



(10) **DE 11 2017 007 735 T5** 2020.04.23

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/032097**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 007 735.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2017/045924**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.08.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.02.2019**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **23.04.2020**

(51) Int Cl.: **G01M 17/00 (2006.01)**  
**G16Z 99/00 (2019.01)**

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

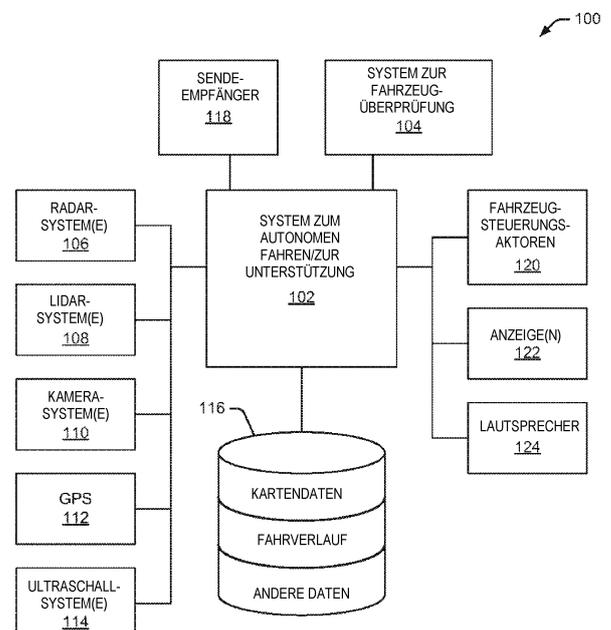
(74) Vertreter:  
**BRP Renaud und Partner mbB Rechtsanwälte  
Patentanwälte Steuerberater, 70173 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Gusikhin, Oleg Yurievitch, Dearborn, Mich., US;**  
**Jales Costa, Bruno Sielly, Dearborn, Mich., US;**  
**Goh, Madeline J., Dearborn, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **SYSTEM UND -VERFAHREN ZUR FAHRZEUGÜBERPRÜFUNG**

(57) Zusammenfassung: Beispielhafte Systeme und Verfahren zur Fahrzeugüberprüfung werden beschrieben. In einer Umsetzung aktiviert ein Verfahren ein unbemanntes Flugzeug in einem Fahrzeug, um Bilder des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen. Das Verfahren greift auf eine Flugbahn für das unbemannte Flugzeug zu und empfängt Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind. Das Verfahren stellt die Flugbahn des unbemannten Flugzeugs ein, um die aktuelle Bewegung des Fahrzeugs zu kompensieren.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft Fahrzeugsysteme, insbesondere Systeme und Verfahren, die den Innenraum eines Fahrzeugs überprüfen.

## ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

**[0002]** Automobile und andere Fahrzeuge stellen einen erheblichen Teil des Transports für gewerbliche, behördliche und private Instanzen bereit. Fahrzeuge, wie etwa autonome Fahrzeuge, fahren auf Fahrbahnen, Parkplätzen und in anderen Bereichen, wenn sie Fahrgäste oder Gegenstände von einem Ort zum anderen transportieren. Eine beispielhafte Anwendung für autonome Fahrzeuge ist der Betrieb als Taxi oder Shuttle-Dienst, das/der als Reaktion auf eine Transportanfrage einen oder mehrere Fahrgäste abholt. Beim Betrieb als Taxi oder Shuttle-Dienst fährt das autonome Fahrzeug zu einem Abholort, sodass ein Fahrgast, der den Dienst anfordert, in das Fahrzeug einsteigen kann. Das Fahrzeug fährt dann zu einem Ziel und ermöglicht dem Fahrgast, das Fahrzeug zu verlassen. Vor dem Abholen eines anderen Fahrgasts, wird bevorzugt, dass der Fahrzeuginnenraum für den nächsten Fahrgast sauber ist.

## Figurenliste

**[0003]** Es werden nicht beschränkende und nicht erschöpfende Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die folgenden Figuren beschrieben, wobei sich in den verschiedenen Figuren gleiche Bezugszahlen auf gleiche Teile beziehen, sofern nicht anders angegeben.

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines Systems zur Fahrzeugsteuerung veranschaulicht, die ein System zur Fahrzeugüberprüfung beinhaltet.

**Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines Systems zur Fahrzeugüberprüfung veranschaulicht.

**Fig. 3** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Fahrzeugs mit mehreren Innenraumkameran und einem unbemannten Flugzeug innerhalb des Fahrzeugs.

**Fig. 4** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Überprüfen eines Fahrzeuginnenraums unter Verwendung eines unbemannten Flugzeugs.

**Fig. 5** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Einstellen einer Flugbahn eines unbemannten Flugzeugs.

**Fig. 6** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Detektieren eines Flecks oder von Abfall in einem Fahrzeug.

**Fig. 7** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Fahrzeuginnenraums mit einem unbemannten Flugzeug innerhalb des Fahrzeugs.

**Fig. 8** ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines unbemannten Flugzeugs veranschaulicht.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0004]** In der folgenden Offenbarung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil hiervon bilden und in denen spezifische Umsetzungen zur Veranschaulichung gezeigt werden, in denen die Offenbarung ausgeübt werden kann. Es versteht sich, dass andere Ausführungen verwendet und strukturelle Änderungen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen. Bezugnahmen in der Spezifizierung auf „eine Ausführungsform“, „ein Ausführungsbeispiel“ usw. geben an, dass die beschriebene Ausführungsform ein(e) bestimmte(s) Eigenschaft, Struktur oder Merkmal aufweisen kann, wobei jedoch nicht unbedingt jede Ausführungsform diese (s) bestimmte Merkmal, Struktur oder Charakteristikum aufweisen muss. Darüber hinaus beziehen sich derartige Formulierungen nicht notwendigerweise auf dieselbe Ausführungsform. Wenn ein(e) bestimmte (s) Eigenschaft, Struktur oder Charakteristikum in Verbindung mit einer Ausführungsform beschrieben ist, sollte der Fachmann ein(e) derartige(s) Eigenschaft, Struktur oder Charakteristikum in Verbindung mit anderen Ausführungsformen erkennen, ob diese nun ausdrücklich beschrieben sind oder nicht.

**[0005]** Umsetzungen der im vorliegenden Zusammenhang offenbarten Systeme, Vorrichtungen und Verfahren können einen Spezial- oder Universalcomputer umfassen oder verwenden, der Computerhardware beinhaltet, wie zum Beispiel einen oder mehrere Prozessoren und Systemspeicher, wie sie im vorliegenden Zusammenhang erörtert sind. Umsetzungen innerhalb des Umfangs der vorliegenden Offenbarung können außerdem physische und andere computerlesbare Medien zum Tragen oder Speichern von computerausführbaren Anweisungen und/oder Datenstrukturen beinhalten. Bei derartigen computerlesbaren Medien kann es sich um beliebige verfügbare Medien handeln, auf die über ein Universal- oder Spezialcomputersystem zugegriffen werden kann. Bei computerlesbaren Medien, die computerausführbare Anweisungen speichern, handelt es sich um Computerspeichermedien (-vorrichtungen). Bei computerlesbaren Medien, die computerausführbare Anweisungen tragen, handelt es sich um Übertragungsmedien. Daher können Ausführungen der Offenbarung beispielsweise, ohne jedoch auf diese be-

schränkt zu sein, mindestens zwei voneinander deutlich verschiedene Arten von computerlesbaren Medien umfassen: Computerspeichermedien (-vorrichtungen) und Übertragungsmedien.

**[0006]** Computerspeichermedien (-vorrichtungen) beinhalten RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM, Festkörperlaufwerke (Solid State Drives, „SSDs“) (z. B. auf Grundlage von RAM), Flash-Speicher, Phasenänderungsspeicher (Phase-change Memory, „PCM“), andere Speicherarten, andere optische Plattenspeicher, Magnetplattenspeicher oder andere magnetische Speichervorrichtungen oder ein beliebiges anderes Medium, das verwendet werden kann, um die gewünschten Programmcodemittel in Form von computerausführbaren Anweisungen oder Datenstrukturen zu speichern, und auf das durch einen Universal- oder Spezialcomputer zugegriffen werden kann.

**[0007]** Eine Umsetzung der im vorliegenden Zusammenhang offenbarten Vorrichtungen, Systeme und Verfahren kann über ein Computernetzwerk kommunizieren. Ein „Netzwerk“ ist als eine oder mehrere Datenverbindungen definiert, die den Transport elektronischer Daten zwischen Computersystemen und/oder Modulen und/oder anderen elektronischen Vorrichtungen ermöglichen. Wenn Informationen über ein Netzwerk oder eine andere (entweder festverdrahtete, drahtlose oder eine Kombination aus festverdrahteter oder drahtloser) Kommunikationsverbindung einem Computer bereitgestellt oder auf diesen übertragen werden, sieht der Computer die Verbindung korrekt als ein Übertragungsmedium an. Übertragungsmedien können ein Netzwerk und/oder Datenverknüpfungen beinhalten, die verwendet werden können, um die gewünschten Programmcodemittel in Form von computerausführbaren Anweisungen oder Datenstrukturen zu tragen, und auf die über einen Universal- oder Spezialcomputer zugegriffen werden kann. Kombinationen aus den Vorstehenden sind ebenfalls als im Umfang computerlesbarer Medien enthalten zu betrachten.

**[0008]** Computerausführbare Anweisungen umfassen zum Beispiel Anweisungen und Daten, die bei Ausführung an einem Prozessor bewirken, dass ein Universalcomputer, Spezialcomputer oder eine Spezialverarbeitungsvorrichtung eine bestimmte Funktion oder Gruppe von Funktionen durchführt. Bei den computerausführbaren Anweisungen kann es sich zum Beispiel um Binärdateien, Zwischenformatanweisungen, wie etwa Assemblersprache, oder auch Quellcode handeln. Obwohl der Gegenstand in für Strukturmerkmale und/oder methodische Handlungen spezifischer Sprache beschrieben ist, versteht es sich, dass der in den beigefügten Patentansprüchen definierte Gegenstand nicht notwendigerweise auf die hierin beschriebenen Merkmale oder Handlungen beschränkt ist. Die beschriebenen Merkmale

und Handlungen sind vielmehr als beispielhafte Formen zum Umsetzen der Ansprüche offenbart.

