(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2021 102 146 A1** 2021.08.05

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 102 146.4**
(22) Anmeldetag: **29.01.2021**
(43) Offenlegungstag: **05.08.2021**

(51) Int Cl.: ***G07C 5/08*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
16/781,698 **04.02.2020** **US**

(71) Anmelder:
Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich., US

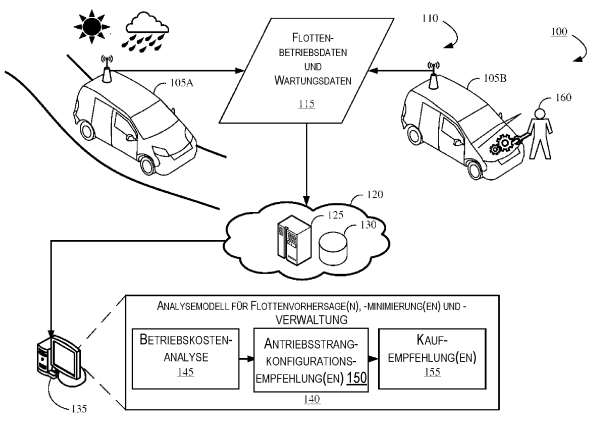
(74) Vertreter:
Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538 München, DE

(72) Erfinder:
Meroux, Dominique, Fair Oaks, CA, US; Jiang, Zhen, Mountain View, CA, US; Telenko, Cassandra, San Francisco, CA, US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FAHRZEUGANTRIEBSSTRANGANALYSE IN VERNETZTEN FLOTTEN**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Offenbarung stellt eine Fahrzeugantriebsstranganalyse in vernetzten Flotten bereit. In dieser Schrift ist ein computerimplementiertes Verfahren zum Erzeugen von Empfehlungen für Fahrzeugantriebsstrangänderungen beschrieben. Die offenbarten Systeme und Verfahren beinhalten das Empfangen von Betriebsdaten, die einem oder mehreren Fahrzeugen in einer Flotte von vernetzten Fahrzeugen zugeordnet sind, und das Empfangen von Wartungsdaten, die den Fahrzeugen zugeordnet sind. Die Wartungsdaten können eine Fahrzeugteilhistorie beinhalten, die einem oder mehreren Flottenfahrzeugteilen zugeordnet ist. Es wird ein Analysemodell für maschinelles Lernen beschrieben, das teilweise auf Grundlage der Betriebsdaten und der Wartungsdaten Gesamtbetriebskosten für die Fahrzeuge bestimmt und zumindest teilweise auf Grundlage der Gesamtbetriebskosten für die Fahrzeuge eine Fahrzeugempfehlung erzeugt, die Antriebsstrangänderungen für die Fahrzeuge in der Flotte angibt. Aspekte der vorliegenden Offenbarung können automatisierte Quellen von Fahrzeugflotteninformationen durch Crowdsourcing bereitstellen, mit denen Fahrzeugflottenmanager umsetzbare Entscheidungen für Aufrüstungen von Flottenantriebssträngen treffen können.



Beschreibung

GEBIET DER TECHNIK

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft die Fahrzeugantriebsstranganalyse und insbesondere Systeme und Verfahren zum Optimieren von Fahrzeugantriebsstrangkonfigurationen.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Wenn eine Entscheidung für eine Gruppe von Fahrzeugen getroffen wird, die als Teil einer vernetzten Fahrzeugflotte betrieben werden, können die Faktoren, die sich auf Kosten und Nutzen für Antriebsstrangkonfigurationen auswirken, stark variieren und können eine erhebliche Dateneingabe erfordern, die tatsächliche vorgeschlagene Verwendungen der Fahrzeuge in der Flotte darstellen. Unter Verwendung herkömmlicher Flottenmanagementtechniken und -systeme können die Zeit und der Aufwand, die erforderlich sind, um zuverlässige und genaue repräsentative Daten zu erhalten, auf nicht hinnehmbare Weise ineffizient sein. Aktuelle Techniken berücksichtigen möglicherweise nicht die Lebenszyklusbetriebsdaten, die jedem Fahrzeug zugeordnet sind, wie zum Beispiel Umgebungsbedingungen, Betriebsbedingungen (z. B. Fahren im Gebirge, Fahren in der Stadt, Fahrtzeitberechnungen, Motordrehzahl, Leerlaufzeit, Schadensereignisaufzeichnungen, Wetter usw.). Derartige Informationen können nützlich sein, um die Gesamtbetriebskosten über den Lebenszyklus von Flottenfahrzeugen im Hinblick auf eine bestimmte Antriebsstrangoption zu bewerten und vorherzusagen.

[0003] Obwohl einige bekannte Verfahren die Betriebskosten über den Lebenszyklus von Fahrzeugen in einer Fahrzeugflotte nachverfolgen können, können die herkömmlichen Verfahren unter Umständen die Betriebs- und Wartungsbedingungen nicht nachverfolgen, Ausgaben nicht nachverfolgen oder keine Authentifizierungsfunktionalität bereitstellen, um die Art und Qualität von an den Fahrzeugen in der Flotte durchgeführten Arbeiten zu verifizieren. Darüber hinaus können bekannte Techniken die Unsicherheit von kundenspezifischen Gesamtbetriebskosten möglicherweise nicht innerhalb vorbestimmter Genauigkeitsbereiche über einen Fahrzeuglebenszyklus hinweg vorhersagen und quantifizieren.

KURZDARSTELLUNG

[0004] Die in dieser Schrift offenbarten Systeme und Verfahren sind dazu konfiguriert, Crowdsourcing-Daten zu den Betriebskosten, die Fahrzeugen in einer vernetzten Fahrzeugflotte zugeordnet sind, nachzuverfolgen und Fahrzeugantriebsstrangempfehlungen unter Verwendung eines Analysemodells zum maschinellen Lernen bereitzustellen. In einigen Aspekten kann das System einen cloudbasierten Teilbereich beinhalten, der dazu konfiguriert und/oder programmiert ist, Betriebsbedingungen auf Fahrzeugebene und Flottenebene zu verfolgen, Fahrzeugwartungsinformationen zu verfolgen und damit zusammenhängende Ausgaben, die dem Fahrzeugbesitz zugeordnet sind, zu verfolgen. Das System kann zudem einen fahrzeugbasierten Teilbereich beinhalten, der Wartungsereignisse, Betriebsbedingungen und andere Aspekte, die bestimmten Fahrzeugen zugeordnet sind, verfolgt. Der fahrzeugbasierte Teilbereich kann Wartungsereignisse und andere Ereignisse unter Verwendung von (einem) Fahrzeugtelematiksystem(en) (neben anderen Werkzeugen) überwachen, Informationen, die dem/den Fahrzeug(en) zugeordnet sind, kontextualisieren und die kontextualisierten Informationen an einen oder mehrere cloudbasierte zentralisierte Server melden. Das/Die System(e) kann/können zwischen Fahrzeug(en) und cloudbasierter Infrastruktur wechseln, sodass Fahrzeuge und in einigen Ausführungsformen spezifische Fahrzeugteile von der Herstellung bis zur Einstellung der Verwendung nachverfolgt werden, um eine genaue Schätzung der Betriebskosten für das Fahrzeug über seinen Lebenszyklus in der Flotte zu erfassen.

[0005] Die verfolgten Informationen können dem Fahrzeug zugeordnete Wartungsdaten beinhalten, die spezifische und messbare Informationen bereitstellen können, die der Art und Weise zugeordnet sind, wie ein Fahrzeug in der Flotte gewartet wurde, und zudem Betriebsinformationen beinhalten, die ein Fahrzeug quantifizieren, das in der Flotte verwendet wird. Zum Beispiel können die Wartungsdaten individuelle Wartungsinformationen auf Fahrzeugebene beinhalten, die eine Kennung für Instandhaltungspersonal und Organisationen beinhalten, die das/die Fahrzeug(e) einer Instandhaltung unterzogen haben, und die das Datum, die Uhrzeit und andere detaillierte Informationen beinhalten, die Fahrzeugreparaturen zugeordnet sind. Das/Die offenbarte(n) System(e) kann/können visuelle Erkennungssysteme verwenden, die an Bord der Fahrzeuge in der Flotte installiert sind und betrieben werden können, um zu bestimmen, welche Wartung durchgeführt wurde, und um qualitative Informationen zu bestimmen, die der Wartung zugeordnet sind, sodass die Gesamtwartung für das Fahrzeug quantifiziert und mit anderen Informationen verglichen werden kann, um eine zukünftige Strategie in Bezug auf Antriebsstrangänderungen zu bestimmen. In einigen Aspekten beinhalten und/oder enthalten diese qualitativen Informationen Wartungsdetails, wie etwa (zum Beispiel) eine Teilehistorie bestimmter Teile, die an jedem jeweiligen Fahrzeug installiert und/oder ausgetauscht wurden. Die qualitativen Informationen können ferner Fahrzeugverwendungsinformationen beinhalten, wie zum Beispiel Fahrzeugstandortverfolgung, Wetterinformationen, Fahrzeugverwendung und andere Faktoren. Die Betriebsdaten können Informationen

von dem bordeigenen Telematiksystem und/oder der cloudbasierten Infrastruktur beinhalten, die eine bestimmte Fahrzeugverwendung und Informationen detailliert beschreiben.

[0006] Das Fahrzeug kann zudem Sensorinformationen zur Verwendung, zu Emissionen und zu Umweltbedingungen nachverfolgen, um eine prognostizierte Bauteilverschlechterung zu bewerten. Die offenbarten Systeme können Blockchain und/oder andere Techniken verwenden, um Fahrzeug- und Teiledaten zu authentifizieren und Rechnungen zu übermitteln, die einer bestimmten Fahrzeugwartung zugeordnet sind. Sensoren an dem Fahrzeug können Arten und Orte der durchgeführten Wartung erfassen und verifizieren. Zum Beispiel kann eine Tankstelle automatisch eine das Fahrzeug betreffende Rechnung übermitteln. Fahrzeugsensoren können ferner die erhaltene Kraftstoffmenge verifizieren.

[0007] Das Verwenden der cloudbasierten und fahrzeugbasierten Infrastruktur zum Erhalten von Crowdsourcing-Informationen von der Fahrzeugflotte in Echtzeit (und/oder im Wesentlichen in Echtzeit) kann wertvolle Zeit sparen und die Genauigkeit der Daten erheblich erhöhen. Die durch die offenbarten Systeme erlangten Daten können erhöhte Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsniveaus aufweisen, da das Fahrzeug und das Authentifizierungsnetzwerk unveränderliche Quellen für die Daten bereitstellen können, während sie Meldungsinkonsistenzen beheben, die herkömmlichen Systemen zugeordnet sind. Techniken zum maschinellen Lernen können verwendet werden, um umsetzbare Fahrzeugempfehlungen zu erzeugen, die Antriebsstrangänderungen empfehlen, die reale Faktoren optimieren, die für die in Betracht gezogenen Flottenfahrzeuge spezifisch sind.

[0008] Diese und andere Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden in dieser Schrift ausführlicher bereitgestellt.

Figurenliste

[0009] Die detaillierte Beschreibung wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen dargelegt. Die Verwendung der gleichen Bezugszeichen kann ähnliche oder identische Elemente angeben. Für verschiedene Ausführungsformen können andere Elemente und/oder Komponenten genutzt werden als diejenigen, die in den Zeichnungen veranschaulicht sind, und einige Elemente und/oder Komponenten sind in verschiedenen Ausführungsformen unter Umständen nicht vorhanden. Die Elemente und/oder Komponenten in den Figuren sind nicht zwingend maßstabsgetreu gezeichnet. In der gesamten Offenbarung können Begriffe im Singular und Plural je nach Kontext synonym verwendet werden.

