(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2013 220 250 A1** 2014.09.11

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 220 250.4**
(22) Anmeldetag: **08.10.2013**
(43) Offenlegungstag: **11.09.2014**

(51) Int Cl.: ***G01N 21/21*** (2006.01)
G01J 4/00 (2006.01)
B60W 30/02 (2012.01)
B60W 40/06 (2012.01)

(71) Anmelder:
Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG, 91074 Herzogenaurach, DE

(72) Erfinder:
Krehmer, Hartmut, 91052 Erlangen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

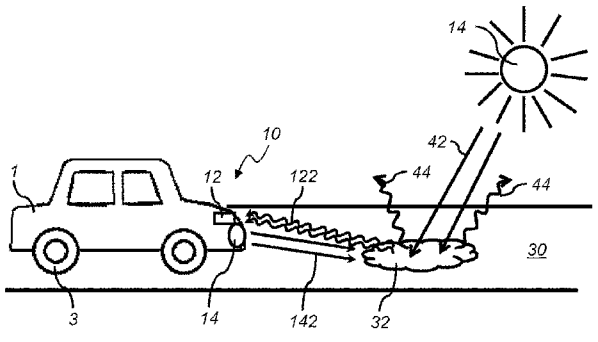
DE	**43 00 896**	**C1**
DE	**197 18 623**	**A1**
DE	**10 2010 023 856**	**A1**
EP	**2 439 716**	**A2**
WO	**2004/ 081 897**	**A2**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung für ein Fahrzeug zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche und Verfahren zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche beim Betrieb eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10) für ein Fahrzeug (1) zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche (30, 32) einer Fahrbahn. Erfindungsgemäß ist eine Polarisationskamera (12) zum Erfassen polarisierten Lichts (122), das von der Oberfläche (30, 32) reflektiert wird, vorgesehen. Ferner ist ein Verfahren zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche (30, 32) beim Betrieb eines Fahrzeugs (1) offenbart.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung für ein Fahrzeug zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche einer Fahrbahn.

[0002] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche einer Fahrbahn beim Betrieb eines Fahrzeugs.

Hintergrund der Erfindung

[0003] Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, mit Vorrichtungen, die eine Beschaffenheit einer Oberfläche (Boden) erkennen, wie beispielsweise ob ein Niederschlag wie Glatteis und/oder (Eis)Regen auf einer Fahrbahn vorhanden ist, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Bekannte Vorrichtungen in Serienfahrzeugen beschränken sich jedoch auf eine reine Temperaturmessung der Umgebungsluft des Fahrzeugs und geben unterhalb einer festgelegten Schwelle, z.B. unterhalb von 5°C, nur eine pauschale Warnung vor möglicher Glätte aus, ohne in diese Warnung weitere Bewertungsfaktoren einzubeziehen.

[0004] Dadurch, dass diese Vorrichtungen als einzige Informationsquelle die Temperatur der Umgebungsluft nutzen, können sie bisher nur verhältnismäßig unzuverlässig warnen. Daher kommt es bei den herkömmlichen Vorrichtungen häufig zu Fehlwarnungen. Dies führt letztendlich zur Gefahr, dass solche Warnungen vom Fahrer nicht mehr ernst genommen oder gar nicht mehr berücksichtigt werden. Andersherum kann eine solche Vorrichtung auch in bestimmten Situationen fälschlicherweise keine Warnung ausgeben, obwohl die Straßen von Glatteis bedeckt sind, z. B. bei auf kaltem Boden der Fahrbahn bei gefrierender Nässe mit Lufttemperaturen von über 5°C. Beide Aspekte führen letztlich zu einer deutlich verminderten Verkehrssicherheit.

