

(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
17. Dezember 2020 (17.12.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/249274 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60G 17/0165 (2006.01) **B60G 13/14** (2006.01)
B60G 17/019 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/055797

(22) Internationales Anmeldedatum:
05. März 2020 (05.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 208 590.3
13. Juni 2019 (13.06.2019) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **PAPE, Dennis**; Lerchenstraße 3, 49179 Oster-
cappeln (DE). **WERRIES, Christoph**; Bruchweg 6, 49143
Bissendorf (DE). **RENZ, Simon**; Am Anger 6, 88677
Markdorf (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,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING A ROADWAY CONDITION AND/OR A CHASSIS LOAD OF A MO-
TOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BESTIMMEN EINER FAHRBAHNBSCHAFFENHEIT UND/
ODER EINER FAHRWERKBELASTUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS

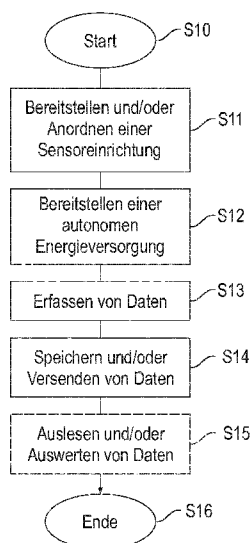


Fig. 1

S10 Start
S11 Providing and/or arranging a sensor apparatus
S12 Providing an autonomous energy supply
S13 Capturing data
S14 Storing and/or sending data
S15 Reading out and/or evaluating data
S16 End

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a roadway condition and/or a chassis load of a motor vehicle (1), in which method a state and/or a state change of at least one chassis component (11, 11', 12, 12', 13, 13') is captured by means of at least one sensor apparatus (6, 6', 7, 7', 8, 8'), the sensor apparatus (6, 6', 7, 7', 8, 8') being arranged on or in the chassis component (11, 11', 12, 12', 13, 13'). In order to be able to reduce the assembly effort and/or provide a retrofitting solution, the method is characterized in that the sensor apparatus (6, 6', 7, 7', 8, 8') is supplied with electrical energy for the operation of the sensor apparatus (6, 6', 7, 7', 8, 8') by means of an autonomous energy supply (14).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs (1), bei dem mittels mindestens einer Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') ein Zustand und/oder eine Zustandsänderung mindestens eines Fahrwerkbauteils (11, 11', 12, 12', 13, 13') erfasst wird, wobei die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') an oder in dem Fahrwerkbauteil (11, 11', 12, 12', 13, 13') angeordnet ist. Um den der Montageaufwand reduzieren und/oder eine Nachrüstlösung bereitstellen zu können, ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') mittels einer autonomen Energieversorgung (14) mit elektrischer Energie zum Betrieb der Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') versorgt wird.

WO 2020/249274 A1

Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs, bei dem mittels mindestens einer Sensoreinrichtung ein Zustand und/oder eine Zustandsänderung mindestens eines Fahrwerkbauteils erfasst wird, wobei die Sensoreinrichtung an oder in dem Fahrwerkbauteil angeordnet ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs, mit mindestens einer Sensoreinrichtung zum Erfassen eines Zustands und/oder einer Zustandsänderung mindestens eines Fahrwerkbauteils, wobei die Sensoreinrichtung an oder in dem Fahrwerkbauteil angeordnet ist.

Ein derartiges Verfahren und eine solche Vorrichtung sind aus der DE 10 2014 107 765 A1 bekannt.

Es ist bekannt, derartige Sensoreinrichtungen mittels einer Kabelverbindung an eine elektrische Energieversorgung anzuschließen. Zudem ist bekannt, eine Kabelverbindung zum Weiterleiten von der Sensoreinrichtung erfassten Daten an eine Auswerteeinrichtung zu verwenden.

Insbesondere bei einer Nachrüstung eines Kraftfahrzeugs mit einer Sensoreinrichtung ist von Nachteil, dass der Montageaufwand aufgrund der notwendigen Kabelverbindungen unerwünscht hoch ist.

Es ist daher die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe, ein Verfahren und/oder eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass der Montageaufwand reduziert ist. Insbesondere soll eine Nachrüstlösung und/oder eine alternative Ausführungsform bereitgestellt werden.

Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird mit einem Verfahren nach Anspruch 1 und mittels einer Vorrichtung nach Anspruch 10 gelöst. Bevorzugte Weiter-

bildungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen und in der nachfolgenden Beschreibung.

Das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die erfindungsgemäße Vorrichtung ist zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs ausgebildet. Insbesondere wird im Rahmen der Bestimmung der Fahrbahnbeschaffenheit ein Zustand der Fahrbahn und/oder der Fahrbahnoberfläche bestimmt. Beispielsweise kann eine Fahrbahn aufgrund von Schlaglöchern, Spurrillen und/oder einer welligen Oberfläche negativ beeinflusst sein. Dies kann sich negativ auf den Fahrkomfort und/oder auf Fahrwerkbauteile auswirken. Über die Bestimmung der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder der Fahrwerkbelastung können Fahrbahnen unterschiedlicher Güte bzw. Qualität identifiziert werden. Auf der Basis der so erfassten Daten können Fahrtstrecken beispielsweise derart ausgewählt werden, dass unerwünschte negative Auswirkungen auf den Fahrkomfort und/oder das Fahrwerk des Kraftfahrzeugs vermieden werden.

Mittels mindestens einer Sensoreinrichtung wird ein Zustand und/oder eine Zustandsänderung mindestens eines Fahrwerkbauteils erfasst. Hierbei ist die Sensoreinrichtung an oder in dem Fahrwerkbauteil angeordnet. Hierbei kann beispielsweise eine bereits in dem Kraftfahrzeug zu einem anderen Zweck verbaute Sensoreinrichtung genutzt werden. Vorzugsweise wird eine Sensoreinrichtung genutzt, die speziell zum Bestimmen der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder der Fahrwerkbelastung vorgesehen und/oder ausgebildet ist. Insbesondere ist die Sensoreinrichtung als eine nachrüstbare Einheit ausgebildet.