Fig. 1 stellt eine veranschaulichende Architektur dar, in der Techniken und Strukturen zum Bereitstellen der in dieser Schrift offenbarten Systeme und Verfahren umgesetzt sein können.

Fig. 2 ist ein Funktionsschema eines beispielhaften Automobilcomputers, der gemäß der vorliegenden Offenbarung genutzt wird.

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Computers, der gemäß der vorliegenden Offenbarung genutzt wird.

Fig. 4 ist ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum Erzeugen einer Fahrzeugempfehlung, die eine Antriebsstrangänderung für ein Fahrzeug angibt, gemäß der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 5 stellt eine beispielhafte Datenstruktur in einer Datenbank dar, die gemäß der vorliegenden Offenbarung genutzt wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0010] Die Offenbarung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, in denen beispielhafte Ausführungsformen der Offenbarung gezeigt sind, näher beschrieben, und soll nicht einschränkend sein.

[0011] Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, ist eine Betriebsumgebung **100** dargestellt, in der Techniken und Strukturen zum Bereitstellen der in dieser Schrift offenbarten Systeme und Verfahren umgesetzt sein können. Die in **Fig. 1** gezeigte Betriebsumgebung **100** beinhaltet ein oder mehrere Fahrzeug(e) **105A** und **105B**. Obwohl zwei Fahrzeuge **105A**, **105B** in **Fig. 1** gezeigt sind, versteht es sich, dass die Betriebsumgebung **100** eine beliebige Anzahl von Fahrzeugen beinhalten kann, wobei die Fahrzeuge **105A** und **105B** (nachfolgend zusammen als Fahrzeug(e) **105** bezeichnet) ein einzelnes Fahrzeug darstellen können, und/oder eine beliebige Anzahl von Fahrzeugen in einer Flotte **110**. Zusammen kann/können das/die Fahrzeug(e) **105** als eine Flotte mit einem oder mehreren Fahrzeugen betrieben werden, die (in Ausführungsformen mit mehreren Fahrzeugen) über (ein) Netzwerk(e) **120** kommunikativ mit einem oder mehreren Server(n) **125** gekoppelt sein kann. Das/Die Netzwerk(e) **120** kann/können ein Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikationssystem, ein privates Netzwerk, ein öffentliches Netzwerk und/oder eine andere bekannte Kommunikationsinfrastruktur sein und/oder beinhalten, die nachstehend ausführlicher beschrieben wird.

[0012] Bei dem/den Server(n) **125** kann es sich um einen oder mehrere Großrechner, einen oder mehrere Rechner mit reduziertem Befehlssatz (Reduced Instruction Set Computers - RISCs) und/oder architekturbasierte Server, einen oder mehrere Blade-

Server oder eine andere cloudbasierte Recheninfrastruktur handeln und/oder sie können diese beinhalten. Der eine oder die mehreren Server **125** können eine oder mehrere Speichervorrichtungen **130** beinhalten und/oder kommunikativ mit diesen gekoppelt sein. In einer oder mehreren beispielhaften Ausführungsformen kann/können der/die Server **125** Flottenbetriebsdaten und Wartungsdaten **115** (nachfolgend zusammen als „Fahrzeugdaten 115“ bezeichnet) von dem/den Fahrzeug(en) **105** in der Flotte **110** empfangen und zumindest teilweise auf Grundlage der Fahrzeugdaten **115** Gesamtbetriebskosten über den Lebenszyklus für die Fahrzeuge in der Flotte **110** bestimmen. Die Fahrzeugdaten **115** können zum Beispiel Kennungsinformationen beinhalten, die dem/den Instandhaltungstechniker(n) **160** zugeordnet sind, der/die das/die Fahrzeug(e) **105** gewartet haben.

[0013] Der/Die Server **125** kann/können dazu konfiguriert sein, Aspekte der vorliegenden Offenbarung sowohl allein als auch in Verbindung mit an Bord des Fahrzeugs/der Fahrzeuge **105** installierten Automobilrechenvorrichtungen durchzuführen. Ein derartiges Beispiel ist ein Automobilcomputer **210**, der nachstehend in Bezug auf **Fig. 2** beschrieben ist. Anders ausgedrückt kann/können der/die Server **125** computerausführbare Anweisungen beinhalten, die bei Ausführung durch einen Prozessor Aspekte der vorliegenden Offenbarung durchführen. Zum Beispiel können ein oder mehrere Prozessor(en) **305** (**Fig. 3**) des/der Server **125** in Verbindung mit einem oder mehreren Prozessoren eines Automobilcomputers arbeiten, der einem oder mehreren des Fahrzeugs/der Fahrzeuge **105** zugeordnet ist, um die Fahrzeugdaten **115** zu kompilieren, zu kategorisieren und/oder zu kontextualisieren.

[0014] Der/die Server **125** und/oder ein Rechensystem **135** des Flottenmanagers können diese Schritte unter Verwendung eines Analysemodells für (eine) Flottenvorhersage(n), - minimierung(en) und -verwaltung **140** (nachfolgend „das Analysemodell **140**“) durchführen. Dementsprechend kann/können der/die Server **125** zumindest teilweise auf Grundlage einer Analyse **145** der Gesamtbetriebskosten über den Lebenszyklus für das/die Fahrzeug (e) **105** eine oder mehrere Fahrzeugantriebsstrangkonfigurationsempfehlung(en) **150** erzeugen. Der/Die Server **125** kann/können zudem eine oder mehrere Nachrichten erzeugen, die (eine) Kaufempfehlung(en) **155** umfassen, die zumindest teilweise auf der/den Empfehlung(en) **150** basiert/basieren.

[0015] **Fig. 2** veranschaulicht ein beispielhaftes Automobilrechensystem **200** gemäß der Offenbarung, das einen Automobilcomputer **210** beinhalten kann, der in einem Motorraum oder an einer anderen Stelle eines Fahrzeugs oder mehrerer Fahrzeuge **205** (oder an anderer Stelle in dem/den Fahrzeug(en) **205**) als Teil des Systems **200** angeordnet sein kann.

[0016] Bei dem/den Fahrzeug(en) **205** kann es sich um ein Auto, einen Truck oder eine andere Art von Personenkraftwagen, einen Bus oder eine andere Art von Mehrpersonenkraftwagen, ein Arbeitsfahrzeug, eine Arbeitsmaschine oder ein anderes Fahrzeug handeln, das in der vorliegenden Schrift nicht gezeigt oder ausdrücklich erörtert ist. Das/Die Fahrzeug(e) **205** kann/können dem/den Fahrzeug(en) **105**, das/die in Bezug auf **Fig. 1** beschrieben ist/sind, im Wesentlichen ähnlich sein, und kann/können einen Motor **215** (bei dem es sich um einen Elektro-, Benzin-, Hybridmotor usw. handeln kann), eine oder mehrere Fahrersteuerungskomponente(n) **220**, Fahrzeughardware **225** und einen oder mehrere Sensor(en) **230** beinhalten.

[0017] In einigen Fällen kann der Motor **215** anpassbar sein, um den Betrieb des Fahrzeugs/der Fahrzeuge **205** wie in Bezug auf in dieser Schrift beschriebene Ausführungsformen beschrieben zu ermöglichen und kann unter Verwendung einer Motorsteuerung **235** (die in einigen Aspekten eine Steuerung eines autonomen Fahrzeugs, eine Steuerung eines semiautonomen Fahrzeugs und/oder eine andere Art von Fahrzeugsteuermodul sein kann) gesteuert werden.

[0018] In einigen Aspekten kann/können der/die Sensor(en) **230** eine oder mehrere Audio- und/oder Videoeingabevorrichtungen beinhalten, wie etwa eine Kamera oder andere Erfassungsmechanismen, die dazu konfiguriert sein können, Informationen zu empfangen, die Fahrzeugbetriebsbedingungen, Wartungsdaten, Fahrzeugschadenereignisdaten und andere Informationen angeben. Zum Beispiel können ein oder mehrere Näherungssensoren, piezoelektrische Sensoren oder (eine) andere Sensorart(en) dazu konfiguriert sein, Signalrückkopplungsinformationen zu erzeugen, die angeben, ob ein Schadensereignis ein oder mehrere Teile beschädigt hat. Zusätzlich kann/können der/die Sensor(en) **230** einen oder mehrere Navigationsempfänger beinhalten, wie etwa zum Beispiel ein globales Positionsbestimmungssystem (GPS).

[0019] Der/Die Sensor(en) **230** kann/können ein visuelles Erkennungssystem beinhalten, das eine Kamera, ein Mikrofon und einen oder mehrere Näherungssensoren aufweist, die dazu konfiguriert sind, menschliche Aktivität und Interaktion mit dem Fahrzeug zu erkennen. Zum Beispiel kann das visuelle Erkennungssystem Personen, die das Fahrzeug einer Instandhaltung unterziehen, und Ereignisse während der täglichen Verwendung des Fahrzeugs, wie zum Beispiel Betanken und Fahren, erkennen. In einer anderen Ausführungsform kann/können der/die Sensor(en) **230** ein Gesichtserkennungssystem beinhalten, das dazu konfiguriert ist, eine oder meh-

rere Identitäten von Personen zu bestimmen, die das Fahrzeug einer Instandhaltung unterziehen (z. B. den/die Instandhaltungstechniker **160**, der/die in **Fig. 1** abgebildet ist/sind). Das visuelle Erkennungssystem kann zudem Betriebe bestimmen, die der Fahrzeuginstandhaltung zugeordnet sind, wie etwa Wartungs- oder Mechanikeinrichtungen usw. In einer Ausführungsform kann das visuelle Erkennungssystem einen Standort zumindest teilweise auf Grundlage eines Schilds oder eines anderen identifizierenden Merkmals des Geschäftssitzes/der Geschäftssitze des Instandhaltungstechnikers/der Instandhaltungstechniker **160** bestimmen.

[0020] In einer Ausführungsform kann/können der/die Sensor(en) **230** Daten wie etwa Betankungsinformationen und andere in dieser Schrift beschriebene Informationen empfangen. Zum Beispiel kann/können der/die Sensor(en) **230** als Teil eines Fahrzeugtelematiksystems/von Fahrzeugtelematiksystemen fungieren, die in Verbindung mit (einem) visuellen Erkennungssystem(en) am Fahrzeug funktionieren können, die die Wartung und andere Ereignisse überwachen. Der/Die Sensor(en) **230** kann/können verschiedene Arten von Kraftstoffsensoren beinhalten, die eine Qualität und/oder Menge des für das Fahrzeug verwendeten Kraftstoffs bestimmen können. Zum Beispiel kann/können der/die Sensor (en) **230** in einer Ausführungsform einen oder mehrere Kraftstoffartsensoren beinhalten, die dazu konfiguriert sind, eine Kraftstoffqualität, eine Kraftstoffart und/oder andere Informationen zu bewerten, die einem Betankungsereignis zugeordnet sind. In einem nicht einschränkenden Beispiel kann/können der/die Sensor(en) **230** Fahrzeugwartungsinformationen bereitstellen, die teilespezifische Informationen beinhalten, wie etwa zum Beispiel ein Tag einer Funkfrequenzidentifikationsvorrichtung (Radio Frequency Identification Device - RFID), das einem mechanischen oder elektrischen Teil zugeordnet ist, das an dem/den Fahrzeug(en) **205** installiert ist. In einem anderen Aspekt können die Wartungsdaten Teiledaten beinhalten, die eine Teilreparatur oder einen Teileaustausch angeben, die dem/den Fahrzeug(en) **205** zugeordnet sind.

