(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
09. Januar 2020 (09.01.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/007897 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60W 40/064 (2012.01) *G01H 1/00* (2006.01)
B60W 40/068 (2012.01) *G01N 29/14* (2006.01)
B60W 30/12 (2006.01) *G01N 29/22* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/067816

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. Juli 2019 (03.07.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 116 079.8
03. Juli 2018 (03.07.2018) DE

(71) Anmelder: **HELLA GMBH & CO. KGAA** [DE/DE]; Rixbecker Straße 75, 59552 Lippstadt (DE).

(72) Erfinder: **NIEMANN, Thomas**; Jahnstraße 15, 27753 Delmenhorst (DE). **BAUMGÄRTEL, Hauke**; Friedensweg 20, 27777 Ganderkesee (DE). **BUNGALSKI, Julien**; Helene-Neesen-Str. 4, 28213 Bremen (DE).

(74) Anwalt: **JABBUSCH SIEKMANN & WASILJEFF**; Hauptstraße 85, 26131 Oldenburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,

WO 2020/007897 A1

(54) **Title:** METHOD FOR SENSING AND PROCESSING THE CARRIAGEWAY CONDITION OF A CARRIAGEWAY ON WHICH A VEHICLE IS DRIVEN

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR ERFASSUNG UND VERARBEITUNG DER FAHRBAHNBESCHAFFENHEIT EINER MIT EINEM FAHRZEUG BEFAHRENEN FAHRBAHN

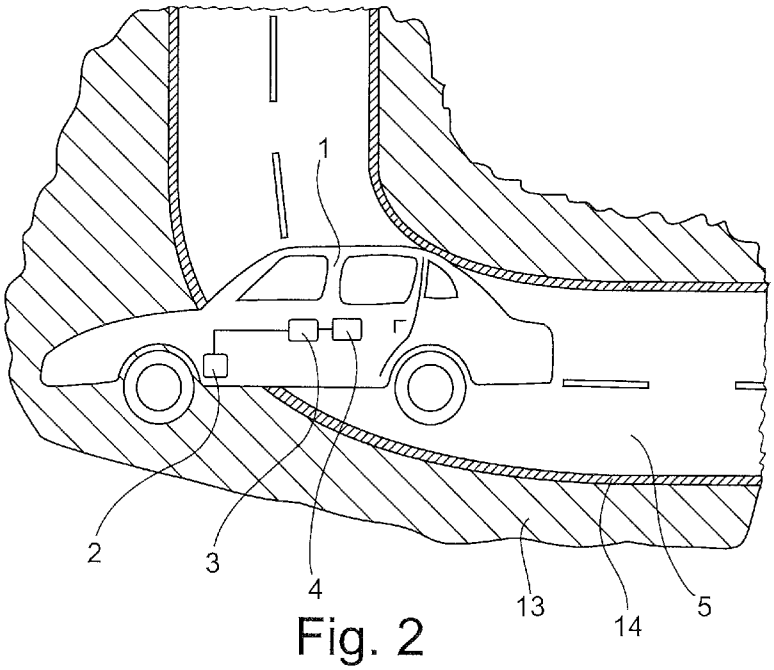


Fig. 2

(57) **Abstract:** A method for detecting and processing the carriageway condition of a carriageway on which a vehicle is driven, by means of at least one noise sensor provided on the vehicle, in particular by means of at least one mechanical vibration sensor, wherein noise signals travelling through the vehicle are sensed by a noise sensor and conclusions as to the carriageway condition are drawn from the sensed noise signals. According to said method, the section of route on which the vehicle is currently being driven is determined, the determined carriageway condition is assigned to the section of route, said section of route and the carriageway condition that has been determined and assigned to the section of route are transmitted to a computer network, in particular to a cloud-based computing service,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

and the information relating to the carriageway condition assigned to a section of route is made available via the computer network.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Erfassung und Verarbeitung der Fahrbahnbeschaffenheit einer mit einem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn mittels mindestens eines an dem Fahrzeug angeordneten Schallsensors, insbesondere mittels mindestens eines Körperschallsensors, wobei mittels mindestens eines Schallsensors sich auf dem Fahrzeug ausbreitende Schallsignale erfasst werden und wobei aus den erfassten Schallsignalen auf die Fahrbahnbeschaffenheit geschlossen wird, ist erfindungswesentlich vorgesehen, dass der aktuell befahrene Fahrtstreckenabschnitt ermittelt wird, dass die ermittelte Fahrbahnbeschaffenheit dem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnet wird, dass der Fahrtstreckenabschnitt und die ermittelte, dem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit an ein Rechnernetzwerk, insbesondere an einen cloudbasierten Rechendienst, übermittelt wird, und dass die Informationen über die einem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit über das Rechnernetzwerk zur Verfügung gestellt wird.

Verfahren zur Erfassung und Verarbeitung der Fahrbahnbeschaffenheit einer mit einem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung und Verarbeitung der Fahrbahnbeschaffenheit einer mit einem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn mittels mindestens eines an dem Fahrzeug angeordneten Schallsensors, insbesondere mittels mindestens eines Körperschallsensors, wobei mittels mindestens eines Schallsensors sich auf dem Fahrzeug ausbreitende Schallsignale erfasst werden.

Zur Erfassung des Zustandes einer mit einem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn stehen eine Vielzahl von Sensoren in einem modernen Kraftfahrzeug zur Verfügung. Beispielsweise können zur Erfassung des Fahrbahnzustandes Schallsensoren eingesetzt werden, mit denen sich auf der Fahrzeugaußenhülle ausbreitende Schallsignale, insbesondere Körperschallsignale erfasst werden können. Durch die Erfassung von Körperschallsignalen kann auf den Fahrbahnzustand, wie beispielsweise die Benetzung einer Fahrbahn mit Flüssigkeit oder Ähnliches geschlossen werden.