Die Sensoreinrichtung wird mittels einer autonomen Energieversorgung mit elektrischer Energie zum Betrieb der Sensoreinrichtung versorgt.

Hierbei ist von Vorteil, dass auf eine Kabelverbindung zwischen der Sensoreinrichtung und einer separaten Energieversorgung zum Betreiben der Sensoreinrichtung mit elektrischer Energie verzichtet werden kann. Hierdurch wird der Montageaufwand für die Sensoreinrichtung reduziert und/oder die Nachrüstbarkeit eines Kraftfahrzeugs mit einer solchen Sensoreinrichtung vereinfacht.

Gemäß einer Weiterbildung weist die autonome Energieversorgung der Sensoreinrichtung einen Energiewandler auf. Der Energiewandler der Sensoreinrichtung kann Energie aus dem Umfeld der Sensoreinrichtung in elektrische Energie umwandeln. Insbesondere wandelt der Energiewandler Energie aus einer Bewegung und/oder einer Verformung des Fahrwerkbauteils in elektrische Energie um. Diese Arten der Energiegewinnung können als Energy Harvesting bezeichnet werden. Insbesondere wandelt der Energiewandler Energie unter Nutzung eines piezoelektrischen Effekts, eines thermoelektrischen Effekts und/oder eines fotoelektrischen Effekts in elektrische Energie um. Vorzugsweise ist mittels des Energiewandlers eine langfristige oder dauerhafte Nutzung oder Verwendbarkeit der Sensoreinrichtung gewährleistet.

Beispielsweise kann mittels des Energiewandlers elektrische Energie aus Vibrationen des Fahrwerkbauteils gewonnen werden. Alternativ oder zusätzlich können Dämpfungsbewegungen eines als Stoßdämpfer ausgebildeten Fahrwerkbauteils zur Gewinnung von elektrischer Energie mittels des Energiewandlers genutzt werden. Des Weiteren können zusätzlich oder alternativ Verformungen des Fahrwerkbauteils unter Nutzung eines piezoelektrischen Effekts zur Erzeugung von elektrischer Energie mittels des Energiewandlers genutzt werden.

Nach einer weiteren Ausführungseinrichtung weist die Sensoreinrichtung einen Energiespeicher auf. Der Energiespeicher kann als ein Akkumulator und/oder als ein Kondensator ausgebildet sein. In den Energiespeicher wird die Energie der autonomen Energieversorgung gespeichert. Ein vollgeladener Energiespeicher kann eine Nutzung oder Verwendbarkeit der Sensoreinrichtung für einen vorgegebenen Zeitraum gewährleisten. Vorzugsweise ist der Energiespeicher mittels des Energiewandlers mindestens teilweise oder vollständig aufladbar. Hierdurch kann der Zeitraum zur Nutzung der Sensoreinrichtung verlängert oder eine dauerhafte Verwendbarkeit der Sensoreinrichtung erreicht werden.

Die Sensoreinrichtung kann einen Datenspeicher aufweisen, in den die mit der Sensoreinrichtung erfassten Daten gespeichert werden. Hierdurch kann auf eine Kabelverbindung zum Weiterleiten der erfassten Daten an einen separaten Datenspeicher

verzichtet werden. Hierdurch kann ebenfalls der Montageaufwand reduziert und/oder die Nachrüstbarkeit verbessert oder vereinfacht werden.

Gemäß einer Weiterbildung weist die Sensoreinrichtung eine Sendeeinheit auf, mit der von der Sensoreinrichtung erfasste und/oder gespeicherte Daten kabellos an eine Auswerteeinrichtung gesendet werden. Somit können die Daten kabellos übertragen werden. Die Auswerteeinrichtung kann einen eigenen Datenspeicher aufweisen. Vorzugsweise ist die Sendeeinheit zum Realisieren einer Funkübertragung ausgebildet. Insbesondere werden die Daten mittels der Sendeeinheit und eines geeigneten Übertragungsprotokolls versendet. Beispielsweise ist die Sendeeinheit derart ausgebildet, dass ein Übertragungsprotokoll gemäß dem Bluetooth-Standard oder dem Bluetooth-Low-Energy-Standard realisierbar ist.

Nach einer weiteren Ausführungsform weist die Sensoreinrichtung einen Beschleunigungssensor auf, mit dem eine Beschleunigung des Fahrwerkbauteils erfasst wird. Mittels der Daten eines solchen Beschleunigungssensors kann die Fahrbahnbeschaffenheit und/oder Fahrwerkbelastung ermittelt werden. Der Beschleunigungssensor kann als ein Radbeschleunigungssensor zum Erfassen einer Radbeschleunigung eines Rades des Kraftfahrzeugs ausgebildet sein. Des Weiteren kann der Beschleunigungssensor alternativ als ein Stoßdämpferbeschleunigungssensor zum Erfassen einer Stoßdämpferbeschleunigung eines Stoßdämpfers des Kraftfahrzeugs ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Sensoreinrichtung als eine Höhenstandssensorik zum Bestimmen eines Höhenstands des Fahrwerks ausgebildet sein.

Vorzugsweise weist die Sensoreinrichtung einen Raddrehzahlsensor auf, mit dem eine Raddrehzahl eines Rades des Kraftfahrzeugs erfasst wird. Alternativ oder zusätzlich kann die Sensoreinrichtung einen Raddrehgeschwindigkeitssensor aufweisen, mit dem eine Raddrehgeschwindigkeit eines Rades des Kraftfahrzeugs erfasst wird.

Die vorstehend genannten Sensoreinrichtungen ermöglichen einzeln und/oder in Kombination miteinander eine Bestimmung und/oder Bewertung der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder der Fahrwerkbelastung.

