

(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
04. Oktober 2018 (04.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/178196 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G05B 23/02 (2006.01) G06F 17/18 (2006.01)
G07C 5/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/058009

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. März 2018 (28.03.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 106 919.4
30. März 2017 (30.03.2017) DE

(71) Anmelder: TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT [DE/DE]; Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt (DE).

(72) Erfinder: FIETZEK, Rafael; Caroline-Herschel-Straße 8, 64293 Darmstadt (DE). FOULARD, Stéphane; Langstraße 38, 63075 Offenbach (DE). RINDERKNECHT, Stephan; Heinrich-von-Kleist-Weg 8/1, 72810 Gomaringen (DE).

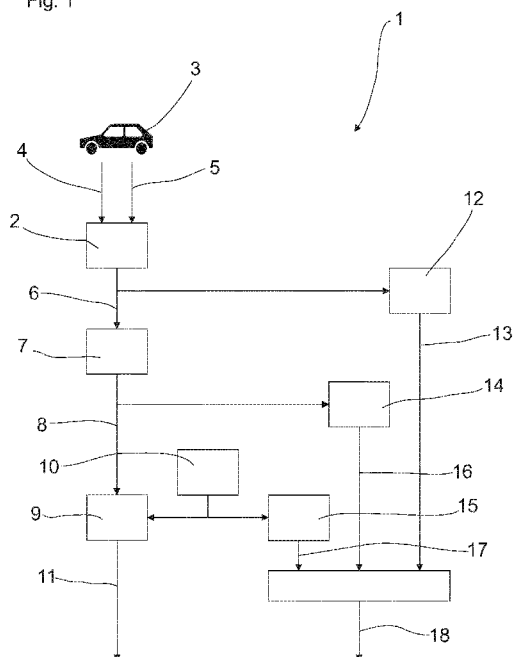
(74) Anwalt: KATSCHER HABERMANN PATENTANWÄLTE; Dolivostraße 15a, 64293 Darmstadt (DE).

(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, DE, 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,

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A DEGREE-OF-DAMAGE UNCERTAINTY OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER SCHÄDIGUNGSMASSUNSICHERHEIT EINES KRAFTFAHRZEUGS

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method (1) for determining a degree-of-damage uncertainty (18) of a component of a motor vehicle (3). In a determining step (2), during the operation of the motor vehicle (3), motor vehicle parameters (6) are ascertained continuously at predefined time intervals on the basis of items of sensor and driving state information (4, 5) available in the respective motor vehicle (3). The motor vehicle parameters (6) are subsequently processed in one or more parallel and/or successive evaluation steps (7, 9), and a degree of damage (11) of the component is ascertained. A degree-of-damage uncertainty (18) is ascertained on the basis of predefined parameter uncertainty variables and/or functions (12), which for each determined motor vehicle parameter (6) represent a degree of uncertainty for whether the determined motor vehicle parameter (6) corresponds to a real motor vehicle parameter (6), and on the basis of predefined evaluation step uncertainty variables and/or functions (14, 15), which for each evaluation step represent a degree of uncertainty for whether evaluation step influencing variables, independent of the motor vehicle parameters (6) and taken into consideration in the respective evaluation step (7, 9), correspond to the real evaluation step influencing variables. The degree-of-damage uncertainty (18) represents a measure for whether the component has actually sustained damage corresponding to the ascertained degree of damage (11).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren (1) zur Bestimmung einer Schädigungsmaßunsicherheit (18) eines Bauteils eines Kraftfahrzeugs (3). In einem Bestimmungsschritt (2) werden während des Betriebs des Kraftfahrzeugs (3) in vorgegebenen zeitlichen Abständen fortlaufend Kraftfahrzeugparameter (6) auf Grundlage von in dem jeweiligen Kraftfahrzeug (3) verfügbarer Sensor- und Fahrzustandsinformationen (4, 5) ermittelt. Die Kraftfahrzeugparameter (6) werden nachfolgend in einem oder mehreren



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)

parallel und/oder aufeinanderfolgenden Auswertungsschritten (7, 9) verarbeitet und es wird ein Schädigungsmaß (11) des Bauteils ermittelt. Auf Grundlage vorgegebener Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen (12), die für jeden bestimmten Kraftfahrzeugparameter (6) ein Unsicherheitsmaß dafür darstellen, dass der bestimmte Kraftfahrzeugparameter (6) einem realen Kraftfahrzeugparameter (6) entspricht, und auf Grundlage vorgegebener Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen (14, 15), die für jeden Auswertungsschritt ein Unsicherheitsmaß dafür darstellen, dass von den Kraftfahrzeugparametern (6) unabhängige und in dem jeweiligen Auswertungsschritt (7, 9) berücksichtigte Auswertungsschritteinflussgrößen den realen Auswertungsschritteinflussgrößen entsprechen, wird eine Schädigungsmaßunsicherheit (18) ermittelt. Die Schädigungsmaßunsicherheit (18) stellt ein Maß dafür dar dass das Bauteil tatsächlich eine dem ermittelten Schädigungsmaß (11) entsprechende Schädigung erfahren hat.

Technische Universität Darmstadt

Verfahren zur Bestimmung einer Schädigungsmaßunsicherheit
5 eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer
Schädigungsmaßunsicherheit eines Kraftfahrzeugs, wobei in
10 einem Bestimmungsschritt während des Betriebs des
Kraftfahrzeugs in vorgegebenen zeitlichen Abständen
fortlaufend Kraftfahrzeugparameter auf Grundlage von in dem
jeweiligen Kraftfahrzeug verfügbarer Sensor- und
Fahrzustandsinformationen ermittelt werden und wobei die
15 Kraftfahrzeugparameter nachfolgend in einem oder mehreren
parallel und/oder aufeinander folgenden
Auswertungsschritten verarbeitet werden und ein
Schädigungsmaß des Bauteils ermittelt wird.