[0005] Aufgabe der gegenwärtigen Erfindung ist daher, eine Vorrichtung für ein Fahrzeug zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche einer Fahrbahn zu schaffen, die die Beschaffenheit der Oberfläche sicher und zuverlässig erkennt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

[0007] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche einer Fahrbahn beim Betrieb eines Fahrzeugs anzugeben, das die Beschaffenheit der Oberfläche sicher und zuverlässig erkennt.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 8 umfasst.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung für ein Fahrzeug zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche einer Fahrbahn (Straße) des Fahrzeugs umfasst erfindungsgemäß mindestens eine Polarisationskamera zum Erfassen polarisierten Lichts, das von der Oberfläche reflektiert wird. Diese Polarisationskamera zeichnet sich dadurch aus, dass mit einer einzigen Aufnahme aussagekräftige Bilder bzw. Bilddaten aufgenommen werden können. Dabei kann die Polarisationskamera derart konstruiert sein, dass sie beispielsweise mit vor einem Sensor der Kamera rotierenden Polfilterrädern, Strahlteilern oder LCD-Elementen arbeitet. Bevorzugt umfasst die Polarisationskamera bei der Erfindung aber einen nanostrukturierten CMOS-Sensor, bei dem Polarisationsfilter direkt in den einzelnen Pixeln verankert sind. Somit ist gewährleistet, dass man mit einer einzigen Aufnahme Pixel für Pixel linear polarisiertes Licht erfasst und misst. Zudem ist diese Art von Polarisationskamera kostengünstiger als die zuvor genannten Arten.

[0010] Dadurch, dass bei der Erfindung die Polarisationskamera polarisiertes Licht, welches von der Oberfläche reflektiert wird, erfasst, wie beispielsweise Niederschlag in Form von Wasser oder Eis oder Eisregen auf einer Fahrbahn, kann über die Polarisationscharakteristik des von der Fahrbahn reflektierten Lichts unterschiedliche Fahrbahnzustände bzw. die Beschaffenheit der Fahrbahn ermittelt und unterschieden werden. Hier können dann Fahrbahnunterschiede, wie trockener Asphalt, nasser Asphalt, Wasserflächen sowie gefrorene Bereiche auf der Straße ebenso wie beispielsweise beginnende Eisbildung, identifiziert werden.

[0011] Ein bevorzugter Einsatzbereich der Erfindung betrifft Kraftfahrzeuge, doch ist die Erfindung nicht nur auf diesen Bereich beschränkt. Somit kann diese Polarisationskamera nicht nur bei Kraftfahrzeugen wie bei PKWs, LKWs oder Nutzfahrzeugen Anwendung finden, sondern ggf. auch bei Schienenfahrzeugen.

[0012] Die Lichtquelle, die das Licht aussendet, dann an der Oberfläche der Fahrbahn reflektiert und von dort zumindest teilweise als polarisiertes Licht in Richtung der Polarisationskamera gelenkt wird, kann beispielsweise die Sonne sein. Bei dieser einfachen Ausführungsform der Erfindung ist somit keine weitere Lichtquelle beim, am oder im Fahrzeug notwendig.

[0013] Um die Erfindung jedoch auch bei schlechten Lichtbedingungen bzw. in der Dämmerung und in der Nacht funktionsfähig zu halten, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer ersten bevorzugten Ausführungsform eine Lichtquelle zum Bestrahlen der Oberfläche der Fahrbahn mit Licht auf. Die Polarisationskamera erfasst zumindest einen Teil des polarisierten Lichts, das durch Reflexion des Lichts der Lichtquelle an der Oberfläche entsteht.

[0014] Bevorzugt befindet sich dieses von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht im für Menschen nicht sichtbaren Bereich, wird aber durch die in der Vorrichtung vorhandene Polarisationskamera sicher erfasst. Die Wellenlänge des Lichts der Lichtquelle ist daher außerhalb des Intervalls 380 nm bis 780 nm.

[0015] Ein wesentlicher Vorteil einer solchen Ausführungsform mit integrierter Lichtquelle besteht darin, dass die Qualität bzw. die Polarisationscharakteristik des ausgesendeten Lichts der Lichtquelle bekannt ist, sowohl bei der Sonne als Lichtquelle auch bei einer im bzw. am Fahrzeug integrierten Lichtquelle. Nachfolgend wird diese Polarisationscharakteristik auch „erste Polarisationscharakteristik“ benannt zur Unterscheidung der Polarisationscharakteristik des polarisierten Lichts, die auch „zweite Polarisationscharakteristik“ benannt wird.

