



(10) **AT 517811 B1 2017-11-15**

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50858/2015
(22) Anmeldetag: 07.10.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2017

(51) Int. Cl.: **B60Q 1/14** (2006.01)
F21S 8/10 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102004042092 A1
DE 102011001865 A1
DE 19822142 A1
EP 2786898 A1
US 2015151670 A1

(73) Patentinhaber:
ZKW Group GmbH
3250 Wieselburg (AT)

(72) Erfinder:
Miedler Stefan
3105 Unterradlberg (AT)
Ebner Martin
3300 Amstetten (AT)

(74) Vertreter:
PATENTANWALTSKANZLEI MATSCHNIG &
FORSTHUBER OG
WIEN

(54) Verfahren zur Steuerung einer adaptiven Lichtfunktion sowie Kraftfahrzeugscheinwerfer

(57) Bei einem Verfahren zur Steuerung einer adaptiven Lichtfunktion eines mit einem Kraftfahrzeug zusammenwirkenden Kraftfahrzeugscheinwerfers, bei welchem ausgehend von einer Gesamtlichtverteilung der adaptiven Lichtfunktion ein Segment (1', 2', 3', 4', 5') der Gesamtlichtverteilung, in welchem sich ein vor Blendung zu schützendes Objekt (2) befindet, durch Dimmen zumindest eines, dem genannten Segment (1', 2', 3', 4', 5') entsprechenden Leuchtelements einer die adaptive Lichtfunktion bereitstellenden und eine Mehrzahl von Leuchtelementen aufweisenden Leuchteinheit des Kraftfahrzeugscheinwerfers abgedunkelt wird, wobei das Dimmen in Abstimmung mit Analysedaten einer optischen Erfassung von Umrisskanten des Objekts erfolgt, erfolgt das Dimmen nach Maßgabe zumindest eines Steuerdatensatzes eines selbstkorrigierenden Algorithmus, wobei der Algorithmus zumindest ein erstes Korrekturglied umfasst, welches mit den Analysedaten der optischen Erfassung rückgekoppelt ist und eine Veränderung des ersten Korrekturglieds vorgenommen wird, wenn ein Beleuchtungsfehler festgestellt wird.

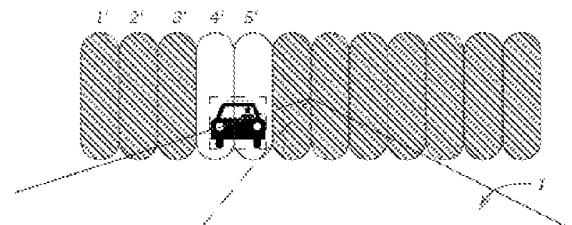


Fig.4

Beschreibung

VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER ADAPTIVEN LICHTFUNKTION SOWIE KRAFTFAHRZEUGSCHEINWERFER

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer adaptiven Lichtfunktion eines mit einem Kraftfahrzeug zusammenwirkenden Kraftfahrzeugscheinwerfers, bei welchem ausgehend von einer Gesamtlichtverteilung der adaptiven Lichtfunktion ein Segment der Gesamtlichtverteilung, in welchem sich ein vor Blendung zu schützendes Objekt befindet, durch Dimmen zumindest eines, dem genannten Segment entsprechenden Leuchtelements einer die adaptive Lichtfunktion bereitstellenden und eine Mehrzahl von Leuchtelementen aufweisenden Leuchteinheit des Kraftfahrzeugscheinwerfers abgedunkelt wird, wobei das Dimmen in Abstimmung mit Analysedaten einer optischen Erfassung von Umrisskanten des Objekts erfolgt, sowie einen entsprechenden Kraftfahrzeugscheinwerfer.

[0002] In letzter Zeit finden immer mehr Kraftfahrzeugscheinwerfer mit adaptiver Fernlichtfunktion den Weg auf den Markt. Im Gegensatz zur herkömmlichen Fernlichtfunktion, bei der ein überaus starker Lichtstrom mit einer Lichtverteilung vor das Fahrzeug abgestrahlt wird, die prinzipiell die Gefahr der Blendung von entgegenkommendem oder voranfahendem Verkehr bzw. von Fußgängern und Radfahrern in sich birgt, und weiters im Gegensatz zu einer Abblendlichtfunktion, bei der das Licht eines Kraftfahrzeugscheinwerfers zur Vermeidung der Blendung des Verkehrs relativ flach und daher nur knapp vor das Fahrzeug abgestrahlt wird, zeichnen sich adaptive Fernlichtfunktionen dadurch aus, dass ausgehend von einer Fernlichtfunktion und einer entsprechenden Lichtverteilung einzelne Pixel bzw. Segmente des Lichtbilds abgedunkelt werden können, um die Blendung von Verkehrsteilnehmern in diesen Segmenten der Lichtverteilung zu verhindern. Voraussetzung hierfür sind Kraftfahrzeugscheinwerfer, deren Gesamtlichtverteilung im Fernlichtbetrieb von einer Vielzahl von einzelnen Leuchtelementen gebildet wird, die jeweils einem bestimmten Segment der Fernlichtverteilung entsprechen bzw. ein solches Segment beleuchten und die einzeln angesteuert werden können, um sie zu dimmen bzw. gänzlich abzuschalten.

[0003] Zur Realisierung einer derartigen Fernlichtfunktion sind weiters Kamerasysteme und entsprechende Auswertesysteme für die Daten erforderlich, die mit der optischen Erfassung durch die Kamera gewonnen werden, wobei die Kamera bzw. die Mehrzahl von Kameras den Bereich vor dem Fahrzeug aufnimmt und mit im Stand der Technik bekannter Software Umrisskanten von vor eventueller Blendung zu schützenden Objekten erfasst und einem Rechner zugeführt werden, so dass die entsprechenden Segmente, d.h. die entsprechenden Leuchtelemente, des Kraftfahrzeugscheinwerfers abgedunkelt werden können.

[0004] Im Stand der Technik ist eine Sensoreinrichtung, die entgegenkommende Kraftfahrzeuge detektiert und in Folge deterministisch entsprechende Bereiche in der Lichtverteilung des eigenen Kraftfahrzeugs gemäß der DE 10 2004 042 092 A1 ausspart, oder gemäß der DE 10 2011 001 865 A1 in der Helligkeit dimmt, oder gemäß der DE 19 822 142 A1 mittels Umlenkeinrichtungen steuert, oder gemäß der EP 2 786 898 A1 abdunkelt, gezeigt.