20 Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur
Bestimmung von Schädigungsmaßen bekannt. Beispielsweise ist
es aus dem Stand der Technik bekannt, auf Grundlage von in
dem Bestimmungsschritt ermittelten Kraftfahrzeugparametern
zunächst ein Lastkollektiv für das Bauteil wie
25 beispielsweise ein Getriebe zu ermitteln. In dem
Lastkollektiv wird dabei der Verlauf der auf das Bauteil
wirkenden Belastung, beispielsweise die einwirkenden Kräfte
oder auftretenden Spannungen über die Zeit mit Hilfe
bekannter Verfahren abgebildet. Ausgehend von dem so in
30 einem ersten Auswertungsschritt ermittelten Lastkollektiv
kann in einem darauffolgenden zweiten Auswertungsschritt
auf Grundlage einer zuvor für das Bauteil ermittelten

Wöhler-Kurve, die ein Ergebnis eines für ein baugleiches Bauteil vorab durchgeführten Wöhler-Versuchs abbildet, mit der linearen Schadensakkumulationshypothese nach Miner-Haibach das Schädigungsmaß bestimmt werden.

5

Zudem sind aus dem Stand der Technik auch Verfahren bekannt, bei denen ausgehend von den in dem Bestimmungsschritt ermittelten Kraftfahrzeugparametern in einem ersten Auswertungsschritt zunächst ein oder mehrere
10 Merkmale ermittelt werden, die eine vergleichsweise hohe Korrelation mit einer Schädigung des Bauteils aufweisen (z.B. anhand von sogenannten Condition-Monitoring- und/oder Condition-Prediction-Methoden). Anschließend werden diese Merkmale in einem weiteren Auswertungsschritt mit einem
15 vorab ermittelten mathematischen Modell verarbeitet und auf diese Weise das Schädigungsmaß bestimmt. Das mathematische Modell wird dabei üblicherweise mit Hilfe geeigneter Parameteridentifikationsverfahren auf Grundlage vorliegender Kraftfahrzeugparameter und damit verbundener
20 Schädigungsmaße ermittelt.

Die Kraftfahrzeugparameter können in dem Bestimmungsschritt entweder unmittelbar durch geeignete Messeinrichtungen bestimmt werden oder auf Grundlage mathematischer Modelle
25 beispielsweise zwischen von verschiedenen Messeinrichtungen bestimmten Messinformationen ermittelt werden.

Beispielsweise ist es im Kraftfahrzeugbereich bekannt, das von einem Verbrennungsmotor an einer Kurbelwelle des Verbrennungsmotors bereitgestellte Drehmoment durch ein
30 mathematisches Modell in Abhängigkeit einer messtechnisch erfassten Motordrehzahl sowie einer durch ein Steuergerät des Kraftfahrzeugs vorgegebenen Solleinspritzmenge zu

bestimmen. Im Sinne der Erfindung werden sowohl das auf Grundlage des mathematischen Modells ermittelte Drehmoment als auch die zur Ermittlung des Drehmoments verwendete und sensorisch erfasste Motordrehzahl sowie die die

5 Solleinspritzmenge kennzeichnende Steuerungsgröße als Kraftfahrzeugparameter aufgefasst.

Die Ermittlung des Schädigungsmaßes mit Hilfe der aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren ist grundsätzlich mit

10 Unsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheit bei der Ermittlung des Schädigungsmaßes resultiert beispielsweise aus unvermeidbaren Fertigungstoleranzen unter anderem auf Grund schwankender Materialqualität und Unterschieden zwischen den jeweils verwendeten Produktionsanlagen bei der

15 Herstellung des Bauteils.

Als Aufgabe der Erfindung wird es angesehen, ein Verfahren zur Bestimmung einer Schädigungsmaßunsicherheit anzugeben, welches die Schädigungsmaßunsicherheit zuerst definiert und

20 dann kontinuierlich durch die Einbeziehung weiterer Informationen und Daten minimiert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass auf Grundlage vorgegebener Parameterunsicherheitsgrößen

25 und/oder -funktionen, die für jeden bestimmten Kraftfahrzeugparameter ein Unsicherheitsmaß dafür darstellen, dass der bestimmte Kraftfahrzeugparameter einem realen Kraftfahrzeugparameter entspricht, und auf Grundlage vorgegebener Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder

30 -funktionen, die für jeden Auswertungsschritt ein Unsicherheitsmaß dafür darstellen, dass von den Kraftfahrzeugparametern unabhängige und in dem jeweiligen

Auswertungsschritt berücksichtigte
Auswertungsschritteinflussgrößen den realen
Auswertungsschritteinflussgrößen entsprechen, eine
Schädigungsmaßunsicherheit ermittelt wird, wobei die
5 Schädigungsmaßunsicherheit ein Maß dafür darstellt, dass
das Bauteil tatsächlich eine dem ermittelten Schädigungsmaß
entsprechende Schädigung erfahren hat. Bei der Bestimmung
der Schädigungsmaßunsicherheit werden also sowohl
Parameterunsicherheitsgrößen bzw. -funktionen, wie
10 beispielsweise eine bekannte Wahrscheinlichkeitsverteilung
eines Messrauschens eines zur Ermittlung eines
Kraftfahrzeugparameters verwendeten Sensors oder auch eine
Modellunsicherheit eines zur Ermittlung eines
Kraftfahrzeugparameters verwendeten mathematischen Modells
15 berücksichtigt als auch verschiedene
Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen bzw. -funktionen, die
beispielsweise eine Streuung bzw. eine
Wahrscheinlichkeitsverteilung einer zur Ermittlung einer
Teilschädigung verwendeten Wöhler-Kurve beschreibt,
20 berücksichtigt. Ausgehend von den vorab ermittelten
verschiedenen Unsicherheitsgrößen bzw. -funktionen kann mit
Hilfe bekannter Verfahren aus der
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik die
Schädigungsmaßunsicherheit berechnet werden.
25
Bei den Kraftfahrzeugparametern kann es sich neben
unmittelbar den Betrieb des Kraftfahrzeugs kennzeichnenden
Größen erfindungsgemäß auch um weitere den Betrieb des
Kraftfahrzeugs beeinflussende Größen wie beispielsweise die
30 jeweilige Umgebungstemperatur und aktuelle Wetterdaten
handeln.

