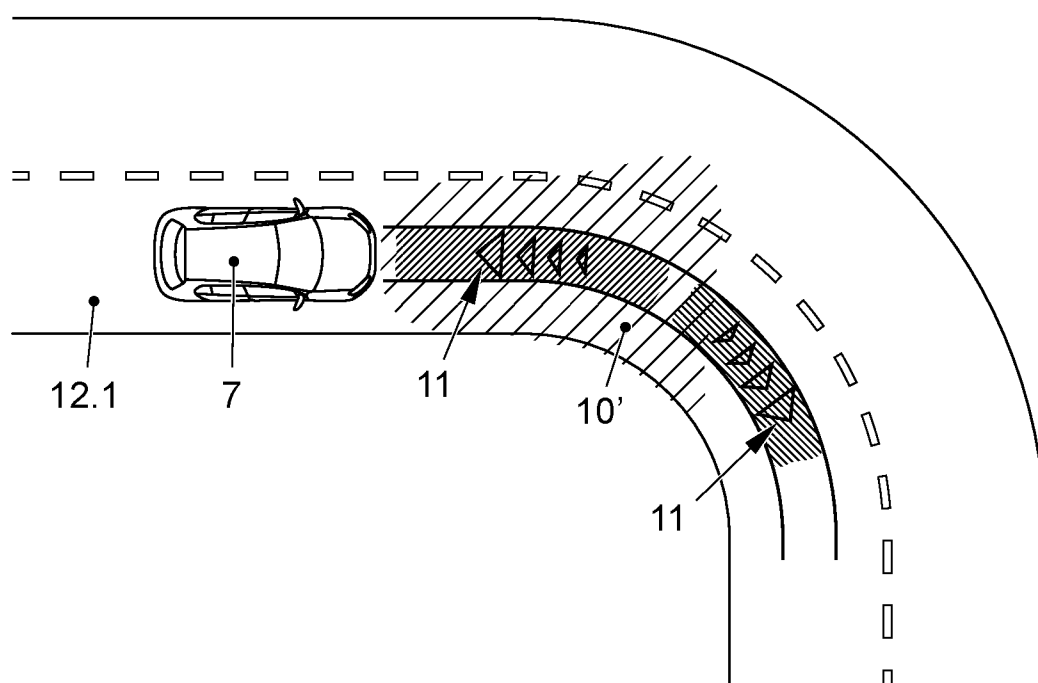


FIG. 4B

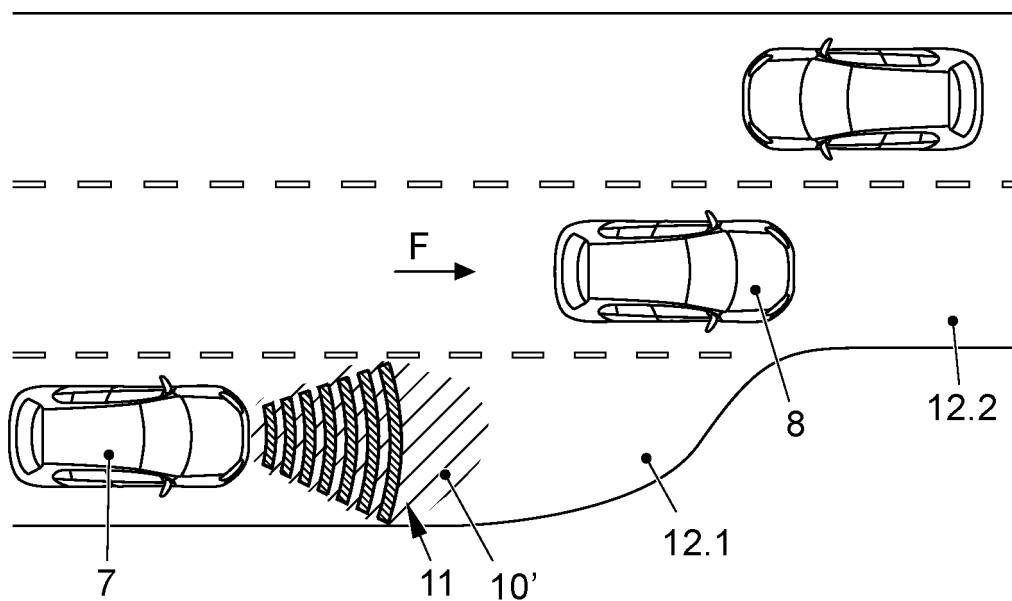


FIG. 5A

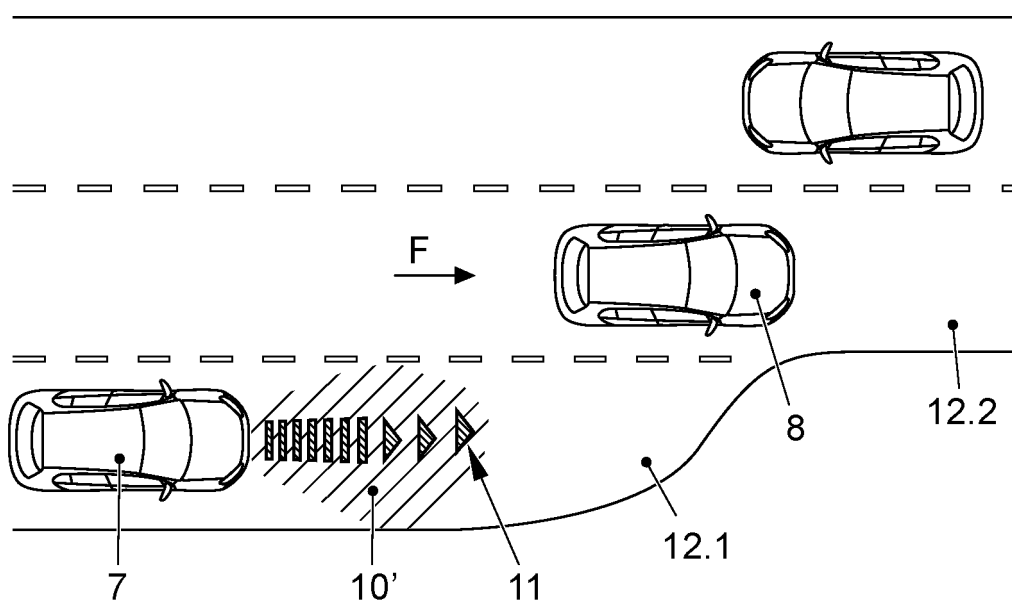


FIG. 5B