Als nachteilig beim bekannten Stand der Technik ist anzusehen, dass die erhobenen Daten jeweils nur lokal ausgewertet werden und somit jeder Verkehrsteilnehmer zur Erfassung der Fahrbahnbeschaffenheit über entsprechende Sensorsysteme verfügen muss. Für jeden Verkehrsteilnehmer muss einzeln eine Auswertung der erfassten Sensorsignale erfolgen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erfassung und Verarbeitung der Fahrbahnbeschaffenheit vorzuschlagen, bei dem die ermittelten Fahrbahnbeschaffenheiten auch anderen Einrichtungen und/oder Verkehrsteil-nehmern zur Verfügung gestellt werden können.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung und Verarbeitung der Fahrbahnbeschaffenheit einer mit einem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn mittels mindestens eines an dem Fahrzeug angeordneten Schallsensors, insbesondere mittels mindestens eines Körperschallsensors, wobei mittels mindestens eines Schallsensors sich auf dem Fahrzeug ausbreitende Schallsignale erfasst werden, und wobei aus den erfassten Schallsignalen auf die Fahrbahnbeschaffenheit geschlossen wird, bei dem erfindungswesentlich vorgesehen ist, dass der aktuell befahrene Fahrtstreckenabschnitt ermittelt wird, dass die ermittelte Fahrbahnbeschaffenheit dem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnet wird, dass der Fahrtstreckenabschnitt und die ermittelte, dem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit an ein Rechnernetzwerk, insbesondere an einen cloudbasierten Rechendienst übermittelt wird, und dass die Informationen über die einem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit über das Rechnernetzwerk zur Verfügung gestellt wird, dass die aus den aktuell erfassten Schallsignalen ermittelte Fahrbahnbeschaffenheit mit der für den aktuell befahrenen Fahrtstreckenabschnitt in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit verglichen wird, und dass bei einer Abweichung der aktuell ermittelten und der hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit auf ein zumindest teilweises Verlassen der Fahrbahn des Fahrzeuges geschlossen wird.

An einem Fahrzeug können Schallsensoren, insbesondere Körperschallsensoren, körperschallleitend mit der Außenhülle des Kraftfahrzeuges verbunden, angeordnet sein. Beispielsweise können die Körperschallsensoren in den Radkästen angeordnet und beispielsweise durch

piezoelektrische Elemente ausgebildet sein. Durch die in den Radkästen angeordneten Körperschallsensoren können Körperschallsignale erfasst werden, die durch das Auftreffen von der Fahrbahn aufgewirbelten Partikeln, wie beispielsweise Schmutzpartikeln oder auch Flüssigkeitspartikeln bei einer benetzten Fahrbahn, auf der Fahrzeugaußenhülle hervorgerufen werden. Beispielsweise können die Partikel beim Fahrtbetrieb durch den Reifen an die Innenverkleidung der Radhausschale geschleudert werden und beim Auftreffen ein charakteristisches Signalmuster erzeugen, das durch die Schallsensoren erfasst werden kann. Aufgrund der charakteristischen Signalmuster können verschiedene erfasste Körperschallsignale verschiedenen Fahrbahnbeschaffenheiten, also beispielsweise einer mit Flüssigkeit benetzten Fahrbahn oder einer verschmutzten Fahrbahn zugeordnet werden. Weiterhin können durch die Körperschallsensoren die Schwingungen erfasst werden, die während des Befahrens einer Fahrbahn entstehen. Auch hierbei entstehen durch unterschiedliche Fahrbahnbeläge, beispielsweise einer Kopfsteinpflasterstraße, einem Feldweg oder einer Autobahn, unterschiedliche Körperschallsignale, die den verschiedenen Fahrbahnbeschaffenheiten, ins diesem Fall verschiedenen Fahrbahnbelägen, zugeordnet werden können. Die Informationen über die aktuelle Fahrbahnbeschaffenheit der aktuell befahrenen Fahrtstrecke können über eine Datenübertragungsverbindung an ein Rechnernetzwerk, insbesondere an einen cloudbasierten Rechendienst, übertragen werden. Beispielsweise kann das Fahrzeug hierzu eine Verbindungseinrichtung zur Herstellung einer Verbindung zum Internet, oder eine ähnliche Datenübertragungseinrichtung aufweisen. Die aktuell ermittelten Fahrbahnbeschaffenheiten werden dem aktuell befahrenen Fahrtstreckenabschnitt zugeordnet. In einem Rechnernetzwerk, beispielsweise in einem Cloudrechendienst, beispielsweise einem Cloudserver, können zu verschiedenen Fahrtstreckenabschnitten die jeweils bestimmten Fahrbahnbeschaffenheiten hinterlegt werden. Somit können beispielsweise einem Fahrtstreckenabschnitt Informationen über den derzeitigen Benetzungsgrad mit einer Flüssigkeit, also dem Wasserstand auf der Fahrbahn, dem aktuellen Zustand der Fahrbahn, das Vorhandensein von

Schlaglöchern, besondere Verschmutzungsgrade der Fahrbahn oder Ähnliches zugeordnet werden. Anderen Verkehrsteilnehmern, die dem Rechnernetzwerk angeschlossen sind, können die Daten über die befahrenen Fahrtstreckenabschnitte, über beispielsweise einen Cloudserver, zur Verfügung gestellt werden. Somit können auch Fahrzeuge, die über keine entsprechende Sensorik verfügen, von den ermittelten Fahrbahnbeschaffenheiten profitieren. Weiterhin können bei Fahrzeugen, die ebenso mit einem entsprechenden Sensorsystem ausgerüstet sind, die vom Server abgerufenen Daten zur Verifizierung der eigenen Sensordaten herangezogen werden.

Die Fahrbahnbeschaffenheit der aktuell befahrenen Fahrtstrecke kann mittels Schallsensoren, insbesondere mittels Körperschallsensoren, erfasst werden. Die aktuell erfasste bzw. ermittelte Fahrbahnbeschaffenheit wird mit der zu der aktuell befahrenen Fahrtstrecke in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit verglichen. Bei einer Abweichung, insbesondere bei einer starken Abweichung, der aktuell ermittelten Fahrbahnbeschaffenheit und der in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit kann auf ein zumindest teilweises Verlassen der Fahrbahn durch das Fahrzeug, also auf ein Abkommen des Fahrzeuges von der Fahrspur, geschlossen werden. Beispielsweise kann bei einem Abkommen des Fahrzeuges von der Fahrbahn, also beispielsweise dem Befahren eines Seitenstreifens, ein Schallsignal detektiert werden, das sich erheblich von dem Schallsignal unterscheidet, das auf den hinterlegten Fahrbahnbelag zurückgehen würde. Bei Feststellung einer solchen Abweichung kann beispielsweise ein Warnsignal an den Fahrzeugführer ausgegeben werden. Beispielsweise kann ein Seitenstreifen einer Fahrbahn geschottert sein, so dass sich beim Befahren des Seitenstreifens ein anderes Körperschallsignal als beim Befahren der Fahrbahn auf dem Fahrzeug ausbreitet.