[0021] Der Automobilcomputer **210** kann ferner eine Fahrzeugwartungsanalyseverfolgung **240** und ein Fahrzeugbetriebsanalyseverfolgungssystem **250** beinhalten. Eine oder mehrere mobile Vorrichtung(en) **245** kann/können dazu konfiguriert sein, Daten an den und von dem Automobilcomputer **210** unter Verwendung eines oder mehrerer in dieser Schrift beschriebener Protokolle zur drahtlosen und/oder drahtgebundenen Kommunikation zu kommunizieren. Zum Beispiel können ein oder mehrere drahtlose Sender/Empfänger **255** Informationen an den und von dem Automobilcomputer **210** über das/die Netzwerk(e) **120** (dargestellt in **Fig. 1**) kommunizieren.

[0022] **Fig. 3** veranschaulicht ein Blockdiagramm eines beispielhaften cloudbasierten Rechensystems **300** (nachfolgend „Computer **300**“) zur Verwendung bei der Umsetzung der in dieser Schrift beschriebenen Ausführungsformen. Der in dieser Schrift beschriebene Computer **300** kann in Hardware, Software (z. B. Firmware) oder einer Kombination davon umgesetzt sein.

[0023] Wie in **Fig. 3** gezeigt kann der Computer **300** den einen oder die mehreren Prozessor(en) **305**, einen Speicher **310**, der kommunikativ mit dem einen oder den mehreren Prozessor(en) **305** gekoppelt ist, und einen oder mehrere Eingabe-/Ausgabeadapter **315** beinhalten, die kommunikativ mit externen Vorrichtungen verbunden werden können. Beispielhafte externe Vorrichtungen können zum Beispiel den Automobilcomputer **210**, die mobile Vorrichtung **245** usw. beinhalten. Der Computer **300** kann über eine Speicherschnittstelle **320** mit einer oder mehreren internen und/oder externen Speichervorrichtungen, die eine oder mehrere Datenbank(en) speichern, verbunden sein und Informationen mit diesen kommunizieren. In einer beispielhaften Ausführungsform können die Datenbank(en) eine oder mehrere Datenbank(en) **400** auf Flottenebene beinhalten, wie nachstehend in Bezug auf **Fig. 4** beschrieben.

[0024] Der Computer **300** kann einen oder mehrere Netzwerkkommunikationsadapter **325** beinhalten, die dazu in der Lage sind, den Computer **300** kommunikativ mit einem oder mehreren Netzwerken **120** zu verbinden. In einigen Ausführungsbeispielen kann/können das/die Netzwerk(e) **120** eine Telekommunikationsnetzinfrastruktur sein oder beinhalten, die die mobile Vorrichtung **245** mit dem/den Server(n) **125** verbinden kann. In derartigen Ausführungsformen kann der Computer **300** ferner einen oder mehrere Telekommunikationsadapter **340** beinhalten. Der Computer **300** kann ferner eine oder mehrere Eingabevorrichtungen **345** und/oder eine oder mehrere Ausgabevorrichtungen **350** über den/die E/A-Adapter **315** beinhalten und/oder mit diesen verbunden sein.

[0025] Der eine oder die mehreren Prozessor(en) **305** sind gemeinsam eine Hardwarevorrichtung zum Ausführen von Programmanweisungen (auch bekannt als Software), die in einem computerlesbaren Speicher (z. B. dem Speicher **310**) gespeichert sind. Der eine oder die mehreren Prozessor(en) **305** kann/können ein maßgeschneiderter oder handelsüblicher Prozessor, eine zentrale Verarbeitungseinheit (Central Processing Unit - CPU), eine Vielzahl von CPUs, ein Hilfsprozessor unter mehreren anderen Prozessoren, die dem/den Server(n) **125** zugeordnet sind, ein halbleiterbasierter Mikroprozessor (in der Form eines Mikrochips oder Chipsatzes) oder im Allgemeinen eine beliebige Vorrichtung zum Ausführen von Anweisungen sein.

[0026] Der eine oder die mehreren Prozessor(en) **305** kann/können über eine Speicherschnittstelle **320** in Kommunikation mit einer oder mehreren Speichervorrichtungen (z.B. dem Speicher **310** und/oder einer oder mehreren externen Datenbanken **330** usw.) angeordnet sein. Die Speicherschnittstelle **320** kann zudem eine Verbindung mit einer oder mehreren Speichervorrichtungen, einschließlich unter anderem einer oder mehrerer Datenbank(en) **330** und/oder eines oder mehrerer anderer Speicherlaufwerke (in **Fig. 2** nicht gezeigt), einschließlich zum Beispiel eines Wechselplattenlaufwerks, eines Speichers eines Fahrzeugrechensystems, Cloud-Speicher usw., unter Verwendung von Verbindungsprotokollen, wie etwa Serial Advanced Technology Attachment (SATA), Integrated Drive Electronics (IDE), Universal Serial Bus (USB), Fibre Channel, Small Computer Systems Interface (SCSI) usw., herstellen.

[0027] Der Speicher **310** kann ein beliebiges oder eine Kombination von flüchtigen Speicherelementen (z. B. dynamischem Direktzugriffsspeicher (DRAM), synchronem dynamischem Direktzugriffsspeicher (SDRAM) usw.) beinhalten und kann ein beliebiges oder mehrere nicht flüchtige Speicherelemente (z. B. löschbaren programmierbaren Festwertspeicher (EPROM), Flash-Speicher, elektronisch löschbaren programmierbaren Festwertspeicher (EEPROM), programmierbaren Festwertspeicher (PROM) usw.) beinhalten.

[0028] Die Anweisungen in dem Speicher **310** können ein oder mehrere separate Programme beinhalten, wovon jedes eine geordnete Auflistung von computerausführbaren Anweisungen zum Umsetzen von logischen Funktionen beinhalten kann. In dem Beispiel aus **Fig. 3** können die Anweisungen in dem Speicher **310** ein Betriebssystem **355** beinhalten. Das Betriebssystem **355** kann die Ausführung anderer Computerprogramme, wie zum Beispiel einer Betriebskostenanalyse **145**, die dazu konfiguriert und/oder programmiert sein kann, eine oder mehrere Antriebsstrangkonfigurationsempfehlung(en) **150** zu erzeugen, steuern und/oder kann eine Planung, Eingabe-Ausgabe-Steuerung, Datei- und Datenverwaltung, Speicherverwaltung und Kommunikationssteuerung und zugehörige Dienste bereitstellen.

[0029] In einem Beispiel kann der Speicher **310** Anweisungen zum Erzeugen von (einer) Fahrzeugempfehlung(en) beinhalten, die Antriebsstrangänderungen für die Fahrzeuge in der Flotte **110** angeben. Zum Beispiel kann/können der/die Prozessor(en) **305** die Anweisungen in dem Speicher **310** ausführen, um verschiedene in dieser Schrift beschriebene Handlungen durchzuführen, die eine oder mehrere Fahrzeugempfehlungen erzeugen, die eine oder mehrere Antriebsstrangänderungen für das/die Fahrzeug(e) **105**, **205** usw. angeben können. Zum Beispiel kann/können der/die Prozessor(en) **305** die Betriebskosten über den Lebenszyklus unter Verwendung eines Analyseverfahrens (nachstehend ausführlicher beschrieben) bestimmen, das auf den Flottenbetriebs- und -wartungsdaten 115 (in **Fig. 1** dargestellt) basieren kann.

[0030] In einer beispielhaften Ausführungsform kann/können der/die Prozessor(en) **305** analytische Schritte unter Verwendung des Werts/der Werte der Betriebskosten durchführen, die das Bestimmen eines oder mehrerer Mittelwerte von Fahrzeugdaten beinhalten. Der/Die Prozessor(en) **305** kann/können einen Satz oder mehrere Sätze gewichteter Informationen unter Verwendung der Anweisungen in dem Speicher **310** erzeugen, wie etwa beispielsweise Antriebsstrangauswahlbeschränkungen. Zum Beispiel können die Anweisungen, wenn sie durch den einen oder die mehreren Prozessor(en) **305** ausgeführt werden, den/die Prozessor(en) dazu veranlassen, Handlungen durchzuführen, die das Bestimmen eines ersten Standardabweichungswerts, der einer ersten Antriebsstrangausgestaltungsoption zugeordnet ist, das Bestimmen eines zweiten Standardabweichungswerts, der einer zweiten Antriebsstrangausgestaltungsoption zugeordnet ist, und das Gewichten des ersten Schiffsinstandsetzungswerk und des zweiten Standardabweichungswerts mit einem oder mehreren Betriebsbeschränkungswerten von einem Satz von vorbestimmten Betriebsbeschränkungswerten beinhalten.

[0031] Dementsprechend kann/können der/die Prozessor(en) **305** Informationen in einem oder mehreren Datenspeichern speichern, der/die kommunikativ mit dem/den Server(n) **125** gekoppelt ist/sind. In einem Aspekt können der/die Server **125** auf die Datenbank(en) **330** zugreifen, um Informationen abzurufen, die für die in dieser Schrift beschriebene(n) Berechnung(en) benötigt werden, wie zum Beispiel einen Satz von vorbestimmten Betriebsbeschränkungswerten (die bekannt sein können und/oder experimentell bestimmte Werte, die der Antriebsstrangbelastung, der Fahrreichweite bestimmter elektrischer und/oder Hybridantriebsstrangkonfigurationen usw. zugeordnet sind), die als Teil der Datenbank(en) **330** gespeichert sind.

[0032] Die in dem Speicher **310** gespeicherten Programmanweisungen können ferner Anwendungsdaten **360** und Anweisungen zum Steuern des und/oder Interagieren mit dem Computer **300** beinhalten.

[0033] Der E/A-Adapter **315** kann eine Vielzahl von Eingabevorrichtungen **345** mit dem/den Server(n) **125** verbinden. Die Eingabevorrichtungen können zum Beispiel eine Tastatur, eine Maus, ein Mikrofon, einen Sensor usw. beinhalten. Die Ausgabevorrichtung **350** kann zum Beispiel eine Anzeige, einen Lautsprecher, einen Touchscreen usw. beinhalten.

[0034] Der E/A-Adapter **315** kann ferner einen Anzeigeadapter beinhalten, der mit einer oder mehreren Anzeigen gekoppelt ist. Der E/A-Adapter **315** kann dazu konfiguriert sein, eine oder mehrere Eingabe-/Ausgabe-(E/A-)Vorrichtungen **350** mit dem/den Server(n) **125** wirkzukoppeln. Zum Beispiel kann der E/A-Adapter **315** eine Tastatur und eine Maus, einen Touchscreen, einen Lautsprecher, eine haptische Ausgabevorrichtung oder eine andere Ausgabevorrichtung verbinden. Die Ausgabevorrichtungen **350** können unter anderem einen Drucker, einen Scanner und/oder dergleichen beinhalten. Andere Ausgabevorrichtungen können ebenfalls beinhaltet sein, obwohl dies in **Fig. 3** nicht gezeigt ist. Schließlich können die mit dem E/A-Adapter **315** verbindbaren E/A-Vorrichtungen ferner Vorrichtungen beinhalten, die sowohl Eingaben als auch Ausgaben übermitteln, zum Beispiel unter anderem eine Netzwerkschnittstellenkarte (Network Interface Card - NIC) oder einen Modulator/Demodulator (für den Zugriff auf andere Dateien, Vorrichtungen, Systeme oder ein Netzwerk), einen Funkfrequenz-(RF-) oder einen anderen Sender/Empfänger, eine Telefonschnittstelle, eine Brücke, einen Router und dergleichen.