Die verschiedenen Unsicherheitsmaße, insbesondere die Parameterunsicherheitsgrößen und -funktionen, die Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und -funktionen und die Schädigungsmaßunsicherheit geben vorteilhafterweise
5 jeweils eine Wahrscheinlichkeit dafür an, dass der ermittelte Wert dem tatsächlichen Wert entspricht bzw. dass der tatsächliche Wert in einem bestimmten Wertebereich um den ermittelten Wert herum liegt. Vorteilhafterweise grenzen die Unsicherheitsmaße jeweils einen Wertebereich
10 ein, innerhalb dessen der wahre Wert der beobachteten Größe, wie beispielsweise einer Messgröße mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt. Das heißt, dass das Unsicherheitsmaß ein Maß dafür darstellt, ob der beobachtete Wert dem tatsächlichen Wert entspricht.

15 Die Schädigungsmaßunsicherheit stellt nach der Berücksichtigung sämtlicher Unsicherheitsmaße vorteilhafterweise ein Maß oder ein Wahrscheinlichkeitsmaß dar, mit dem ein Schädigungsmaßwertebereich beschrieben
20 wird, in dem das Schädigungsmaß mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt. In anderen Worten ausgedrückt wird mit der Schädigungsmaßunsicherheit beschrieben, mit welcher Wahrscheinlichkeit die ermittelte Schädigung der tatsächlichen entspricht. Die Schädigungsmaßunsicherheit
25 stellt ein Maß, nämlich ein Wahrscheinlichkeitsmaß dafür dar, ob die ermittelte Schädigung der tatsächlichen entspricht.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des
30 erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass es sich bei den Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen und/oder bei den Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen

und/oder -funktionen jeweils um eine
Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion handelt. Mit Hilfe einer
Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion kann durch Integration
eine Wahrscheinlichkeit dafür bestimmt werden, dass der
5 jeweils ermittelte Kraftfahrzeugparameter bzw. die in dem
jeweiligen Auswertungsschritt ermittelte Größe tatsächlich
einer entsprechenden realen Größe entspricht. Auf Grundlage
der bekannten Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen kann
zudem eine gemeinsame
10 Schädigungsmaßwahrscheinlichkeitsdichtefunktion angegeben
werden, in der die verschiedenen Unsicherheiten bei der
Bestimmung der Kraftfahrzeugparameter sowie bei der
Weiterverarbeitung in den verschiedenen
Auswertungsschritten berücksichtigt werden kann. Die
15 Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen können beispielsweise
unter der Annahme einer Normalverteilung bei der Ermittlung
der Kraftfahrzeugparameter sowie der in den jeweiligen
Auswertungsschritten ermittelten Größen durch einen
Erwartungswert sowie einer Varianz oder einer
20 Standardabweichung der Kraftfahrzeugparameter bzw. Größen
beschrieben werden.

Durch die Berücksichtigung der verschiedenen Unsicherheiten
wird erfindungsgemäß also im Wesentlichen eine Streuung der
25 Kraftfahrzeugparameter und Streuungen von in den jeweiligen
Auswertungsschritten ermittelten Zwischengrößen
berücksichtigt, die unter anderem auf Fertigungstoleranzen
sowie in den verwendeten mathematischen Modellen nicht
berücksichtigten Einflussgrößen zurückzuführen sind.

30

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass
ausgehend von dem Schädigungsmaß und der

- SchadigungsmaBunsicherheit eine Ausfallwahrscheinlichkeit f#r vorgegebene Zeitpunkte in der Zukunft des Bauteils bestimmt wird, wobei die Ausfallwahrscheinlichkeit f#r jeden Zeitpunkt ein MaB daf#r darstellt, dass das Bauteil
- 5 zu diesem Zeitpunkt ausfallen wird. Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, einen voraussichtlichen Ausfallzeitpunkt des Bauteils in der Zukunft durch eine lineare Fortschreibung der bis zu einem aktuellen Zeitpunkt ermittelten Sch#digung bzw. des ermittelten
- 10 Sch#digungsmaBes in die Zukunft zu bestimmen. Auf Grundlage der mit Hilfe des erfindungsgem#Ben Verfahrens bestimmten Sch#digungsmaBunsicherheit kann vorteilhafterweise unter zus#tzlicher Ber#cksichtigung einer Nutzungsunsicherheit, die ein UnsicherheitsmaB daf#r darstellt, dass die in der
- 15 Vergangenheit erfolgte Sch#digung auch zuk#nftig zu erwarten ist, eine Ausfallwahrscheinlichkeit daf#r angegeben werden, dass das jeweilige Bauteil tats#chlich zu dem ermittelten Ausfallzeitpunkt ausfallen wird.
- 20 Erfindungsgem#B ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass in einem Lastkollektivauswertungsschritt mit dem ermittelten Kraftfahrzeugparameter ein Lastkollektiv bestimmt wird. Erfindungsgem#B kann in dem Lastkollektiv beispielsweise ein zeitlicher Verlauf einer Drehmomentbelastung eines
- 25 Kraftfahrzeugbetriebes abgebildet sein.

- Vorteilhafterweise ist erfindungsgem#B vorgesehen, dass das Sch#digungsmaB in einem Akkumulationsauswertungsschritt durch eine lineare Schadensakkumulation unter Verwendung
- 30 einer vorab f#r das Bauteil ermittelten W#hler-Kurve bestimmt wird.