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird bei einer Abweichung der aktuell ermittelten und der hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit ein fahrzeugseitig

installiertes Spurhalteassistenzsystem gestartet. Bei der Erfassung einer Abweichung des derzeitig befahrenen Fahrbahnuntergrundes zu dem in dem Rechnersystem hinterlegten Fahrbahnuntergrund kann ein Spurhalteassistenzsystem gestartet werden. Eine Abweichung kann dadurch detektiert werden, dass durch die Schallsensorik ein von der in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit abweichende Fahrbahnbeschaffenheit erfasst wird. Durch das Spurhalteassistenzsystem kann dann der Fahrweg des Fahrzeuges korrigiert werden. Weiterhin können bei dem fahrzeugseitig installierten Spurhalteassistenzsystem weitere Sensorik, beispielsweise eine optische Erkennung der Fahrbahn, eingesetzt werden, um die Ergebnisse der Körperschallsensorik zu plausibilisieren.

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird das erfasste Schallsignal auf die Existenz von durch das Befahren einer seitlichen Fahrbahnbegrenzungsmarkierung hervorgerufenen Signalmustern hin untersucht und bei Erfassung eines solchen charakteristischen Signalmusters wird ein Warnsignal an den Fahrzeugführer ausgegeben und/oder ein fahrzeugseitig installiertes Spurhalteassistenzsystem wird gestartet. Fahrbahnen können Fahrbahnbegrenzungsmarkierungen aufweisen, bei deren Befahren auf der Fahrzeugaußenhülle ein charakteristisches Vibrationsmuster, also ein charakteristisches mit den Körperschallsensoren zu erfassendes Signalmuster, entsteht. Insbesondere können die Fahrbahnbegrenzungs-markierungen durch sogenannte Rüttelstreifen ausgebildet sein, bei deren Befahren mit einem Fahrzeugreifen ein charakteristisches, als Dröhnen wahrnehmbares akustisches Signal entsteht. Die mittels der Schallsensorik, insbesondere mittels der Körperschallsensorik, erfassten Körperschallsignale können auf die Existenz eines solchen charakteristischen Signalmusters hin untersucht werden. Bei Erfassung eines solchen charakteristischen Signalmusters kann ein Warnsignal an den Fahrzeugführer ausgegeben werden, dass ein Abkommen von der vorgesehenen Fahrbahn möglich ist. Weiterhin kann ein fahrzeugseitig

installiertes Spurhaltesystem gestartet werden, um eine automatische Korrektur der Fahrtroute vorzunehmen.

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird aus dem Vergleich der aktuell ermittelten Fahrbahnbeschaffenheit und der in einem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit auf die zeitliche Entwicklung des Zustandes der Fahrbahn geschlossen. Die aktuell, aus den erfassten Körperschallsignalen ermittelte Fahrbahnbeschaffenheit kann mit der in einem Rechnernetzwerk für den aktuell befahrenen Fahrtstreckenabschnitt hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit verglichen werden. Aus dem Vergleich kann ein zeitlicher Zustandsverlauf der Fahrbahnbeschaffenheit ermittelt werden. Beispielsweise kann sich die Fahroberfläche verändert haben, beispielsweise können Schlaglöcher hinzugekommen sein oder es ist in der Zwischenzeit zu einer starken Verschmutzung der Fahrbahn gekommen. Der zeitliche Zustandsverlauf der Fahrbahnbeschaffenheit kann beispielsweise von dem Rechnernetzwerk ausgewertet werden und an eine Serviceeinrichtung, beispielsweise eine Straßenmeisterei, weitergeleitet werden.

In einer Weiterbildung des Verfahrens werden die Informationen über die zeitliche Entwicklung des Zustandes der Fahrbahn mindestens einer Serviceeinrichtung, insbesondere einer Straßenmeisterei, zur Verfügung gestellt. Um eine zeitnahe Beseitigung von Störstellen anzuregen, wie beispielsweise aufgetretenen Schlaglöchern, starken Verschmutzungen oder Ähnlichem können die Informationen über den aktuellen Fahrbahnzustand, also die aktuelle Fahrbahnbeschaffenheit, Serviceeinrichtungen wie beispielsweise einer Straßenmeisterei, zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise können die mittels der fahrzeugseitig montierten Körperschallsensorik aktuell erfassten Fahrbahnbeschaffenheiten in einem Cloud-Dienst hinterlegt werden, auf den beispielsweise eine Straßenmeisterei Zugriff hat. Durch eine Vielzahl von Fahrzeugen, die die entsprechenden Fahrtstreckenabschnitte befahren, können die hinterlegten zugeordneten

Fahrbahnbeschaffenheiten auf einem aktuellen Stand gehalten werden. Beispielsweise kann bei Schneefall somit auch zeitaktuell der Fortschritt der Räumarbeiten kontrolliert werden.

In einer Weiterbildung des Verfahrens handelt es sich bei mindestens einem Schallsensor um einen Körperschallsensor und von dem Körperschallsensor wird ein sich auf dem Fahrzeug ausbreitendes, durch das Befahren der Fahrbahn mit dem Fahrzeug erzeugtes Körperschallsignal erfasst. Durch die in dem Fahrzeug angeordneten Schallsensoren, insbesondere Körperschallsensoren, können Vibrationen bzw. Schwingungen erfasst werden, die beim Befahren einer Fahrbahn entstehen. Beispielsweise können durch unterschiedliche Fahrbahnoberflächen unterschiedliche Körperschallsignale auf der Außenhülle des Fahrzeuges erzeugt werden. Eine glatte ebene Fahrbahnoberfläche kann beispielsweise ein anderes Körperschallsignal beim Befahren auf dem Fahrzeug erzeugen, als eine verschmutzte Fahrbahnoberfläche. Verschiedenen Fahrbahnoberflächen und verschiedenen Fahrbahnzuständen können verschiedene charakteristische Körperschallsignalmuster zugeordnet werden. Aufgrund des erfassten Körperschallsignals, das sich auf der Außenhülle des Fahrzeuges ausbreitet, kann somit auf den aktuellen Fahrbahnzustand bzw. die Fahrbahnbeschaffenheit geschlossen werden. Die einem Streckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit kann einem Cloudserver zur Verfügung gestellt werden, sodass auch andere Verkehrsteilnehmer auf die einem Fahrbahnabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit zugreifen können.

In einer Weiterbildung der Erfindung wird die von einem Fahrzeug befahrene Fahrtstrecke mittels eines Positionierungssystems, insbesondere mittels eines GPS-Systems, erfasst, die aktuelle befahrene Fahrtstrecke wird mit einer in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrtstrecke auf Übereinstimmung geprüft und bei Übereinstimmung wird die aktuell erfasste Fahrbahnbeschaffenheit mit der zu dem Fahrtstreckenabschnitt hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit verglichen. Durch ein Positionierungssystem des Fahrzeuges, beispielsweise

durch ein GPS-System, kann die aktuelle Position des Fahrzeuges, also der aktuelle Fahrtstreckenabschnitt, erfasst werden. Durch die Verbindung zu einem Rechnernetzwerk, insbesondere zu einem Cloudserver, kann überprüft werden, ob für den aktuell befahrenen Fahrstreckenabschnitt Informationen zu der Fahrbahnbeschaffenheit hinterlegt sind. Die fahrzeugseitig erfassten Informationen zur Fahrbahnbeschaffenheit können mit den serverseitig hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheitsinformationen verglichen werden. Hierdurch kann beispielsweise eine Plausibilisierung der erfassten Ergebnisse durchgeführt werden.