**[0009]** Der Fachmann wird verstehen, dass die Offenbarung in Network-Computing-Umgebungen mit vielen Arten von Computersystemkonfigurationen umgesetzt werden kann, zu denen ein Armaturenbrett-Fahrzeugcomputer, Personal Computer, Desktop-Computer, Laptop-Computer, Nachrichtenprozessoren, Handheld-Vorrichtungen, Multiprozessorsysteme, Unterhaltungselektronik auf Mikroprozessorbasis oder programmierbare Unterhaltungselektronik, Netz-PCs, Minicomputer, Mainframe-Computer, Mobiltelefone, PDAs, Tablets, Pager, Router, Switches, verschiedene Speichervorrichtungen und dergleichen gehören. Die Offenbarung kann außerdem in Umgebungen mit verteilten Systemen ausgeübt werden, in denen sowohl lokale Computersysteme als auch Remotecomputersysteme, die durch ein Netzwerk (entweder durch festverdrahtete Datenverknüpfungen, drahtlose Datenverknüpfungen oder durch eine Kombination aus festverdrahteten und drahtlosen Datenverknüpfungen) verbunden sind, Aufgaben durchführen. In einer Umgebung mit verteilten Systemen können Programmmodule sich sowohl in lokalen Speichervorrichtungen als auch in entfernten Speichervorrichtungen befinden.

**[0010]** Ferner können im vorliegenden Zusammenhang beschriebene Funktionen, wenn es angemessen ist, in einem oder mehreren der Folgenden durchgeführt werden: Hardware, Software, Firmware, digitalen Komponenten oder analogen Komponenten. Eine oder mehrere anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (application specific integrated circuits - ASICs) können zum Beispiel dazu programmiert sein, ein oder mehrere der im vorliegenden Zusammenhang beschriebenen Systeme und Verfahren auszuführen. Bestimmte Ausdrücke werden in der gesamten Beschreibung und den Ansprüchen verwendet, um auf bestimmte Systemkomponenten Bezug zu nehmen. Der Fachmann wird verstehen, dass unterschiedliche Bezeichnungen sich auf unterschiedliche Komponenten beziehen können. In dieser Schrift soll nicht zwischen Komponenten unterschieden werden, die sich der Bezeichnung nach unterscheiden, nicht jedoch hinsichtlich ihrer Funktion.

**[0011]** Es ist anzumerken, dass die im vorliegenden Zusammenhang erörterten Sensorausführungsformen Computerhardware, -software, -firmware oder eine beliebige Kombination davon umfassen können, um zumindest einen Teil ihrer Funktionen durchzuführen. Ein Sensor kann zum Beispiel einen Computercode beinhalten, der dazu konfiguriert ist, in einem oder mehreren Prozessoren ausgeführt zu werden, und kann eine Hardware-Logikschaltung/elektrische Schaltung beinhalten, die durch den Computercode gesteuert wird. Diese beispielhaften Vorrichtungen sind im vorliegenden Zusammenhang zur

Veranschaulichung bereitgestellt und sollen nicht einschränkend sein. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können in weiteren Arten von Vorrichtungen umgesetzt werden, wie es dem einschlägigen Fachmann bekannt ist.

**[0012]** Zumindest einige Ausführungsformen der Offenbarung werden Computerprogrammprodukten zugeführt, die eine derartige Logik (z. B. in Form von Software) umfassen, die auf einem beliebigen computernutzbaren Medium gespeichert ist. Derartige Software bewirkt bei Ausführung in einer oder mehreren Datenverarbeitungsvorrichtungen, dass eine Vorrichtung wie im vorliegenden Zusammenhang beschrieben zu arbeitet.

**[0013]** Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines Systems **100** zur Fahrzeugsteuerung innerhalb eines Fahrzeugs, das ein System **104** zur Fahrzeugüberprüfung beinhaltet, veranschaulicht. Ein System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung kann verwendet werden, um den Betrieb eines Fahrzeugs zu automatisieren oder zu steuern oder eine Unterstützung für einen menschlichen Fahrer bereitzustellen. Beispielsweise kann das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung eines oder mehrere von einem Bremsen, einem Lenken, einer Spannung des Sicherheitsgurts, einer Beschleunigung, Leuchten, Warnmeldungen, Fahrerbenachrichtigungen, einem Funk, Fahrzeugverriegelungen oder beliebigen anderen Hilfssystemen des Fahrzeugs steuern. In einem weiteren Beispiel kann das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung nicht dazu fähig sein, jegliche Steuerung des Fahrens (z. B. Lenken, Beschleunigen oder Bremsen) bereitzustellen, kann jedoch Benachrichtigungen und Warnmeldungen bereitstellen, um einen menschlichen Fahrer dabei zu unterstützen, sicher zu fahren. Das System **100** zur Fahrzeugsteuerung beinhaltet das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung, das mit verschiedenen Komponenten in dem Fahrzeug interagiert, um den Fahrzeuginnenraum auf Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Elemente innerhalb des Fahrzeugs zu überprüfen. Wengleich das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung in Fig. 1 als eine separate Komponente gezeigt ist, kann das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung in dem System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung oder einer beliebigen anderen Fahrzeugkomponente integriert sein.

**[0014]** Das System **100** zur Fahrzeugsteuerung beinhaltet ebenfalls ein(e) oder mehrere Sensorsysteme/-vorrichtungen zum Detektieren von in der Nähe befindlichen Objekten (oder Hindernissen) oder zum Bestimmen eines Standorts eines Stammfahrzeugs (z. B. eines Fahrzeugs, das das System **100** zur Fahrzeugsteuerung beinhaltet). Das System **100** zur Fahrzeugsteuerung kann zum Beispiel ein oder mehrere Radar(Radio Detection and Ranging)-Sys-

teme **106**, ein oder mehrere Lidar(Light Detection and Ranging)-Systeme **108**, ein oder mehrere Kamerasysteme **110**, ein Global-Positioning-System (GPS) **112** und/oder Ultraschallsysteme **114** beinhalten. Das eine oder die mehreren Kamerasysteme **110** können eine nach hinten gerichtete Kamera, die an dem Fahrzeug (z. B. einem hinteren Abschnitt des Fahrzeugs) montiert ist, eine nach vorne gerichtete Kamera und eine zur Seite gerichtete Kamera beinhalten. Die Kamerasysteme **110** können ebenfalls eine oder mehrere Innenraumkameras beinhalten, die Bilder des Fahrzeuginnenraums, wie etwa von Schmutz, Abfall, Flecken und anderen Objekten innerhalb des Fahrzeugs, aufnehmen. Die Lidar-Systeme **108** können einen oder mehrere Innenraum-Lidar-Sensoren beinhalten, die Daten aufnehmen, die mit dem Bereich innerhalb des Fahrzeugs assoziiert sind. Das System **100** zur Fahrzeugsteuerung kann einen Datenspeicher **116** zum Speichern von relevanten oder nützlichen Daten für die Navigation und Sicherheit, wie etwa Kartendaten, einem Fahrtverlauf oder anderen Daten, beinhalten. Das System **100** zur Fahrzeugsteuerung kann einen Sendeempfänger **118** zur drahtlosen Kommunikation mit einem mobilen oder drahtlosen Netzwerk, anderen Fahrzeugen, einer Infrastruktur oder einem beliebigen anderen Kommunikationssystem beinhalten.

**[0015]** Das System **100** zur Fahrzeugsteuerung kann Steuerungsaktoren **120** zum Steuern von verschiedenen Aspekten des Fahrens des Fahrzeugs, wie etwa elektrische Motoren, Schalter oder andere Aktoren, beinhalten, um das Bremsen, Beschleunigen, Lenken, die Spannung des Sicherheitsgurts, die Türverriegelungen und dergleichen, zu steuern. Das System **100** zur Fahrzeugsteuerung kann ebenfalls eine(n) oder mehrere Anzeigen **122**, Lautsprecher **124** oder andere Vorrichtung beinhalten, sodass Benachrichtigungen an einen menschlichen Fahrer oder Fahrgast bereitgestellt werden können. Eine Anzeige **122** kann eine Frontanzeige, eine Anzeige oder einen Indikator auf der Instrumententafel, einen Bildschirm oder einen beliebigen anderen visuellen Hinweis umfassen, die/der von einem Fahrer oder Fahrgast eines Fahrzeugs gesehen werden kann. Die Lautsprecher **124** können einen oder mehrere Lautsprecher eines Soundsystems eines Fahrzeugs beinhalten oder können einen zur Fahrer- oder Fahrgastbenachrichtigung gedachten Lautsprecher beinhalten.

**[0016]** Es versteht sich, dass die Ausführungsform aus Fig. 1 nur als Beispiel angegeben wird. Andere Ausführungsformen können weniger oder zusätzliche Komponenten beinhalten, ohne vom Umfang der Offenbarung abzuweichen. Zusätzlich können die veranschaulichten Komponenten ohne Einschränkung kombiniert oder in anderen Komponenten beinhaltet sein.

**[0017]** In einer Ausführungsform ist das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung dazu konfiguriert, das Fahren oder die Navigation eines Stammfahrzeugs zu steuern. Das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung kann zum Beispiel die Aktoren **120** zur Fahrzeugsteuerung steuern, um einen Weg auf einer Straße, einem Parkplatz, in einer Einfahrt oder an einem anderen Ort zu fahren. Das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung kann einen Weg auf Grundlage von Informationen oder Wahrnehmungsdaten bestimmen, die von beliebigen der Komponenten **106-118** bereitgestellt werden. Ein Weg kann außerdem auf Grundlage einer Route bestimmt werden, die das Fahrzeug manövriert, um eine potentielle Kollision mit einem anderen Fahrzeug oder Objekt zu vermeiden oder abzuschwächen. Die Sensorsysteme/-vorrichtungen **106-110** und **114** können dazu verwendet werden, Echtzeitsensordaten zu erhalten, sodass das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung einen Fahrer in Echtzeit unterstützen oder ein Fahrzeug in Echtzeit fahren kann.

**[0018]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines Systems **104** zur Fahrzeugüberprüfung veranschaulicht. Wie in Fig. 2 gezeigt, beinhaltet das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung eine Kommunikationsverwaltungsvorrichtung **202**, einen Prozessor **204** und einen Speicher **206**. Die Kommunikationsverwaltungsvorrichtung **202** ermöglicht dem System **104** zur Fahrzeugüberprüfung mit anderen Systemen, wie etwa dem System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung, zu kommunizieren. Der Prozessor **204** führt verschiedene Anweisungen aus, um die Funktionalität umzusetzen, die das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung, wie im vorliegenden Zusammenhang erörtert, bereitstellt. Der Speicher **206** speichert sowohl diese Anweisungen als auch andere Daten, die von dem Prozessor **204** und anderen Modulen, die in dem System **104** zur Fahrzeugüberprüfung enthalten sind, verwendet werden.