Die Sensoreinrichtung oder mehrere Sensoreinrichtungen können derart ausgebildet sein, dass eine Roll-, Nick- und/oder Gierbewegung des Kraftfahrzeugs erfassbar ist. Auch hierüber ist eine Beurteilung der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder der Fahrwerkbelastung ermöglicht.

Es können mehrere Sensoreinrichtungen, insbesondere unterschiedliche Datensätze von verschiedenen Sensoreinrichtungen, miteinander kombiniert werden. Hierdurch kann eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden und/oder eine höhere Genauigkeit bezüglich der Beurteilung der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder Fahrwerkbelastung erreicht werden.

Gemäß einer Weiterbildung weist das Kraftfahrzeug eine erste Radspur auf einer ersten Seite des Kraftfahrzeugs und eine weitere Radspur auf einer weiteren Seite des Kraftfahrzeugs auf. Hierbei können jeder Radspur des Kraftfahrzeugs jeweils mindestens zwei Räder zugeordnet sein. Mindestens eine erste Sensoreinrichtung ist der ersten Seite, insbesondere der ersten Radspur, und mindestens eine weitere Sensoreinrichtung der weiteren Seite, insbesondere der weiteren Radspur, zugeordnet. Hierdurch kann die Fahrbahnbeschaffenheit und/oder die Fahrwerkbelastung in Abhängigkeit von der ersten Radspur und der weiteren Radspur bestimmt werden. Somit kann eine spuraufgelöste oder spurgenaue Bestimmung der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder der Fahrwerkbelastung realisiert werden. Hierdurch lassen sich beispielsweise Fahrbahnunebenheiten in Abhängigkeit von der Radspur des Kraftfahrzeugs bestimmen. Insgesamt ergibt sich hierdurch die Möglichkeit einer detailreicheren und/oder höher aufgelösten Bestimmung der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder Fahrwerkbelastung.

Von besonderem Vorteil ist eine Vorrichtung zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs, mit mindestens einer Sensoreinrichtung zum Erfassen eines Zustands und/oder einer Zustandsände-

rung mindestens eines Fahrwerkbauteils, wobei die Sensoreinrichtung an oder in dem Fahrwerkbauteil angeordnet ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Sensoreinrichtung auf, die eine autonome Energieversorgung zum Betreiben der Sensoreinrichtung mit elektrischer Energie hat. Insbesondere ist die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet.

Vorzugsweise ist die Sensoreinrichtung aufgrund einer autarken Ausbildung in einem Fahrwerk des Kraftfahrzeugs und/oder an dem Fahrwerkbauteil nachrüstbar. Insbesondere ist die Sensoreinrichtung in dem Sinne autark und/oder kabellos ausgebildet, dass auf eine Kabelverbindung der Sensoreinrichtung mit einer zu der Sensoreinrichtung separaten und/oder zusätzlichen Einrichtung verzichtet werden kann. Somit kann die Sensoreinrichtung als eine eigenständige und/oder unabhängige Einheit ausgebildet sein oder verwendet werden. Insbesondere ist die Sensoreinrichtung als eine Nachrüsteinheit ausgebildet. Die Sensoreinrichtung bzw. die Nachrüsteinheit kann an einem Fahrwerkbauteil montiert, insbesondere verschraubt und/oder verklebt, werden.

Insbesondere handelt es sich bei der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Sensoreinrichtung um eine zuvor beschriebene Sensoreinrichtung. Vorzugsweise ist das Verfahren gemäß den im Zusammenhang mit der hier beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung erläuterten Ausgestaltungen weitergebildet. Ferner kann die hier beschriebene Vorrichtung gemäß den im Zusammenhang mit den Verfahren erläuterten Ausgestaltungen weitergebildet sein.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Hierbei beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche, ähnliche oder funktional gleiche Bauteile oder Elemente. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematischer Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Kraftfahrzeugs mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Sensoreinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 2, und
- Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf das Kraftfahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 2.

Figur 1 zeigt einen schematischen Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Gemäß Schritt S10 wird das Verfahren zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs gestartet. Hierbei wird gemäß Schritt S11 eine Sensoreinrichtung bereitgestellt und/oder angeordnet. Die Sensoreinrichtung ist zum Erfassen eines Zustands und/oder einer Zustandsänderung mindestens eines Fahrwerkbauteils ausgebildet. Als Sensoreinrichtung kann eine bereits in dem Kraftfahrzeug zu einem anderen Zweck verbaute Sensoreinrichtung genutzt werden. Vorzugsweise wird eine autarke und/oder nachrüstbare Sensoreinrichtung verwendet.

Gemäß Schritt S12 wird eine autonome Energieversorgung für die Sensoreinrichtung bereitgestellt. Insbesondere weist die Sensoreinrichtung einen Energiespeicher und/oder einen Energiewandler auf. Hierbei kann mittels des Energiewandlers Energie aus dem Umfeld der Sensoreinrichtung, aus einer Bewegung des Fahrwerkbauteils und/oder aus einer Verformung des Fahrwerkbauteils in elektrische Energie umgewandelt werden.

Gemäß Schritt S13 werden mittels der Sensoreinrichtung Daten erfasst. Hierzu kann die Sensoreinrichtung beispielsweise einen Beschleunigungssensor, einen Raddrehzahlsensor und/oder einen Raddrehgeschwindigkeitssensor aufweisen. Zudem können mehrere Sensoreinrichtungen gleichzeitig eingesetzt werden. Hierbei ist von besonderem Vorteil, wenn eine erste Sensoreinrichtung einer ersten Radspur und eine weitere Sensoreinrichtung einer weiteren Radspur des Kraftfahrzeugs zugeordnet ist. Hierdurch kann die Fahrbahnbeschaffenheit und/oder die Fahrwerkbelastung spur aufgelöst bestimmt werden.