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird das erfasste Schallsignal auf die Existenz von für verschiedene Fahrbahnbeschaffenheiten, insbesondere für die Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche, charakteristische Signalmuster untersucht und die Information über die einem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnoberfläche wird an ein Rechnernetzwerk übertragen. Durch die Schallsensorik, insbesondere die Körperschallsensorik, können Schallsignale erfasst werden, die sich auf dem Fahrzeug, insbesondere der Fahrzeugaußenhülle ausbreiten. Beispielsweise können verschiedene Fahrbahnoberflächen, wie beispielsweise Schotterstraßen, Betonfahrbahnen oder glatte asphaltierte Fahrbahnen, verschiedene Körperschallsignale beim Befahren mit dem Fahrzeug auf dem Fahrzeug hervorrufen. Verschiedene Fahrbahnoberflächen können hierbei verschiedene charakteristische Signalmuster aufweisen, anhand derer die Fahrbahnoberflächen durch die Körperschallsignalmessungen erfasst werden können. Zudem kann auch der Zustand der Fahrbahn, beispielsweise eine Verschmutzung der Fahrbahn, die Existenz von Bodenwellen oder Schlaglöchern, durch die entsprechenden Signalmuster der sich auf dem Fahrzeug ausbreitenden Körperschallsignale erfasst werden. Die den verschiedenen Fahrtstreckenabschnitten zugeordneten Zustandsinformationen können an ein Rechnernetzwerk übertragen werden. Hier kann beispielsweise eine virtuelle Karte des Straßenbelages bzw. des Straßenzustandes erstellt werden. Beispielsweise

kann der aktuelle Zustand der Fahrbahnverschmutzung in eine virtuelle Karte übertragen werden.

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird das erfasste Schallsignal auf die Existenz von für das Auftreffen auf die Fahrzeugaußenhülle von Hagelkörnern und/oder von der Fahrbahn aufgewirbelten Partikeln, insbesondere für Rollsplit, charakteristische Signalmuster untersucht, das Auftreten von Hagel oder Rollsplit wird dem befahrenen Fahrtstreckenabschnitt zugeordnet und Informationen über das Auftreten von Hagel oder Rollsplit auf dem erfassten Fahrtstreckenabschnitt werden zeitaktuell an das Rechnernetzwerk übermittelt. Durch die an dem Fahrzeug angeordneten Schallsensoren, insbesondere durch die Körperschallsensoren können Einschlagsereignisse, beispielsweise Kontaktereignisse, die durch Hagel oder andere auftreffende Objekte, wie beispielsweise Rollsplit, verursacht werden, erfasst werden. Bei einem Auftreffen von Partikeln wie Hagelkörnern entstehen impulsartige Körperschallsignale, die von anderen Vibrationssignalmustern unterschieden werden können. Insbesondere ergeben sich beim Auftreffen von Hagelkörnern oder beispielsweise Rollsplitpartikeln Impulsreihen, die sich aufgrund ihrer Häufung von transienten Signalanteilen gut von den quasi stationären Signalanteilen der normalen Fahrtvibration trennen lassen. Durch die entsprechende Auswertung der erfassten Körperschallsignale können somit das Auftreten von mit Rollsplit beladenen Bereichen auf einer Fahrbahn oder das Auftreten eines Hagelschauers erfasst werden. Auf dem aktuell befahrenen Fahrtstreckenabschnitt auftretende Rollsplitfelder oder Hagelbereiche können an das Rechnernetzwerk weitergeleitet werden und somit weiteren Verkehrsteilnehmern oder Serviceeinrichtungen zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise können die Informationen hierzu auch Versicherungsunternehmen zur Verfügung gestellt werden, so dass diese Informationen zur Schadensplausibilisierung herangezogen werden können. Weiterhin können andere Verkehrsteilnehmer, die den entsprechenden Fahrtstreckenabschnitt befahren, vor dem Auftritt von beispielsweise von Rollsplit gewarnt werden, da Rollsplit insbesondere den Bremsweg verlängern

kann. Insbesondere bei autonom fahrenden Fahrzeugen kann diese Information zur korrekten Berechnung eines Bremsweges herangezogen werden. Dies gilt ebenso für das Auftreten von Hagelschauern, da sich hierbei schlagartig eine Mischschicht aus Wasser und Eis auf der Fahrbahn bilden kann, die insbesondere bei einem Übergang von einer trockenen Fahrbahn mit guter Haftreibung zu einer rutschigen, mit Hagel bedeckten Fahrbahn ein hohes Sicherheitsrisiko darstellt. Ein ähnliches Verfahren mit angepassten charakteristischen Signalmustern kann beispielsweise auch zur Warnung von Sandstürmen herangezogen werden.

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird das erfasste Schallsignal auf die Existenz von für das Auftreffen von aufgewirbelter Flüssigkeit auf der Fahrzeugaußenhülle charakteristische Signalmuster untersucht, aus den erfassten Signalmustern wird auf den Benetzungszustand des befahrenen Fahrtstreckenabschnittes geschlossen und der Benetzungszustand des befahrenen Fahrstreckenabschnittes wird zeitaktuell an ein Rechnernetzwerk übertragen. Durch die an einem Fahrzeug angeordneten Schallsensoren, insbesondere durch in den Radkästen angeordnete Körperschallsensoren, kann von der Fahrbahn durch die Reifen aufgewirbelte Feuchtigkeit detektiert werden. Die von den Reifen von der Fahrbahn aufgewirbelte Feuchtigkeit kann auf die Innenverkleidung der Radhausschalen treffen und hierbei Schwingungen, also Körperschallsignale, auf diesen erzeugen. Die sich ausbreitenden Körperschallsignale können mittels der Körperschallsensoren erfasst werden und auf die Existenz von für auftreffende Feuchtigkeit charakteristische Signalmuster hin untersucht werden. Auf diese Weise erfasste Feuchtigkeit auf einer Fahrbahn kann dem aktuell befahrenen Fahrtstreckenabschnitt zugeordnet werden und an ein zentrales Rechnernetzwerk, insbesondere einen cloudbasierten Dienst, gesendet werden. Die Informationen über den Benetzungsgrad einer Fahrbahn können somit zeitaktuell anderen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung gestellt werden.