[0035] Gemäß einigen beispielhaften Ausführungsformen kann/können der/die Server **125** einen Mobilkommunikationsadapter **340** beinhalten. Der Mobilkommunikationsadapter **340** kann ein globales Positionsbestimmungssystem (GPS), Mobilfunk-, Mobil- und/oder andere Kommunikationsprotokolle für die drahtlose Kommunikation beinhalten.

[0036] In einigen Ausführungsformen kann/können der/die Server **125** ferner einen Kommunikationsadapter **340** zum Koppeln an das eine oder die mehreren Netzwerk(e) **120** beinhalten.

[0037] Das Netzwerk/die Netzwerke **120** kann/können (ein) Netzwerk(e), das/die auf dem Internet Protocol (IP) basiert/basieren, zur Kommunikation zwischen dem/den Server(n) **125** und einer beliebigen externen Vorrichtung beinhalten. Das/Die Netzwerk(e) **120** kann/können Daten zwischen dem/den Server(n) **125** und Vorrichtungen und/oder Systemen außerhalb des Servers/der Server **125** übertragen und empfangen. In einer beispielhaften Ausführungsform kann es sich bei dem/den Netzwerk(en) **120** um ein verwaltetes IP-Netzwerk handeln, das von einem Dienstanbieter verwaltet wird. Das/Die Netzwerk(e) **120** kann/können auf eine drahtlose Weise umgesetzt werden, z. B. unter Verwendung von Protokollen und Technologien zur drahtlosen Kommunikation, wie etwa Wi-Fi, WiMAX usw. Das/Die Netzwerk(e) **120** kann/können zudem mit einem drahtgebundenen Netzwerk, z. B. einem Ethernet-Netzwerk, einem Controller Area Network (CAN) usw., das eine beliebige drahtgebundene Konnektiviität aufweist, die z. B. eine RS232-Verbindung beinhaltet usw., verbunden sein und/oder dieses beinhalten. Das/Die Netzwerk(e) **120** kann/können zudem ein paketvermitteltes Netzwerk sein und/oder beinhalten, wie etwa ein lokales Netzwerk, ein Weitverkehrsnetzwerk, ein städtisches Netzwerk, das Internet oder eine andere ähnliche Art von Netzwerkumgebung. Das/Die Netzwerk(e) **120** kann/können ein festes drahtloses Netzwerk, ein drahtloses lokales Netzwerk (Local Area Network - LAN), ein drahtloses Weitverkehrsnetz (Wide Area Network- WAN), ein persönliches Netzwerk (Personal Area Network - PAN), ein virtuelles privates Netzwerk (Virtual Private Network - VPN), ein Intranet oder ein anderes geeignetes Netzwerksystem sein.

[0038] **Fig. 4** ist ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens **400** gemäß der vorliegenden Offenbarung zum Erzeugen einer Fahrzeugempfehlung, die eine Antriebsstrangänderung für ein Fahrzeug (z. B. das/die Fahrzeug(e)**105**, **205** usw.) angibt. Die **Fig. 4** und **Fig. 5** können unter fortgesetzter Bezugnahme auf frühere Figuren, einschließlich der **Fig. 1-3** beschrieben werden. Der folgende Prozess ist beispielhaft und nicht auf die nachfolgend beschriebenen Schritte beschränkt. Darüber hinaus können alternative Ausführungsformen mehr oder weniger Schritte beinhalten, die in dieser Schrift gezeigt oder beschrieben sind, und können diese Schritte in einer anderen Reihenfolge als die in den folgenden beispielhaften Ausführungsformen beschriebene Reihenfolge beinhalten.

[0039] Zunächst unter Bezugnahme auf **Fig. 4** kann das Verfahren **400** bei Schritt **405** mit dem Empfangen der Betriebsdaten beginnen, die einem oder mehreren Fahrzeug(en) **105** zugeordnet sind. Bei Schritt **410** kann das Verfahren das Empfangen von Wartungsdaten beinhalten, die dem/den Fahrzeug (en) **105** zugeordnet sind, wobei die Wartungsdaten eine Teilehistorie eines oder mehrerer Teile beinhalten, die dem Fahrzeug **105** zugeordnet sind. Die Betriebsdaten (Schritt **405**) und die Wartungsdaten (Schritt **410**) können gemeinsam als die Fahrzeugdaten **115** bezeichnet werden, die in Bezug auf **Fig. 1** beschrieben werden. Zum Beispiel kann/können der/die Prozessor(en) **305** des/der Server(s) **125** die Fahrzeugdaten **115** über das/die Netzwerk(e) **120** empfangen, wobei die Fahrzeugdaten **115** Wetterinformationen, GPS-Informationen, Kilometerstand, Sensordaten usw. beinhalten, die durch (ein) Fahrzeugtelematiksystem(e) des Fahrzeugs/der Fahrzeuge **105A** erhalten werden.

[0040] In einer anderen beispielhaften Ausführungsform können Informationen, die der Wartung des Fahrzeugs/der Fahrzeuge **105B** zugeordnet sind, Instandhaltungsquantifizierungsdaten beinhalten, die die Instandhaltungsqualität mithilfe von Ereignissen quantifizieren (numerisch zuordnen) können, die unter Verwendung des Sensors/der Sensoren an Bord des Fahrzeugs/der Fahrzeuge **105B** beobachtet und aufgezeichnet werden. Zum Beispiel können die

Fahrzeugdaten **115** technische Wartungsdaten mit einer Kennung des/der Instandhaltungstechniker(s) **160**, einer Kennung der Instandhaltungsadresse, des Händlers, der Werkstatt des Mechanikers usw., Daten auf Teilebene, die ein oder mehrere Teile angeben, die dem/den Fahrzeug(en) **105B** zugeordnet ist/sind usw. beinhalten. Obwohl dies nicht sehr detailliert beschrieben ist, versteht es sich, dass es auf dem Gebiet der Fahrzeugverfolgung und -wartung bekann ist, Daten auf Teilebene innerhalb einer Datenbankstruktur zuzuordnen, um die Lebensdauer eines Produkts von der Herstellung bis zur Einstellung der Verwendung (d. h. dem Datum, an dem das Teil seine Nutzungsdauer in dem/den Fahrzeug(en) **105B** durch Ersetzung, Zerstörung, Fehlfunktion usw. überschreitet) zu verfolgen. Die Wartungsdaten können Teiledaten beinhalten, die eine oder mehrere Ersetzung(en) von Teilen angeben, die dem/den Fahrzeug (en) **105** zugeordnet sind.

[0041] Wenn Teile zerstört oder ersetzt werden, können die Fahrzeugdaten **115** ebenfalls eine derartige Angabe bereitstellen. Beispielsweise können die Betriebs- und/oder Wartungsdaten (zusammen die Fahrzeugdaten **115**) Schadensereignisdaten beinhalten, die ein oder mehrere dem/den Fahrzeug (en) **105** zugeordnete Schadensereignisse angeben. Die Fahrzeugdaten **115** können ferner Fahrzeugtelematikdaten beinhalten, die eine oder mehrere dem Fahrzeug zugeordnete Fahrzeugverwendungsmetriken angeben. Fahrzeugverwendungsmetriken können zum Beispiel eine Fahrzeit, eine Fahrstrecke, Datumsinformationen, Motorinformationen (RPMs usw.), Bremsinformationen, Energieverbrauch, Informationen zur Batterielebensdauer usw. beinhalten.

[0042] In einem anderen Beispiel können die Betriebsdaten Emissionsverfolgungsdaten beinhalten, die dem/den Fahrzeug(en) **105** zugeordnet sind. In einem anderen Aspekt umfassen die Wartungsdaten einen Instandhaltungsquantifizierungswert, der eine Qualität der Fahrzeuginstandhaltung angibt, die dem/den Fahrzeug(en) **105** zugeordnet ist.

[0043] Bei Schritt **415** kann das Verfahren **400** ferner das Bestimmen von Gesamtbetriebskosten über den Lebenszyklus für das/die Fahrzeug(e) **105** zumindest teilweise auf Grundlage der Betriebsdaten und der Wartungsdaten beinhalten. Die Betriebskostenanalyse **145** kann eine Funktion von einem oder mehreren ausgeführten Analysewerkzeugen sein, wie etwa zum Beispiel der Fahrzeugwartungsanalyseverfolgung **240** (wie in **Fig. 2** gezeigt) und/oder dem Fahrzeugbetriebsanalyseverfolgungssystem **250** (ebenfalls in **Fig. 2** gezeigt). Zum Beispiel erkennt ein Fachmann auf dem Gebiet des maschinellen Lernens, dass ein Modell zum maschinellen Lernen unter Verwendung der Fahrzeugdaten **115** trainiert werden kann, um eine Beziehung zwischen Betriebskosten und einer oder mehreren Antriebsstrangkonfigurationen, die der Flotte **110** zugeordnet sind, darzustellen und zu modellieren. Techniken zum maschinellen Lernen können zwischen verschiedenen Flottenkonfigurationen unterscheiden (die experimentell als Teil einer Datenbank quantifiziert werden können, wie etwa der in Bezug auf **Fig. 6** beschriebenen Datenbank(en) auf Flottenebene), während deren Ähnlichkeiten erkannt werden, aber auch „stochastisch" sein, derart dass die Analysemodelle ein Vorhersageintervall angeben können, das eine Vielzahl von Werten vorgibt, und dann einen optimalen Wert aus der Vielzahl von Werten auswählen. Verschiedene Techniken für die Modellierung werden in Betracht gezogen, einschließlich direkter Modellierung und eines Modellkalibrierungsverfahrens.

[0044] In Bezug auf das direkte Modellierungsverfahren kann das Bestimmen der Gesamtbetriebskosten zumindest teilweise auf einem Gauß-Prozess-(GP-)Modell basieren

$$y(x) = y'(x) + \varepsilon,$$

wobei y ein Wert ist, der die Betriebskosten angibt, die einer oder mehreren Flottenkonfigurationen x zugeordnet sind, y'ein Betriebsvariabilitätswert ist und ε ein Wert ist, der eine Gaußsche Zufallsvariable mit Mittelwert Null angibt, die einer unbekannten Varianz λ zugeordnet ist, derart dass λ einer experimentellen Variabilität zugeordnet ist. Unter genauerer Berücksichtigung dieses Verfahrens wird das GP-Modell für $y^t(x)$ wie folgt ausgedrückt:

$$y'(x) \sim GP\left(m(x), V(x,x')\right).$$

wobei m(x) und V(x, x) die Mittelwertfunktion bzw. die Kovarianzfunktion des GP-Modells sind.