[0016] So umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform ein Datenverarbeitungs- und Steuersystem zur Bestimmung des Vorhandenseins von Niederschlag und/oder zur Bestimmung eines Typs von Niederschlag auf der Oberfläche. Dabei ist das Datenverarbeitungs- und Steuersystem mit der Polarisationskamera derart verbunden, dass das Datenverarbeitungs- und Steuersystem eine zweite Polarisationscharakteristik des polarisierten Lichts ermittelt und durch Vergleich mit der bekannten ersten Polarisationscharakteristik des Lichts der Lichtquelle eine Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein und/oder den Typ von Niederschlag auf der Oberfläche ermittelt. Aus diesem Vergleich und dem daraus resultierenden Unterschied der Polarisationscharakteristika des ausgesendeten Lichts einerseits und des reflektierten polarisierten Lichts andererseits kann auf den Fahrbahnzustand geschlossen werden, insbesondere ob ein Niederschlag vorhanden ist und/oder um welchen Typ von Niederschlag es sich handelt, beispielsweise Regen, (Glatt)Eis, Eisregen, Schnee oder Hagel.

[0017] Um die von der Polarisationskamera erfassten Daten und von dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem ermittelten Informationen zum Fahrbahnzustand für das Fahrzeug weiter vorteilhaft zu nutzen, ist in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mindestens ein Assistenzsystem mit dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem in der Weise verbunden bzw. gekoppelt, dass die bei der Bestimmung des Vorhandenseins und/oder Typs von Niederschlag ermittelten Daten und/oder Informationen des Datenverarbeitungs- und Steuersystems als Eingangsparameter zum Einstellen des Assistenzsystems übermittelt werden. Die Daten bzw. Information über das Vorhandensein bzw. über den Typ von Niederschlag werden somit beim Einstellen des Assistenzsystems berücksichtigt. Dabei kann das mindestens eine Assistenzsystem beispielsweise ein Antiblockiersystem (ABS) und/oder ein elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) umfassen. Sofern notwendig, kann das Assistenzsystem nach erkanntem Niederschlag eine definierte Bremskraft auf mindestens ein Rad des Fahrzeugs ausüben. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass das Assistenzsystem wie ABS und/oder ESP nach erfindungsgemäßem Erkennen von Niederschlag auf der Fahrbahn nicht in jedem Fall direkt und unmittelbar in das Fahrverhalten des Fahrzeugs eingreift bzw. bremst, Stattdessen dienen die ermittelten Daten und/oder Information zum Niederschlag dazu, dass erst im Falle eines nötigen Eingreifens das Assistenzsystem reagiert und eine oben genannte Bremsung auslöst. Eine automatische Bremsung unmittelbar nach erfindungsgemäßem Erkennen von Niederschlag ohne Eingriff bzw. Wunsch des Fahrers des Fahrzeugs ist in aller Regel sehr gefährlich und daher nicht gewünscht.

[0018] Ebenso ist denkbar, dass sowohl das ABS als auch das ESP mit dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Fahrzeug verbunden ist.

[0019] Es ist auch denkbar, dass das mindestens eine Assistenzsystem eine akustische und/oder visuelle Einrichtung (Ausgabeeinrichtung) umfasst, die derart ausgebildet ist, dass bei ermitteltem Vorhandensein bzw. Typ von Niederschlag, beispielsweise (Glatt)Eisbildung, auf der Fahrbahn, der Fahrer einen Warnhinweis erhält, beispielsweise ein akustisches Signal, einen akustischen Sprachhinweis (beispielsweise einen gesprochenen Hinweis durch ein Navigationssystem), ein visuelles Aufleuchten einer Signalleuchte (Warnblinkleuchte) und/oder einen visuellen Sprachhinweis (beispielsweise einen Sprachhinweis auf dem Display eines Navigationssystems). Neben solcherlei Sprachhinweisen und akustischen Signalen ist auch denkbar, über (weitere) Displayanzeigen oder Head-up Displays (HUD) Informationen einzublenden. Beim HUD ergibt sich zudem die Möglichkeit, Bereiche der Fahrbahn, die glatt oder nass sind, im Blickfeld des Fahrers zu markieren. Durch die von der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfassten Daten und ermittelten Informationen zum Fahrbahnzustand kann das Fahrzeug auf diese Weise gezielt auf die vorherrschenden Fahrbahnbedingungen eingestellt und an den Fahrer kann eine Warnung über Glatteis oder über eine nasse Fahrbahn ausgegeben werden. Ein solchermaßen mit dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem und der Polarisationskamera verbundenes bzw. gekoppeltes Assistenzsystem trägt somit wesentlich zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr bei.