In einer Weiterbildung des Verfahrens gehen die in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheiten in die Vorausberechnung einer Fahrtroute des Fahrzeuges ein. Fahrzeugseitig kann beispielsweise ein Navigationssystem installiert sein, durch das eine Fahrtroute zu einem gewünschten Zielort vorausberechnet werden kann. In einem Navigationssystem Routenarten, wie beispielsweise die schnellste Route, die kürzeste Route oder auch eine landschaftlich reizvolle Route wählbar sein. Durch die in einem Rechnernetzwerk, insbesondere einem Cloudserver, hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheiten zu verschiedenen Fahrtstrecken kann beispielsweise eine Komfortroute ausgewählt werden, die nur über Fahrtstreckenabschnitte mit besonders gutem, beispielsweise besonders glattem, Fahrbahnuntergrund verfügt. Weiterhin können somit besondere Verschmutzungen einer Fahrbahn oder Ähnliches umfahren werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung geht die aktuell bestimmte Fahrbahnbeschaffenheit sowie eine in dem Rechnernetzwerk hinterlegte Fahrbahnbeschaffenheit für die aktuell befahrene Fahrtstrecke in die Ansteuerung von Fahrdynamiksystemen des Fahrzeuges ein. Insbesondere können Fahrdynamiksysteme, insbesondere im automatisierten und autonomen Fahrtbetrieb eines entsprechenden Fahrzeuges, basierend auf dem in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheiten präventiv reguliert werden, um einen dauerhaft risikoarmen Betrieb zu gewährleisten. Beispielsweise kann hierbei eine Schlupfregelung bzw. eine Leistungsregelung des Fahrzeuges für eine optimierte Fahrdynamik auf die hinterlegten Daten eingestellt werden. So kann beispielsweise in die Berechnung des Bremsweges die Beschaffenheit der Fahrbahn, beispielsweise das Vorhandensein von Rollsplit oder Hagel auf der Fahrbahn, eingehen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels weiter erläutert. Im Einzelnen zeigen die schematischen Darstellungen in:

Fig. 1a ein Kraftfahrzeug mit einer Sensorvorrichtung auf einer mit Rollsplit beladenen Fahrbahn;

Fig. 1b ein Kraftfahrzeug mit einer Sensorvorrichtung auf einer mit Flüssigkeit benetzten Fahrbahn;

Fig. 1c ein Kraftfahrzeug mit einer Sensorvorrichtung auf einer verschmutzten Fahrbahn; und

Fig. 2 ein von einer Fahrbahn abkommendes Fahrzeug mit einer Sensorvorrichtung.

In Fig. 1a ist ein Fahrzeug 1 mit einer Sensorvorrichtung 2 dargestellt. Bei der Sensorvorrichtung 2 handelt es sich um einen Körperschallsensor zur Erfassung von sich auf der Fahrzeugaußenhülle ausbreitenden Körperschallsignalen. Der Sensorvorrichtung 2 ist eine Verarbeitungseinrichtung 3 und eine Sende- und Empfangseinrichtung 4 zugeordnet. In diesem Beispiel ist die Fahrbahn 5, die von dem Fahrzeug 1 befahren wird, mit Rollsplit 8 beladen. Rollsplit 8 kann beispielsweise durch die Fahrzeugreifen 6 oder auch durch vorausfahrende Fahrzeuge oder durch Wind aufgewirbelt werden und auf die Fahrzeugaußenhülle treffen. Beim Auftreffen auf die Fahrzeugaußenhülle entsteht ein Körperschallsignal 7, das sich auf der Fahrzeugaußenhülle ausbreitet. Das sich auf der Fahrzeugaußenhülle ausbreitende Körperschallsignal 7 kann mittels der Sensorvorrichtung 2 erfasst werden und mittels der Verarbeitungseinrichtung 3 verarbeitet werden. Bei der Sensorvorrichtung 2 kann es sich beispielsweise um piezoelektrische Elemente, beispielsweise piezoelektrische Folien, handeln. Die Erfassten Körperschallsignale 7 können auf Signalmuster hin untersucht werden, die charakteristisch für das Auftreffen von Rollsplitpartikeln 8 sind. Beispielsweise kann hierbei die Amplitude des Signals, die erzeugten Frequenzen sowie die Impulshaftigkeit des Signals

untersucht werden. Ebenso können die erfassten Körperschallsignale 7 auf die Existenz von Signalmustern hin untersucht werden, die für das Auftreffen von Hagelkörnern 9 charakteristisch sind. Erfasste Rollsplitfelder oder Hagelschauer können durch die Sende- und Empfangseinrichtung 4 an ein Rechnernetzwerk, insbesondere zeitaktuell an ein Rechnernetzwerk, wie beispielsweise einen Cloud-Dienst, gesendet werden. Hierzu kann die Sende- und Empfangseinrichtung 4 beispielsweise eine Internetverbindung zu dem Cloud-Dienst herstellen. Durch die zeitaktuelle Übermittlung der Informationen, über die aktuelle Fahrbahnbeschaffenheit, also ob die derzeit befahrene Fahrbahn 5 mit Rollsplit 8 bedeckt ist oder ob auf der Fahrbahn 5 Hagelkörner 9 vorliegen, können die Informationen aus den ausgewerteten Sensordaten des Fahrzeugs 1 auch an andere Verkehrsteilnehmer übermittelt werden. Somit können beispielsweise Gebiete, die mit Rollsplit 8 bedeckt sind, umfahren werden, um beispielsweise Beschädigungen der Fahrzeuglackierung auszuschließen.

In Fig. 1b ist schematisch ein Fahrzeug 1 gemäß Fig. 1a dargestellt. Gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Das Fahrzeug 1 befährt eine Fahrbahn 5, die mit einer Flüssigkeit 10, beispielsweise Regen, benetzt ist. Zur Erfassung von Flüssigkeit auf einer Fahrbahn kann eine Sensorvorrichtung 2 im Bereich der Radschalen, insbesondere in Fahrtrichtung hinter den Fahrzeugreifen 6 angeordnet sein. Durch die Fahrzeugreifen 6 kann auf der Fahrbahn 5 befindliche Flüssigkeit 10 aufgewirbelt werden. Durch die auftreffende Flüssigkeit 10 können Körperschallsignale 7 in den Radhausschalen erzeugt werden, die durch die Sensorvorrichtungen 2 erfasst werden können. Durch die Verarbeitungseinrichtung 3 können die erfassten Körperschallsignale auf für das Auftreffen von aufgewirbelter Flüssigkeit 10 charakteristische Signalmuster hin untersucht werden. Informationen über mit Flüssigkeit 10 benetzte Fahrtstreckenabschnitte 5 können zeitaktuell durch die Sende- und Empfangseinrichtung 4 an ein Rechnernetzwerk, insbesondere einen Cloud-Dienst, übertragen werden. Die Informationen über mit Flüssigkeit 10 benetzte

Fahrbahnen 5 können somit auch anderen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung gestellt werden.