Gemäß Schritt S14 werden die mittels der Sensoreinrichtung erfassten Daten gespeichert und/oder versendet. So können die Daten beispielsweise unmittelbar nach deren Erzeugung mittels einer Sendeeinheit der Sensoreinrichtung an eine Auswerteeinrichtung gesendet werden. Alternativ oder zusätzlich können die Daten in einem Datenspeicher der Sensoreinrichtung gespeichert werden. Die in dem Datenspeicher gespeicherten Daten können zeitversetzt mittels der Sendeeinheit versendet werden oder mittels eines separaten Auslesegerätes ausgelesen werden. Dieses Auslesen und/oder ein Auswerten der Daten erfolgt gemäß Schritt S15. Zum Auswerten der Daten können diese einer Auswerteeinrichtung zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere erfolgt dies mittels der Sendeeinheit oder dem Auslesegerät.

Die ausgewerteten Daten können in einem Server oder in einer Datencloud für eine nachfolgende Verwendung, beispielsweise für die Nutzung in Navigationssystemen, bereitgestellt werden. Das Verfahren endet mit Schritt S16.

Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Kraftfahrzeugs 1 mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 2. Das Kraftfahrzeug 1 ist bei diesem Ausführungsbeispiel als ein PKW ausgebildet. Die Vorrichtung 2 ist zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung des Kraftfahrzeugs 1 ausgebildet. Beispielsweise wird die Fahrbahnbeschaffenheit einer Fahrbahn 3 aufgrund von Fahrbahnunebenheiten 4 oder 5 beeinflusst. Hier ist die Fahrbahnunebenheit 4 beispielhaft als eine Fahrbahnsenke bzw. ein Schlagloch ausgebildet. Die Fahrbahnunebenheit 5 ist hier beispielhaft als eine Fahrbahnerhebung realisiert. Zudem bewirken die Fahrbahnunebenheiten 4, 5 eine Fahrwerkbelastung bzw. eine Belastung einzelner Fahrwerkbauteile 11, 12, 13.

Bei diesem Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung 2 mehrere Sensoreinrichtungen 6, 7 und 8 auf. Alternativ kann die Vorrichtung 2 nur eine einzige Sensoreinrichtung, zwei Sensoreinrichtungen oder mehrere Sensoreinrichtungen aufweisen.

Des Weiteren sind bei diesem Ausführungsbeispiel sowohl einem vorderen Rad 9 als auch einem hinteren Rad 10 jeweils eine Sensoreinrichtung 6, 7, 8 zugeordnet. Die Sensoreinrichtungen 6, 7, 8 sind jeweils an einem der Fahrwerkbauteile 11, 12, 13

angeordnet bzw. befestigt. Zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit sind nicht sämtliche Fahrwerkbauteile mit einem Bezugszeichen versehen. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Fahrwerkbauteil 11 als ein Fahrwerklenker ausgebildet. Das Fahrwerkbauteil 12 ist hier beispielhaft als eine Radnabe realisiert. Schließlich ist das Fahrwerkbauteil 13 bei diesem Ausführungsbeispiel als ein Stoßdämpfer realisiert.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Sensoreinrichtung 6 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 gemäß Figur 2. Die nachfolgenden Ausführungen zu der Sensoreinrichtung 6 gelten weitgehend entsprechend auch für die Sensoreinrichtungen 6 und 8 gemäß Figur 2.

Die Sensoreinrichtung 6 weist eine autonome Energieversorgung 14 zum Betreiben der Sensoreinrichtung 6 mit elektrischer Energie auf. Somit kann auf eine Kabelverbindung zum Versorgen der Sensoreinrichtung 6 mit elektrischer Energie verzichtet werden. Die Energieversorgung 14 bzw. die Sensoreinrichtung 6 weist einen Energiewandler 15 auf. Mittels des Energiewandlers 15 kann Energie aus dem Umfeld der Sensoreinrichtung 6, aus einer Bewegung des Fahrwerkbauteils 11 und/oder aus einer Verformung des Fahrwerkbauteils 11 in elektrische Energie umgewandelt werden. Bei diesem konkreten Ausführungsbeispiel wird bei der Sensoreinrichtung 6 mittels des Energiewandlers 15 elektrische Energie aus Verformungen des Fahrwerkbauteils 11 unter Nutzung eines piezoelektrischen Effekts gewonnen. Bei der Sensoreinrichtung 7 werden Vibrationen des Fahrwerkbauteils 12 zur Gewinnung von elektrischer Energie mittels des Energiewandlers 15 genutzt. Bei der Sensoreinrichtung 8 werden Dämpfungsbewegungen des als Stoßdämpfer ausgebildeten Fahrwerkbauteils 13 zur Gewinnung elektrischer Energie mittels des Energiewandlers 15 genutzt. Hierzu ist der Energiewandler 15 in jeweils geeigneter Weise ausgebildet.

Des Weiteren weist die Sensoreinrichtung 6 einen Energiespeicher 16 auf. Der Energiespeicher ist bei diesem Ausführungsbeispiel als ein aufladbarer Akkumulator bzw. als eine aufladbare Batterie ausgebildet. Hierbei kann der Energiespeicher 16 durch die mittels des Energiewandlers 15 gewonnene elektrische Energie aufgeladen werden.

Des Weiteren weist die Sensoreinrichtung 6 eine Sendeeinheit 17 auf. Mittels der Sendeeinheit 17 können die mittels der Sensoreinrichtung 6 erfassten Daten kabellos an eine hier nicht näher dargestellte Auswerteeinrichtung übertragen werden.

Schließlich weist die Sensoreinrichtung 6 bei diesem Ausführungsbeispiel einen Datenspeicher 18 auf. In dem Datenspeicher 18 können die mittels der Sensoreinrichtung 6 erfassten Daten gespeichert werden. Die Daten in dem Datenspeicher 18 können mittels eines hier nicht näher dargestellten geeignet ausgebildeten Auswertegerätes ausgelesen werden. In alternativen Ausführungsformen kann die Sensoreinrichtung 6 wahlweise die Sendeeinheit 17 oder den Datenspeicher 18 aufweisen.