[0020] Zur weiteren Verbesserung der Ergebnis- bzw. Vorhersagequalität von Niederschlag auf der Oberfläche einer Fahrbahn ist neben dem oben beschriebenen Vergleich der Polarisationscharakteristika auch die Verknüpfung des Datenverarbeitungs- und Steuersystems sowie eines Assistenz-

systems, beispielsweise ABS/EPS und/oder Ausgabe mit Glatteiswarnung, an die Messung mindestens eines weiteren physikalischen Parameters denkbar. Solche weiteren physikalischen Parameter werden als weitere Bewertungsfaktoren beim Ermitteln der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein bzw. Typ von Niederschlag auf der Oberfläche berücksichtigt. So sieht eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, aus Messwerten zu Lufttemperatur, Luftdruck, relativer Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsmenge, Bodentemperatur (Temperatur der Oberfläche der Fahrbahn), die in einer Umgebung des Fahrzeugs ermittelt werden, und/oder Daten Informationen aus einer Wettervorhersage eine Wahrscheinlichkeit für eine Niederschlagsbildung ableiten zu können. Mit diesen Informationen kann dann die bereits beschriebene Erkennung von Niederschlag, insbesondere von (Glatt)Eisflächen durch das Datenverarbeitungs- und Steuersystem, unterstützt und verfeinert werden. Hierzu ist denkbar, dass die obigen Daten von dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem auch aus dem Internet abgerufen werden. Das Datenverarbeitungs- und Steuersystem stellt hierzu einmal oder in regelmäßigen Zeitabständen eine Internetverbindung her.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche beim Betrieb eines Fahrzeugs umfasst mehrere Schritte, wie nachfolgend beschrieben wird. Ein polarisiertes Licht wird mit einer Polarisationskamera im bzw. am Fahrzeug erfasst. Dabei wird die Oberfläche der Fahrbahn mit Licht der Sonne oder bevorzugt mit Licht einer Lichtquelle im bzw. am Fahrzeug bestrahlt. Das polarisierte Licht entsteht durch Reflexion des Lichts der Lichtquelle an der Oberfläche, wie oben bereits beschrieben. Das Licht der Lichtquelle weist eine bekannte erste Polarisationscharakteristik auf. Anschließend wird eine zweite Polarisationscharakteristik des polarisierten Lichts bestimmt. Dabei wird ein Datenverarbeitungs- und Steuersystem des Fahrzeugs verwendet, wozu das Datenverarbeitungs- und Steuersystem mit der Polarisationskamera verbunden ist. Anschließend werden die ersten und zweiten Polarisationscharakteristika durch das Datenverarbeitungs- und Steuersystem miteinander verglichen und eine Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Niederschlag und/oder eine Wahrscheinlichkeit für den Typ von Niederschlag auf der Oberfläche aus der Abweichung der beiden Polarisationscharakteristika anhand von vorgegebenen Bewertungsfaktoren ermittelt. Die Bewertungsfaktoren basieren auf dem allgemeinen Fachwissen, dass einzelne bekannte typische Polarisationscharakteristika dem generellen Vorhandensein von Niederschlag bzw. sogar gewissen Typen von Niederschlag (beispielsweise Regen, (Glatt)Eis, Eisregen, Schnee, Hagel, etc.) zugeordnet werden können sind. Die Bewertungsfaktoren können daher für die bzw. in der Vorrichtung vorgegeben sein, insbesondere auch von dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem abgerufen werden bzw. dort hinterlegt sein. Auf diese Weise können die Bewertungsfaktoren für die Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Niederschlag und auch für die Berechnung einer Wahrscheinlichkeit für den Typ des Niederschlags genutzt werden. Wie oben bereits dargelegt, können neben dem oben beschriebenen Vergleich der Polarisationscharakteristika auch weitere physikalische Parameter als Bewertungsfaktoren genutzt werden.

[0022] Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mindestens ein Assistenzsystem mit dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem gekoppelt, wie oben bezüglich der erfindungsgemäßen Vorrichtung bereits ausführlich beschrieben.