[0005] Bei den bekannten Verfahren wird die Lichtstärkeverteilung innerhalb eines vom Kraftfahrzeug abgestrahlten Lichtbündels dynamisch verändert, indem in Abhängigkeit von der Bewegung des eigenen und/ oder des entgegenkommenden Kraftfahrzeugs der Bereich deterministisch ermittelt wird, in dem sich das entgegenkommende Kraftfahrzeug befindet und die Lichtstärkeverteilung für diesen Bereich beispielsweise jeweils auf Null reduziert wird.

[0006] Die US 2015/0151670 A1 beschreibt eine Sensoreinrichtung, die Kraftfahrzeuge neben oder hinter dem eigenen Kraftfahrzeug detektiert und in Folge entsprechende Bereiche in der Lichtverteilung des eigenen Kraftfahrzeugs abstimmt.

[0007] Da die Blendung von Gegenverkehr oder voranfahendem Verkehr ein relativ großes Problem hinsichtlich der Verkehrssicherheit darstellt, werden relativ große Sicherheitsabstände zu den von Blendung auszunehmenden Objekten gefordert, wobei die Einhaltung der geforderten Sicherheitsabstände aufgrund der Latenzzeit, die die Kamerasysteme bzw. die Systeme,

bestehend aus Kamera und Auswertelogik aufweisen, oftmals zu überaus großflächig und insbesondere besonders breit abgedunkelten Bereichen in der Gesamtfernlichtverteilung führt, was insbesondere bei der Verwendung von relativ kostengünstigen und daher langsamen Kamerasystemen Ausmaße annehmen kann, die für den Benutzer von Fahrzeugen mit solchen adaptiven Fernlichtfunktionen unbefriedigend sind. Um dem zu begegnen, wurde beispielsweise in der EP 2 281 719 A1 vorgeschlagen, den Bereich, der für ein entgegenkommendes bzw. voranfahrendes Fahrzeug bzw. Objekt abgedunkelt wird, in seiner Breite danach zu wählen, an welcher Position sich ein Objekt befindet bzw. mit welcher Geschwindigkeit es sich im Lichtbild der Fernlichtfunktion in horizontaler Richtung bewegt. Der abgedunkelte Bereich wird umso breiter gewählt, je schneller sich ein solches Objekt seitwärts bewegt, um die Zeitverzögerung, die von der Erfassung des Objekts und dessen Bewegung bis zur Ansteuerung des Kraftfahrzeugscheinwerfers vergeht, ausreichend zu berücksichtigen. Eine solche Regelung lässt jedoch nicht immer eine zufriedenstellende Steuerung und vor allem keine Vorhersage bzw. Prädiktion des Verhaltens eines von Blendung auszunehmenden Objekts zu, so dass auch mit solchen Systemen weiterhin nur unzufriedenstellende Beleuchtungszustände erreicht werden.

[0008] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass trotz der Verwendung von relativ günstigen und daher langsamen Kamerasystemen eine Optimierung von adaptiven Fernlichtfunktionen gelingt, wobei insbesondere eine Prädiktion bzw. Vorhersage des Verhaltens von vor Blendung zu schützenden Verkehrsteilnehmern unternommen werden soll. Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Verfahren zur Steuerung einer adaptiven Lichtfunktion der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dahingehend weitergebildet, dass das Dimmen nach Maßgabe zumindest eines Steuerdatensatzes eines selbstkorrigierenden Algorithmus erfolgt, wobei der Algorithmus zumindest ein erstes Korrekturglied umfasst, welches mit den Analysedaten der optischen Erfassung rückgekoppelt ist und eine Veränderung des ersten Korrekturglieds vorgenommen wird, wenn ein Beleuchtungsfehler festgestellt wird. Der Algorithmus zur Steuerung der adaptiven Lichtfunktion, in der Regel einer adaptiven Fernlichtfunktion, greift somit auf einen Steuerdatensatz zurück, der für bestimmte Situationen ähnlich wie im Stand der Technik ein bestimmtes Verhalten des Kraftfahrzeugscheinwerfers vorsieht. Der Algorithmus gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist jedoch insofern selbstkorrigierend, als der Algorithmus ein Korrekturglied umfasst, in welches Analysedaten der optischen Erfassung durch das Kamerasystem einwirken und eine Veränderung des Korrekturglieds dann vorgenommen wird, wenn ein Beleuchtungsfehler festgestellt wird. Dies bedeutet, dass das erfindungsgemäße Verfahren auf einen Algorithmus mit einem Steuerdatensatz zurückgreift, der für den Fall, dass das Korrekturglied keine Veränderung erfährt, d.h für den Fall, in dem sich das Korrekturglied neutral verhält, das Verhalten des Scheinwerfers bestimmt. Wenn nun aufgrund der optischen Erfassung ein Beleuchtungsfehler festgestellt wird, erfolgt eine Änderung des ersten Korrekturglieds, so dass das primär durch den Steuerdatensatz bedingte Verhalten des Kraftfahrzeugscheinwerfers abgeändert wird, da der Algorithmus insgesamt das Ergebnis von Steuerdatensatz und erstem Korrekturglied als Steuersignale an den Kraftfahrzeugscheinwerfer liefert. Als Beleuchtungsfehler werden in Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung unzufriedenstellende Beleuchtungszustände der adaptiven Lichtfunktion definiert, wobei hierauf im Folgenden noch eingegangen wird.

[0009] Insbesondere ist es gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass als Beleuchtungsfehler ein Dimmen eines Leuchtelements eingestuft wird, welches einem Segment der Gesamtlichtverteilung entspricht, in welchem sich kein vor Blendung zu schützendes Objekt befindet. Ein solcher Beleuchtungsfehler ist somit ein zu breit abgedunkelter Bereich der adaptiven Lichtfunktion, was bedeutet, dass ein weiteres Leuchtelement oder eine Reihe von Leuchtelementen des Kraftfahrzeugscheinwerfers, die einem Segment der Lichtverteilung entsprechen, aufgeblendet hätte bleiben können, ohne dass eine Blendung des vor Blendung zu schützenden Objekts erfolgt wäre. In diesem Fall ist der dunkle Bereich der adaptiven Lichtfunktion unnötig breit. Wenn ein solcher Beleuchtungsfehler festgestellt wird, erfolgt eine Veränderung des ersten Korrekturglieds, so dass der Algorithmus unter Heranziehung des Steuerdatensatzes und des ersten Korrekturglieds veränderte Steuersignale liefert und eine Optimierung des Lichtbilds erfolgt.