In Fig. 1c ist ein Fahrzeug 1 gemäß der Fig. 1a und 1b dargestellt. Gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die von dem Fahrzeug 1 befahrene Fahrbahn 5 weist beispielsweise Schlaglöcher 11 und/oder Verschmutzungen 12 auf. Beim Befahren einer Fahrbahn können durch Schlaglöcher 11 oder verschmutzte Fahrbahnen 12 Körperschallsignale 7 erzeugt werden, die sich auf der Außenhülle des Fahrzeugs 1 ausbreiten. Diese Körperschallsignale 7 können mittels der Sensorvorrichtungen 2 erfasst werden und mittels der Verarbeitungseinrichtung 3 ausgewertet werden. Insbesondere können hierbei die erfassten Körperschallsignale 7 auf die Existenz von Signalmustern untersucht werden, die charakteristisch für das Vorhandensein einer Verschmutzung 12 oder eines Schlaglochs 11 auf der Fahrbahn sind. Erfasste Schlaglöcher 11 oder Verschmutzungen 12 auf der Fahrbahn 5 können durch die Sende- und Empfangseinrichtung 4 an ein Rechnernetzwerk, insbesondere einen Cloud-Dienst, übertragen werden und somit auch anderen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung stehen.

In Fig. 2 ist ein Fahrzeug 1 gemäß der Fig. 1a bis 1c dargestellt. Gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Das Fahrzeug 1 bewegt sich auf einer Fahrbahn 5 mit einem Seitenstreifen 13. Die Fahrbahn 5 ist seitlich durch Fahrbahnbegrenzungsmarkierungen 14 markiert. In einem Rechnernetzwerk, beispielsweise einem Cloud-Dienst, können Informationen zu der Fahrbahnbeschaffenheit der durch das Fahrzeug 1 befahrenen Fahrbahn 5 hinterlegt sein. Die aktuell durch die Sensorvorrichtung 2 erfasste Fahrbahnbeschaffenheit kann mit der für den Streckenabschnitt 5 hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit aus dem Cloud-Dienst zeitaktuell verglichen werden. Ein starkes Abweichen der aktuell ermittelten Fahrbahnbeschaffenheit und der hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit kann als ein Hinweis für ein Verlassen der Fahrbahn 5 durch das Fahrzeug 1 gewertet werden. Beispielsweise kann bei Auftreten einer starken Abweichung ein Warnsignal an den

Fahrzeugführer ausgegeben werden und/oder ein automatischer Spurhalteassistent aktiviert werden. Weiterhin kann durch die Sensorvorrichtung 2 ein Körperschallsignal 7 erfasst werden, das durch das Befahren der Fahrbahnbegrenzungsmarkierung 14, die beispielsweise als ein sogenannter Rüttelstreifen ausgebildet sein kann, erzeugt wird. Bei Erfassung eines Signalmusters, das für die Befahrung einer Fahrbahnbegrenzungsmarkierung 14 charakteristisch ist, kann ein Warnsignal an den Fahrzeugführen ausgegeben werden und/oder ein automatischer Spurhalteassistent aktiviert werden.

Alle in der vorstehenden Beschreibung und in den Ansprüchen genannten Merkmale sind in einer beliebigen Auswahl mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs kombinierbar. Die Offenbarung der Erfindung ist somit nicht auf die beschriebenen bzw. beanspruchten Merkmalskombinationen beschränkt, vielmehr sind alle im Rahmen der Erfindung sinnvollen Merkmalskombinationen als offenbart zu betrachten.

Bezugszahlenliste:

1	Fahrzeug
2	Sensorvorrichtung
3	Verarbeitungseinrichtung
4	Sende- und Empfangseinrichtung
5	Fahrbahn
6	Fahrzeugreifen
7	Körperschallsignal
8	Rollsplit
9	Hagelkörner
10	Flüssigkeit
11	Schlagloch
12	Verschmutzung
13	Seitenstreifen
14	Fahrbahnbegrenzungsmarkierungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung und Verarbeitung der Fahrbahnbeschaffenheit einer mit einem Fahrzeug (1) befahrenen Fahrbahn (5) mittels mindestens eines an dem Fahrzeug (1) angeordneten Schallsensors, insbesondere mittels mindestens eines Körperschallsensors, wobei mittels mindestens eines Schallsensors sich auf dem Fahrzeug (1) ausbreitende Schallsignale erfasst werden und wobei aus den erfassten Schallsignalen auf die Fahrbahnbeschaffenheit geschlossen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aktuell befahrene Fahrtstreckenabschnitt ermittelt wird,
dass die ermittelte Fahrbahnbeschaffenheit dem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnet wird,
dass der Fahrtstreckenabschnitt und die ermittelte, dem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit an ein Rechnernetzwerk, insbesondere an einen cloudbasierten Rechendienst, übermittelt wird,
dass die Informationen über die einem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnbeschaffenheit über das Rechnernetzwerk zur Verfügung gestellt wird,
dass die aus den aktuell erfassten Schallsignalen ermittelte Fahrbahnbeschaffenheit mit der für den aktuell befahrenen Fahrtstreckenabschnitt in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit verglichen wird, und
dass bei einer Abweichung der aktuell ermittelten und der hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit auf ein zumindest teilweises Verlassen der Fahrbahn (5) des Fahrzeuges (1) geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Abweichung der aktuell ermittelten und der hinterlegten

Fahrbahnbeschaffenheit ein fahrzeugseitig installiertes Spurhalteassistenzsystem gestartet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erfasste Schallsignal auf die Existenz von durch das Befahren einer seitlichen Fahrbahnbegrenzungsmarkierung (14) hervorgerufenen Signalmustern hin untersucht wird und dass bei Erfassung eines solchen charakteristischen Signalmusters ein Warnsignal an den Fahrzeugführer ausgegeben und/oder ein fahrzeugseitig installiertes Spurhalteassistenzsystem gestartet wird