**[0019]** Zusätzlich beinhaltet das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung ein Bildverarbeitungsmodul **208**, das Bilddaten von einem oder mehreren Kamerasystemen **110** empfängt. Das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung kann ebenfalls Bilder von einem unbemannten Flugzeug innerhalb des Fahrzeugs empfangen. Das unbemannte Flugzeug beinhaltet eine oder mehrere Kameras, um Bilder des Innenraums des Fahrzeugs aufzunehmen. In bestimmten Umsetzungen beinhaltet das unbemannte Flugzeug mindestens eine RGB(Rot-Grün-Blau)-Kamera und mindestens eine IR(Infrarot)-Kamera. In einigen Ausführungsformen werden die von der Kamera des unbemannten Flugzeugs aufgenommenen Bilder drahtlos an das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung kommuniziert. Das unbemannte Flugzeug beinhaltet jede Art von Flugzeug oder jede flugfähige Vorrichtung,

die ohne einen menschlichen Piloten an Bord navigieren kann. Ein unbemanntes Flugzeug kann zum Beispiel selbstfliegend (z. B. autonom) oder von einem anderen System oder Betreiber aus der Ferne gesteuert sein. In einigen Umsetzungen handelt es sich bei dem unbemannten Flugzeug um eine kleine Drohne, wie etwa eine Nanodrohne, eine Minidrohne, eine Mikrodrohne und dergleichen. Das unbemannte Flugzeug ist, wie nachstehend ausführlicher erörtert, klein genug, um den Fahrzeuginnenraum zu durchfliegen. In einigen Ausführungsformen kann das unbemannte Flugzeug in einem Fahrzeugfach (z. B. einem Handschuhfach) aufbewahrt werden, wenn es nicht verwendet wird. Im vorliegenden Zusammenhang kann das unbemannte Flugzeug auch als unbemanntes Luftfahrzeug (Unmanned Aerial Vehicle, UAV), unbemanntes Flugzeugsystem oder eine unbemannte Flugzeugschaltung bezeichnet werden.

**[0020]** In einigen Ausführungsformen beinhaltet das Bildverarbeitungsmodul **208** einen Bildverwaltungsalgorithmus oder ein Bildverarbeitungsverfahren, der/das ein oder mehrere Sauber-Bilder verwaltet, die Bilder eines Fahrzeuginnenraums darstellen, wenn er sauber ist (z. B. ohne Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Elemente in dem Fahrzeug). Zusätzlich kann das Bildverarbeitungsmodul **208** ein oder mehrere zusätzliche Bilder verwalten, die aufgenommen werden, nachdem ein Fahrgast das Fahrzeug verlassen hat. Wie im vorliegenden Zusammenhang erörtert, werden diese zusätzlichen Bilder (auch als „Aktuell-Bilder“ bezeichnet) mit den Sauber-Bildern verglichen, um zu bestimmen, ob der Fahrzeuginnenraum als Folge der Reise des Fahrgasts in dem Fahrzeug einen Fleck, Abfall, Schmutz oder andere Elemente aufweist.

**[0021]** Das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung beinhaltet ebenfalls ein Bildsubtraktionsmodul **210**, das die zusätzlichen (z. B. die „Aktuell-Bilder“) von den Sauber-Bildern subtrahiert, um die Unterschiede zwischen den Bildern zu identifizieren. Diese Unterschiede können Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Elemente darstellen, die/den der vorherige Fahrgast hinterlassen hat. Ein Anomaliedetektionsmodul **212** identifiziert eine oder mehrere Anomalien auf Grundlage einer Analyse der Unterschiede zwischen den Aktuell-Bildern und den Sauber-Bildern. Diese Anomalien können zum Beispiel Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Elemente beinhalten, die/den der vorherige Fahrgast hinterlassen hat.

**[0022]** Eine Flugbahnverwaltungsvorrichtung **214** steuert die Bewegung und die Flugbahn des unbemannten Flugzeugs innerhalb des Fahrzeugs. In einigen Ausführungsformen kann das unbemannte Flugzeug einer vorbestimmten Flugbahn folgen, die der Kamera des unbemannten Flugzeugs ermöglicht, Bilder von dem Fahrzeuginnenraum aufzunehmen, um alle Bereiche auf Flecken, Schmutz, Abfall und an-

dere Elemente zu überprüfen. Die Flugbahnverwaltungsvorrichtung **214** kann drahtlos mit dem unbemannten Flugzeug kommunizieren, um die Bahn des Flugzeugs innerhalb des Fahrzeugs zu steuern. In einigen Ausführungsformen weist die Flugbahnverwaltungsvorrichtung **214** das unbemannte Flugzeug ebenfalls an, Bilder des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen.

**[0023]** Eine adaptive Flugsteuerung **216** identifiziert die Bewegung des Fahrzeugs, während das unbemannte Flugzeug in dem Fahrzeug fliegt, und stellt die Flugbahn des Flugzeugs bei Bedarf ein, um die Bewegung des Fahrzeugs zu kompensieren. Zusätzliche Details bezüglich des Einstellens der Flugbahn auf Grundlage der Fahrzeugbewegung werden im vorliegenden Zusammenhang bereitgestellt. Ein Abfall/Fleck-Klassifizierungsmodul **218** detektiert Standorte und Arten von Flecken, Schmutz, Abfall und anderen Elementen in dem Fahrzeug auf Grundlage der aufgenommenen Bilder. Das Abfall/Fleck-Klassifizierungsmodul **218** analysiert zum Beispiel die identifizierten Unterschiede zwischen dem Aktuell- und dem Sauber-Bild, um die Art von Abfall oder Fleck zu klassifizieren. Eine bestimmte Anomalie kann zum Beispiel als ein Flüssigkeitsfleck, ein Abfallstück oder Schmutz am Boden oder auf einer Sitzfläche klassifiziert werden.

**[0024]** Eine Fahrzeugwartungsverwaltungsvorrichtung **220** verwaltet die Reinigung und Wartung des Fahrzeugs. Wenn zum Beispiel ein Fleck, Schmutz, Abfall oder ein anderes Element in dem Fahrzeug detektiert wird, nachdem ein Fahrgast das Fahrzeug verlassen hat, kann die Fahrzeugwartungsverwaltungsvorrichtung **220** bestimmen, ob das Fahrzeug außer Betrieb genommen werden muss, bevor der nächste Fahrgast aufgenommen wird. Wenn eine Reinigung erforderlich ist, kann die Fahrzeugwartungsverwaltungsvorrichtung **220** das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung anweisen, das Fahrzeug zur nächsten Reinigungs- oder Wartungseinrichtung zu fahren. Die Fahrzeugwartungsverwaltungsvorrichtung **220** kann die Größe oder Klassifizierung des detektierten Flecks, Schmutzes, Abfalls oder anderen Elements beim Bestimmen, ob eine Reinigung erforderlich ist, berücksichtigen. Zusätzlich kann die Fahrzeugwartungsverwaltungsvorrichtung **220**, wenn eine Reinigung erforderlich ist, bestimmen, welche Art von Reinigung erforderlich ist.

**[0025]** Fig. 3 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Fahrzeugs **300** mit mehreren Innenraumkameran und einem unbemannten Flugzeug innerhalb des Fahrzeugs. Wie in Fig. 3 gezeigt, weist das Fahrzeug **300** vier Innenraumkameran **302**, **304**, **306** und **308** auf. In einigen Ausführungsformen sind die Kameras **302-308** im Fahrzeug **300** derartig positioniert und ausgerichtet, dass sich alle Sitzflächen (z. B. Sitzflä-

chen und Rückenlehnen) im Sichtfeld mindestens einer Kamera **302-308** befinden. Andere Bereiche des Innenraums des Fahrzeugs **300**, wie beispielsweise der Fahrzeugboden, können sich ebenfalls im Sichtfeld einer oder mehrerer Kameras **302-308** befinden.

**[0026]** Zusätzlich ist in Fig. 3 ein unbemanntes Flugzeug **310** als im Fahrzeug **300** fliegend gezeigt. Wie im vorliegenden Zusammenhang erörtert, beinhaltet das unbemannte Flugzeug **310** eine oder mehrere Kameras (wie etwa eine RGB-Kamera und eine IR-Kamera), die Bilder des Innenraums des Fahrzeugs **300** aufnehmen, während das unbemannte Flugzeug **310** durch den Fahrzeuginnenraum fliegt. Das unbemannte Flugzeug **310** kann in jedem zugänglichen Bereich des Fahrzeuginnenraums fliegen, um Bilder aufzunehmen, die analysiert werden, um Schmutz, Flecken, Abfall und andere Objekte im Fahrzeug **300** zu identifizieren. In einigen Ausführungsformen wird das unbemannte Flugzeug **310** aktiviert, um durch den Innenraum des Fahrzeugs **300** zu fliegen, nachdem ein oder mehrere Fahrgäste das Fahrzeug **300** verlassen haben. Ein Fahrzeugfach **312** stellt einen Aufbewahrungsort für das unbemannte Flugzeug **310** bereit, wenn dieses nicht verwendet wird. Bei dem Fahrzeugfach **312** kann es sich zum Beispiel um ein Handschuhfach oder ein anderes Fach in dem Fahrzeug **300** handeln. In einigen Ausführungsformen wird das unbemannte Flugzeug **310** aufgeladen, während es sich im Fahrzeugfach **312** befindet.

**[0027]** Obwohl in Fig. 3 vier Innenraumkameran **302-308** gezeigt sind, kann das Fahrzeug **300** in alternativen Ausführungsformen eine beliebige Anzahl von Innenraumkameran aufweisen, die an verschiedenen Orten im gesamten Fahrzeug positioniert und in unterschiedlichen Winkeln ausgerichtet sind. Zusätzlich kann, obwohl in Fig. 3 ein unbemanntes Flugzeug **310** gezeigt ist, das Fahrzeug **300** in alternativen Ausführungsformen eine beliebige Anzahl von unbemannten Flugzeugen **310** beinhalten, die innerhalb des Fahrzeugs fliegen.

**[0028]** Fig. 4 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens **400** zum Überprüfen eines Innenraums eines Fahrzeugs unter Verwendung eines unbemannten Flugzeugs. Zunächst aktiviert **402** ein System zur Fahrzeugüberprüfung ein unbemanntes Flugzeug in einem Fahrzeug. Wenn zum Beispiel ein oder mehrere Fahrgäste das Fahrzeug **300** verlassen, kann das unbemannte Flugzeug **310** aus dem Fahrzeugfach **312** freigegeben werden, um den Fahrzeuginnenraum auf Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Objekte zu untersuchen, die/den der vorherigen Fahrgast hinterlassen hat. Das unbemannte Flugzeug manövriert **404** durch den Fahrzeuginnenraum, wobei es einer Flugbahn folgt, um Bilder des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen. In einigen Ausführungsformen ermöglicht die Flugbahn den Kameras an dem unbemannten Flugzeug, Bilder aller re-

levanten Abschnitte des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen (z. B. alle Bereiche, in denen der vorherige Fahrgast wahrscheinlich Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Objekte hinterlassen hat).