[0010] Alternativ oder zusätzlich kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Beleuchtungsfehler ein zumindest teilweise Beleuchtetes eines vor Blendung zu schützenden Objekts eingestuft werden. In diesem Fall hat der Algorithmus unter Heranziehung des Steuerdatensatzes zu einer Blendung eines Objekts geführt, was optisch erfasst wird und zu einer Veränderung des ersten Korrekturglieds führt. Das erste Korrekturglied und weitere Korrekturglieder, die später ausführlich erläutert werden, dienen folglich dazu, eine Veränderung von Steuersignalen, die durch den Algorithmus ausgehend von dem grundlegenden Steuerverhalten, das im Steuerdatensatz festgelegt ist, zu veranlassen, wenn dies aufgrund der Fahrsituation notwendig erachtet wird.

[0011] Grundsätzlich ist es im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung denkbar, Leuchtelemente in unterschiedlichem Ausmaß zu dimmen, um eine Blendung beispielsweise des Gegenverkehrs zu vermeiden. Um vor Blendung zu schützende Verkehrsteilnehmer zu schützen, kann es in diesem Zusammenhang auch vorgesehen sein, dass das Dimmen als Abschalten des zumindest einen dem genannten Segment entsprechenden Leuchtelements erfolgt.

[0012] Grundsätzlich ist es denkbar, bei jedem Auftreten eines wie oben definierten Beleuchtungsfehlers eine Veränderung des ersten Korrekturglieds vorzunehmen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das erfindungsgemäße Verfahren jedoch dahingehend weitergebildet, dass eine Veränderung des ersten Korrekturglieds dann vorgenommen wird, wenn aufgrund der optischen Erfassung von Umrisskanten von Objekten in einem bestimmten Erfassungszeitraum ein Beleuchtungsfehler bezüglich zumindest 5% bis 15%, bevorzugt 10% der Zahl der optisch erfassten Objekte festgestellt wird. Ein Beleuchtungsfehler führt bei dieser bevorzugten Variante somit nicht zu einer sofortigen Veränderung des ersten Korrekturglieds, sondern es wird eine statistische Erfassung und Auswertung vorgenommen, um zu häufiges Auftreten von Beleuchtungsfehlern zu vermeiden.

[0013] Ein Steuerdatensatz für das erfindungsgemäße Verfahren schreibt für den Kraftfahrzeugscheinwerfer ein bestimmtes Verhalten bzw. bestimmte Sicherheitsabstände zu den vor Blendung zu schützenden Objekten für unterschiedliche Fahrsituationen vor. Fahrsituationen können hierbei nach Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, Größe des erfassten Objekts, Position des erfassten Objekts und ähnlichem klassifiziert werden und entsprechende Verhaltensmuster für den Kraftfahrzeugscheinwerfer definiert werden. Bevorzugt wird hierbei dergestalt vorgegangen, dass der zumindest eine Steuerdatensatz unter Heranziehung von Testsituationen erstellt und dem Algorithmus zur Verfügung gestellt wird. Dies bedeutet, dass der Algorithmus beispielsweise beim Scheinwerferhersteller oder dem Kraftfahrzeughersteller, der das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwendung bringt, in einer Testphase für den Scheinwerfer bzw. das Kraftfahrzeug durch Schulung des Algorithmus in realen oder fingierten Testsituationen festgelegt wird, wobei eine solche Schulung des Algorithmus an realen oder fingierten Testsituationen erfahrungsgemäß zu Steuerdatensätzen führt, die bereits sehr zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich adaptiver Lichtfunktionen liefern können.

[0014] Um eine weitere Verbesserung des Verhaltens von Kraftfahrzeugscheinwerfern mit adaptiven Lichtfunktionen zu erreichen, ist das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt dahingehend weitergebildet, dass der Algorithmus ein zweites Korrekturglied umfasst und der zumindest eine Steuerdatensatz im zweiten Korrekturglied zum Rang einer Straße in Bezug gebracht wird. Während das erste Korrekturglied mit dem Kamerasystem und folglich mit der Außenwelt rückgekoppelt ist und zur Korrektur des Steuerdatensatzes in den Algorithmus eingreifen kann, dient das zweite Korrekturglied dazu, dem Scheinwerfer abhängig vom Rang einer Straße, d.h. abhängig davon, ob es sich um eine Autobahn, Bundesstraße, Landstraße oder um eine Straße im Ortsgebiet handelt, ein unterschiedliches Verhalten aufzutragen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, auf einer Autobahn, bei der eher langsame oder zumindest kontinuierliche Veränderungen hinsichtlich der Position von vor Blendung zu schützenden Objekten zu erwarten sind, den Scheinwerfer dahingehend anzuweisen, näher an diese Objekte heran zu leuchten, wohingegen auf einer Landstraße, die eine Vielzahl von engen Kurven aufweisen kann, eine Blendung beispielsweise von Gegenverkehr aufgrund relativer schneller Positionsänderungen in horizontaler Richtung der Objekte mit größerer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist und der

Scheinwerfer daher mit größeren Sicherheitsabständen betrieben werden sollte. Das zweite Korrekturglied arbeitet unabhängig vom ersten Korrekturglied und kann die Korrekturen, die durch eine Veränderung des ersten Korrekturglieds erfolgen, überlagern. Das zweite Korrekturglied kann entweder manuell oder beispielsweise durch die Auswertung von GPS-Daten verändert werden, so dass entweder der Fahrer eines Kraftfahrzeugs dem Algorithmus des erfindungsgemäßen Verfahrens mitteilen kann, auf welcher Straße sich das Fahrzeug befindet, oder aber eine automatische Voreinstellung aufgrund der GPS-Daten erfolgen kann.

[0015] In ähnlicher Weise kann es gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass der Algorithmus ein drittes Korrekturglied umfasst und der zumindest eine Steuerdatensatz im dritten Korrekturglied zu einem gewählten Betriebsmodus des Kraftfahrzeugs in Bezug gesetzt wird. Das dritte Korrekturglied ist wiederum vom ersten und zweiten Korrekturglied unabhängig und kann beispielsweise dazu dienen, Betriebsmodi eines Kraftfahrzeugs, wie beispielsweise einen Sportmodus oder einen Komfortmodus, auch im Verhalten des Scheinwerfers bei der Verwendung der adaptiven Lichtfunktion abzubilden. Beispielsweise könnte im Sportmodus wiederum näher an ein vor Blendung zu schützendes Objekt herangeleuchtet werden, um eine verbesserte Ausleuchtung der Fahrbahn zu gewährleisten, wohingegen im Komfortmodus von einer eher gemäßigten Fahrweise ausgegangen wird, so dass sich breitere Sicherheitsabstände aufgrund der gemächlichen Fahrweisen nicht störend auswirken.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Verfahren dahingehend weitergebildet sein, dass der Algorithmus ein viertes Korrekturglied umfasst und der zumindest eine Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied zur Kraftfahrzeuggeschwindigkeit in Bezug gesetzt wird. Auch das vierte Korrekturglied kann unabhängig von den anderen Korrekturgliedern operieren, wobei in aller Regel eine höhere Kraftfahrzeuggeschwindigkeit zu breiteren Sicherheitsabständen zur sicheren Vermeidung der Blendung von vor Blendung zu schützenden Objekten führt.