Die Sensoreinrichtung 6 weist einen Sensor 19 auf. Der Sensor 19 kann beispielsweise als ein Beschleunigungssensor, Raddrehzahlsensor oder Raddrehgeschwindigkeitssensor ausgebildet sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Sensor 19 der Sensoreinrichtung 6 als ein Beschleunigungssensor ausgebildet. Bei der Sensoreinrichtung 7 ist der Sensor 19 bei diesem Ausführungsbeispiel als ein Raddrehzahlsensor realisiert. Bei der Sensoreinrichtung 8 ist der Sensor 19 als ein Stoßdämpferbeschleunigungssensor realisiert.

Figur 4 zeigt eine schematische Draufsicht auf das Kraftfahrzeug 1 mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 gemäß Figur 2. Das Kraftfahrzeug 1 weist eine erste Radspur 20 und eine weitere Radspur 21 auf. Die Radspuren 20, 21 sind hier mittels gestrichelt dargestellter Doppelpfeile angedeutet. Die Räder 9, 10 sind der ersten Spur 20 zugeordnet. Hierbei ist die erste Radspur 20 einer ersten Seite 22 des Kraftfahrzeugs 1 zugeordnet. Die weitere Radspur 21 ist einer weiteren Seite 23 des Kraftfahrzeugs 1 zugeordnet. Bei diesem Ausführungsbeispiel verlaufen die erste Seite 22 und die weitere Seite 23 im Wesentlichen parallel zueinander und sind voneinander abgewandt. Entsprechend der ersten Seite 22 ist der weiteren Seite 23 ein vorderes Rad 9' und ein hinteres Rad 10' zugeordnet. Die Räder 9' und 10' sind auf der weiteren Radspur 21 angeordnet. Auf der weiteren Seite 23 sind korrespondierend zu der ersten Seite 22 ausgebildete Sensoreinrichtungen 6', 7', 8' und Fahr-

werkbauteile 11', 12' und 13' angeordnet. Zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit sind nicht sämtliche Merkmale mit einem Bezugszeichen versehen.

Wesentlich ist nun, dass mindestens eine erste Sensoreinrichtung 6, 7, 8 der ersten Seite 22 bzw. der ersten Radspur 20 und mindestens eine weitere Sensoreinrichtung 6', 7', 8' der weiteren Seite 23 bzw. der weiteren Radspur 21 zum Bestimmen der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder der Fahrwerkbelastung zugeordnet ist. Hierdurch lässt sich die Fahrbahnbeschaffenheit und/oder Fahrwerkbelastung in Abhängigkeit von der ersten Radspur 20 und der weiteren Radspur 21 und somit spuraufgelöst bestimmen.

Bezugszeichen

1	Kraftfahrzeug
2	Vorrichtung
3	Fahrbahn
4	Fahrbahnunebenheit
5	Fahrbahnunebenheit
6, 6'	Sensoreinrichtung
7, 7'	Sensoreinrichtung
8, 8'	Sensoreinrichtung
9, 9'	vorderes Rad
10, 10'	hinteres Rad
11, 11'	Fahrwerkbauteil
12, 12'	Fahrwerkbauteil
13, 13'	Fahrwerkbauteil
14	elektrische Energieversorgung
15	Energiewandler
16	Energiespeicher
17	Sendeeinheit
18	Datenspeicher
19	Sensor
20	erste Radspur
21	weitere Radspur
22	erste Seite
23	weitere Seite

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs (1), bei dem mittels mindestens einer Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') ein Zustand und/oder eine Zustandsänderung mindestens eines Fahrwerkbauteils (11, 11', 12, 12', 13, 13') erfasst wird, wobei die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') an oder in dem Fahrwerkbauteil (11, 11', 12, 12', 13, 13') angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') mittels einer autonomen Energieversorgung (14) mit elektrischer Energie zum Betrieb der Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') versorgt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die autonome Energieversorgung (14) einen Energiewandler (15) aufweist, der Energie aus dem Umfeld der Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8'), aus einer Bewegung des Fahrwerkbauteils (11, 11', 12, 12', 13, 13') und/oder aus einer Verformung des Fahrwerkbauteils (11, 11', 12, 12', 13, 13') in elektrische Energie umwandelt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Energiewandlers (15) elektrische Energie gewonnen wird aus:

- Vibrationen des Fahrwerkbauteils (12, 12') und/oder
- Dämpfungsbewegungen eines als Stoßdämpfer ausgebildeten Fahrwerkbauteils (13, 13') und/oder
- Verformungen des Fahrwerkbauteils (11, 11') unter Nutzung eines piezoelektrischen Effekts.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') einen Energiespeicher (16), insbesondere einem Akkumulator und/oder Kondensator, aufweist, in dem die Energie der autonomen Energieversorgung (14) gespeichert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') einen Datenspeicher (18) aufweist, in dem die mit der Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') erfassten Daten gespeichert werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') eine Sendeeinheit (17) aufweist, mit der von der Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') erfasste und/oder gespeicherte Daten kabellos an eine Auswerteeinrichtung gesendet werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') einen Beschleunigungssensor (19) aufweist, mit dem eine Beschleunigung des Fahrwerkbauteils (11, 11', 12, 12', 13, 13') erfasst wird, vorzugsweise ist der Beschleunigungssensor (19) als ein Radbeschleunigungssensor zum Erfassen einer Radbeschleunigung eines Rades (9, 9', 10, 10') des Kraftfahrzeugs (1) oder als ein Stoßdämpferbeschleunigungssensor zum Erfassen einer Stoßdämpferbeschleunigung eines Stoßdämpfers des Kraftfahrzeugs (1) ausgebildet.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') einen Raddrehzahlsensor (19) aufweist, mit dem eine Raddrehzahl eines Rades (9, 9', 10, 10') des Kraftfahrzeugs (1) erfasst wird, und/oder die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') einen Raddrehgeschwindigkeitssensor (19) aufweist, mit dem eine Raddrehgeschwindigkeit eines Rades (9, 9', 10, 10') des Kraftfahrzeugs (1) erfasst wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftfahrzeug (1) eine erste Radspur (20) auf einer ersten Seite (22) des Kraftfahrzeugs (1) und eine weitere Radspur (21) auf einer weiteren Seite (23) des Kraftfahrzeugs (1) aufweist, wobei mindestens eine erste Sensoreinrichtung (6, 7, 8) der ersten Seite (22) und mindestens eine weitere Sensoreinrichtung (6', 7', 8') der weiteren Seite (23) zugeordnet ist und die Fahrbahnbeschaffenheit und/oder die Fahrwerkbelastung in Abhängigkeit von der ersten Radspur (20) und der weiteren Radspur (21), insbesondere spuraufgelöst, bestimmt wird.