[0045] Eine häufig verwendete Form der Mittelwert- und Kovarianzfunktion kann wie folgt dargestellt werden:

$$m(x) = h(x)^T \beta.$$

$$V(x,x') = \sigma^2 \exp\left\{ - \sum_{k=1}^{p} \omega_k \left(x_k - x_k' \right)^2 \right\},$$

, wobei p die Dimension von x ist, d.h. x=(x1, x2, .., xp)^T. h(x) ist ein Vektor von benutzerdefinierten Polynomfunktionen, die verwendet werden, um den A-priori-Mittelwert darzustellen, β ist ein Vektor von h (x) zugeordneten Koeffizienten zur Polynomregression eines Mittelwerts, α ist eine A-priori-Standardabweichung für eine einzelne Zufallsvariable in einem Zufallsprozess, und ω-[ω1, ω2, ..., ωp] ^{T} ist der Vek-

tor von Rauheitsparametern, die zum Quantifizieren von Nonlinearität des Prozesses verwenden werden können.

[0046] Die Erstellung des GP-Modells der beobachteten Reaktiony(x) kann dem Schätzen der unbekannten Parameter des GP ähneln, d. h. Φ= {ß, σ, ω, λ} durch einen Ansatz der Maximum-Likelihood-Schätzung (Maximum Likelihood Estimation - MLE), und kann somit unter Verwendung einer numerischen Optimierungsstrategie gelöst werden.

[0047] Nachdem die wahrscheinlichsten Werte von Φ bestimmt worden sind, ist das GP-Modell vollständig bestimmt und kann anschließend dazu verwendet werden, die Werte bei anderen Ausgestaltungen vorherzusagen. Ein Vorteil der Verwendung der GPR besteht darin, dass die GPR die Interpolationsunsicherheit an den Orten, die noch nicht getestet worden sind, und die Versuchsvariabilität quantifizieren kann.

[0048] In Bezug auf das Kalibrierungsmodellverfahren kann das Bestimmen der Gesamtbetriebskosten zumindest teilweise auf einem Modellkalibrierungsprozess basieren, so dass

$$y(\mathrm{x}) = y^{m}(\mathrm{x}) + \delta(\mathrm{x}) + \varepsilon,$$

wobei y ein Betriebskostenwert ist, der einer oder mehreren Flottenkonfigurationen x zugeordnet sind, y'ein Betriebsvariabilitätswert ist, δ(x) eine Bias-Funktion ist, die zumindest einem vorbestimmten experimentellen Wert zugeordnet ist, und ε ein Wert ist, der eine Gaußsche Zufallsvariable mit Mittelwert Null angibt, die einer unbekannten Varianz λ zugeordnet ist, derart dass λ eine unbekannte Varianz ist, die einer experimentellen Variabilität zugeordnet ist.

[0049] Unter Verwendung der Mittelwert- und Kovarianzfunktionsgleichung

$$m(\mathrm{x}) = \mathrm{h}(\mathrm{x})^{T}\,\beta.$$

kann das Konzept der GP-Modellierung durch das Parametrisieren von δ(x) durch $\{\beta^{\delta}, (\delta^{\delta}, \omega^{\delta}\}$, angewendet werden. In einem beispielhaften Verfahren zum Verfolgen der Gleichung kann es vorteilhaft sein, ein GP-Modell für das bestehende Modell $y^{m}(x)$ (ein „Modell des Modells“, manchmal als „Metamodell“ bezeichnet) durch {ß, ,σ ω^{m}} zu erzeugen. Daher ist der Satz von unbekannten Parametern Φ, die für diese Option geschätzt werden sollen, $\{\beta^{\delta}, (\sigma^{\delta}, \omega^{\delta}, \beta^{m}, \sigma^{m}, \omega^{m}, \lambda\}$. In einigen Aspekten kann es rechnerisch teurer sein als das Schätzen des kleineren Parametersatzes bei einem direkten Modellierungsverfahren, aber im Gegenzug kann die Genauigkeit höher sein, da das Kalibrierungsmodell Informationen aus $y^{m}(x)$ verwendet, die aus früheren Erfahrungen und Wissen abgeleitet sind.

[0050] Nach dem Bestimmen der Gesamtbetriebskosten für das Fahrzeug unter Verwendung eines oder mehrerer Prozesse und/oder Modelle, die vorstehend beschrieben sind, kann das Verfahren **400** bei Schritt **420** das Erzeugen einer Fahrzeugempfehlung (z. B. einer oder mehrerer der Empfehlung(en) **150** und/oder **155** in **Fig. 1**), die eine Antriebsstrangänderung für das/die Fahrzeug(e) **105** angibt, zumindest teilweise auf Grundlage der Gesamtbetriebskosten für das/die Fahrzeug(e) **105** beinhalten. In einem Aspekt kann das Erzeugen der Fahrzeugempfehlung, die die Antriebsstrangänderung für das Fahrzeug angibt, das Bestimmen eines Mittelwerts, der den Gesamtbetriebskosten zugeordnet ist (z. B. der Ausgabe von Schritt **415**), das Bestimmen eines Standardabweichungswerts, der den Gesamtbetriebskosten zugeordnet ist, und das Erzeugen einer Menge von gewichteten Antriebsstrangauswahlbeschränkungen beinhalten, wobei das Erzeugen das Bestimmen eines ersten Standardabweichungswerts, der einer ersten Antriebsstrangausgestaltungsoption zugeordnet ist, das Bestimmen eines zweiten Standardabweichungswerts, der einer zweiten Antriebsstrangausgestaltungsoption zugeordnet ist, und das Gewichten der ersten Standardabweichungswerts und des zweiten Standardabweichungswerts mit einem oder mehreren Betriebsbeschränkungswerten eines Satzes von vorbestimmten Betriebsbeschränkungswerten beinhaltet. In anderen Aspekten kann das Erzeugen der Empfehlung das Auswählen einer ausgewählten Antriebsstrangänderungsoption, die minimale prognostizierte Betriebskosten umfasst, die einer der ersten Antriebsstranggestaltungsoption und der zweiten Antriebsstranggestaltungsoption zugeordnet sind, zumindest teilweise auf Grundlage des Satzes von gewichteten Antriebsstrangauswahlbeschränkungen und des Mittelwerts, der den Gesamtbetriebskosten zugeordnet ist, das Erzeugen einer Antriebsstrangnachricht, die die Fahrzeugempfehlung umfasst, zumindest teilweise auf Grundlage der ausgewählten Antriebsstrangänderungsoption, und das Ausgeben der Fahrzeugempfehlung, die die Antriebsstrangänderung für das Fahrzeugas angibt, über eine Ausgabevorrichtung beinhalten. Eine beispielhafte Ausgabevorrichtung kann zum Beispiel eine Ausgabevorrichtung sein, die dem Flottenmanager-Rechensystem **135** (in **Fig. 1** gezeigt) zugeordnet ist.

[0051] **Fig. 5** stellt eine beispielhafte Datenstruktur dar, die Teil einer oder mehrerer Datenbank(en) **500** auf Flottenebene sein kann. Die Datenbank(en) **500** sind nur repräsentative Datenbanken, die ein Beispiel für Datenstrukturen beschreiben, die mit Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung verwendet werden können. Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** können die Datenbank(en) auf Flottenebene **500** ei-

nen Datensatz oder mehrere Datensätze **502** auf Fahrzeugebene beinhalten, die Wartungs- und Reparaturdaten und Betriebsdaten für Fahrzeuge (z. B. die Fahrzeuge **105** in **Fig. 1**) einer Flotte von Fahrzeugen (z. B. der Flotte **110** in **Fig. 1**) zugeordnet sind. Die Datenbank(en) auf Flottenebene **500** (ebenfalls in **Fig. 1** als 135 gezeigt) kann/können eine Vielzahl von Datensätzen beinhalten, die dem/den Fahrzeug(en) in der Flotte **110** zugeordnet sind. Zum Beispiel stellen der eine Datensatz oder die mehreren Datensätze **502**, **504**, **506** ... usw. auf Fahrzeugebene eine beliebige Anzahl einer Vielzahl von Fahrzeugdatensätzen dar, die einer Fahrzeugflotte zugeordnet sein können. Der Datensatz/Die Datensätze **502** auf Fahrzeugebene kann/können beispielsweise Wartungs- und Reparaturdaten **508** und Betriebsdaten **510** beinhalten. Die Wartungs- und Reparaturdaten **508** können Informationen beinhalten, die der Instandhaltungsqualität zugeordnet sind, wie zum Beispiel Instandhaltungsqualifizierungsdaten **516**, Wartungstechnikerdaten **514** und/oder Daten **512** auf Teilebene. Andere Arten von Daten, die Wartung und Reparatur angeben, sind möglich und werden in Betracht gezogen.

[0052] Die Betriebsdaten **510** können einen beliebigen oder mehrere Betriebsdatentypen beinhalten, einschließlich beispielsweise Schadensereignisdaten **518**, Telematikdaten **520**, Fahrzeugverwendungsdaten **522**, Emissionsverfolgungsdaten **528** und/oder Betankungsdaten **530**. Die Fahrzeugverwendungsdaten **522** können Informationen wie zum Beispiel GPS-Daten **524** und/oder andere Daten **526** (die eine offene Kategorie von Informationen darstellen, die Betriebsaspekte eines Fahrzeugs angeben können) beinhalten.

[0053] Es versteht sich im Voraus dass, obwohl diese Offenbarung eine detaillierte Beschreibung über das Cloud-Computing enthält, die Umsetzung der in der vorliegenden Schrift angegebenen Lehren nicht auf eine Cloud-Computing-Umgebung beschränkt ist. Vielmehr können Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit einer beliebigen anderen Art von Rechenumgebung umgesetzt werden, die jetzt bekannt ist oder später entwickelt wird.

[0054] In der vorstehenden Offenbarung ist auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen worden, die einen Teil hiervon bilden und konkrete Umsetzungen veranschaulichen, in denen die vorliegende Offenbarung umgesetzt werden kann. Es versteht sich, dass auch andere Umsetzungen genutzt und strukturelle Änderungen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen. Bezugnahmen in der Beschreibung auf „eine Ausführungsform“, „ein Ausführungsbeispiel“, „eine beispielhafte Ausführungsform“ usw. geben an, dass die beschriebene Ausführungsform ein(e) bestimmte(s) Merkmal, Struktur oder Eigenschaft beinhalten kann, wobei jedoch nicht unbedingt jede Ausführungsform diese(s) bestimmte Merkmal, Struktur oder Eigenschaft beinhalten muss. Darüber hinaus beziehen sich derartige Formulierungen nicht unbedingt auf dieselbe Ausführungsform. Ferner wird, wenn ein(e) Merkmal, Struktur oder Eigenschaft in Verbindung mit einer Ausführungsform beschrieben ist, der Fachmann ein(e) derartige(s) Merkmal, Struktur oder Eigenschaft in Verbindung mit anderen Ausführungsformen erkennen, ob dies nun ausdrücklich beschrieben ist oder nicht.

[0055] Es versteht sich zudem, dass das Wort „Beispiel“, wie es in dieser Schrift verwendet wird, nicht ausschließender und nicht einschränkender Natur sein soll. Insbesondere gibt das Wort „beispielhaft“ im vorliegenden Zusammenhang eines von mehreren Beispielen an, und es versteht sich, dass keine übermäßige Betonung oder Bevorzugung auf das konkrete beschriebene Beispiel gerichtet ist.