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass durch Akkumulationsauswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen eine Streuung der Wöhler-Kurve berücksichtigt wird. Durch die Wöhler-Kurve wird
5 üblicherweise ein Mittelwert einer in einem oder mehreren durchgeführten Wöhler-Versuchen ermittelten Spannungsamplitude über die ertragbare Schwingspielzahl aufgetragen. Eine Streuung von Messergebnissen bei dem Wöhler-Versuch ist üblicherweise vergleichsweise groß, so
10 dass die Berücksichtigung dieser Streuung für die Bestimmung der Schädigungsmaßunsicherheit besonders relevant ist.

In den für den Akkumulationsauswertungsschritt bei der
15 Bestimmung der Schädigungsmaßunsicherheit herangezogenen Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen bzw. -funktionen kann erfindungsgemäß unter anderem auch berücksichtigt werden, dass bei der Ermittlung von Teilschädigungen auf Grundlage der Wöhler-Kurve ein zeitlicher Verlauf von auf das Bauteil
20 wirkenden Lastwechseln unberücksichtigt bleibt, wobei dieser zeitliche Verlauf grundsätzlich einen Einfluss auf die tatsächliche Schädigung hat, aber aus Vereinfachungsgründen bei der Ermittlung des Schädigungsmaßes unberücksichtigt bleibt. Bei einer
25 besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist daher vorgesehen, dass durch die Akkumulationsauswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen eine durch einen unberücksichtigten Verlauf von Lastwechseln hervorgerufenen Unsicherheit bei einer
30 Bestimmung von Teilschädigungen im Rahmen der linearen Schadensakkumulation berücksichtigt wird.

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das ermittelte Schädigungsmaß und die Schädigungsmaßunsicherheit in einem Diagnosesystem (z.B. anhand von sogenannten Condition-Monitoring- und/oder

5 Condition-Prediction-Methoden) des Kraftfahrzeugs zur Ermittlung einer Fehlerursache verwendet wird. Die aus einer Schadensberechnung ermittelten Schädigungsmaße und Schädigungsmaßunsicherheiten können besonders vorteilhaft dazu verwendet werden, ein fehlerhaftes bzw. geschädigtes

10 Bauteil zu ermitteln, das im Rahmen einer Fehlererkennung auf Grundlage von Fehlererkennungsfunktionen zu einem erkannten Fehlerzustand geführt hat. Entsprechende Fehlererkennungsfunktionen, die im Rahmen von Diagnosesystemen verwendet werden, sind aus dem Stand der

15 Technik bekannt.

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass bei der Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit Ergebnisse eines Diagnosesystems des Kraftfahrzeugs berücksichtigt

20 werden. Durch die Berücksichtigung von Informationen zu Fehlern und Fehlerursachen aus einem Diagnosesystem bei der Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit können bestimmte und bei der Bestimmung der Schädigungsmaßunsicherheit unberücksichtigte Ereignisse berücksichtigt werden.

25

Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die ermittelten Schädigungsmaße und die zugehörigen Schädigungsmaßunsicherheiten und/oder die Ausfallwahrscheinlichkeiten zusammen mit den

30 Kraftfahrzeugparametern und/oder den Lastkollektiven an eine zentrale Datenbank übertragen werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Parameterunsicherheitsgrößen

und/oder -funktionen und/oder die
Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder
-funktionen auf Grundlage der an die zentrale Datenbank von
zahlreichen vergleichbaren Bauteilen einer
5 Kraftfahrzeugflotte übertragenen Daten zentral bestimmt und
nachfolgend je nach Bedarf an einzelne Kraftfahrzeuge
übertragen werden. Vorteilhafterweise werden die
Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen und/oder
die Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder
10 -funktionen an sämtliche Kraftfahrzeuge der
Kraftfahrzeugflotte übermittelt. Auf diese Weise kann die
Bestimmung der Schädigungsmaße und
Schädigungsmaßunsicherheiten sowie der
Ausfallwahrscheinlichkeiten fortlaufend angepasst und
15 verbessert werden.

Erfindungsgemäß ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die
Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen und/oder
die Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -
20 funktionen mit Hilfe von Machine-Learning-Algorithmen
ermittelt und kontinuierlich minimiert werden. Durch die
Verwendung von Machine-Learning-Algorithmen können die
Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen und/oder
die Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -
25 funktionen auf Grundlage der an die Datenbank übermittelten
großen Datenmengen besonders effizient verarbeitet und
minimiert werden.

Vorteilhafterweise werden die ermittelten Schädigungsmaße
30 und die zugehörigen Schädigungsmaßunsicherheiten und/oder
die Ausfallwahrscheinlichkeiten zusammen mit den
Kraftfahrzeugparametern und/oder den Lastkollektiven

regelmäßig an die zentrale Datenbank übertragen. Es ist aber auch möglich und erfindungsgemäß vorgesehen, dass die ermittelten Schädigungsmaße und die zugehörigen Schädigungsmaßunsicherheiten und/oder die

5 Ausfallwahrscheinlichkeiten zusammen mit den Kraftfahrzeugparametern und/oder den Lastkollektiven dann an die zentrale Datenbank übertragen werden, wenn das zugehörige Bauteil unerwartet ausgefallen ist bzw. einen Fehler verursacht hat oder wenn das Bauteil nicht

10 ausgefallen ist, obwohl der Ausfall erwartet wurde. Erfindungsgemäß werden die Daten dann an die Datenbank übermittelt, wenn die Ausfallwahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt des Ausfalls oder eines Fehlers des Bauteils kleiner als ein erster vorgegebener

15 Ausfallwahrscheinlichkeitsgrenzwert ist oder wenn die Ausfallwahrscheinlichkeit zu dem aktuellen Zeitpunkt größer als ein zweiter vorgegebener Ausfallwahrscheinlichkeitsgrenzwert ist und das Bauteil weder ausgefallen ist noch einen Fehler verursacht hat.