[0017] Das vierte Korrekturglied kann bevorzugt dahingehend wirken, dass der zumindest eine Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied zu einem Einschlagwinkel eines Lenkrades des Kraftfahrzeugs in Bezug gesetzt wird, wobei ein großer Einschlagwinkel des Lenkrads des Kraftfahrzeugs mit einer rasch zu erwartenden Horizontalbewegung von vor Blendung auszunehmenden Objekten im Lichtbild des Kraftfahrzeugscheinwerfers in Verbindung gebracht werden und daher größere Sicherheitsabstände eingestellt werden können.

[0018] Bevorzugt wird der zumindest eine Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied zu einer Gierrate des Lenkrades des Kraftfahrzeugs in Bezug gesetzt, wobei ähnlich einem hohen Einschlagwinkel eine hohe Gierrate des Lenkrads zu breiteren Sicherheitsmargen führen wird.

[0019] In letzter Konsequenz ist es in diesem Zusammenhang denkbar, den zumindest einen Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied mit einer zu erwartenden Gierrate des Lenkrads des Kraftfahrzeugs in Bezug zu setzen, wie dies einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht. Ein zu erwartende Gierrate des Lenkrads kann beispielsweise aus GPS-Daten gewonnen werden, wenn davon ausgegangen wird, dass ein Fahrzeug dem Straßenverlauf einer Straße, auf der sich das Fahrzeug bewegt, zu folgen hat.

[0020] Wenn sich im Betrieb des Kraftfahrzeugscheinwerfers mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herausstellt, dass der Steuerdatensatz häufig zu Beleuchtungsfehlern wie vorstehend definiert führt, kann es gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auch vorgesehen sein, dass der zumindest eine Steuerdatensatz in Abhängigkeit von Werten des ersten Korrekturglieds veränderlich ist. So kann für den Fall, dass eine häufige Veränderung des ersten Korrekturglieds zur Vermeidung von Beleuchtungsfehlern notwendig ist, eine dauerhafte oder vorübergehende Veränderung des Steuerdatensatzes des Algorithmus erfolgen, so dass auch ohne die Wirkung des ersten Korrekturglieds bereits eine optimierte Ausleuchtung erzielt wird.

[0021] Eine bevorzugte Ausführungsform des vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Intensität des Dimmens abhängig von der Wahrscheinlich-

keit eines Beleuchtungsfehlers gewählt wird. Dies bedeutet, dass Veränderungen des ersten Korrekturglieds zur Vermeidung von mittels der optischen Erfassung festgestellten Beleuchtungsfehlern erfasst und hinsichtlich des Auftretens von Beleuchtungsfehlern in bestimmten, im Steuerdatensatz berücksichtigten Fahrsituationen statistisch ausgewertet werden können. In der Folge kann eine gewisse Intensität des Dimmens - von 0% Dimmung bis 100% Dimmung einer gewissen zu erwartenden Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Beleuchtungsfehlers zugeordnet bzw. eine solche Dimmungsintensität abhängig von der zu erwartenden Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Beleuchtungsfehlers eingestellt werden. In der Regel wird für diese bevorzugte Variante der Erfindung lediglich das Blenden bzw. das zumindest teilweise Beleuchten eines vor Blendung zu schützenden Objekts als Beleuchtungsfehler eingestuft.

[0022] Durch das Einstellen der Intensität des Dimmens abhängig von einer Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Beleuchtungsfehlers wird offenbar eine gewisse Fehlerrate als tolerierbar bzw. als vertretbar aufgefasst. Diese als vertretbar angesehene Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung von der aktuellen Beschleunigung des Kraftfahrzeugs abhängig gemacht werden. Beispielsweise kann bei gleichförmiger Fahrt des Kraftfahrzeugs 10% Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit als vertretbar angenommen und eine vollständige Dimmung erst bei 10% Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit herbeigeführt werden, während bei einer Beschleunigung von bspw. 5 m/s^2 nur 5% Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit als vertretbar angenommen werden, sodass eine vollständige Dimmung bereits bei 5% Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit erfolgt.

[0023] Ein erfindungsgemäßer Kraftfahrzeugscheinwerfer zeichnet sich durch eine nach dem soeben dargelegten Verfahren gesteuerte, adaptive Lichtfunktion aus.

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigen:

[0025] Fig. 1 eine typische Situation eines entgegenkommenden Fahrzeugs, welches vor Blendung durch eine Fernlichtfunktion zu schützen ist,

[0026] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer adaptiven Lichtfunktion, bei der ein Bereich um das entgegenkommende Fahrzeug ausgeblendet wurde, unter Verwendung eines Verfahrens nach dem Stand der Technik,

[0027] Fig. 3 die Entwicklung der Situation aus Fig. 2,

[0028] Fig. 4 eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verbesserte Beleuchtungssituation,

[0029] Fig. 5 die Entwicklung der Beleuchtungssituation aus Fig. 4,

[0030] Fig. 6 ein Diagramm, zur Veranschaulichung der Intensität des Dimmens abhängig von einer vertretbaren Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit,

[0031] Fig. 7 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abnahme der vertretbaren Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit abhängig von der Beschleunigung des Fahrzeugs,

[0032] Fig. 8 ein Diagramm, zur Veranschaulichung der Intensität des Dimmens abhängig von einer vertretbaren Beleuchtungsfehlerwahrscheinlichkeit, die geringer ist als jene in Fig. 6, und

[0033] Fig. 9 ein Fließschema zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0034] In Fig. 1 ist eine Fahrbahn mit 1 bezeichnet, auf der sich ein vor Blendung zu schützendes Objekt 2, in diesem Fall ein entgegenkommendes Fahrzeug, befindet, welches vor Blendung durch Fernlicht auszunehmen ist. Das Fahrzeug 2 kann, wie durch die Klammern 3 angedeutet, von einem Kamerasystem optisch erfasst werden, wobei die optische Erfassung eine relative Objektbreite o sowie Grenzen ob_l und ob_r liefert. Gleichzeitig wird eine relative Geschwindigkeit, dargestellt durch den Vektor v , ermittelt.