[0023] Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass durch die im Fahrzeug eingebaute Polarisationskamera eine zuverlässigere und sichere Erkennung von Niederschlag auf einer Oberfläche, wie beispielsweise Glatteis auf einer Fahrbahn, sowie die Identifikation von Bedingungen, bei denen Glatteis entstehen kann, möglich ist. Dadurch werden die bisher aus dem Stand der Technik bekannten und einleitend beschriebenen offensichtlichen Fehlmeldungen zur Glättebildung vermieden. Zudem kann die Verkehrssicherheit erheblich gesteigert werden, wenn eine zuverlässige Glatteiserkennung verfügbar ist, die neben gezielten Warnungen für den Fahrer auch die Einstellung verschiedener Assistenzsysteme an die vorherrschenden Fahrbahnbedingungen möglich macht.

[0024] Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren näher erläutern. Die Größenverhältnisse in den Figuren entsprechen nicht immer den realen Größenverhältnissen, da einige Formen vereinfacht und andere Formen zur besseren Veranschaulichung vergrößert im Verhältnis zu anderen Elementen dargestellt sind. Dabei zeigen:

[0025] Fig. 1 eine schematische Perspektivansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung für ein Fahrzeug zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche; und

[0026] Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Ausführungsform eines in der erfindungsgemäßen Vorrichtung integriertem Datenverarbeitungs- und Steuersystems zur Bestimmung des Vorhandenseins bzw. Typs von Niederschlags auf der Oberfläche.

[0027] Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen ver-

wendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind. Die dargestellten Ausführungsformen stellen lediglich Beispiele dar, wie die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren ausgestaltet sein können und stellen somit keine abschließende Begrenzung der Erfindung dar.

[0028] **Fig.** 1 zeigt eine schematische Perspektivansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** für ein Fahrzeug **1** zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche **30**, **32**, wie beispielsweise einer Fahrbahnoberfläche. Wie allgemein aus der Physik bekannt ist, kommt in der Natur sowohl unpolarisiertes als auch polarisiertes Licht vor. So werden von einer Sonne **14** als Lichtquelle ausgestrahlte Lichtstrahlen **42** (Sonnenstrahlen) teilweise als unpolarisiertes Licht **44** als auch teilweise als polarisiertes Licht **122** an der Oberfläche **30**, **32** reflektiert.

[0029] Anstelle der oder zusätzlich zur Nutzung des Sonnenlichts **42** kann die erfindungsgemäße Vorrichtung **10** eine Lichtquelle **14** am/im Fahrzeug **1** aufweisen, wobei die Lichtquelle **14** ein Licht **142** in Richtung der Oberfläche **30**, **32** ausstrahlt. Das Licht **142** wird ebenfalls zumindest teilweise an der Oberfläche **30**, **32** als polarisiertes Licht **122** reflektiert. Auf diese Weise ist die Erfindung auch bei schlechten Lichtbedingungen bzw. in der Dämmerung oder bei Nacht stets funktionsfähig. Um das Augenlicht anderer Verkehrsteilnehmer nicht zu stark zu blenden, ist die Wellenlänge des Lichts **142** der Lichtquelle **14** bevorzugt außerhalb des für Menschen nicht sehbaren Lichtwellenbereichs, also außerhalb des Intervalls 380 nm bis 780 nm.

[0030] Die Vorrichtung **10** weist erfindungsgemäß eine Polarisationskamera **12** zum Erfassen des polarisierten Lichts **122** auf. Durch die Erfassung der Polarisation des von bestimmten Fahrbahnbereichen reflektierten Lichts **122** ist es möglich, trockenen Asphalt vom nassen Asphalt, Wasserflächen sowie gefrorene Bereiche **32** auf der Fahrbahn ebenso wie z. B. beginnende Eisbildung **32** auf der Fahrbahn zu identifizieren, wie bereits oben ausführlich beschrieben.

[0031] Um das Vorhandsein oder sogar den Typ von Niederschlag **32** genau und eindeutig bestimmen zu können, umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung **10** ein in **Fig.** 2 dargestelltes Datenverarbeitungs- und Steuersystem **16** zur Bestimmung des Vorhandenseins und/oder des Typs von Niederschlag **32**, wie beispielweise eine in **Fig.** 1 dargestellte Eisfläche **32**. Dabei ist das Datenverarbeitungs- und Steuersystem **16** mit der Polarisationskamera **12** derart über eine erste Verbindung **124**, beispielsweise eine Verkabelung oder eine Funkverbindung, verbunden, dass das Datenverarbeitungs- und Steuersystem **16** eine zweite Polarisationscharakteristik des polarisierten Lichts **122** bestimmt und daraus eine Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein oder Typ von Niederschlag bzw. Eis **32** auf der Oberfläche **30** ermittelt, ggf. unter Verwendung weiterer physikalischer Parameter als weitere Bewertungsfaktoren, wie oben ausführlich beschrieben.