20 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

25 Es zeigt:

Figur 1 einen schematisch dargestellten Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einer Bestimmung eines Schädigungsmaßes für ein Getriebe nach dem Verfahren von

30 Miner-Haibach und

Figur 2 einen weiteren schematisch dargestellten Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Figur 1 ist schematisch der Ablauf eines Verfahrens 1 zur Bestimmung einer Schädigungsmaßunsicherheit dargestellt. In einem Bestimmungsschritt 2 wird während des Betriebs eines Kraftfahrzeugs 3 mit Hilfe eines aus dem Stand der Technik bekannten beobachterbasierten Verfahrens auf Grundlage messtechnisch erfasster physikalischer Größen 4 des Kraftfahrzeugs 3 sowie gegebenenfalls weiterer den Betrieb des Kraftfahrzeugs 3 kennzeichnenden Größen 5 ein auf ein Getriebe des Kraftfahrzeugs 3 wirkendes Drehmoment fortlaufend berechnet. Dieses fortlaufend berechnete Drehmoment stellt einen Kraftfahrzeugparameter 6 dar.

Auf Grundlage des fortlaufend ermittelten Drehmoments wird in einem Lastkollektivauswertungsschritt 7 zunächst ein auf das Getriebe wirkendes Lastkollektiv 8 berechnet. Anschließend wird in einem Akkumulationsauswertungsschritt 9 durch eine lineare Schadensakkumulation unter Verwendung einer vorab für das Getriebe ermittelten Wöhler-Kurve 10 ein Schädigungsmaß 11 bestimmt.

Gleichzeitig wird für jedes ermittelte und auf das Getriebe wirkende Drehmoment auf Grundlage vorgegebener Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen 12 eine Drehmomentparameterunsicherheit 13 dafür bestimmt, dass das ermittelte Drehmoment tatsächlich einem real auf das Getriebe wirkenden Drehmoments entspricht. Die Drehmomentparameterunsicherheit 13 ist insbesondere von einem Absolutwert des Drehmoments abhängig, da die beobachterbasierte Bestimmung des Drehmoments bei höheren

Drehmomentwerten eine weniger exakte Berechnung des Drehmoments erlaubt.

Zudem werden auf Grundlage vorgegebener

- 5 Akkumulationsauswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen 14, 15 eine durch einen unberücksichtigten Verlauf von Lastwechseln hervorgerufene Lastwechselunsicherheit 16 bei einer Bestimmung von Teilschädigungen im Rahmen der linearen
- 10 Schadensakkumulation und eine Wöhler-Kurven-Unsicherheit 17, durch die eine Streuung der Wöhler-Kurve berücksichtigt wird, berechnet.

- Ausgehend von der Drehmomentparameterunsicherheit 13, der
- 15 Lastwechselunsicherheit 16 und der Wöhler-Kurven-Unsicherheit 17 wird eine Schädigungsmaßunsicherheit 18 bestimmt. Bei einer nicht dargestellten vorteilhaften Erweiterung des Verfahrens 1 wird auf Grundlage des Schädigungsmaßes 11 eine Restlebensdauer bzw. ein
- 20 Ausfallzeitpunkt bestimmt und für diesen Ausfallzeitpunkt auf Grundlage der Schädigungsmaßunsicherheit 18 und unter zusätzlicher Berücksichtigung einer Ausfallunsicherheit, die ein Unsicherheitsmaß dafür darstellt, dass der berechnete Ausfallzeitpunkt einem realen Ausfallzeitpunkt
- 25 entspricht, eine Ausfallwahrscheinlichkeit bestimmt.

- In Figur 2 wird schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens näher erläutert. Zur Bestimmung eines Schädigungsmaßes (D) 11 mit
- 30 aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren werden zu vorgegebenen Zeitpunkten (t_1 , t_2 , t_3 , t_n) 19 Teilschädigungsmaße $\Delta D(t)$ 20 bestimmt. Unter anderem

aufgrund von Messunsicherheiten können für die Ermittlung der Teilschadigungsmaße relevanten Kraftfahrzeugparameter (F) 21 nicht genau, sondern beispielsweise mit Messunsicherheiten behaftet erfasst werden. Die jeweilige
5 Messunsicherheit wird durch eine Parameterunsicherheitsgröße oder -funktion ($P(F(t))$) 12 zu jedem Zeitpunkt (t_1, t_2, t_3, t_n) 19 abgebildet. Durch diese Parameterunsicherheitsgröße oder -funktion ($P(F(t))$) 12 kann ein Wertebereich eingegrenzt werden, innerhalb dessen der
10 wahre bzw. tatsächliche Wert des beobachteten Kraftfahrzeugparameters (F) 21 mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt.

Darüber hinaus können beispielsweise auch
15 Fertigungstoleranzen durch eine entsprechende Wahrscheinlichkeitsverteilung berücksichtigt werden, wobei diese zu den verschiedenen Zeitpunkten (t_1, t_2, t_3, t_n) 19 keiner Änderung unterliegen.

20 Aus den verschiedenen Teilschadigungsmaßen ($\Delta D(t)$) 20 kann zu jedem Zeitpunkt (t_1, t_2, t_3) 19 auch eine Teilschadigungsmaßunsicherheit ($P(\Delta D(t))$) 22 bestimmt werden. Auf Grundlage der Teilschadigungsmaße ($\Delta D(t)$) 20 und der Teilschadigungsmaßunsicherheiten ($P(\Delta D(t))$) 22 kann
25 dann das Schädigungsmaß (D) 11 sowie eine Schädigungsmaßunsicherheit ($P(D)$) 18 zu jedem Zeitpunkt (t_1, t_2, t_3, t_n) 19 bestimmt werden. Mit zunehmender Messdauer werden Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die die Schädigungsmaßunsicherheit 18 darstellen, immer flacher, da
30 in jedem Zeitpunkt (t_1, t_2, t_3, t_n) 19 weitere Unsicherheiten berücksichtigt werden müssen. Das hat zur Folge, dass eine Ausfallwahrscheinlichkeitsberechnung eines

Bauteils auf Grundlage des Schädigungsmaßes 11 auch zunehmend ungenauer wird.