[0035] Bei Verwendung von Verfahren nach dem Stand der Technik und insbesondere bei Verwendung in Kombination mit langsamen Kamerasystemen, d.h. einer langsamen optischen Erfassung, wird zur sicheren Vermeidung einer Blendung des Fahrzeugs 2 eine Reihe von Segmenten 2', 3', 4' und 5' durch Dimmen von den genannten Segmenten entsprechenden Leuchtelemente einer Leuchteinheit eines Kraftfahrzeugscheinwerfers abgedunkelt. Zur Vermeidung der Blendung des Objekts 2 wäre jedoch nur ein Abdunkeln der Segmente 4' und 5' notwendig, so dass das Abdunkeln der Segmente 2' und 3' einen Beleuchtungsfehler im Sinne eines zu breiten Abdunkelns darstellt, da sich in diesen Segmenten kein Objekt befindet, welches vor Blendung zu schützen ist. Die Breite des Sicherheitsabstandes links vom Objekt 2 ist in Fig. 2 mit a_1 bezeichnet.

[0036] Die Fig. 2 stellt somit einen Beleuchtungsfehler dar, da ein Leuchtelement gedimmt wurde, welches einem Segment der Gesamtlichtverteilung entspricht, in welchem sich kein vor Blendung zu schützendes Objekt befindet. Dieses Segment ist in diesem Fall das Segment 3', wobei ein weiteres Leuchtelement gedimmt wurde, welches dem Segment 2' entspricht, in welchem sich ebenfalls kein vor Blendung zu schützendes Objekt befindet. Erst beim Näherkommen des Fahrzeugs, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, befindet sich das Objekt 2 in den bisher abgeblendeten Segmenten 2', 3', 4' und 5', wobei nun zur Herstellung eines Sicherheitsabstandes a_1 ein weiteres Segment 1' bzw. ein weiteres Leuchtelement abgedunkelt wurde, was ebenfalls eine unnötig breite Abdunkelung der Gesamtlichtverteilung mit sich bringt. In allen Figuren sind die nicht abgedunkelten Segmente der Gesamtlichtverteilung schraffiert dargestellt.

[0037] Der in Fig. 3 dargestellte, rechte Sicherheitsabstand a_1 ist nicht als Beleuchtungsfehler einzustufen, da sich im Segment 5' das vor Blendung zu schützende Objekt 2 befindet.

[0038] Die Fig. 4 zeigt nun eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gesteuerte, adaptive Fernlichtfunktion, bei welcher lediglich jene Segmente 4' und 5' abgedunkelt wurden, in denen sich auch tatsächlich das Objekt 2 befindet, was auf die erfindungsgemäße Korrektur des Algorithmus zurückzuführen ist.

[0039] In Fig. 5 ist zu erkennen, dass bei Annäherung des Objekts 2 zwei weitere Leuchtelemente bzw. Segmente 2' und 3' abgedunkelt werden, das Segment 1' wird jedoch aufgrund des erfindungsgemäß selbstkorrigierenden Algorithmus nicht abgedunkelt.

[0040] In Fig. 6 ist dargestellt, dass gemäß der oben beschriebenen bevorzugten Variante der vorliegenden Erfindung die Intensität des Dimmens von der Blendwahrscheinlichkeit abhängig gemacht werden kann, die über die optische Erfassung der Objektkanten zur jeweiligen Fahrsituation ermittelt werden kann. Das Verfahren kann demgemäß dergestalt durchgeführt werden dass bei einer sehr geringen Blendwahrscheinlichkeit (bspw. 0% Blendwahrscheinlichkeit) ein fragliches Leuchtelement des Kraftfahrzeugscheinwerfers nicht gedimmt wird, wobei die Intensität des Dimmens mit steigender Blendwahrscheinlichkeit ansteigt. Im in Fig. 6 gezeigten Beispiel wurde eine Blendwahrscheinlichkeit von mehr als 10% als nicht mehr vertretbar definiert, sodass für Leuchtelemente, die Segmenten der Gesamtlichtverteilung entsprechen, in denen eine Blendwahrscheinlichkeit von mehr als 10% gegeben ist, ein vollständiges Dimmen (100% Dimmung), d.h. ein Abschalten des zumindest einen dem genannten Segment (1', 2', 3', 4', 5') entsprechenden Leuchtelements erfolgt.

[0041] Fig. 7 zeigt, dass die als vertretbar angesehene Blendwahrscheinlichkeit mit zunehmender Beschleunigung des Fahrzeugs abnehmen kann, was dazu führt, dass eine vollständige Dimmung (100% Dimmung) bspw. bereits bei 5% Blendwahrscheinlichkeit erfolgt, wie dies der Fig. 8 entnommen werden kann.

[0042] Anhand der Darstellung in Fig. 9 lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren anschaulich erläutern. Eine Fahrsituation wird durch ein Kamerasystem optisch erfasst, wobei insbesondere eine optische Erfassung von Umrisskanten eines vor Blendung zu schützenden Objekts erfolgt. Die Analysedaten der optischen Erfassung werden einem Algorithmus zugeführt, der nach Maßgabe eines Steuerdatensatzes das Dimmen eines Leuchtelements einer die adaptive