10. Vorrichtung zum Bestimmen einer Fahrbahnbeschaffenheit und/oder einer Fahrwerkbelastung eines Kraftfahrzeugs (1), mit mindestens einer Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') zum Erfassen eines Zustands und/oder einer Zustandsänderung min-

destens eines Fahrwerkbauteils (11, 11', 12, 12', 13, 13'), wobei die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') an oder in dem Fahrwerkbauteil (11, 11', 12, 12', 13, 13') angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') eine autonome Energieversorgung (14) zum Betreiben der Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') mit elektrischer Energie aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') aufgrund einer autarken Ausbildung in einem Fahrwerk des Kraftfahrzeugs (1) und/oder an dem Fahrwerkbauteil (11, 11', 12, 12', 13, 13') nachrüstbar ist und/oder die Sensoreinrichtung (6, 6', 7, 7', 8, 8') als eine Nachrüsteinheit ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftfahrzeug (1) eine erste Radspur (20) auf einer ersten Seite (22) des Kraftfahrzeugs (1) und eine weitere Radspur (21) auf einer weiteren Seite (23) des Kraftfahrzeugs (1) aufweist, wobei mindestens eine erste Sensoreinrichtung (6, 7, 8) der ersten Seite (22) und mindestens eine weitere Sensoreinrichtung (6', 7', 8') der weiteren Seite (23) zum Bestimmen der Fahrbahnbeschaffenheit und/oder der Fahrwerkbelastung in Abhängigkeit von der ersten Radspur (20) und der weiteren Radspur (21), insbesondere spuraufgelöst, zugeordnet ist.