Um dem entgegenzuwirken werden Daten 23 jedes betrachteten
5 Fahrzeugs an eine zentrale Datenbank 24 übertragen und dort mit Metadaten 25 wie beispielsweise Witterungsverhältnissen zu den verschiedenen Zeitpunkten (t_1 , t_2 , t_3) 19 an den Orten erweitert, an denen sich das jeweilige Fahrzeug zu den verschiedenen Zeitpunkten (t_1 , t_2 , t_3) 19 befunden hat.

10

Das Verfahren kann vorteilhafterweise derart erweitert werden, dass erfasste, tatsächliche Ausfälle eines Bauteils auf Grundlage des ermittelten Schädigungsmaßes 11 und der Schädigungsmaßunsicherheit 18 prognostizierten Ausfalls des
15 Bauteils gegenübergestellt werden. Durch selbstlernende Algorithmen 26 können aus diesen Informationen gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Metadaten 25 die Parameterunsicherheitsgrößen oder -funktionen ($P(F(t))$) 12 und auch Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -
20 funktionen und/oder die Schädigungsmaßunsicherheit 18 und/oder die Teilschädigungsmaßunsicherheiten 22 derart verbessert werden, dass eine genauere Prognose ermöglicht wird.

25

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren (1) zur Bestimmung einer
5 Schädigungsmaßunsicherheit (18) eines Bauteils eines
Kraftfahrzeugs (3), wobei in einem Bestimmungsschritt (2)
während des Betriebs des Kraftfahrzeugs (3) in vorgegebenen
zeitlichen Abständen fortlaufend Kraftfahrzeugparameter (6,
21) auf Grundlage von in dem jeweiligen Kraftfahrzeug (3)
10 verfügbarer Sensor- und Fahrzustandsinformationen (4, 5)
ermittelt werden, und wobei die Kraftfahrzeugparameter (6,
21) nachfolgend in einem oder mehreren parallel und/oder
aufeinanderfolgenden Auswertungsschritten (7, 9)
verarbeitet werden und ein Schädigungsmaß (11) des Bauteils
15 ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass auf Grundlage
vorgegebener Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -
funktionen (12), die für jeden bestimmten
Kraftfahrzeugparameter (6, 21) ein Unsicherheitsmaß dafür
darstellen, dass der bestimmte Kraftfahrzeugparameter (6,
20 21) einem realen Kraftfahrzeugparameter entspricht, und auf
Grundlage vorgegebener
Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen
(14, 15), die für jeden Auswertungsschritt ein
Unsicherheitsmaß dafür darstellen, dass von den
25 Kraftfahrzeugparametern (6, 21) unabhängige und in dem
jeweiligen Auswertungsschritt (7, 9) berücksichtigte
Auswertungsschritteinflussgrößen den realen
Auswertungsschritteinflussgrößen entsprechen, eine
Schädigungsmaßunsicherheit (18) ermittelt wird, wobei die
30 Schädigungsmaßunsicherheit (18) ein Unsicherheitsmaß dafür
darstellt, dass das Bauteil tatsächlich eine dem

ermittelten Schädigungsmaß (11) entsprechende Schädigung erfahren hat.

2. Verfahren (1) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
5 dass es sich bei den Parameterunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen (12) und/oder bei den Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen (14, 15) jeweils um eine Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion handelt.

10

3. Verfahren (1) gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von dem Schädigungsmaß (11) und der Schädigungsmaßunsicherheit (18) eine Ausfallwahrscheinlichkeit für vorgegebene Zeitpunkte in der
15 Zukunft des Bauteils bestimmt wird, wobei die Ausfallwahrscheinlichkeit für jeden Zeitpunkt ein Maß dafür darstellt, dass das Bauteil zu diesem Zeitpunkt ausfallen wird.

20 4. Verfahren (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Lastkollektivauswertungsschritt (7) mit den ermittelten Kraftfahrzeugparametern (6, 21) ein Lastkollektiv (8) bestimmt wird.

25

5. Verfahren (1) gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schädigungsmaß (11) in einem Akkumulationsauswertungsschritt (9) durch eine lineare Schadensakkumulation unter Verwendung einer vorab für das
30 Bauteil ermittelten Wöhler-Kurve (10) bestimmt wird.

6. Verfahren (1) gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass durch
Akkumulationsauswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder
-funktionen (14, 15) eine Streuung der Wöhler-Kurve (10)
5 berücksichtigt wird.

7. Verfahren (1) gemäß Anspruch 5 oder Anspruch 6, dadurch
gekennzeichnet, dass durch die
Akkumulationsauswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder
10 -funktionen (14, 15) eine durch einen unberücksichtigten
Verlauf von Lastwechseln hervorgerufene Unsicherheit bei
einer Bestimmung von Teilschädigungen im Rahmen der
linearen Schadensakkumulation berücksichtigt wird.

15 8. Verfahren (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das ermittelte Schädigungsmaß
(11) und die Schädigungsmaßunsicherheit (18) in einem
Diagnosesystem des Kraftfahrzeugs (3) zur Ermittlung einer
Fehlerursache verwendet wird.

20 9. Verfahren (1) gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit
Ergebnisse eines Diagnosesystems des Kraftfahrzeugs (3)
berücksichtigt werden.

25 10. Verfahren (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelten
Schädigungsmaße (11) und die zugehörigen
Schädigungsmaßunsicherheiten (18) und/oder die
30 Ausfallwahrscheinlichkeiten zusammen mit den
Kraftfahrzeugparametern (6, 21) und/oder den

Lastkollektiven (8) an eine zentrale Datenbank (24) übertragen werden.