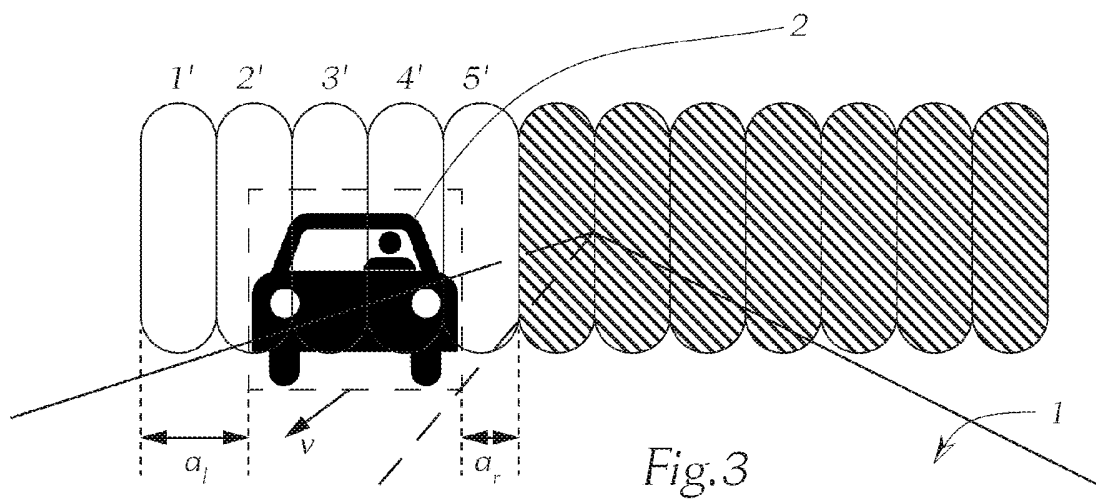
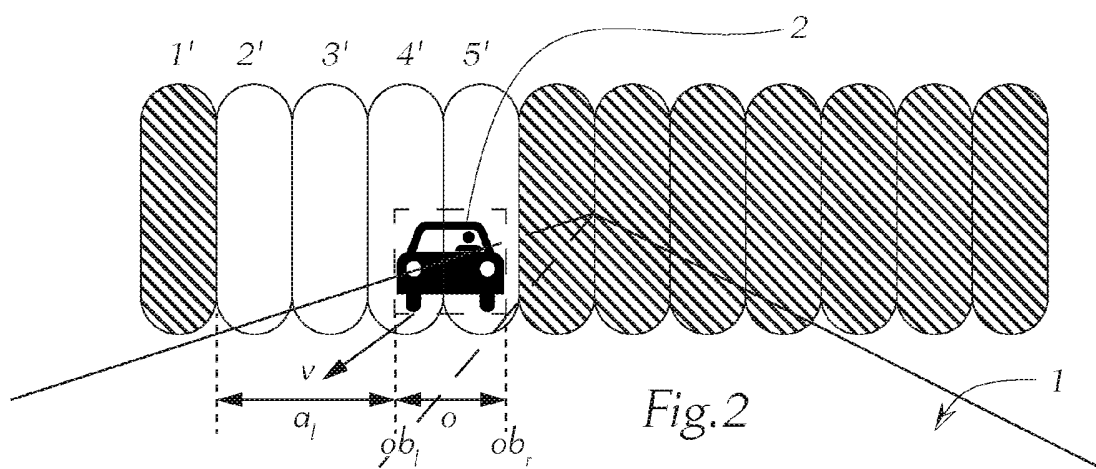
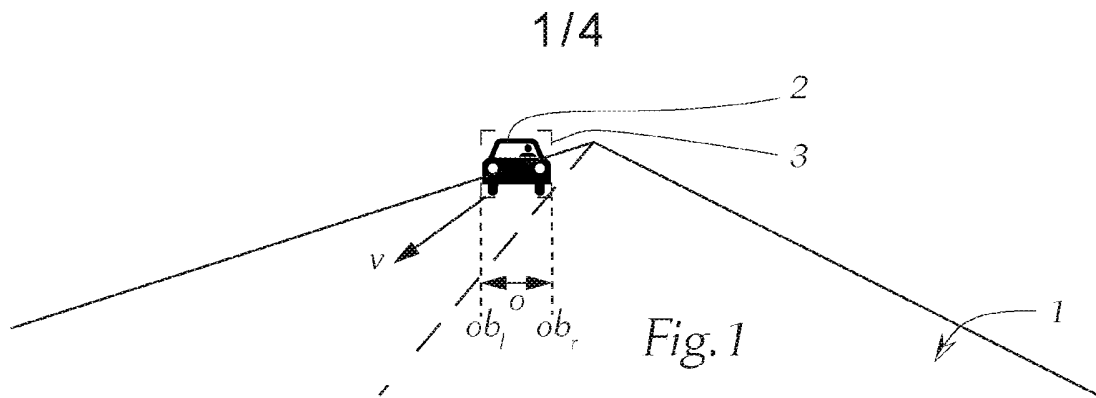
Lichtfunktion bereitstellenden und eine Mehrzahl von Leuchtelementen aufweisenden Leuchteinheit eines Kraftfahrzeugscheinwerfers bedingt, welches einem Segment der Gesamtlichtverteilung entspricht, indem sich ein vor Blendung zu schützendes Objekt, in der Regel ein Fahrzeug oder ein Fußgänger, befindet. Die mit Hilfe des Steuerdatensatzes erzeugten Steuersignale durchlaufen ein erstes Korrekturglied, welches a priori neutral bleibt, um die Steuersignale nicht zu beeinflussen. Mit den Steuersignalen wird die adaptive Fernlichtfunktion angesteuert und in der Folge eine optische Erfassung von eventuellen Beleuchtungsfehlern durchgeführt. Wenn festgestellt wird, dass ein Beleuchtungsfehler auftritt, oder Beleuchtungsfehler zu häufig auftreten, führt eine Rückkoppelung der optischen Erfassung mit dem Korrekturglied zu einer Änderung im Korrekturglied, sodass die Steuersignale, die vom Steuerdatensatz ausgegeben werden, durch die Wirkung des ersten Korrekturglieds dahingehend verändert werden, um den Beleuchtungsfehler in der jeweiligen Fahrsituation zu vermeiden. Weitere Korrekturglieder können, wie bereits beschrieben vorgesehen sein, um Anpassungen an den Rang einer Straße, den Betriebsmodus des Kraftfahrzeugs oder an das Fahrverhalten des Fahrers vorzunehmen. Die genannten zweiten, dritten und vierten Korrekturglieder verhalten sich ebenso wie das erste Korrekturglied a priori neutral und entfalten ihre Wirkung auf die vom Steuerdatensatz ausgegebenen Steuersignale erst nach Aktivierung dieser Korrekturglieder in den weiter oben beschriebenen Fällen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer adaptiven Lichtfunktion eines mit einem Kraftfahrzeug zusammenwirkenden Kraftfahrzeugscheinwerfers, bei welchem ausgehend von einer Gesamtlichtverteilung der adaptiven Lichtfunktion ein Segment (1', 2', 3', 4', 5') der Gesamtlichtverteilung, in welchem sich ein vor Blendung zu schützendes Objekt (2) befindet, durch Dimmen zumindest eines, dem genannten Segment (1', 2', 3', 4', 5') entsprechenden Leuchtelements einer die adaptive Lichtfunktion bereitstellenden und eine Mehrzahl von Leuchtelementen aufweisenden Leuchteinheit des Kraftfahrzeugscheinwerfers abgedunkelt wird, wobei das Dimmen in Abstimmung mit Analysedaten einer optischen Erfassung von Umrisskanten des Objekts erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dimmen nach Maßgabe zumindest eines Steuerdatensatzes eines selbstkorrigierenden Algorithmus erfolgt, wobei der Algorithmus zumindest ein erstes Korrekturglied umfasst, welches mit den Analysedaten der optischen Erfassung rückgekoppelt ist und eine Veränderung des ersten Korrekturglieds