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Vergleich der aktuell ermittelten Fahrbahnbeschaffenheit und der in einem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit auf die zeitliche Entwicklung des Zustandes der Fahrbahn (5) geschlossen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationen über die Entwicklung des Zustandes der Fahrbahn (5) mindestens einer Serviceeinrichtung, insbesondere einer Straßenmeisterei, zur Verfügung gestellt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei mindestens einem Schallsensor um einen Körperschallsensor handelt, und dass von dem Körperschallsensor ein sich auf dem Fahrzeug (1) ausbreitendes, durch das Befahren der Fahrbahn (5) mit dem Fahrzeug (1) erzeugtes Körperschallsignal (7) erfasst wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die von dem Fahrzeug (1) befahrene Fahrtstrecke mittels eines Positionierungssystems, insbesondere mittels eines GPS-Systems, erfasst wird, dass die aktuell befahrene Fahrtstrecke mit einer in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrtstrecke auf Übereinstimmung geprüft wird,

dass bei Übereinstimmung die aktuell erfasste Fahrbahnbeschaffenheit mit der zu dem Fahrtstreckenabschnitt hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheit verglichen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erfasste Schallsignal auf die Existenz von für verschiedene Fahrbahnbeschaffenheiten, insbesondere für die Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche, charakteristische Signalmuster untersucht wird und dass die Information über die einem Fahrtstreckenabschnitt zugeordnete Fahrbahnoberfläche an ein Rechnernetzwerk übertragen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das erfasste Schallsignal auf die Existenz von für das Auftreffen auf die Fahrzeugaußenhülle von Hagelkörnern (9) und/oder von der Fahrbahn (5) aufgewirbelten Partikeln, insbesondere für Rollsplit (8), charakteristische Signalmuster untersucht wird, dass das Auftreten von Hagel (9) oder Rollsplit (8) dem befahrenen Fahrtstreckenabschnitt zugeordnet wird und dass Informationen über das Auftreten von Hagel (9) oder Rollsplit (8) auf dem erfassten Fahrtstreckenabschnitt zeitaktuell an das Rechnernetzwerk übermittelt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das erfasste Schallsignal auf die Existenz von für das Auftreffen von aufgewirbelter Flüssigkeit (10) auf der Fahrzeugaußenhülle charakteristische Signalmuster untersucht wird, dass aus den erfassten Signalmustern auf den Benetzungszustand des befahrenen Fahrtstreckenabschnitt geschlossen wird und dass der Benetzungszustand des befahrenen Fahrtstreckenabschnittes zeitaktuell an ein Rechnernetzwerk übertragen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Rechnernetzwerk hinterlegten Fahrbahnbeschaffenheiten in die Vorausberechnung einer Fahrtroute des Fahrzeuges (1) eingehen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die aktuell bestimmte Fahrbahnbeschaffenheit sowie eine in dem Rechnernetzwerk hinterlegte Fahrbahnbeschaffenheit für die aktuell befahrene Fahrtstrecke in die Ansteuerung von Fahrdynamiksystemen des Fahrzeuges (1) eingeht.