[0032] In der in **Fig.** 2 gezeigten Ausführungsform weist die Vorrichtung **10** ferner ein Assistenzsystem **18** auf, das mit dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem **16** über eine zweite Verbindung **126**, beispielsweise eine Verkabelung oder eine Funkverbindung, verbunden ist. Dieses Assistenzsystem ist beispielsweise ein ABS **18**. Ebenso ist aber auch denkbar, dass das Assistenzsystem **18** ein ESP ist. Ferner ist es möglich, dass das Assistenzsystem sowohl ein ABS als auch ein ESP **18** ist. Die bei der Bestimmung des Vorhandenseins und/oder Typs von Niederschlag **32** ermittelten Daten und/oder Informationen des Datenverarbeitungs- und Steuersystems **16** werden über die zweite Verbindung **126** als Eingangsparameter zum Einstellen des Assistenzsystems **18** übermittelt. Bei einer Bestimmung von Niederschlag **32** auf der Oberfläche **30** mit der Polarisationskamera **12** wird das ABS bzw. ESP **18** derart aktiviert und eingestellt, dass das Fahrzeug **1** gezielt gebremst wird, wie oben bereits ausführlich beschrieben, ehe es auf den Niederschlag **32** trifft. Somit ermöglicht die Erfindung neben einem zuverlässigen und präzisen Erkennen von Niederschlag bzw. Eis **32** auf der Oberfläche **30** auch eine erhöhte Sicherheit im Verkehr, da ein rechtzeitiges Abbremsen möglich ist.

[0033] Das Datenverarbeitungs- und Steuersystem **16** kann ferner mit einer Ausgabe (einrichtung) **20** für einen Warnhinweis (wie oben bereits ausführlich beschrieben) bei ermitteltem Vorhandensein und/oder ermitteltem Typ von Niederschlag **32** auf der Oberfläche **30** über eine dritte Verbindung **128** verbunden sein, wiederum per Kabel oder drahtlos per Funk.

[0034] Alle anderen Elemente sind bereits ausführlich in **Fig.** 1 beschrieben.

[0035] Alle zuvor beschriebenen Ausführungsformen der Vorrichtung und des Verfahrens können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination Verwendung finden.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
3	Rad
10	Vorrichtung
12	Polarisationskamera
122	polarisiertes Licht
124	erste Verbindung

126	zweite Verbindung
128	dritte Verbindung
14	Lichtquelle
142	ausgesendetes Licht
16	Datenverarbeitungs- und Steuersystem
18	Assistenzsystem (ABS, EPS, Display, Sprachhinweis)
20	Ausgabe(einrichtung)
30	Oberfläche
32	Niederschlag
42	Sonnenstrahlen
44	unpolarisiertes Licht

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**10**) für ein Fahrzeug (**1**) zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche (**30**, **32**) einer Fahrbahn, gekennzeichnet durch eine Polarisationskamera (**12**) zum Erfassen polarisierten Lichts (**122**), das von der Oberfläche (**30**, **32**) reflektiert wird.

2. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, umfassend eine Lichtquelle (**14**) zum Bestrahlen der Oberfläche (**30**, **32**) mit Licht (**142**), wobei die Polarisationskamera (**12**) zumindest einen Teil des polarisierten Lichts (**122**), das durch Reflexion des Lichts (**142**) der Lichtquelle (**14**) an der Oberfläche (**30**, **32**) entsteht, erfasst.

3. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 2, wobei die Wellenlänge des Lichts (**142**) der Lichtquelle (**14**) außerhalb des Intervalls 380 nm bis 780 nm ist.