vorgenommen wird, wenn ein Beleuchtungsfehler festgestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Beleuchtungsfehler ein Dimmen eines Leuchtelements eingestuft wird, welches einem Segment (1', 2', 3', 4', 5') der Gesamtlichtverteilung entspricht, in welchem sich kein vor Blendung zu schützendes Objekt (2) befindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Beleuchtungsfehler ein zumindest teilweises Beleuchten eines vor Blendung zu schützenden Objekts (2) eingestuft wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dimmen als Abschalten des zumindest einen dem genannten Segment (1', 2', 3', 4', 5') entsprechenden Leuchtelements erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Veränderung des ersten Korrekturglieds dann vorgenommen wird, wenn aufgrund der optischen Erfassung von Umrisskanten von Objekten (2) in einem bestimmten Erfassungszeitraum ein Beleuchtungsfehler bezüglich zumindest 5% bis 15%, bevorzugt 10% der Zahl der optisch erfassten Objekte (2) festgestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Steuerdatensatz unter Heranziehung von Testsituationen erstellt und dem Algorithmus zur Verfügung gestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Algorithmus ein zweites Korrekturglied umfasst und der zumindest eine Steuerdatensatz im zweiten Korrekturglied zum Rang einer Straße (1) in Bezug gebracht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Algorithmus ein drittes Korrekturglied umfasst und der zumindest eine Steuerdatensatz im dritten Korrekturglied zu einem gewählten Betriebsmodus des Kraftfahrzeugs in Bezug gesetzt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Algorithmus ein viertes Korrekturglied umfasst und der zumindest eine Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied zur Kraftfahrzeuggeschwindigkeit in Bezug gesetzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied zu einem Einschlagwinkel eines Lenkrades des Kraftfahrzeugs in Bezug gesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied zu einer Gierrate des Lenkrades des Kraftfahrzeugs in Bezug gesetzt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Steuerdatensatz im vierten Korrekturglied mit einer zu erwartenden Gierrate des Lenkrades des Kraftfahrzeugs in Bezug gesetzt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Steuerdatensatz in Abhängigkeit von Werten des ersten Korrekturglieds veränderlich ist.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Intensität des Dimmens abhängig von der Wahrscheinlichkeit eines Beleuchtungsfehlers in einer bestimmten Fahrsituation gewählt wird.
15. Kraftfahrzeugscheinwerfer mit einer nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 gesteuerten adaptiven Lichtfunktion.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