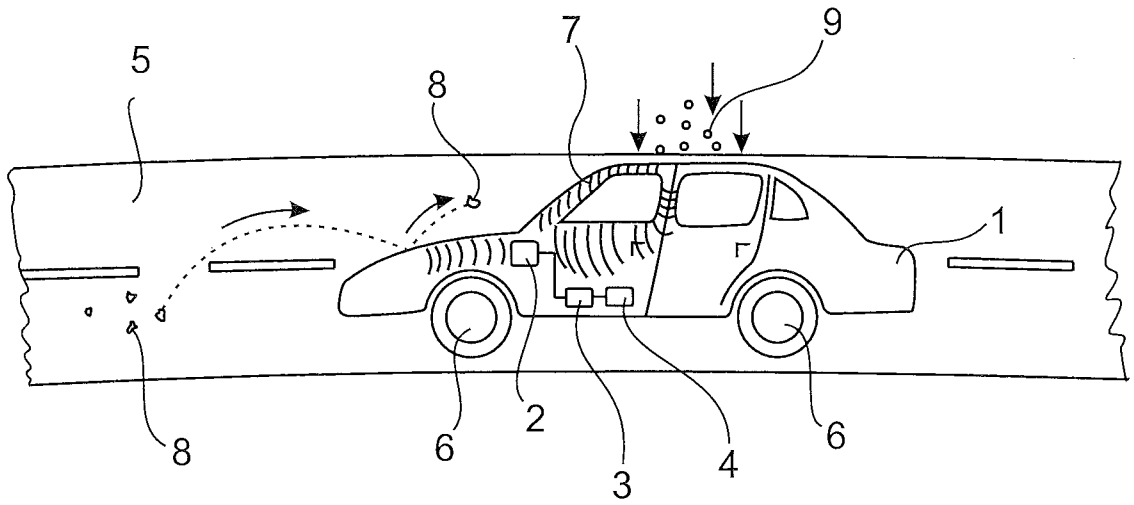


Fig. 1a

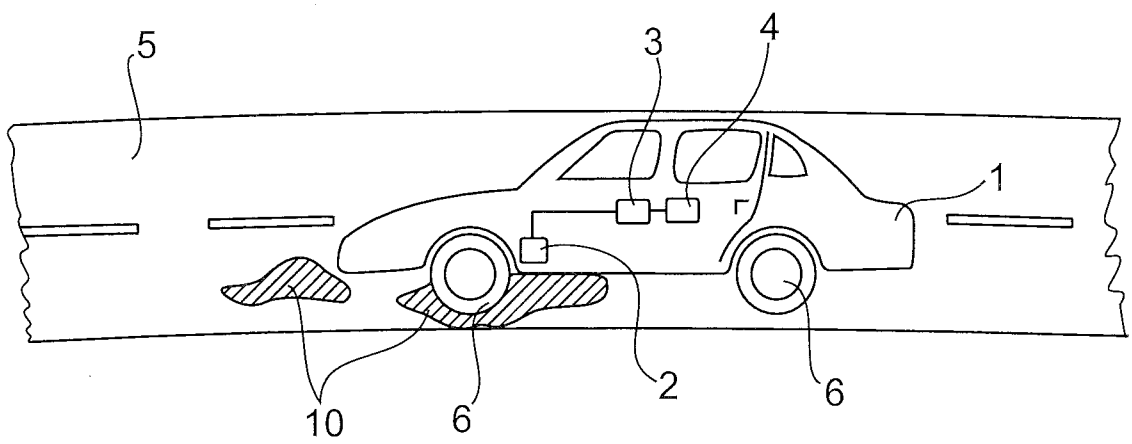


Fig. 1b

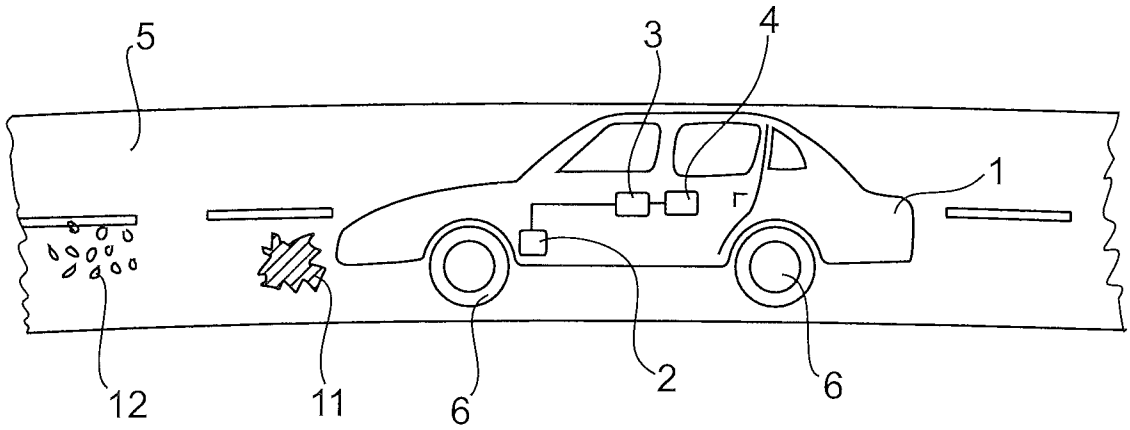


Fig. 1c

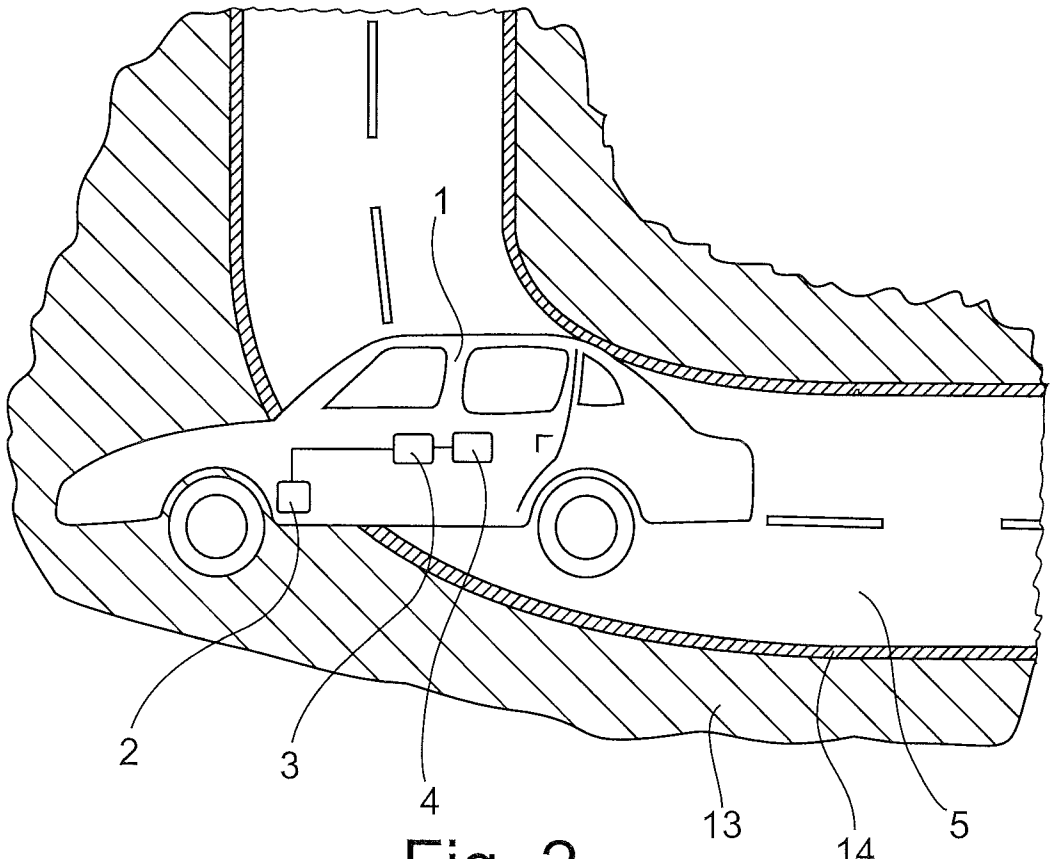


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/067816

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W 40/064(2012.01)i; ***B60W 40/068***(2012.01)i; ***B60W 30/12***(2006.01)i; ***G01H 1/00***(2006.01)i; ***G01N 29/14***(2006.01)i; ***G01N 29/22***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60W; G01H; G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012033076 A1 (MINEGISHI K; NAGAMURA S; NAKAMURA M) 09 February 2012 (2012-02-09) paragraphs [0041], [0044] - [0045], [0049], [0058], [0069] - [0070]; figure 5	1-12
A	US 2014249718 A1 (LIU JIECHAO [US] ET AL) 04 September 2014 (2014-09-04) paragraph [0036]	1-12
A	DE 102017102745 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 31 August 2017 (2017-08-31) paragraph [0009]; figure 1	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 November 2019	**22 November 2019**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Stolle, Martin** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/067816

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2012033076 A1	09 February 2012	CN 102416953 A	18 April 2012
		EP 2418134 A2	15 February 2012
		JP 5505183 B2	28 May 2014
		JP 2012035793 A	23 February 2012
		US 2012033076 A1	09 February 2012
US 2014249718 A1	04 September 2014	NONE	
DE 102017102745 A1	31 August 2017	CN 107128310 A	05 September 2017
		DE 102017102745 A1	31 August 2017
		US 2017248552 A1	31 August 2017

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/067816

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60W40/064 B60W40/068 B60W30/12 G01H1/00 G01N29/14
G01N29/22
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60W G01H G01N

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2012/033076 A1 (MINEGISHI K; NAGAMURA S; NAKAMURA M) 9. Februar 2012 (2012-02-09) Absätze [0041], [0044] - [0045], [0049], [0058], [0069] - [0070]; Abbildung 5	1-12
A	US 2014/249718 A1 (LIU JIECHAO [US] ET AL) 4. September 2014 (2014-09-04) Absatz [0036]	1-12
A	DE 10 2017 102745 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 31. August 2017 (2017-08-31) Absatz [0009]; Abbildung 1	1-12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. November 2019	22/11/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Stolle, Martin

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/067816

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012033076 A1	09-02-2012	CN 102416953 A	18-04-2012
		EP 2418134 A2	15-02-2012
		JP 5505183 B2	28-05-2014
		JP 2012035793 A	23-02-2012
		US 2012033076 A1	09-02-2012
US 2014249718 A1	04-09-2014	KEINE	
DE 102017102745 A1	31-08-2017	CN 107128310 A	05-09-2017
		DE 102017102745 A1	31-08-2017
		US 2017248552 A1	31-08-2017