1/4

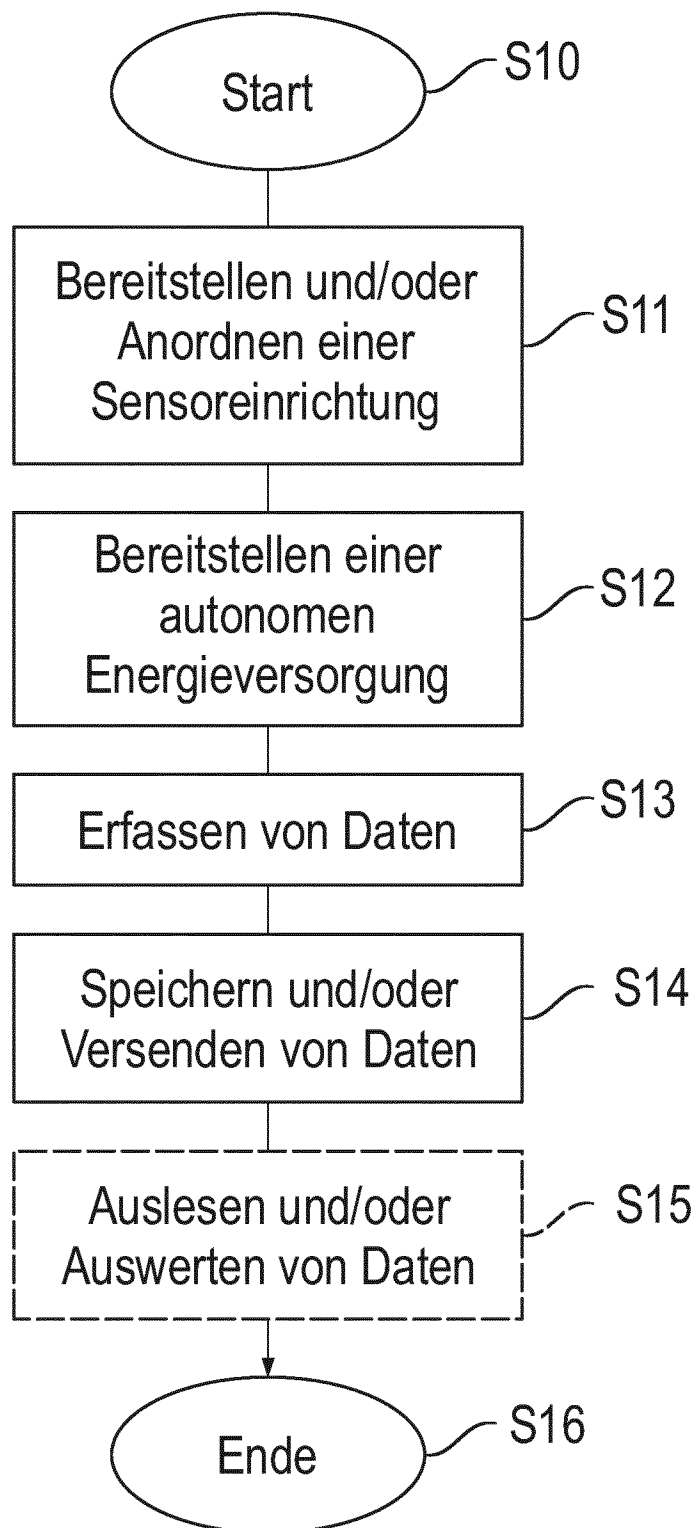


Fig. 1

2/4

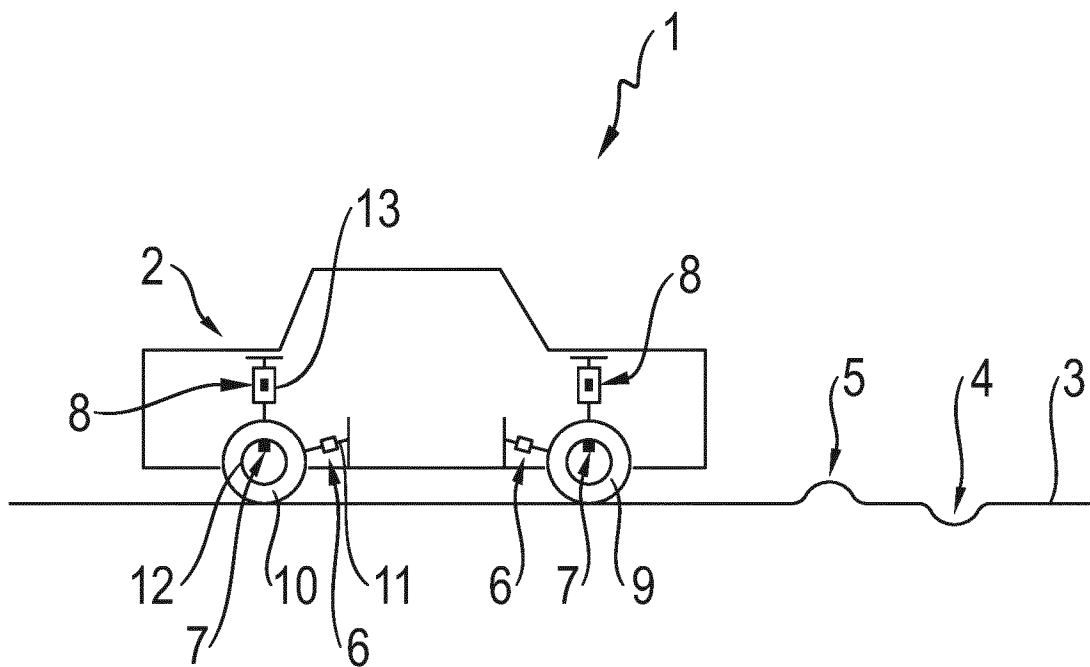


Fig. 2

3/4

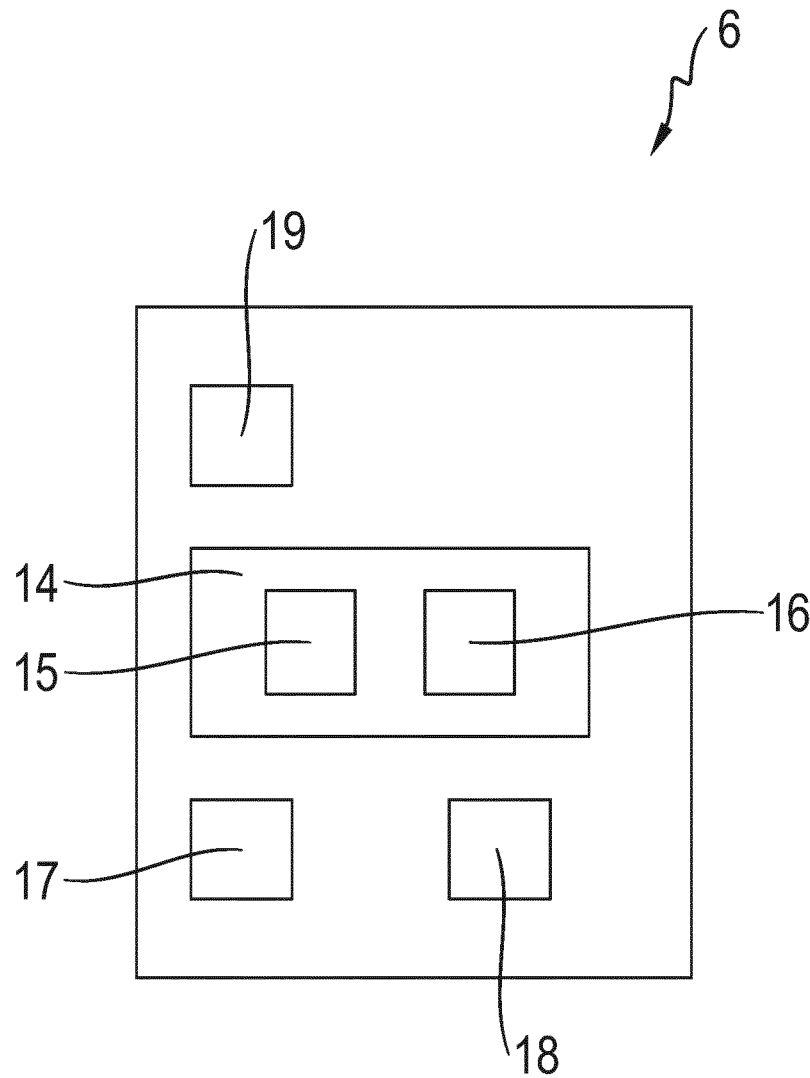


Fig. 3

4/4

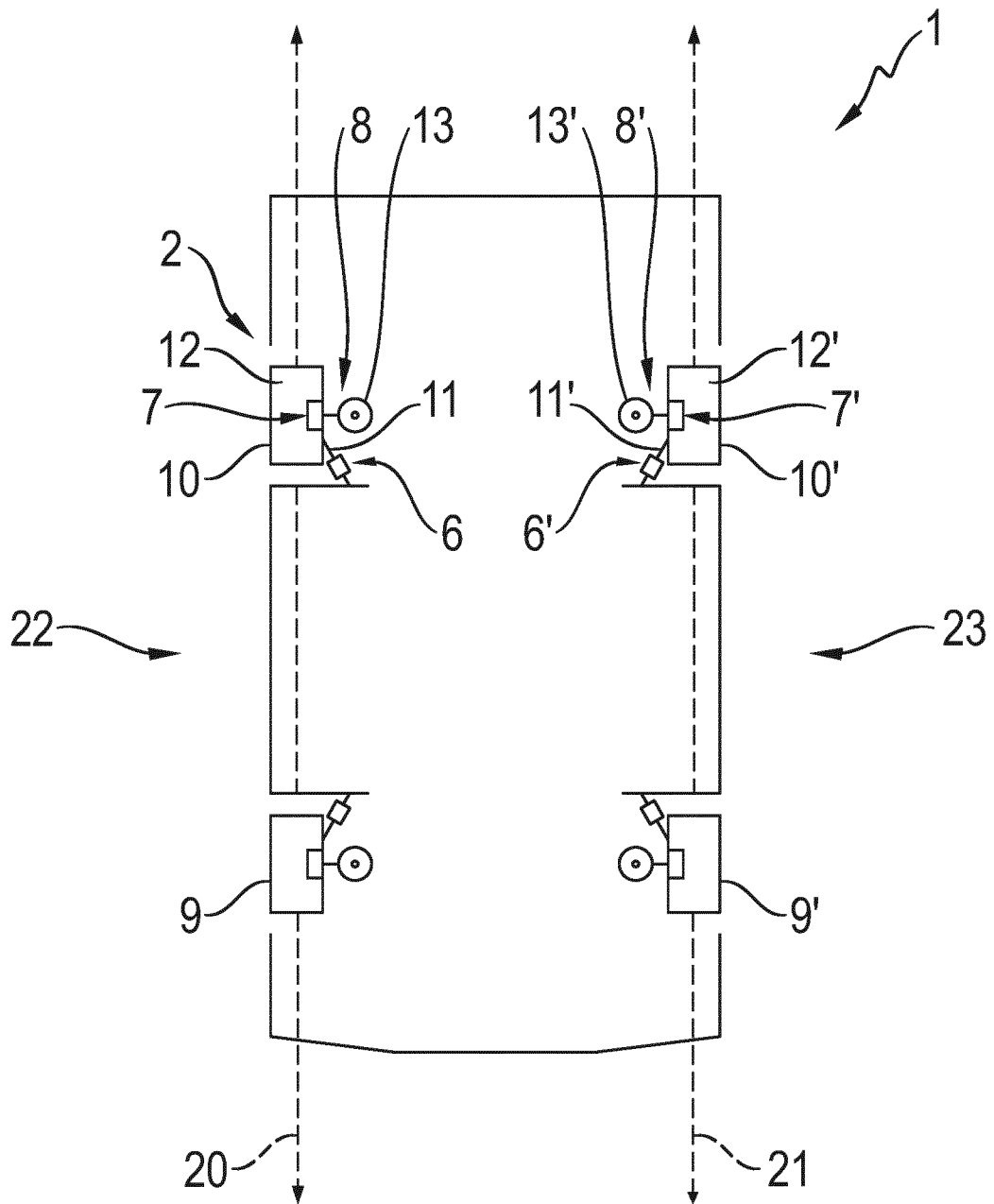


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/055797**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B60G 17/0165**(2006.01)i; **B60G 17/019**(2006.01)i; **B60G 13/14**(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)

B60G

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.
X	US 2011084503 A1 (LI YUNJUN [US] ET AL) 14 April 2011 (2011-04-14) paragraphs [0044] - [0050], [0076], [0113] - [0123]; figures	1-12
X	EP 1857325 A1 (YOKOHAMA RUBBER CO LTD [JP]) 21 November 2007 (2007-11-21) paragraphs [0026] - [0028], [0044] - [0064]; figures	1-12
X	US 2006176158 A1 (FLEMING WILLIAM J [US]) 10 August 2006 (2006-08-10) paragraphs [0002] - [0005], [0015] - [0021], [0080] - [0082], [0105]; figures	1-12
A	DE 10326675 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 30 December 2004 (2004-12-30) the whole document	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

04 June 2020

Date of mailing of the international search report

17 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Cavallo, Frédéric

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/055797

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011084503	A1	14 April 2011	CN	102069765	A	25 May 2011
				DE	102010042459	A1	26 May 2011
				US	2011084503	A1	14 April 2011
EP	1857325	A1	21 November 2007	EP	1857325	A1	21 November 2007