[0056] Ein computerlesbares Medium (auch als prozessorlesbares Medium bezeichnet) beinhaltet ein beliebiges nicht transitorisches (z. B. greifbares) Medium, das am Bereitstellen von Daten (z. B. Anweisungen) beteiligt ist, die durch einen Computer (z. B. durch einen Prozessor eines Computers) ausgelesen werden können. Ein derartiges Medium kann viele Formen annehmen, einschließlich unter anderem nicht flüchtiger Medien und flüchtiger Medien. Rechenvorrichtungen beinhalten computerausführbare Anweisungen, wobei die Anweisungen durch eine oder mehrere Rechenvorrichtungen ausgeführt werden können, wie etwa durch die vorstehend aufgeführten, und auf einem computerlesbaren Medium gespeichert werden können.

[0057] Hinsichtlich der in dieser Schrift beschriebenen Prozesse, Systeme, Verfahren, Heuristiken usw. versteht es sich, dass die Schritte derartiger Prozesse usw. zwar als gemäß einer bestimmten Reihenfolge erfolgend beschrieben worden sind, derartige Prozesse jedoch praktisch umgesetzt werden könnten, wobei die beschriebenen Schritte in einer Reihenfolge durchgeführt werden, die von der in dieser Schrift beschriebenen Reihenfolge abweicht. Es versteht sich ferner, dass bestimmte Schritte gleichzeitig durchgeführt, andere Schritte hinzugefügt oder bestimmte in dieser Schrift beschriebene Schritte weggelassen werden könnten. Anders ausgedrückt, dienen die Beschreibungen von Prozessen in dieser Schrift dem Zwecke der Veranschaulichung verschiedener Ausführungsformen und sie sollten keinesfalls dahingehend ausgelegt werden, dass sie die Ansprüche einschränken.

[0058] Dementsprechend versteht es sich, dass die vorstehende Beschreibung veranschaulichend und nicht einschränkend sein soll. Aus der Lektüre der vorangehenden Beschreibung ergeben sich viele an-

dere Ausführungsformen und Anwendungen als die aufgeführten Beispiele. Der Umfang sollte nicht unter Bezugnahme auf die vorangehende Beschreibung, sondern stattdessen unter Bezugnahme auf die beigefügten Ansprüche bestimmt werden, zusammen mit der gesamten Bandbreite an Äquivalenten, zu denen diese Ansprüche berechtigen. Es wird erwartet und ist beabsichtigt, dass zukünftige Entwicklungen in den in dieser Schrift beschriebenen Techniken eintreten werden und dass die offenbarten Systeme und Verfahren in solche zukünftige Ausführungsformen aufgenommen werden. Insgesamt versteht es sich, dass die Anmeldung modifiziert und verändert werden kann.

[0059] Allen in den Ansprüchen verwendeten Ausdrücken soll deren allgemeine Bedeutung zugeordnet werden, wie sie Fachleuten auf dem Gebiet der in dieser Schrift beschriebenen Technologien bekannt ist, sofern in dieser Schrift kein ausdrücklicher Hinweis auf das Gegenteil erfolgt. Insbesondere ist die Verwendung der Singularartikel, wie etwa „ein“, „eine“, „der“, „die“, „das“ usw., dahingehend zu verstehen, dass eines oder mehrere der angegebenen Elemente genannt werden, sofern ein Anspruch nicht eine ausdrückliche gegenteilige Einschränkung nennt. Mit Formulierungen, die konditionale Zusammenhänge ausdrücken, wie unter anderem „kann“, „könnte“, „können“ oder „könnten“, soll im Allgemeinen vermittelt werden, dass gewisse Ausführungsformen gewisse Merkmale, Elemente und/oder Schritte beinhalten könnten, wohingegen andere Umsetzungen diese nicht beinhalten können, es sei denn, es ist konkret etwas anderes angegeben oder es ergibt sich etwas anderes aus dem jeweils verwendeten Kontext. Somit sollen derartige Formulierungen, die konditionale Zusammenhänge ausdrücken, nicht implizieren, dass Merkmale, Elemente und/oder Schritte für eine oder mehrere Ausführungsformen in irgendeiner Weise erforderlich sind.

[0060] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen die Betriebsdaten und die Wartungsdaten Informationen, die einer Fahrzeugflotte zugeordnet sind, und wobei sie ferner das Bestimmen der Gesamtbetriebskosten für eine Vielzahl von einem oder mehreren Fahrzeugen in der Fahrzeugflotte umfassen.

[0061] Gemäß einer Ausführungsform umfassen die Betriebsdaten eines oder mehrere von Folgendem: Schadensereignisdaten, die ein oder mehrere dem Fahrzeug zugeordnete Schadensereignisse angeben; Telematikdaten, die eine oder mehrere dem Fahrzeug zugeordnete Fahrzeugverwendungsmetriken angeben; und Fahrzeugverwendungsdaten, die Informationen des globalen Positionsbestimmungssystems (GPS) umfassen.

[0062] Gemäß einer Ausführungsform umfassen die Wartungsdaten eines oder mehrere von Folgendem: dem Fahrzeug zugeordnete Emissionsverfolgungsdaten; Betankungsdaten, die ein dem Fahrzeug zugeordnetes Betankungsereignis angeben; Instandhaltungsquantifizierungswert, der eine Qualität der Fahrzeuginstandhaltung angibt, die dem Fahrzeug zugeordnet ist; Wartungstechnikerdaten, die eine Technikerkennung angeben, die einem Wartungstechniker zugeordnet ist, der Arbeiten an dem Fahrzeug durchgeführt hat; und Teiledaten, die eine Teilreparatur oder einen Teileaustausch angeben, die dem Fahrzeug zugeordnet sind.

[0063] Gemäß einer Ausführungsform basiert das Bestimmen der Gesamtbetriebskosten zumindest teilweise auf einem Gauß-Prozess-Modell $y(x)=y'(x)+\varepsilon$, wobei y ein Wert ist, der Betriebskosten angibt, die einer oder mehreren Flottenkonfigurationen x zugeordnet sind, wobei y' ein Betriebsvariabilitätswert ist, und wobei ε eine Gaußsche Zufallsvariable mit Mittelwert Null ist, die einer unbekannten Varianz λ zugeordnet ist, derart dass λ einer experimentellen Variabilität zugeordnet ist.

[0064] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium bereitgestellt, das Programmanweisungen umfasst, die bei Ausführung durch einen Prozessor den Prozessor dazu veranlassen, Handlungen durchzuführen, die Folgendes aufweisen: Empfangen von Betriebsdaten, die einem Fahrzeug zugeordnet sind; Empfangen von Wartungsdaten, die einem Fahrzeug zugeordnet sind, wobei die Wartungsdaten eine Teilehistorie eines oder mehrerer Teile, die dem Fahrzeug zugeordnet sind, umfassen; Bestimmen, zumindest teilweise auf Grundlage der Betriebsdaten und der Wartungsdaten, von Gesamtbetriebskosten für das Fahrzeug; und Erzeugen, zumindest teilweise auf Grundlage der Gesamtbetriebskosten für das Fahrzeug, einer Fahrzeugempfehlung, die eine Antriebsstrangänderung für das Fahrzeug angibt.

Patentansprüche

1. Computerimplementiertes Verfahren, das Folgendes umfasst:
Empfangen von Betriebsdaten, die einem Fahrzeug zugeordnet sind;
Empfangen von Wartungsdaten, die einem Fahrzeug zugeordnet sind, wobei die Wartungsdaten eine Teilehistorie eines oder mehrerer Teile beinhalten, die dem Fahrzeug zugeordnet sind;
Bestimmen von Gesamtbetriebskosten für das Fahrzeug zumindest teilweise auf Grundlage der Betriebsdaten und der Wartungsdaten; und
Erzeugen einer Fahrzeugempfehlung, die eine Antriebsstrangänderung für das Fahrzeug angibt, zumindest teilweise auf Grundlage der Gesamtbetriebskosten für das Fahrzeug.

2. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Fahrzeug als eines von einer Fahrzeugflotte betrieben wird.

3. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 2, das ferner das Bestimmen der Gesamtbetriebskosten für die Fahrzeugflotte umfasst.

4. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdaten Schadensereignisdaten umfassen, die ein oder mehrere Schadensereignisse angeben, die dem Fahrzeug zugeordnet sind.

5. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdaten Telematikdaten umfassen, die eine oder mehrere Fahrzeugverwendungsmetriken angeben, die dem Fahrzeug zugeordnet sind.

6. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdaten Fahrzeugverwendungsdaten umfassen, die Informationen des globalen Positionsbestimmungssystems (GPS) umfassen.

7. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdaten Emissionsverfolgungsdaten umfassen, die dem Fahrzeug zugeordnet sind.

8. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdaten Betankungsdaten umfassen, die ein oder mehrere Betankungsereignisse angeben, die dem Fahrzeug zugeordnet sind.

9. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Wartungsdaten einen Instandhaltungsquantifizierungswert umfassen, der eine Qualität der Fahrzeuginstandhaltung angibt, die dem Fahrzeug zugeordnet ist.

10. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Wartungsdaten Wartungstechnikerdaten umfassen, die eine Technikerkennung angeben, die einem Wartungstechniker zugeordnet ist, der Arbeiten an dem Fahrzeug durchgeführt hat.

11. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Wartungsdaten Teiledaten umfassen, die eine Teilereparatur oder einen Teileaustausch angeben, die dem Fahrzeug zugeordnet sind.

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen der Gesamtbetriebskosten zumindest teilweise auf einem Gauß-Prozess-Modell $y(x)=y'(x)+\varepsilon$ basiert,
wobei y ein Wert ist, der die Betriebskosten angibt, die einer oder mehreren Flottenausgestaltungen x zugeordnet sind,
wobei y' ein Betriebsvariabilitätswert ist, und
wobei ε eine Gaußsche Zufallsvariable mit einem Mittelwert von Null ist, die einer unbekannten Varianz λ zugeordnet ist, sodass λ einer experimentellen Variabilität zugeordnet ist.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen der Gesamtbetriebskosten zumindest teilweise auf einem Modellkalibrierungsprozess $y(x)=y^m(x)+\delta(x)+\varepsilon$ basiert,
wobei y ein Wert der Betriebskosten ist, die einer oder mehreren Flottenausgestaltungen x zugeordnet sind,
wobei y' ein Betriebsvariabilitätswert ist, und
wobei δ(x) eine Bias-Funktion ist, die einem experimentellen Wert zugeordnet ist, und wobei ε ein Wert ist, der eine Gaußsche Zufallsvariable mit einem Mittelwert von Null angibt, die einer unbekannten Varianz λ zugeordnet ist, sodass λ einer experimentellen Variabilität zugeordnet ist.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Erzeugen der Fahrzeugempfehlung, die die Antriebsstrangänderung für das Fahrzeug angibt, Folgendes umfasst:
Bestimmen eines Mittelwerts, der den Gesamtbetriebskosten zugeordnet ist;
Bestimmen eines Standarabweichungswerts, der den Gesamtbetriebskosten zugeordnet ist;
Erzeugen eines Satzes von gewichteten Antriebsstrangauswahlbeschränkungen, wobei das Erzeugen Folgendes umfasst:
Bestimmen eines ersten Standardabweichungswerts, der einer ersten Antriebsstrangausgestaltungsoption zugeordnet ist;
Bestimmen eines zweiten Standardabweichungswerts, der einer zweiten Antriebsstrangausgestaltungsoption zugeordnet ist; und
Gewichten des ersten Standardabweichungswerts und des zweiten Standardabweichungswerts mit einem oder mehreren Betriebsbeschränkungswerten eines Satzes von Betriebsbeschränkungswerten;
Auswählen einer ausgewählten Antriebsstrangänderungsoption, die minimale vorhergesagte Gesamtbetriebskosten umfasst, die einer der ersten Antriebsstrangausgestaltungsoption und der zweiten Antriebsstrangausgestaltungsoption zugeordnet sind, zumindest teilweise auf Grundlage des Satzes von gewichteten Antriebsstrangauswahlbeschränkungen und des Mittelwerts, der den Gesamtbetriebskosten zugeordnet ist;
Erzeugen einer Antriebsstrangnachricht, die die Fahrzeugempfehlung umfasst, zumindest teilweise auf Grundlage der ausgewählten Antriebsstrangänderungsoption; und
Ausgeben der Fahrzeugempfehlung, die die Antriebsstrangänderung für das Fahrzeug angibt, über eine Ausgabevorrichtung.