4. Vorrichtung (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, umfassend ein Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) zur Bestimmung des Vorhandenseins und/oder eines Typs von Niederschlag (**32**) auf der Oberfläche (**30**), wobei das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) mit der Polarisationskamera (**12**) derart verbunden ist, dass das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) eine zweite Polarisationscharakteristik des polarisierten Lichts (**122**) ermittelt und durch Vergleich mit einer bekannten ersten Polarisationscharakteristik des Lichts (**142**) der Lichtquelle (**14**) eine Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein und/oder den Typ von Niederschlag (**32**) auf der Oberfläche (**30**) ermittelt.

5. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 4, wobei das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) derart ausgebildet ist, dass in die Bestimmung des Vorhandenseins und/oder Typs von Niederschlag (**32**) auf der Oberfläche (**30**) Werte einer Lufttemperatur, eines Luftdruck, einer relativen Luftfeuchtigkeit, einer Niederschlagsmenge und/oder einer Temperatur der Oberfläche (**30**), die in einer Umgebung des Fahrzeugs (**1**) vorliegen, und/oder das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) Daten aus einer Wettervorhersage einbeziehbar sind.

6. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 4 oder 5, umfassend mindestens ein Assistenzsystem (**18**), insbesondere ein Antiblockiersystem (ABS) und/oder ein elektronisches Stabilitätsprogramm (EPS), wobei die bei der Bestimmung des Vorhandenseins und/oder Typs von Niederschlag (**32**) ermittelten Daten und/oder Informationen des Datenverarbeitungs- und Steuersystems (**16**) als Eingangsparameter zum Einstellen des Assistenzsystems (**18**) übermittelt werden.

7. Vorrichtung (**10**) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) mit einer Ausgabe (**20**) für einen Warnhinweis bei ermitteltem Vorhandensein und/oder ermitteltem Typ von Niederschlag (**32**) auf der Oberfläche (**30**) verbunden ist.

8. Verfahren zum Erkennen der Beschaffenheit einer Oberfläche (**30**, **32**) einer Fahrbahn beim Betrieb eines Fahrzeugs (**1**), gekennzeichnet durch die Schritte:
• Bestrahlen der Oberfläche (**30**, **32**) mit Licht (**142**) einer Lichtquelle (**14**) des Fahrzeugs (**1**), wobei das Licht (**142**) eine bekannte erste Polarisationscharakteristik hat;
• Erfassen von polarisiertem Licht (**122**) mit einer Polarisationskamera (**12**) des Fahrzeugs (**1**), wobei das polarisierte Licht (**122**) durch Reflexion des Lichts (**142**) der Lichtquelle (**14**) an der Oberfläche (**30**, **32**) entsteht;
• Ermitteln einer zweiten Polarisationscharakteristik des polarisierten Lichts (**122**) durch ein Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) des Fahrzeugs (**1**), wobei das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) mit der Polarisationskamera (**12**) verbunden ist;
• Vergleichen der ersten und zweiten Polarisationscharakteristika durch das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**); und
• Ermitteln einer Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein und/oder einen Typ von Niederschlag (**32**) auf der Oberfläche (**30**) aus der Abweichung der beiden Polarisationscharakteristika anhand von vorgegebenen Bewertungsfaktoren durch das Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**).

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei mindestens ein weiterer physikalischer Parameter als weiterer Bewertungsfaktor beim Ermitteln der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein und/oder den Typ von Niederschlag (**32**) auf der Oberfläche (**30**) berücksichtigt wird; insbesondere
eine Lufttemperatur, ein Luftdruck, eine relative Luftfeuchtigkeit, eine Niederschlagsmenge und/oder eine Temperatur der Oberfläche (**30**), die in einer Umgebung des Fahrzeugs (**1**) ermittelt werden; und/oder
Daten aus einer Wettervorhersage.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, wobei mindestens ein Assistenzsystem (**18**), insbesondere ein Antiblockiersystem (ABS) und/oder ein elektronisches Stabilitätsprogramm (EPS), mit dem Datenverarbeitungs- und Steuersystem (**16**) derart gekoppelt wird, dass die bei der Bestimmung des Vorhandenseins und/oder Typs von Niederschlag (**32**) ermittelten Daten und/oder Informationen des Datenverarbeitungs- und Steuersystems (**16**) als Eingangsparameter zum Einstellen des Assistenzsystems (**18**) übermittelt werden.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