11. Verfahren (1) gemäß Anspruch 10, dadurch
5 gekennzeichnet, dass die Parameterunsicherheitsgrößen
und/oder -funktionen (12) und/oder die
Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen
(14, 15) auf Grundlage der an die zentrale Datenbank (24)
von zahlreichen vergleichbaren Bauteilen einer
10 Kraftfahrzeugflotte übertragenen Daten (23) zentral
bestimmt werden und nachfolgend je nach Bedarf an einzelne
Kraftfahrzeuge (3) übertragen werden.

12. Verfahren (1) gemäß Anspruch 11, dadurch
15 gekennzeichnet, dass die Parameterunsicherheitsgrößen
und/oder -funktionen (12) und/oder die
Auswertungsschrittunsicherheitsgrößen und/oder -funktionen
(14, 15) mit Hilfe eines Machine-Learning-Algorithmus
ermittelt und kontinuierlich minimiert werden.

20

Fig. 1

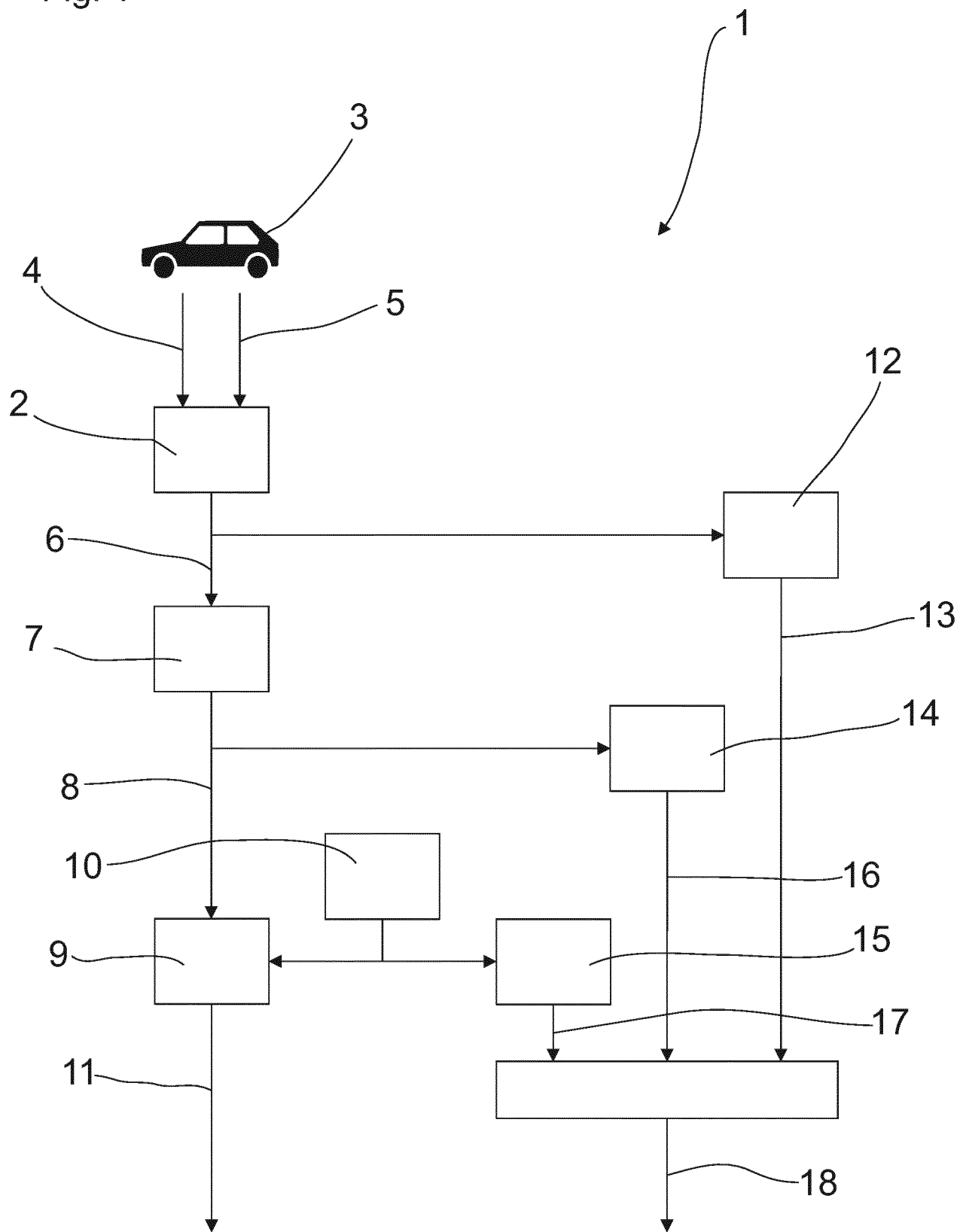
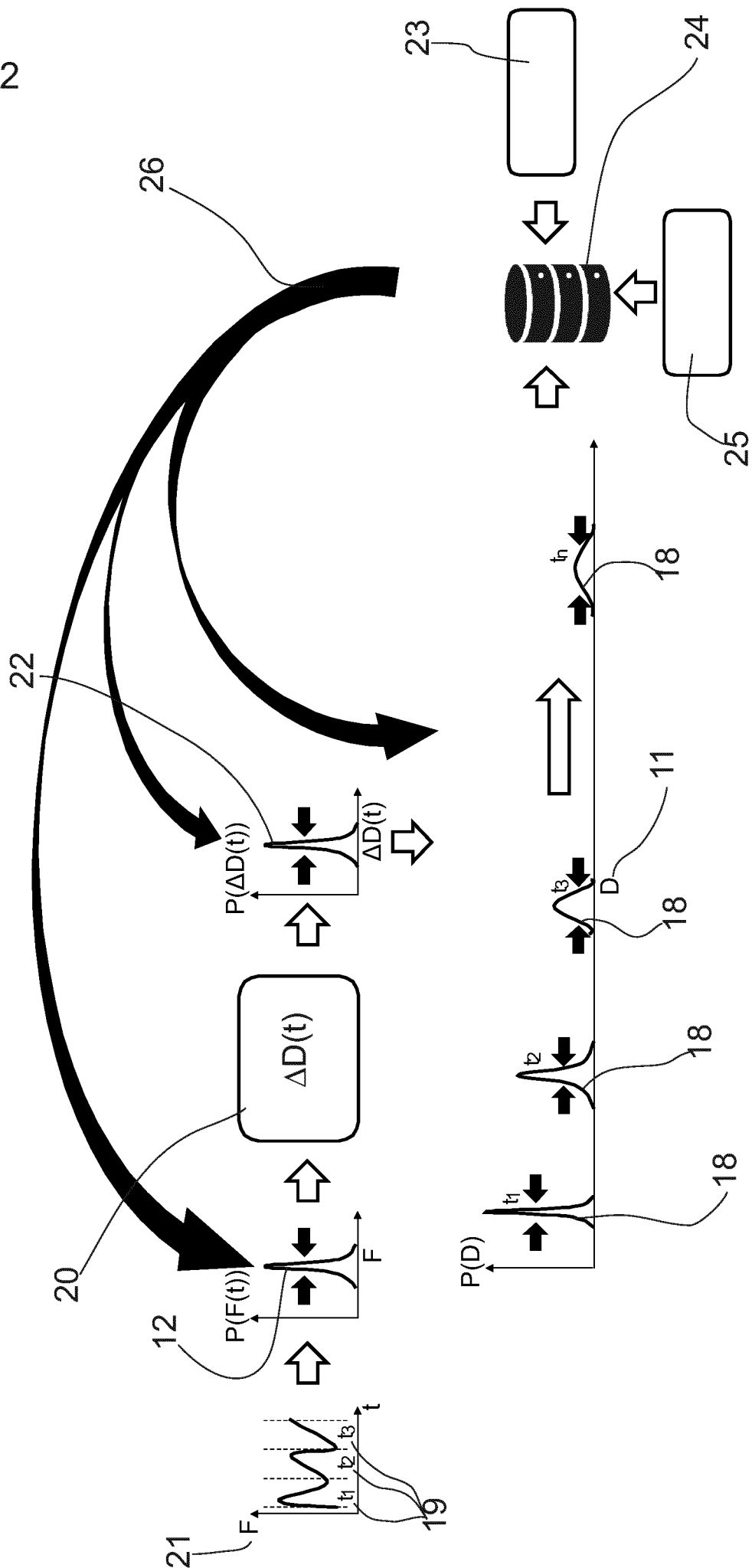