15. System, das Folgendes umfasst:
einen Prozessor; und

einen Speicher zum Speichern ausführbarer Anweisungen, wobei der Prozessor dazu konfiguriert ist, die Anweisungen für Folgendes auszuführen:
Empfangen von Betriebsdaten, die dem Fahrzeug zugeordnet sind;
Empfangen von Wartungsdaten, die dem Fahrzeug zugeordnet sind, wobei die Wartungsdaten eine Teilehistorie eines oder mehrerer Teile beinhalten, die dem Fahrzeug zugeordnet sind;
Bestimmen von Gesamtbetriebskosten für das Fahrzeug zumindest teilweise auf Grundlage der Betriebsdaten und der Wartungsdaten; und
Erzeugen einer Fahrzeugempfehlung, die eine Antriebsstrangänderung für das Fahrzeug angibt, zumindest teilweise auf Grundlage der Gesamtbetriebskosten für das Fahrzeug.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

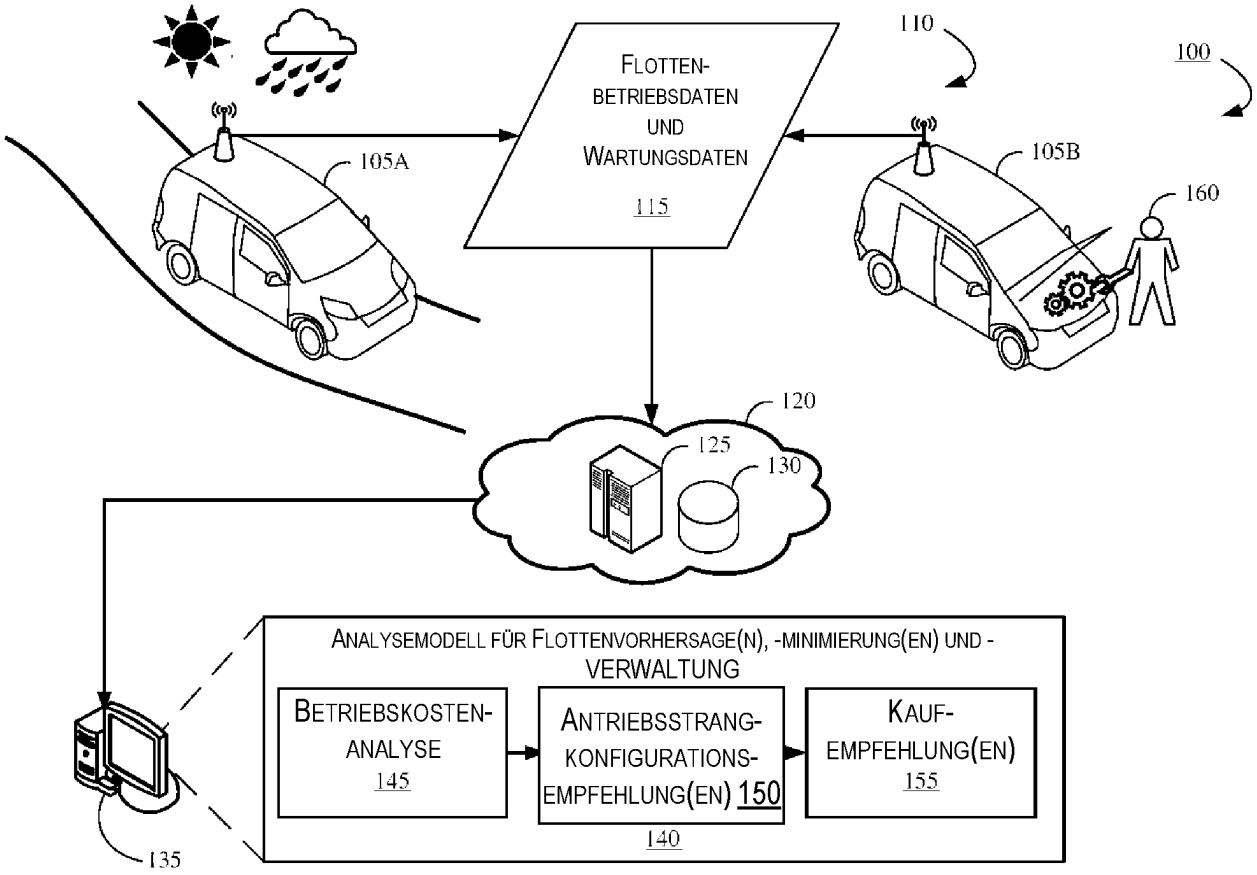


FIG. 1

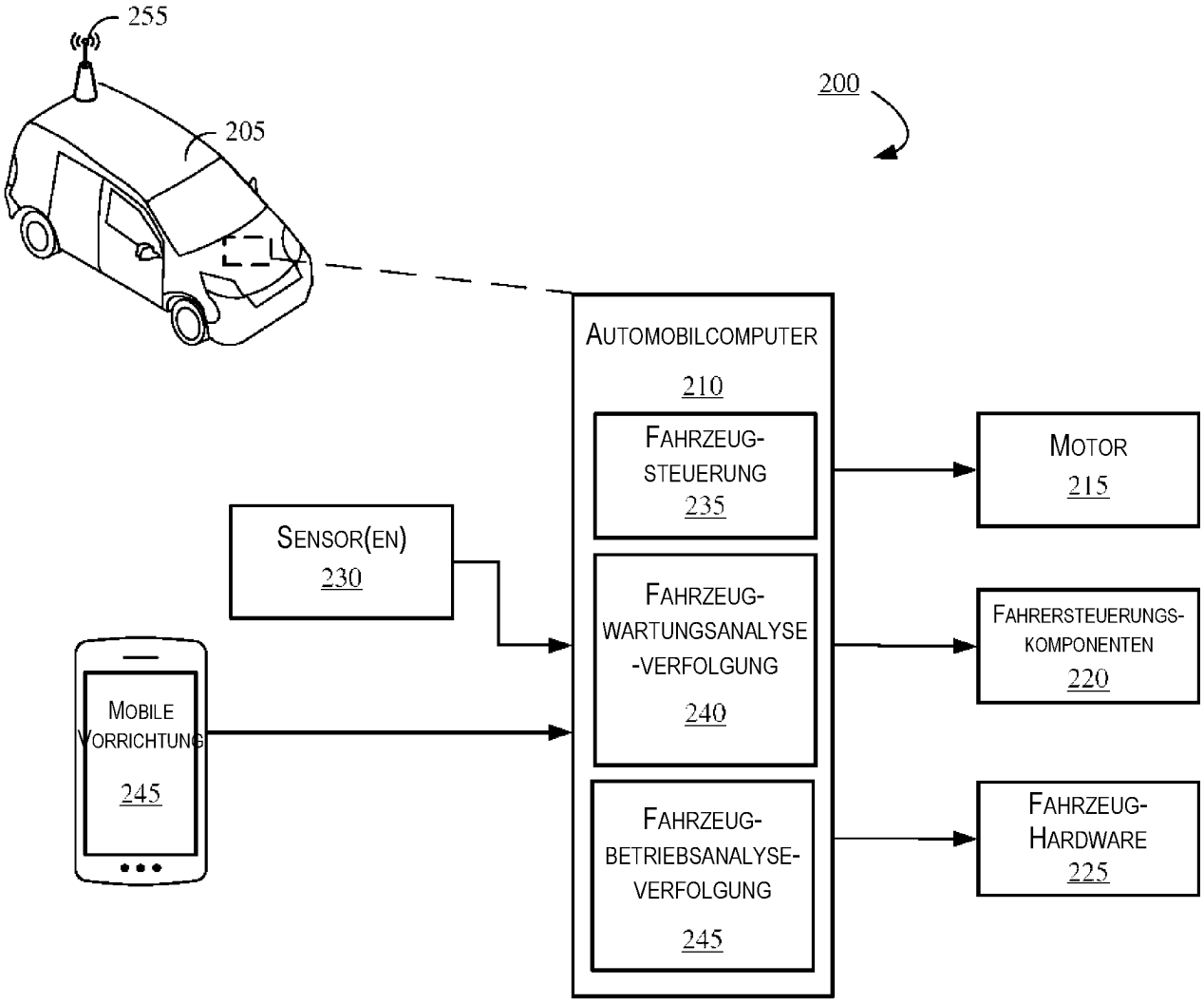

255
205
200
AUTOMOBILCOMPUTER
210
FAHRZEUG-STEUERUNG
235
FAHRZEUG-WARTUNGSANALYSE-VERFOLGUNG
240
FAHRZEUG-BETRIEBSANALYSE-VERFOLGUNG
245
SENSOR(EN)
230
MOBILE VORRICHTUNG
245
MOTOR
215
FAHRERSTEUERUNGS-KOMPONENTEN
220
FAHRZEUG-HARDWARE
225