**[0029]** In einigen Umsetzungen manövriert das unbemannte Flugzeug durch den Fahrzeuginnenraum, während das Fahrzeug zu einem anderen Ort fährt. Während das unbemannte Flugzeug im Fahrzeuginnenraum manövriert, empfängt 406 das System zur Fahrzeugüberprüfung Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind. Die Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind, beinhalten beispielsweise Daten bezüglich der Beschleunigung des Fahrzeugs, der Verlangsamung des Fahrzeugs oder des Abbiegens des Fahrzeugs (einschließlich der Abbiegerichtung). Das System zur Fahrzeugüberprüfung bestimmt 408 dann, ob die Flugbahn des unbemannten Flugzeugs auf Grundlage der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs eingestellt werden muss. Die Bewegung des Fahrzeugs kann die Flugbahn des unbemannten Flugzeugs verändern, da die Fahrzeugbewegung bewirken kann, dass sich die Luft im Fahrzeug bewegt, wodurch das unbemannte Flugzeug in verschiedene Richtungen „gedrückt“ werden kann. Wenn ein Fahrzeug zum Beispiel langsamer wird, bewegt sich die Luft innerhalb des Fahrzeugs nach vorne (z. B. in Richtung der Vorderseite der Kabine). Diese Vorwärtsbewegung der Luft kann das unbemannte Flugzeug nach vorne „drücken“, da sich das unbemannte Flugzeug in dem Luftstrom befindet, der sich in Richtung der Vorderseite des Fahrzeugs bewegt. Andere Fahrzeugbewegungen können das unbemannte Flugzeug in verschiedene Richtungen „drücken“. Beispielsweise kann eine Beschleunigung des Fahrzeugs das unbemannte Flugzeug in Richtung der Rückseite der Fahrzeugkabine „drücken“ und ein Abbiegen nach rechts oder links kann das unbemannte Flugzeug in Richtung der rechten oder linken Seite der Fahrzeugkabine „drücken“. Zusätzliche Details im Bezug darauf, wie das System bestimmt 408, ob die Flugbahn eingestellt werden soll, werden in vorliegenden Zusammenhang und insbesondere in Bezug auf **Fig. 5** erörtert.

**[0030]** Wenn eine Flugbahneinstellung erforderlich **410** ist, stellt das System zur Fahrzeugüberprüfung die Flugbahn des unbemannten Flugzeugs ein **412**, um die aktuelle Bewegung des Fahrzeugs zu kompensieren. Die Flugbahneinstellung ist wichtig, um zu verhindern, dass das unbemannte Flugzeug gegen einen Sitz, ein Fenster oder eine andere Fahrzeugoberfläche fliegt. Außerdem muss das unbemannte Flugzeug, um sicherzustellen, dass das unbemannte Flugzeug Bilder von vordefinierten Orten aufnimmt, einem vordefinierten Flugplan folgen. In einigen Ausführungsformen kommuniziert das System zur Fahrzeugüberprüfung den eingestellten Flugplan über eine drahtlose Kommunikationsverbindung an das un-

bemannte Flugzeug. Wenn keine Flugbahneinstellung erforderlich **410** ist, bestimmt das Verfahren, ob die Flugbahn vollendet **414** ist. Wenn die Flugbahn nicht vollendet ist, kehrt das Verfahren zum **404** zurück, wobei das unbemannte Flugzeug kontinuierlich durch den Innenraum des Fahrzeugs manövriert, indem es der Flugbahn folgt.

**[0031]** Wenn die Flugbahn bei **414** vollendet ist, kommuniziert **416** das unbemannte Flugzeug die aufgenommenen Bilder an das System zur Fahrzeugüberprüfung. In einigen Ausführungsformen kommuniziert das unbemannte Flugzeug die Bilder an das System zur Fahrzeugüberprüfung, während das unbemannte Flugzeug durch den Fahrzeuginnenraum manövriert. Das unbemannte Flugzeug kann zum Beispiel Bilder an das System zur Fahrzeugüberprüfung kommunizieren, während die Bilder von den Kameras, die an dem unbemannten Flugzeug montiert sind, aufgenommen werden. Zusätzlich kehrt das unbemannte Flugzeug zur Aufbewahrung und in einigen Ausführungsformen zum Aufladen einer Batterie oder einer anderen Energiequelle in dem unbemannten Flugzeug in das Fahrzeugfach zurück. Schließlich analysiert **418** das System zur Fahrzeugüberprüfung die aufgenommenen Bilder, um Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Objekte im Fahrzeug zu identifizieren. Zusätzliche Details im Bezug darauf, wie das System Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Objekte in dem Fahrzeug identifiziert, werden im vorliegenden Zusammenhang und insbesondere unter Bezugnahme auf **Fig. 6** erörtert.

**[0032]** In einigen Ausführungsformen kann die Flugbahn des unbemannten Flugzeugs modifiziert werden, um Hindernissen in der Kabine des Fahrzeugs auszuweichen und zusätzliche Details im Bezug auf einen bestimmten Abschnitt des Fahrzeuginnenraums zu erhalten. Falls zum Beispiel eine anfängliche Analyse eines aufgenommenen Bildes einen Fleck, Schmutz, Abfall oder ein anderes Objekt angibt, kann das unbemannte Flugzeug zu diesem Ort im Fahrzeug zurückkehren, um zusätzliche Bilder aufzunehmen, wie etwa Nahaufnahmen oder Bilder, die aus einer anderen Perspektive aufgenommen werden, um den Fleck, Schmutz, Abfall oder das andere Objekte besser zu analysieren oder zu klassifizieren. In einigen Ausführungsformen kommuniziert das System zur Fahrzeugüberprüfung eines oder mehrere der aufgenommenen Bilder an einen entfernten Ort mit leistungsfähigeren Rechenressourcen and/or menschlichen Benutzern, das identifizierten Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Objekte im Fahrzeug weiter analysieren und bestimmen können, welche Art von Reinigung oder Fahrzeugwartung nötig ist, bevor ein neuer Fahrgast abgeholt wird.

**[0033]** **Fig. 5** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens **500** zum Einstellen einer Flugbahn eines unbemannten Flugzeugs. Anfänglich empfängt

**502** das System zur Fahrzeugüberprüfung Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind. Wie vorstehend erwähnt, kann die Bewegung des Fahrzeugs eine Beschleunigung des Fahrzeugs, Verlangsamung des Fahrzeugs oder ein Abbiegen des Fahrzeugs (einschließlich der Richtung des Abbiegens) beinhalten. In einigen Ausführungsformen können die im vorliegenden Zusammenhang erörterten Systeme und Verfahren auch Änderungen der Fahrzeugbewegung, wie wenn sich das Fahrzeug einen Hügel hinauf oder hinunter bewegt, oder eine andere Fahrsituation, in der sich die Höhe des Fahrzeugs ändert, berücksichtigen. Das System zur Fahrzeugüberprüfung bestimmt **504**, ob das Fahrzeug gerade beschleunigt, sich verlangsamt oder abbiegt, zum Beispiel auf Grundlage von Daten von Fahrzeugsteuerungseingaben (Gaspedal, Bremspedal), einem Beschleunigungsmesser, einem Gyroskop und dergleichen. In einigen Ausführungsformen bestimmt **504** das System zur Fahrzeugüberwachung auf Grundlage von Daten von dem System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung, ob das Fahrzeug gerade beschleunigt, sich verlangsamt oder abbiegt. Beim Fahren im autonomen Modus kann das System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung Daten im Bezug auf die den Fahrzeugsteuerungsaktoren und anderen Fahrzeugsystem bereitgestellten Eingaben bereitstellen, die angeben, dass das Fahrzeug beschleunigt, sich verlangsamt oder abbiegt (oder dies bald tun wird).

**[0034]** Wenn das Fahrzeug bei **506** nicht beschleunigt, sich verlangsamt oder abbiegt, kehrt das Verfahren zu **504** zurück, wobei das System zur Fahrzeugüberprüfung fortfährt zu bestimmen, ob das Fahrzeug beschleunigt, sich verlangsamt oder abbiegt. In dieser Situation kann davon ausgegangen werden, dass sich das Fahrzeug in einem stabilen Zustand befindet (d. h. nicht beschleunigt, sich verlangsamt oder abbiegt). Wenn das Fahrzeug bei **506** eine oder mehrere Bewegungen ausführt (z. B. Beschleunigen, Verlangsamen und/oder Abbiegen), bestimmt **508** das System zur Fahrzeugüberprüfung einen Wert der Beschleunigung, Verlangsamung und/oder des Abbiegens. Das System zur Fahrzeugüberprüfung identifiziert **510** dann geeignete Flugbahneinstellungen für das unbemannte Flugzeug, um die Beschleunigung, Verlangsamung und/oder das Abbiegen des Fahrzeugs zu kompensieren. Die Menge an Einstellung, die nötig ist, kann in Abhängigkeit von dem Wert der Beschleunigung, Verlangsamung und/oder des Abbiegens variieren.

**[0035]** Das Verfahren **500** wird fortgesetzt, während das System zur Fahrzeugüberprüfung die Flugbahn des unbemannten Flugzeugs auf Grundlage der vorstehend bestimmten geeigneten Einstellungen einstellt **512**. Das System zur Fahrzeugüberprüfung kommuniziert **514** die eingestellte Flugbahn, zum Beispiel über eine drahtlose Kommunikations-

verbindung, an das unbemannte Flugzeug. Das unbemannte Flugzeug stellt seinen Betrieb auf Grundlage der eingestellten Flugbahn ein, was dem unbemannten Flugzeug ermöglichen sollte, seiner vorbestimmten Flugbahn genauer zu folgen, die den Kameras des unbemannten Flugzeugs ermöglicht, Bilder vom Fahrzeuginnenraum aufzunehmen, um alle Bereiche auf Flecken, Schmutz, Abfall und andere Elemente zu untersuchen. Nach dem Kommunizieren **514** der eingestellten Flugbahn an das unbemannte Flugzeug kehrt das Verfahren **500** zu **504** zurück, um mit dem Bestimmen, ob das Fahrzeug beschleunigt, sich verlangsamt oder abbiegt, fortzufahren.