				US	2009012688	A1	08 January 2009
				WO	2006095429	A1	14 September 2006
US	2006176158	A1	10 August 2006	NONE			
DE	10326675	A1	30 December 2004	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60G17/0165 B60G17/019 B60G13/14
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60G

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.
X	US 2011/084503 A1 (LI YUNJUN [US] ET AL) 14. April 2011 (2011-04-14) Absätze [0044] - [0050], [0076], [0113] - [0123]; Abbildungen -----	1-12
X	EP 1 857 325 A1 (YOKOHAMA RUBBER CO LTD [JP]) 21. November 2007 (2007-11-21) Absätze [0026] - [0028], [0044] - [0064]; Abbildungen -----	1-12
X	US 2006/176158 A1 (FLEMING WILLIAM J [US]) 10. August 2006 (2006-08-10) Absätze [0002] - [0005], [0015] - [0021], [0080] - [0082], [0105]; Abbildungen -----	1-12
A	DE 103 26 675 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) das ganze Dokument -----	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

4. Juni 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/06/2020

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Cavallo, Frédéric

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/055797

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011084503 A1	14-04-2011	CN 102069765 A	25-05-2011
		DE 102010042459 A1	26-05-2011
		US 2011084503 A1	14-04-2011

EP 1857325 A1	21-11-2007	EP 1857325 A1	21-11-2007
		US 2009012688 A1	08-01-2009
		WO 2006095429 A1	14-09-2006

US 2006176158 A1	10-08-2006	KEINE	

DE 10326675 A1	30-12-2004	KEINE	