FIG. 2

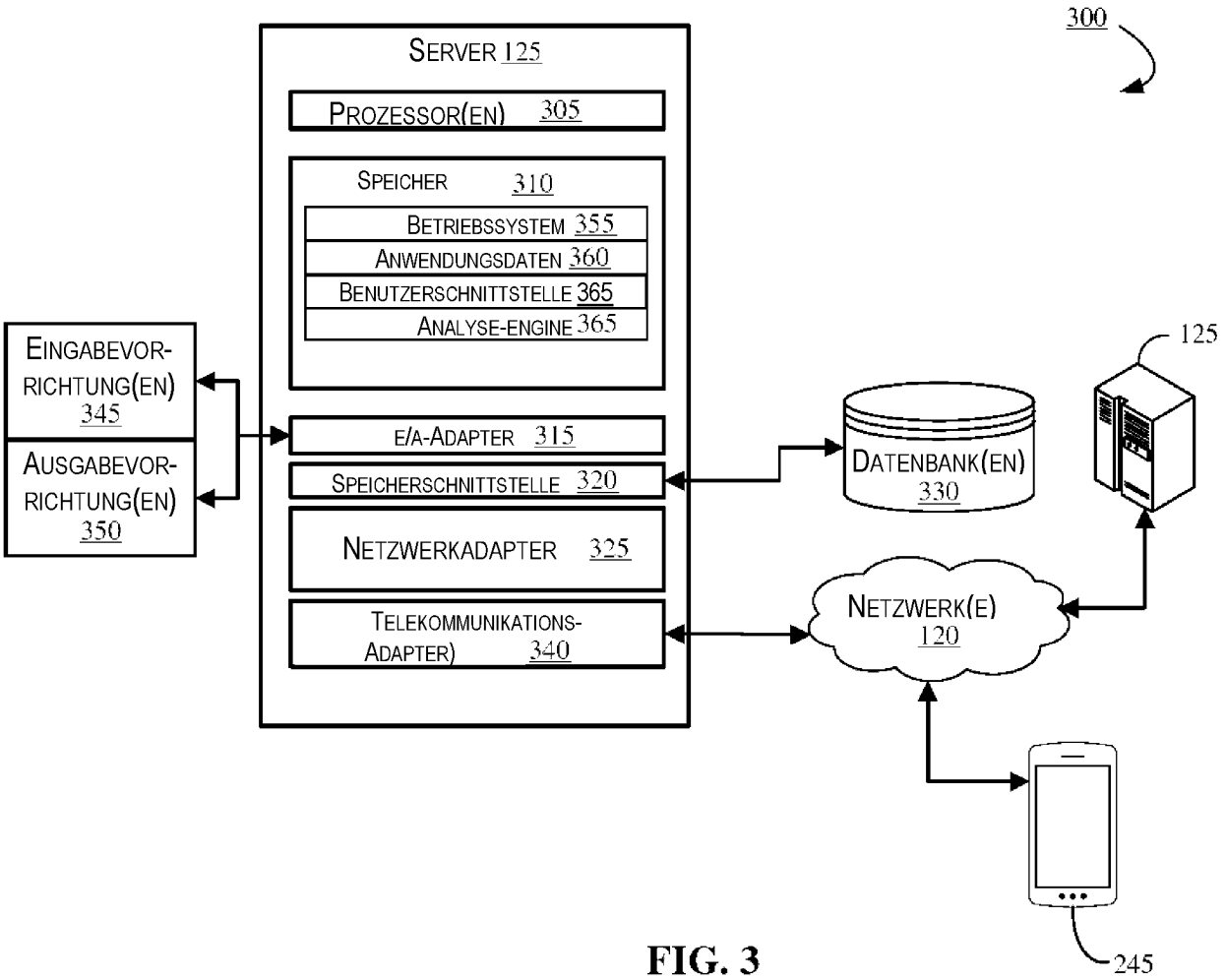

300
SERVER 125
PROZESSOR(EN) 305
SPEICHER 310
BETRIEBSSYSTEM 355
ANWENDUNGSDATEN 360
BENUTZERSCHNITTSTELLE 365
ANALYSE-ENGINE 365
EINGABEVOR-RICHTUNG(EN) 345
AUSGABEVOR-RICHTUNG(EN) 350
E/A-ADAPTER 315
SPEICHERSCHNITTSTELLE 320
NETZWERKADAPTER 325
TELEKOMMUNIKATIONS-ADAPTER) 340
DATENBANK(EN) 330
125
NETZWERK(E) 120
245

FIG. 3

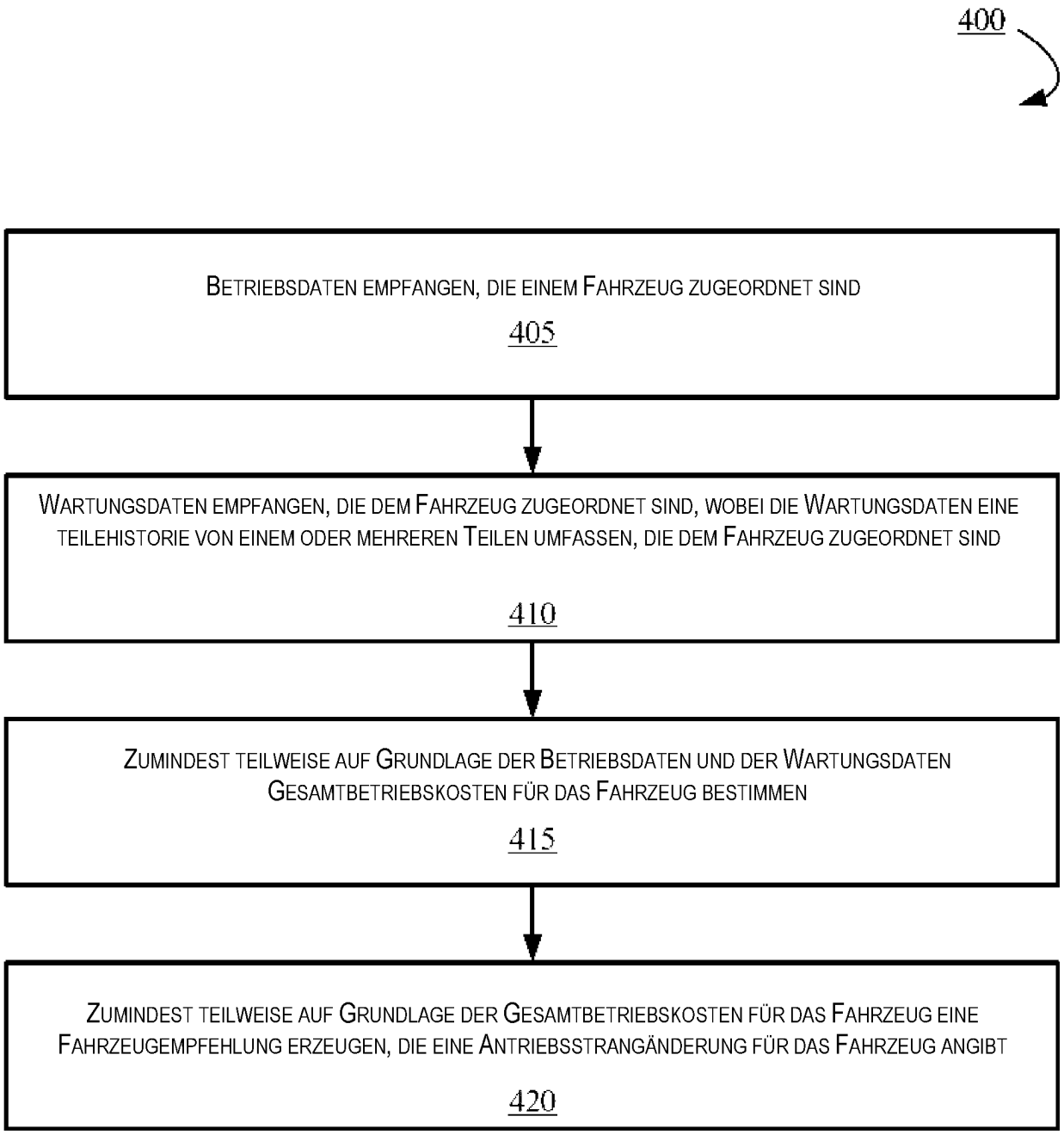

400
BETRIEBSDATEN EMPFANGEN, DIE EINEM FAHRZEUG ZUGEORDNET SIND
405
WARTUNGSDATEN EMPFANGEN, DIE DEM FAHRZEUG ZUGEORDNET SIND, WOBEI DIE WARTUNGSDATEN EINE TEILEHISTORIE VON EINEM ODER MEHREREN TEILEN UMFASSEN, DIE DEM FAHRZEUG ZUGEORDNET SIND
410
ZUMINDEST TEILWEISE AUF GRUNDLAGE DER BETRIEBSDATEN UND DER WARTUNGSDATEN GESAMTBETRIEBSKOSTEN FÜR DAS FAHRZEUG BESTIMMEN
415
ZUMINDEST TEILWEISE AUF GRUNDLAGE DER GESAMTBETRIEBSKOSTEN FÜR DAS FAHRZEUG EINE FAHRZEUGEMPFEHLUNG ERZEUGEN, DIE EINE ANTRIEBSSTRANGÄNDERUNG FÜR DAS FAHRZEUG ANGIBT
420

FIG. 4

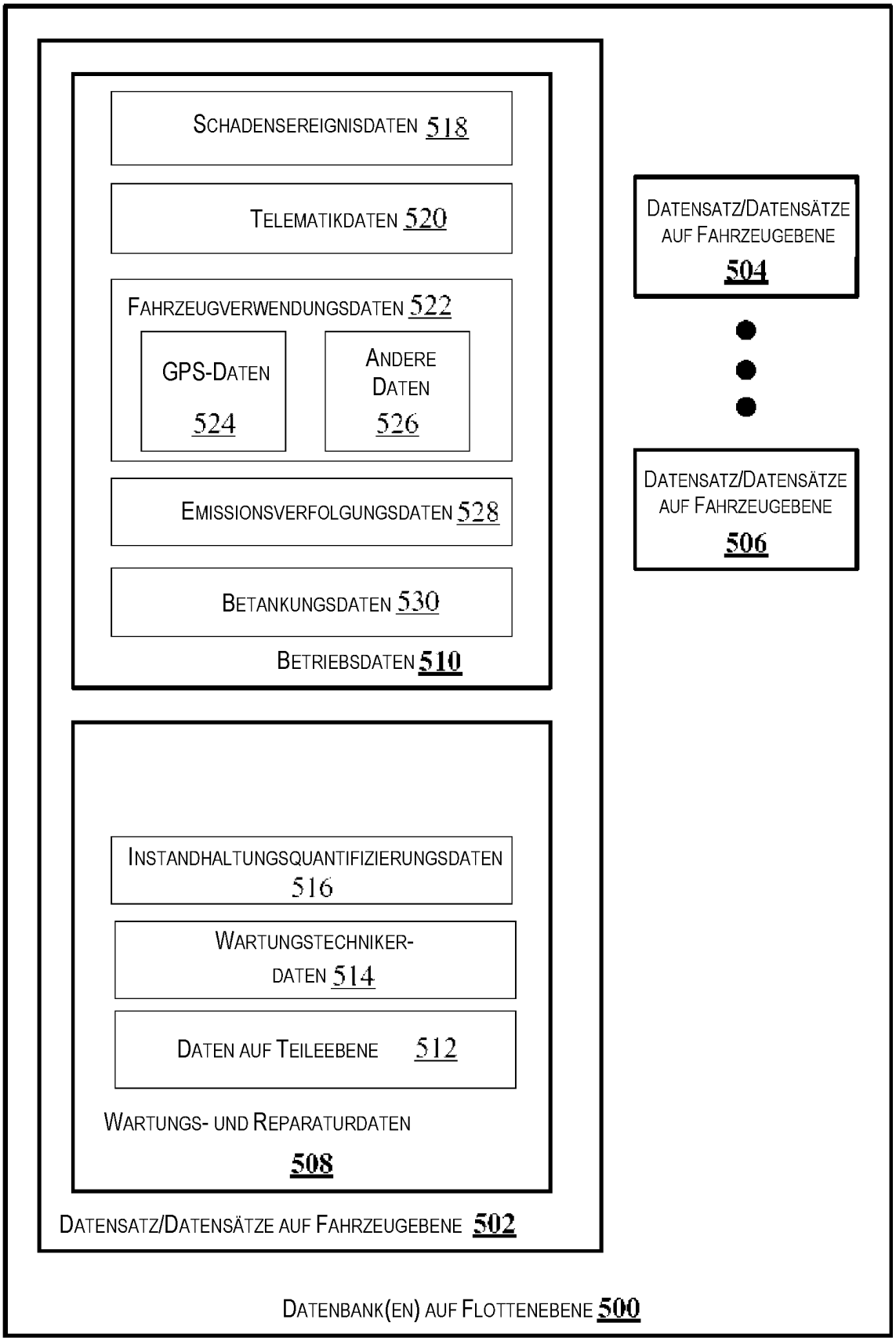


FIG. 5

 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.