**[0036]** In einigen Ausführungsformen ist das unbemannte Flugzeug dazu fähig, seinen Standort innerhalb der Fahrzeugkabine unabhängig zu bestimmen. Obwohl das unbemannte Flugzeug Anweisungen zur Flugsteuerung (oder Flugbahn) von einem System zur Fahrzeugüberprüfung (oder einem anderen System) empfangen kann, kann das unbemannte Flugzeug seinen Standort innerhalb des Fahrzeugs auf Grundlage von visuellen Hinweisen, zum Beispiel aus Bildern, die von der Kamera des unbemannten Flugzeugs aufgenommen werden, bestimmen. In einigen Ausführungsformen sind die visuellen Hinweise mit vordefinierten Punkten oder vordefinierten Standorten innerhalb des Fahrzeugs assoziiert. Wenn das unbemannte Flugzeug einen dieser vordefinierten Punkte identifiziert, kann das unbemannte Flugzeug seinen Standort innerhalb des Fahrzeugs auf Grundlage des Standorts des vordefinierten Punktes innerhalb eines aufgenommenen Bildes und des bekannten Winkels oder der Perspektive, aus dem/der das unbemannte Flugzeug das Bild aufgenommen hat, bestimmen (oder zumindest ungefähr bestimmen). Beispielhafte vordefinierte Punkte beinhalten Objekte oder Gegenstände, die im Allgemeinen einen festen Standort aufweisen, wie etwa das Lenkrad, ein Firmenlogo in der Mitte des Lenkrads, Sicherheitsgurtaufnahmevorrichtungen, Türgriffe, Lüftungsschlitze, Kopfstützen und dergleichen. In einigen Umsetzungen handelt es sich bei den vordefinierten Punkten um spezifische Markierungen oder Codes innerhalb des Fahrzeugs, wie beispielsweise Strichcodes, ArUco-Markierer und dergleichen. Da sich das unbemannte Flugzeug innerhalb des Fahrzeugs bewegt, kann eine Technik wie „Struktur aus Bewegung“ (Structure from Motion, SfM) verwendet werden, um den Standort des unbemannten Flugzeugs innerhalb des Fahrzeugs zu schätzen. In einigen Umsetzungen verwendet das unbemannte Flugzeug einen oder mehrere andere Sensoren, um das Bestimmen des Standorts des unbemannten Flugzeugs innerhalb des Fahrzeugs zu unterstützen. In einigen Ausführungsformen kommuniziert das unbemannte Flugzeug seinen aktuellen Standort an ein System zur Fahrzeugüberprüfung, was dem System zur Fahrzeugüberprüfung ermöglicht, den Standort des unbemannten Flugzeugs auf der Flugbahn zu

bestätigen. Befindet sich das unbemannte Flugzeug nicht auf der richtigen Flugbahn, kann eine entsprechende Einstellung von dem System zur Fahrzeugüberprüfung an das unbemannte Flugzeug kommuniziert werden.

**[0037] Fig. 6** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens **600** zum Detektieren eines Flecks oder von Abfall in einem Fahrzeug. Anfänglich greift das System zur Fahrzeugüberprüfung auf ein oder mehrere Sauber-Bilder zu **602**, die mit einem sauberen Fahrzeuginnenraum assoziiert sind. Diese Sauber-Bilder werden aufgenommen, wenn das Fahrzeug keine Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Elemente aufweist, die/der im Fahrzeug hinterlassen wurden. In einigen Ausführungsformen werden die Sauber-Bilder ausgehend von einem speziellen Standort und in einem speziellen Winkel innerhalb des Fahrzeugs aufgenommen. Die Sauber-Bilder können zum Beispiel von einer oder mehreren Kameras aufgenommen werden, die an bestimmten Standorten im Fahrzeug montiert sind. Zusätzlich können einige (oder alle) der Sauber-Bilder von einem unbemannten Flugzeug an bestimmten Standorten entlang einer Flugbahn innerhalb des Fahrzeugs aufgenommen werden. Das System zur Fahrzeugüberprüfung empfängt **604** ebenfalls ein oder mehrere Bilder des aktuellen Fahrzeuginnenraums (als „Aktuell-Bilder“ bezeichnet). Die Aktuell-Bilder können von einer oder mehreren am Fahrzeug montierten Kameras und/oder Kameras, die an dem unbemannten Flugzeug montiert sind, das innerhalb des Fahrzeugs manövriert, aufgenommen werden.

**[0038]** Das Verfahren **600** wird fortgesetzt, während das System zur Fahrzeugüberprüfung die Aktuell-Bilder von den Sauber-Bildern subtrahiert **606**. Dieser Subtraktionsprozess identifiziert **608** Unterschiede zwischen den Aktuell-Bildern und den Sauber-Bildern. Diese Unterschiede können Flecken, Schmutz, Abfall oder andere Objekte, die/den ein vorheriger Fahrgast hinterlassen hat, darstellen. Das System zur Fahrzeugüberprüfung analysiert **610** die Unterschiede zwischen den Aktuell-Bildern und den Sauber-Bildern und bestimmt, ob ein Fleck, Schmutz, Abfall oder ein anderes Element in dem Fahrzeug vorhanden ist. In einigen Ausführungsformen identifiziert die Analyse der Unterschiede zwischen den Aktuell-Bildern und den Sauber-Bildern eine oder mehrere Konturen in den identifizierten Unterschieden. Die Konturen beinhalten beispielsweise die Konturen von Flecken, Schmutz, Abfall oder anderen Elementen. Auf Grundlage der Form der Kontur und der Glätte der Konturränder bestimmt das System zur Fahrzeugüberprüfung die Art des Flecks, Schmutzes, Abfalls oder anderen Elements auf den Bildern. Wenn zum Beispiel die Kontur im Wesentlichen rund mit glatten Rändern ist, handelt es sich wahrscheinlich um einen Fleck. Weist die Kontur jedoch eine unregelmäßige Form and/or scharfe/gezackte Rän-

der auf, ist es wahrscheinlicher, dass es sich um ein Stück Abfall oder ein anderes Element handelt, das ein vorheriger Fahrgast im Fahrzeug hinterlassen hat. Auf Grundlage der Analyse und Bestimmung eines Flecks, Schmutzes, Abfalls oder anderen Objekts bestimmt **612** das Verfahren, ob das Fahrzeug zur Reinigung außer Betrieb genommen werden soll. Insbesondere bestimmt das Verfahren, ob das Fahrzeug gereinigt werden muss, bevor einem anderen Fahrgast ermöglicht wird, in das Fahrzeug einsteigen kann. Diese Bestimmung, ob das Fahrzeug gereinigt werden muss, kann das Bestimmen der Größe des Flecks, des Schmutzes, des Abfalls oder des anderen Elements beinhalten. Ein kleines Stück Abfall auf dem Boden erfordert möglicherweise keine Fahrzeugreinigung, aber ein erheblicher Fleck auf dem Sitz würde wahrscheinlich eine Reinigung des Fahrzeugs erfordern.

**[0039]** Wenn das Fahrzeug zur Reinigung **612** außer Betrieb genommen werden muss, wird eine geeignete Reinigung des Fahrzeugs durchgeführt **614**, bevor der nächste Fahrgast akzeptiert wird. Diese Reinigung kann abhängig von der Menge an Reinigung und der Nähe des Fahrzeugs zu einem mobilen Reinigungsdienst und/or einer Reinigungs-/Wartungseinrichtung bei einem mobilen Reinigungsdienst oder einer Fahrzeuwartungseinrichtung durchgeführt werden. Nachdem das Fahrzeug gereinigt wurde (oder wenn das Fahrzeug keine Reinigung benötigt), wird das Fahrzeug zur Abholung eines neuen Fahrgasts bereitgestellt und erwartet Anweisungen **616**, den nächsten Fahrgast abzuholen.

**[0040] Fig. 7** veranschaulicht eine Ausführungsform eines Fahrzeuginnenraums **700** mit einem unbemannten Flugzeug **704**, das innerhalb des Fahrzeugs manövriert. Der Fahrzeuginnenraum **700** beinhaltet Sitzflächen **702** und veranschaulicht einen Fleck **706** auf einer der Flächen. Wie in **Fig. 7** gezeigt, nimmt eine Kamera, die an einem unbemannten Flugzeug **704** montiert ist, ein Bild des Flecks **706** auf und kommuniziert das aufgenommene Bild an ein System zur Fahrzeugüberprüfung, das mit dem Fahrzeug assoziiert ist.

**[0041] Fig. 8** ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform eines unbemannten Flugzeugs **704** veranschaulicht. Wie in **Fig. 8** gezeigt, beinhaltet das unbemannte Flugzeug **704** eine Kommunikationsverwaltungsvorrichtung **802**, einen Prozessor **804** und einen Speicher **806**. Die Kommunikationsverwaltungsvorrichtung **802** ermöglicht dem unbemannten Flugzeug **704**, mit anderen Systemen, wie etwa einem System **102** zum automatisierten Fahren/zur Unterstützung und einem System **104** zur Fahrzeugüberprüfung, zu kommunizieren. Der Prozessor **804** führt verschiedene Anweisungen aus, um die Funktionalität, die von dem unbemannten Flugzeug **704** bereitgestellt wird, wie im vorliegenden Zusammen-

hang erörtert, umzusetzen. Der Speicher **806** speichert sowohl diese Anweisungen als auch andere Daten, die von dem Prozessor **804** und anderen Modulen und Komponenten, die in dem unbemannten Flugzeug **704** enthalten sind, verwendet werden. Zusätzlich beinhaltet das unbemannte Flugzeug **704** eine RGB-Kamera **808** und eine IR-Kamera **810**.

**[0042]** Das unbemannte Flugzeug **704** umfasst auch ein Bildaufnahmemodul **812**, das Bilder von der RGB-Kamera **808** und/oder IR-Kamera **810** aufnimmt. Wie im vorliegenden Zusammenhang erörtert, können diese aufgenommenen Bilder an das System **104** zur Fahrzeugüberprüfung oder andere Komponenten oder Systeme kommuniziert werden. Ein Flugbahnmodul **814** enthält Informationen in Bezug auf eine vordefinierte Flugbahn, der das unbemannte Flugzeug **704** zu folgen versucht. In einigen Ausführungsformen werden die Flugbahninformationen vom System **104** zur Fahrzeugüberprüfung empfangen. Ein Positionsbestimmungsmodul **816** bestimmt einen Standort des unbemannten Flugzeugs **704** innerhalb des Fahrzeugs. Das Positionsbestimmungsmodul **816** kann zum Beispiel visuelle Hinweise analysieren, die auf Bildern enthalten sind, die von der RGB-Kamera **808** und/oder IR-Kamera **810** aufgenommen werden.