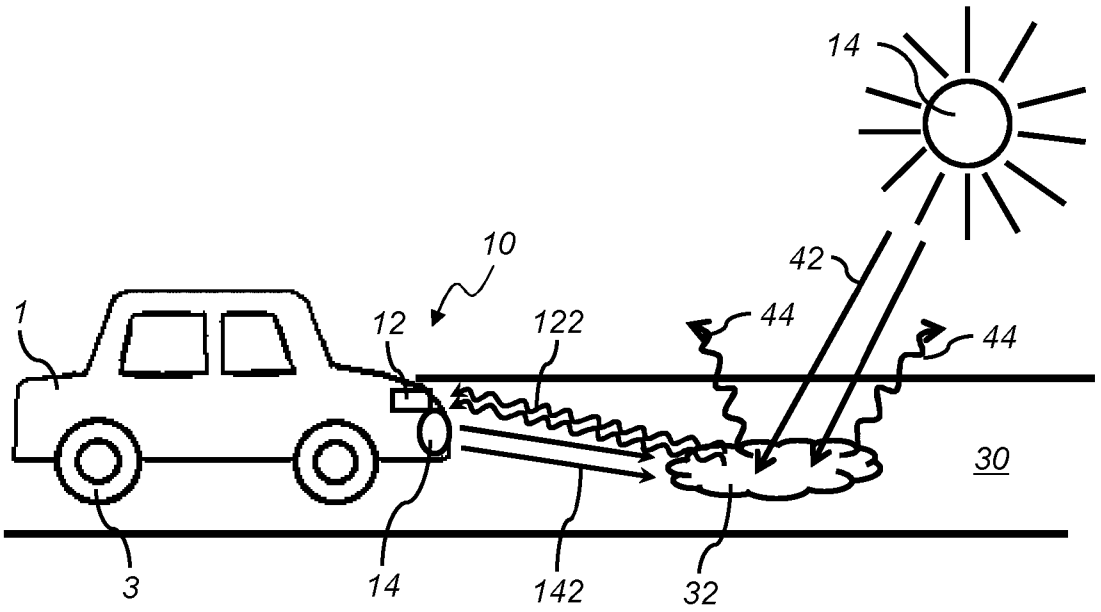


Fig. 1

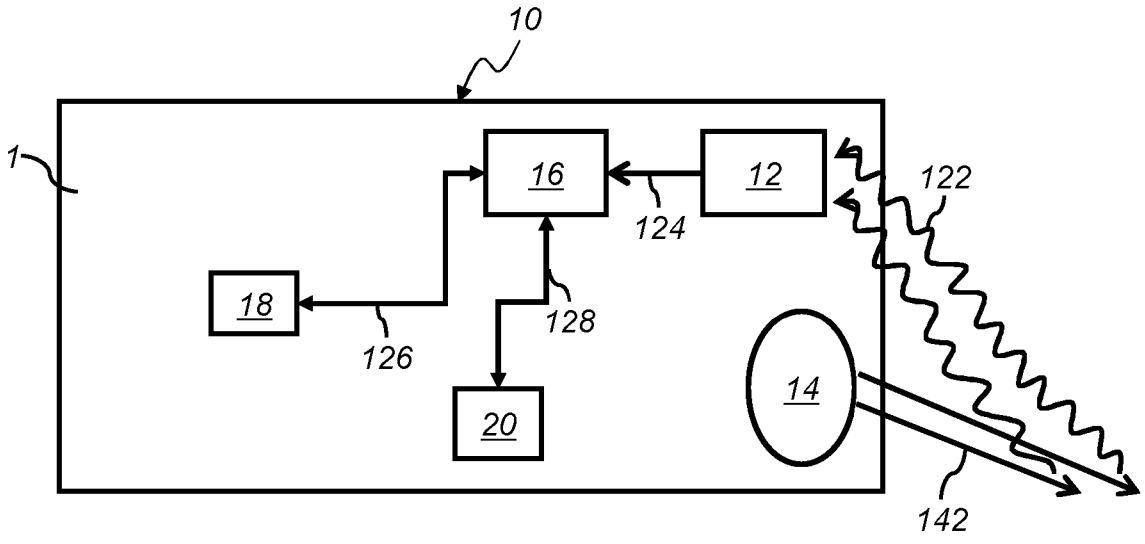


Fig. 2