2/4

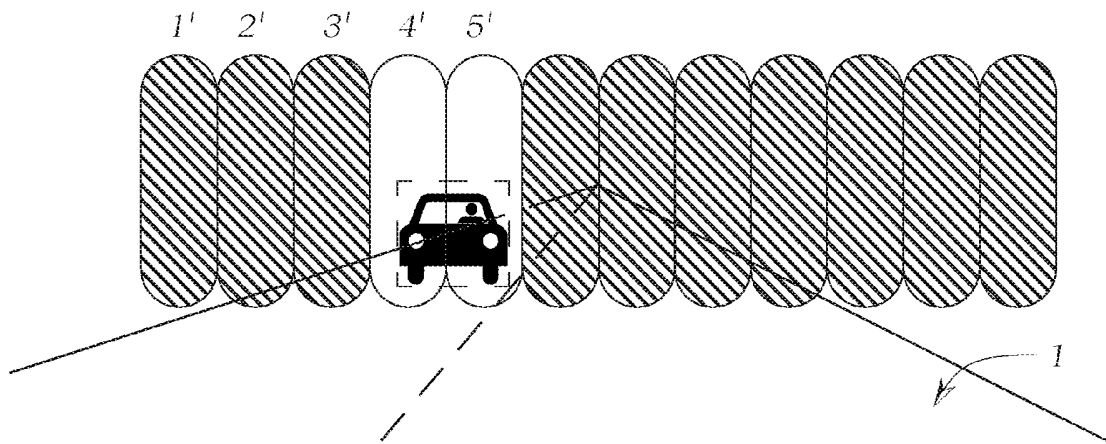


Fig. 4

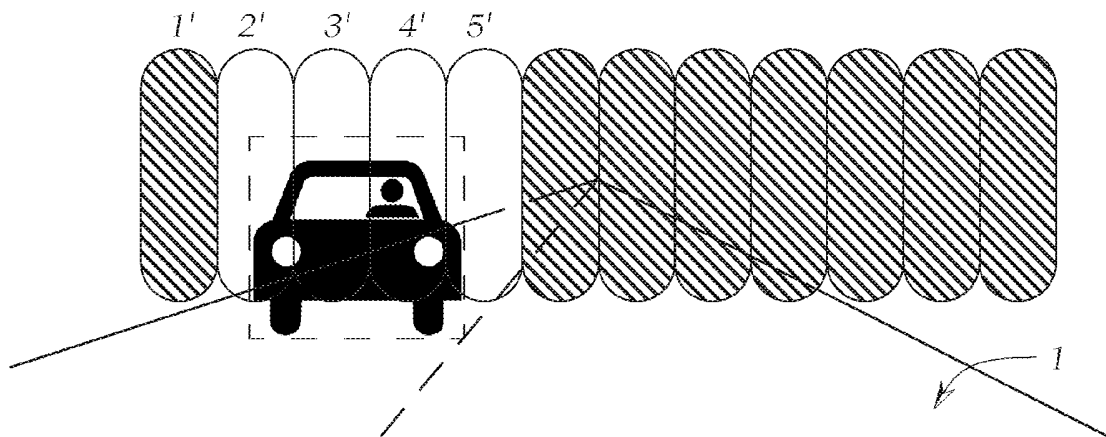


Fig. 5

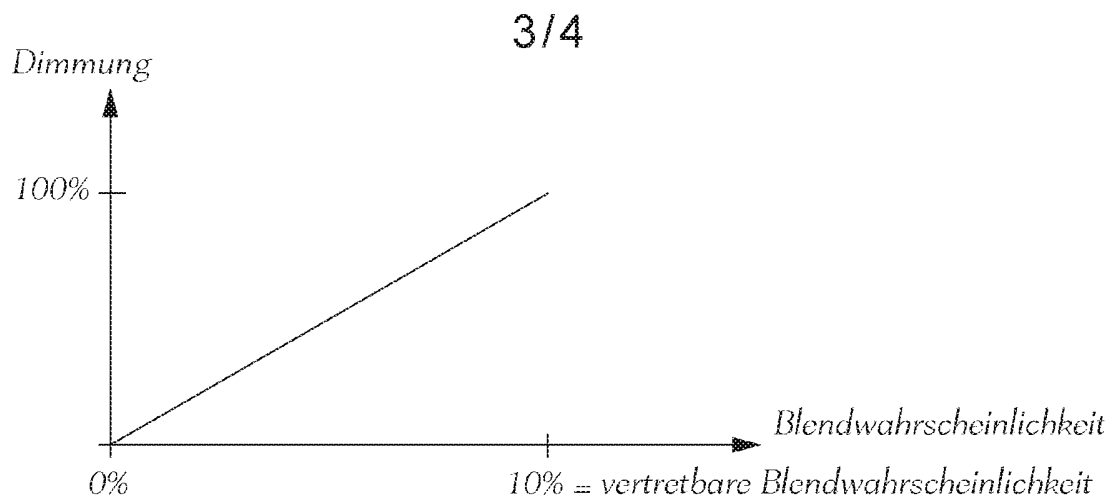


Fig. 6

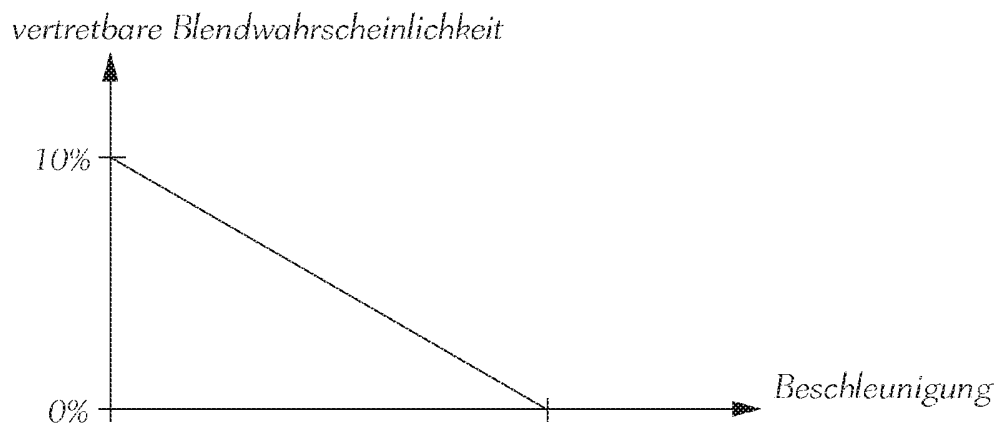


Fig. 7



Fig. 8

4/4

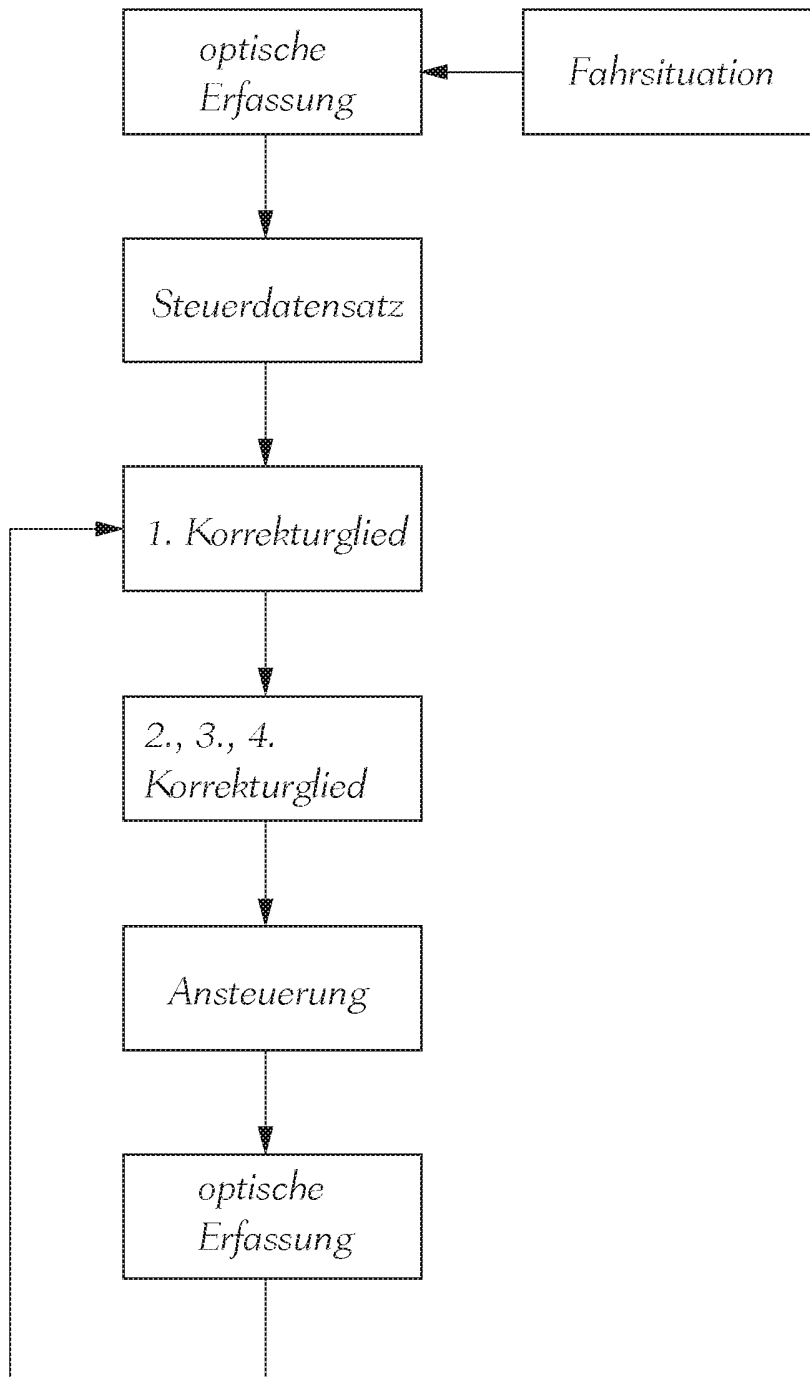


Fig. 9