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/058009

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G05B23/02 G07C5/08 G06F17/18 ADD.		
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) G07C G05B G06F G06Q		
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	DE 102 15 865 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6 November 2003 (2003-11-06) abstract; figure 2 paragraphs [0001], [0004] - [0023] paragraphs [0033] - [0048] -----	1-12
X	US 8 725 456 B1 (SAHA BHASKAR [US] ET AL) 13 May 2014 (2014-05-13) abstract; figures 1,2 column 2, line 3 - column 8, line 52 ----- -/--	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 11 July 2018		Date of mailing of the international search report 19/07/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Pfyffer, Gregor

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/058009

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	S. FOULARD ET AL: "Online and real-time monitoring system for remaining service life estimation of automotive transmissions - Application to a manual transmission", MECHATRONICS., vol. 30, 10 July 2015 (2015-07-10), pages 140-157, XP055489558, GB ISSN: 0957-4158, DOI: 10.1016/j.mechatronics.2015.06.013 the whole document -----	1-12
A	S. FOULARD ET AL: "Automotive drivetrain model for transmission damage prediction", MECHATRONICS., vol. 30, 30 June 2015 (2015-06-30), pages 27-54, XP055489559, GB ISSN: 0957-4158, DOI: 10.1016/j.mechatronics.2015.06.008 the whole document -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/058009

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 10215865	A1	06-11-2003	DE 10215865 A1	06-11-2003
			JP 2003314345 A	06-11-2003
			US 2004034504 A1	19-02-2004

US 8725456	B1	13-05-2014	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G05B23/02 G07C5/08 G06F17/18 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G07C G05B G06F G06Q		
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	DE 102 15 865 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. November 2003 (2003-11-06) Zusammenfassung; Abbildung 2 Absätze [0001], [0004] - [0023] Absätze [0033] - [0048]	1-12
X	US 8 725 456 B1 (SAHA BHASKAR [US] ET AL) 13. Mai 2014 (2014-05-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeile 3 - Spalte 8, Zeile 52 ----- -/--	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
11. Juli 2018		19/07/2018
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 Pfyffer, Gregor

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	S. FOULARD ET AL: "Online and real-time monitoring system for remaining service life estimation of automotive transmissions - Application to a manual transmission", MECHATRONICS., Bd. 30, 10. Juli 2015 (2015-07-10), Seiten 140-157, XP055489558, GB ISSN: 0957-4158, DOI: 10.1016/j.mechatronics.2015.06.013 das ganze Dokument -----	1-12
A	S. FOULARD ET AL: "Automotive drivetrain model for transmission damage prediction", MECHATRONICS., Bd. 30, 30. Juni 2015 (2015-06-30), Seiten 27-54, XP055489559, GB ISSN: 0957-4158, DOI: 10.1016/j.mechatronics.2015.06.008 das ganze Dokument -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/058009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
DE 10215865	A1	06-11-2003	DE 10215865 A1	06-11-2003
			JP 2003314345 A	06-11-2003
			US 2004034504 A1	19-02-2004

US 8725456	B1	13-05-2014	KEINE	