**[0043]** Ein Rotorsteuerungsmodul **818** steuert den Betrieb mehrerer Rotoren **820**, die mit dem unbemannten Flugzeug **704** assoziiert sind. In einigen Ausführungsformen weist das unbemannte Flugzeug **704** drei oder vier Rotoren **820** auf, die das unbemannte Flugzeug **704** beim Fliegen durch das Fahrzeug unterstützen. Das Rotorsteuerungsmodul **818** kann zum Beispiel die Drehzahl jedes Rotors **820** steuern, um das unbemannte Flugzeug **704** durch die Kabine des Fahrzeugs zu lenken und zu manövrieren. Somit kann das Rotorsteuerungsmodul **818** das Manövrieren des unbemannten Flugzeugs **704** entlang einer bestimmten Flugbahn, die Hindernissen im Fahrzeug und dergleichen ausweicht, unterstützen. In bestimmten Ausführungsformen werden eine oder mehrere der von dem Rotorsteuerungsmodul **818** durchgeführten Funktionen stattdessen von dem System **104** zur Fahrzeugüberprüfung durchgeführt, das geeignete Rotorsteuerungsbefehle zur Umsetzung an das Rotorsteuerungsmodul **818** sendet.

**[0044]** In einigen Ausführungsformen bestimmt der im vorliegenden Zusammenhang erörterte adaptive Flugsteuerungsprozess Kräfte, die auf das unbemannte Flugzeug **704** ausgeübt werden, als Ergebnis einer Fahrzeugbewegung (Beschleunigen, Verlangsamung, Abbiegen usw.) und angewendeten Fahrzeugsteuerungen (Gaspedal, Bremse, Lenkvorrichtung usw.). Auf Grundlage der Kräfte, die auf das unbemannte Flugzeug **704** ausgeübt werden, kann das Rotorsteuerungsmodul **818** die Rotordrehzahl schätzen, die für jeden Rotor nötig ist, um die ausgeübten

Kräfte zu kompensieren. Das Rotorsteuerungsmodul **818** stellt dann die Drehzahl von jedem der mehreren Rotoren ein, um das unbemannte Flugzeug **704** auf einer speziellen Flugbahn zu halten.

**[0045]** In einigen Ausführungsformen sind die im vorliegenden Zusammenhang erörterten Systeme und Verfahren ebenfalls hilfreich beim Detektieren von Fahrzeuginnenraumbeschädigungen, wie etwa zerrissenen Sitzflächen, zerbrochenen Verkleidungsteilen, hängenden Verkleidungsteilen, beschädigten Armlehnen, beschädigten Sicherheitsgurten und dergleichen.

**[0046]** Während im vorliegenden Zusammenhang verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben werden, versteht es sich, dass diese lediglich als Beispiele und nicht als Einschränkung dienen. Für den einschlägigen Fachmann ist ersichtlich, dass verschiedene Änderungen in Form und Detail daran vorgenommen werden können, ohne vom Geist und Umfang der Offenbarung abzuweichen. Daher sollen die Breite und der Umfang der vorliegenden Offenbarung nicht durch eine der beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen eingeschränkt werden, sondern sollen lediglich gemäß den folgenden Patentansprüchen und ihren Äquivalenten definiert sein. Die Beschreibung wird im vorliegenden Zusammenhang zum Zwecke der Veranschaulichung und Beschreibung dargelegt. Sie erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit und soll die Offenbarung nicht auf die konkrete offenbarte Form beschränken. Viele Modifikationen und Variationen sind in Anbetracht der offenbarten Lehren möglich. Ferner ist anzumerken, dass beliebige oder alle der vorangehend genannten alternativen Umsetzungen in einer beliebigen gewünschten Kombination verwendet werden können, um zusätzliche Hybridumsetzungen der Offenbarung zu bilden.

## Patentansprüche

1. Verfahren, das Folgendes umfasst:  
Aktivieren eines unbemannten Flugzeugs in einem Fahrzeug, wobei das unbemannte Flugzeug eine Kamera beinhaltet, die dazu konfiguriert ist, Bilder des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen;  
Zugreifen auf eine Flugbahn für das unbemannte Flugzeug, das Bilder spezifischer Abschnitte des Fahrzeuginnenraums aufnimmt, unter Verwendung von einem oder mehreren Prozessoren;  
Empfangen von Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind; und  
Einstellen der Flugbahn unter Verwendung des einen oder der mehreren Prozessoren, um die aktuelle Bewegung des Fahrzeugs zu kompensieren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind, mindestens eines von einer Beschleunigung

des Fahrzeugs und/oder einer Verlangsamung des Fahrzeugs und/oder einem Abbiegen des Fahrzeugs beinhalten.

3. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend: Zugreifen auf ein Sauber-Bild, das mit einem sauberen Fahrzeuginnenraum assoziiert ist; Empfangen eines zweiten Bildes, das mit dem Fahrzeuginnenraum assoziiert ist, von dem unbemannten Flugzeug; Identifizieren von Unterschieden zwischen dem Sauber-Bild und dem zweiten Bild; und Bestimmen einer Sauberkeit des Fahrzeuginnenraums auf Grundlage der Unterschiede zwischen dem Sauber-Bild und dem zweiten Bild.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Bestimmen einer Sauberkeit des Fahrzeuginnenraums das Bestimmen beinhaltet, ob der Fahrzeuginnenraum mindestens eines von einem Fleck, Schmutz oder Abfall beinhaltet.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Bestimmen einer Sauberkeit des Fahrzeuginnenraums auf Grundlage der Unterschiede zwischen dem Sauber-Bild und dem zweiten Bild das Subtrahieren des zweiten Bilds von dem Sauber-Bild beinhaltet.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Einstellen der Flugbahn zum Kompensieren der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs das Empfangen von Fahrzeugdaten beinhaltet, die mindestens eines von einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs, einer Beschleunigung des Fahrzeugs oder einem Lenksignal des Fahrzeugs beinhalten.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das unbemannte Flugzeug als Reaktion darauf aktiviert wird, dass ein Fahrgast das Fahrzeug verlässt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kamera des unbemannten Flugzeugs einen RGB(Rot-Grün-Blau)-Sensor und einen IR(Infrarot)-Sensor beinhaltet, und wobei sowohl der RGB-Sensor als auch der Infrarotsensor dazu konfiguriert ist, Bilder des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei es sich bei dem unbemannten Flugzeug um eines von einer Nanodrohne, einer Minidrohne oder einer Mikrodrohne handelt.

10. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Bestimmen, ob der Fahrzeuginnenraum gereinigt werden muss, auf Grundlage des Bestimmens, ob der Fahrzeuginnenraum mindestens eines von einem Fleck, Schmutz oder Abfall beinhaltet.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Einstellen der Flugbahn das Einstellen einer Drehzahl

von mindestens einem Rotor des unbemannten Flugzeugs beinhaltet.

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Empfangen von Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind, das Empfangen von Daten, die mit einer Aktivierung von mindestens einem von einer Bremse des Fahrzeugs, einem Gaspedal oder einem Lenksystem assoziiert sind, beinhaltet.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei es sich bei dem Fahrzeug um ein autonomes Fahrzeug handelt.

14. Verfahren, das Folgendes umfasst: Aktivieren eines unbemannten Flugzeugs in einem Fahrzeug, wobei das unbemannte Flugzeug eine Kamera beinhaltet, die dazu konfiguriert ist, Bilder des Fahrzeuginnenraums aufzunehmen; Bestimmen einer Flugbahn für das unbemannte Flugzeug, das Bilder von spezifischen Abschnitten des Fahrzeuginnenraums aufnimmt, unter Verwendung von einem oder mehreren Prozessoren; Empfangen von Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind; Bestimmen einer nötigen Drehzahl, die mit jedem von mehreren Rotoren des unbemannten Flugzeugs assoziiert ist, um die aktuelle Bewegung des Fahrzeugs zu kompensieren; und Einstellen der Drehzahl von mindestens einem der mehreren Rotoren auf Grundlage der bestimmten nötigen Drehzahl.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Empfangen von Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind, das Empfangen von Daten, die mit einer Aktivierung von mindestens einem von einer Bremse des Fahrzeugs, einem Gaspedal oder einem Lenksystem assoziiert sind, beinhaltet.

16. Verfahren nach Anspruch 14, ferner umfassend das Bestimmen, ob der Fahrzeuginnenraum gereinigt werden muss, auf Grundlage des Bestimmens, ob der Fahrzeuginnenraum mindestens eines von einem Fleck, Schmutz oder Abfall beinhaltet.

17. Vorrichtung, die Folgendes umfasst: eine Kommunikationsverwaltungsvorrichtung, die dazu konfiguriert ist, mit einem unbemannten Flugzeug in einem Fahrzeug zu kommunizieren; eine Flugbahnverwaltungsvorrichtung, die dazu konfiguriert ist, auf eine Flugbahn für das unbemannte Flugzeug zuzugreifen; und eine adaptive Flugsteuerung, die mit der Kommunikationsverwaltungsvorrichtung und dem Flugbahnmodul gekoppelt ist, wobei die adaptive Flugsteuerung dazu konfiguriert ist, Daten zu empfangen, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind, und wobei die adaptive Flugsteuerung ferner dazu

konfiguriert ist, die Flugbahn einzustellen, um die aktuelle Bewegung des Fahrzeugs zu kompensieren.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei die adaptive Flugsteuerung ferner dazu konfiguriert ist, die eingestellte Flugbahn an das unbemannte Flugzeug zu kommunizieren.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17, ferner umfassend ein Bildverarbeitungsmodul, das zu Folgendem konfiguriert ist:

Zugreifen auf ein Sauber-Bild, das mit einem sauberen Fahrzeuginnenraum assoziiert ist;

Empfangen eines zweiten Bilds, das mit dem aktuellen Fahrzeuginnenraum assoziiert ist;

Identifizieren von Unterschieden zwischen dem Sauber-Bild und dem zweiten Bild; und

Bestimmen einer Sauberkeit des Fahrzeuginnenraums auf Grundlage der Unterschiede zwischen dem Sauber-Bild und dem zweiten Bild.

20. Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei die Daten, die mit der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs assoziiert sind, mindestens eines von einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs, einer Beschleunigung des Fahrzeugs und einem Lenksignal des Fahrzeugs beinhalten.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

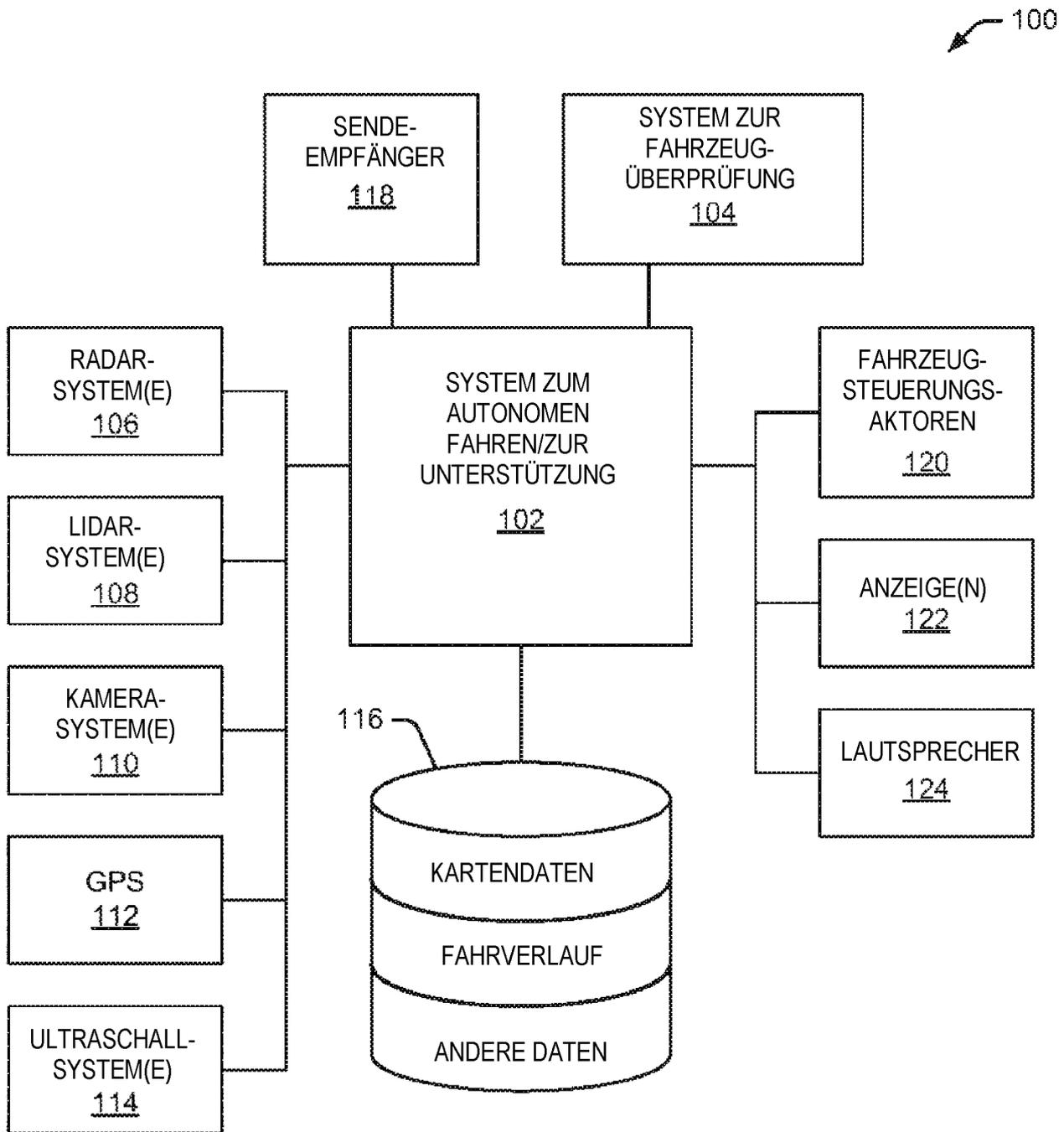


FIG. 1

104

SYSTEM ZUR FAHRZEUGÜBERPRÜFUNG

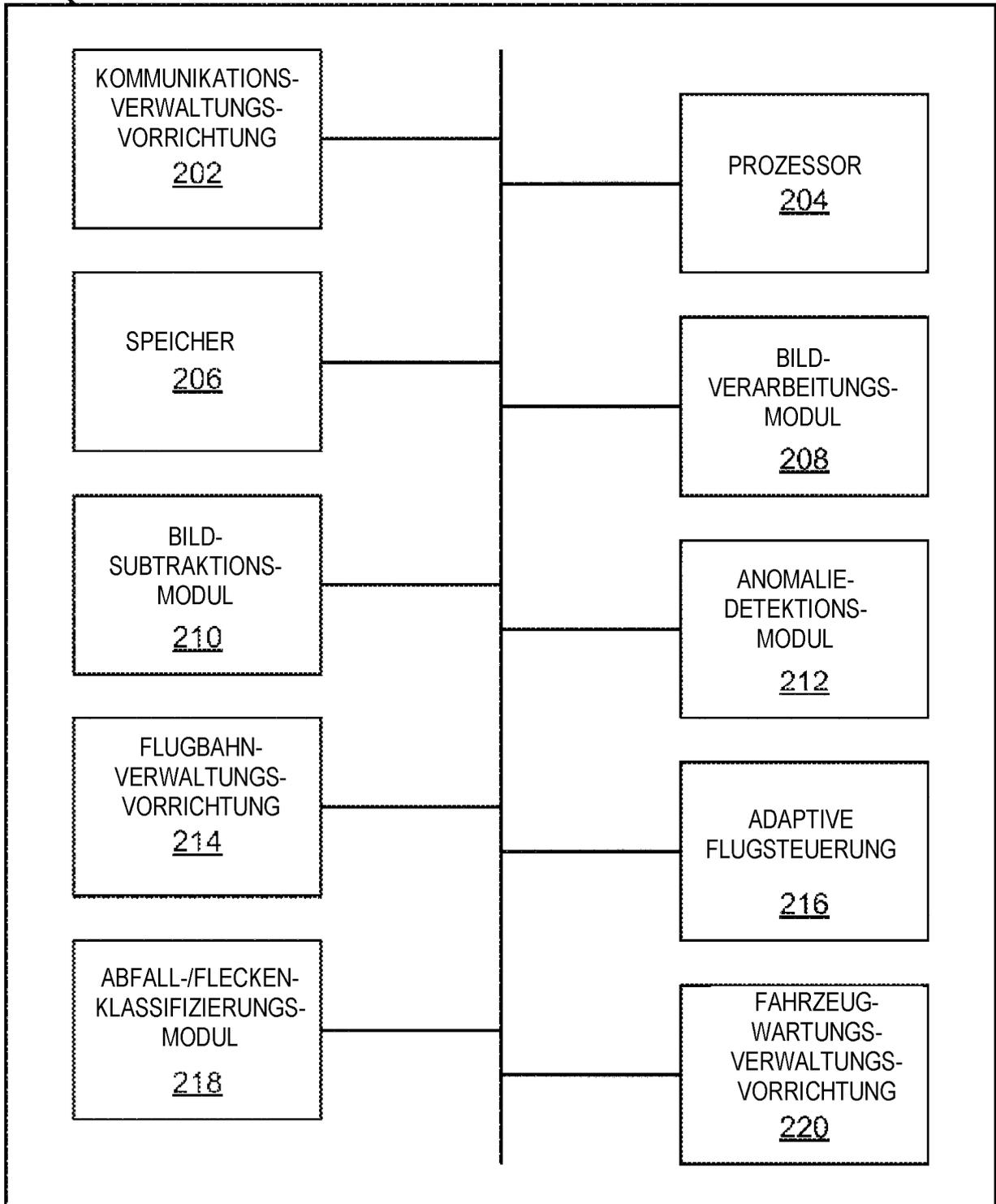


FIG. 2

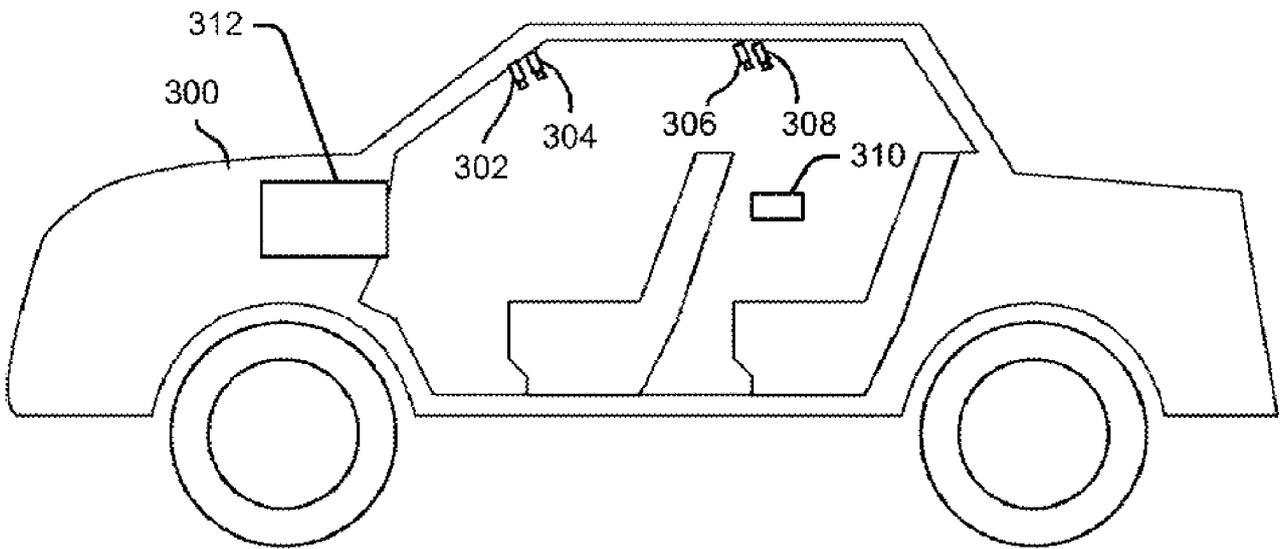


FIG. 3

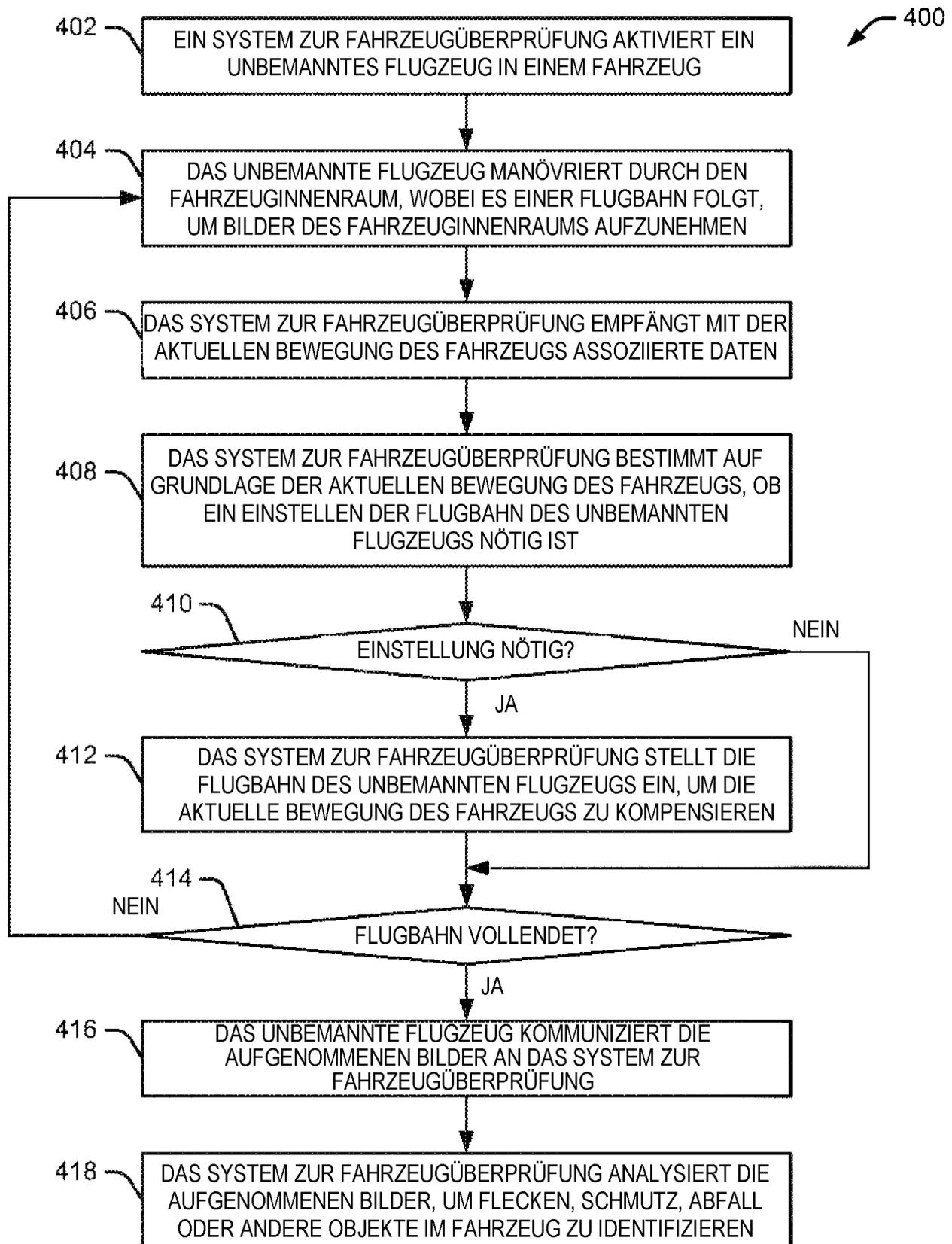


FIG. 4

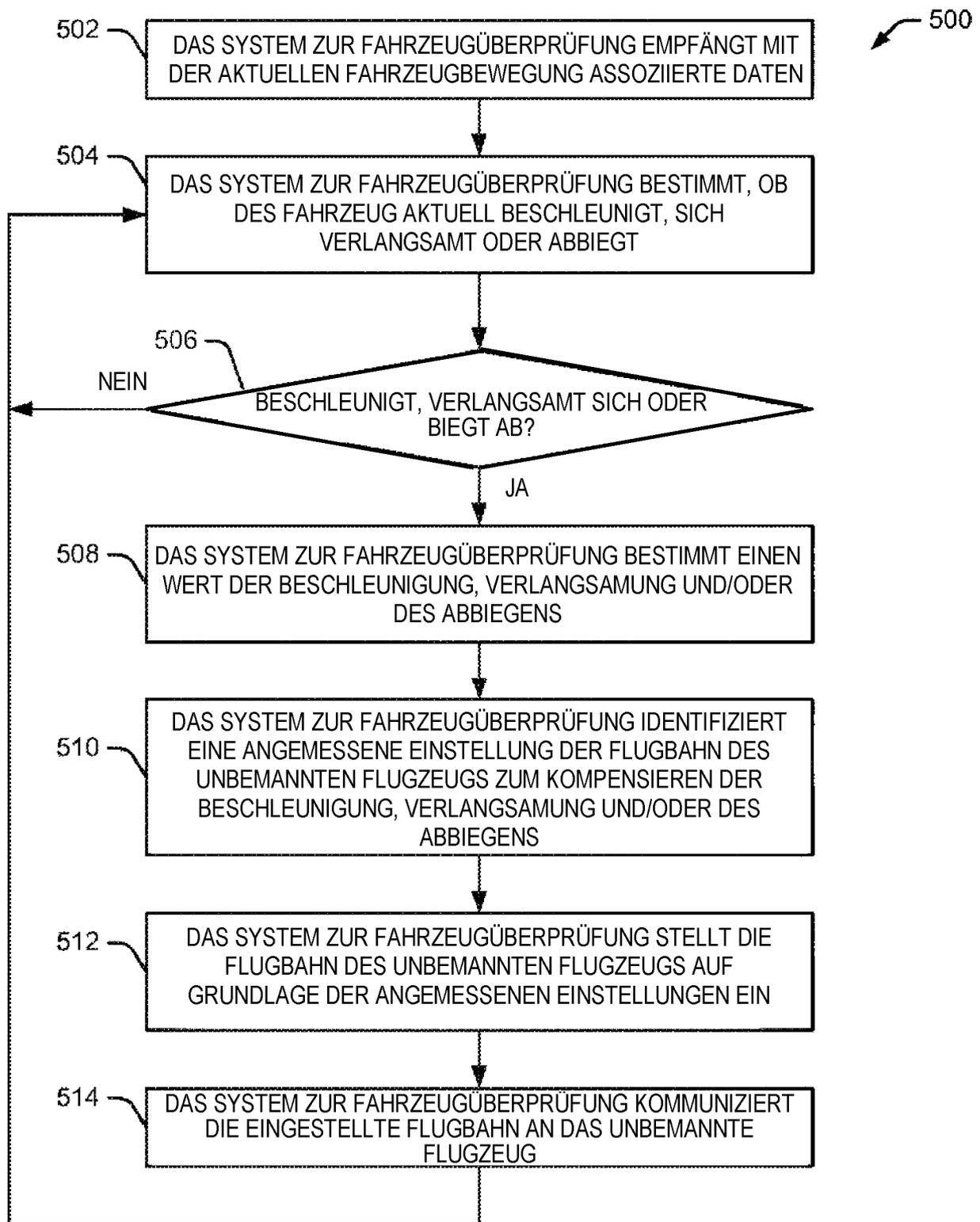


FIG. 5

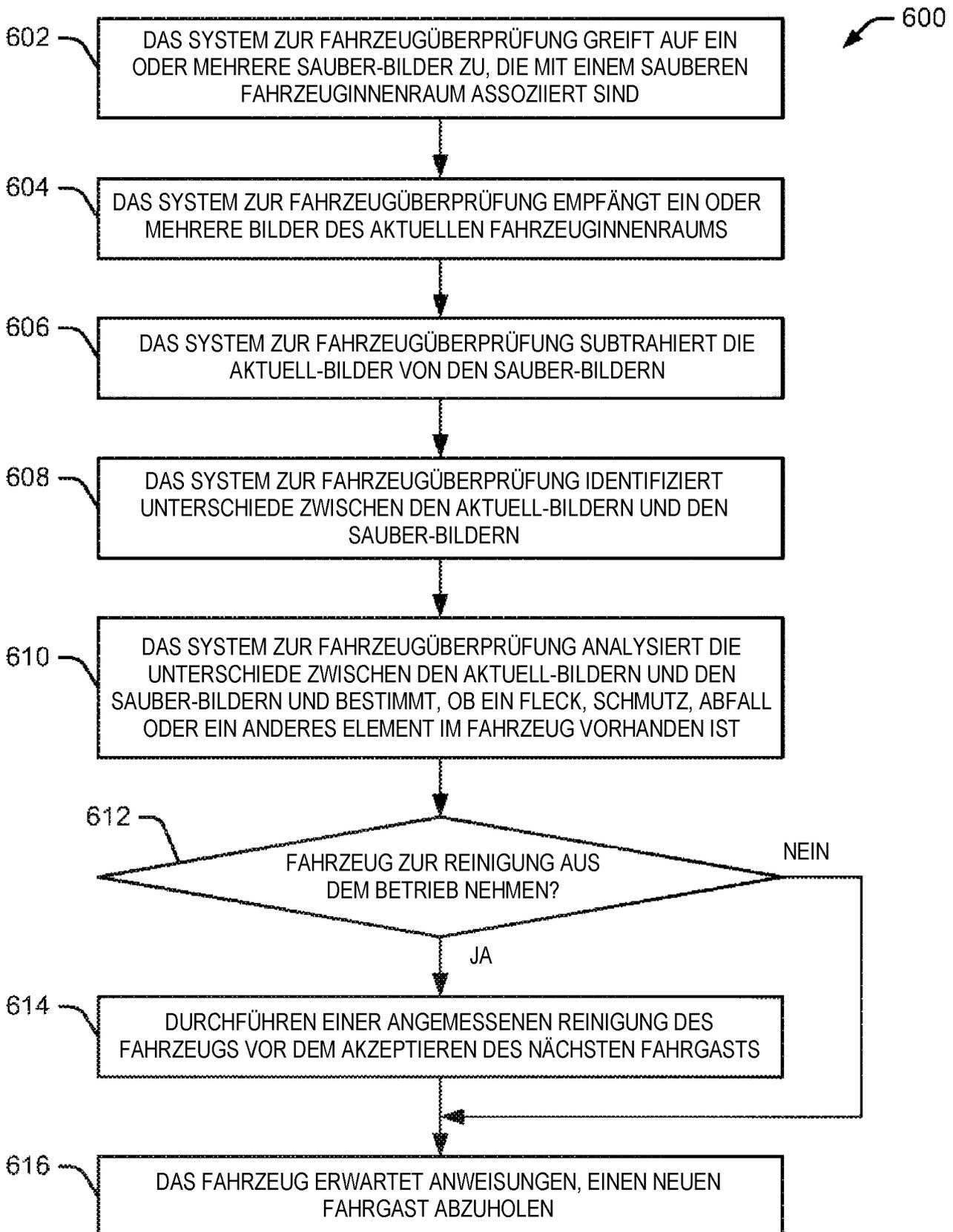
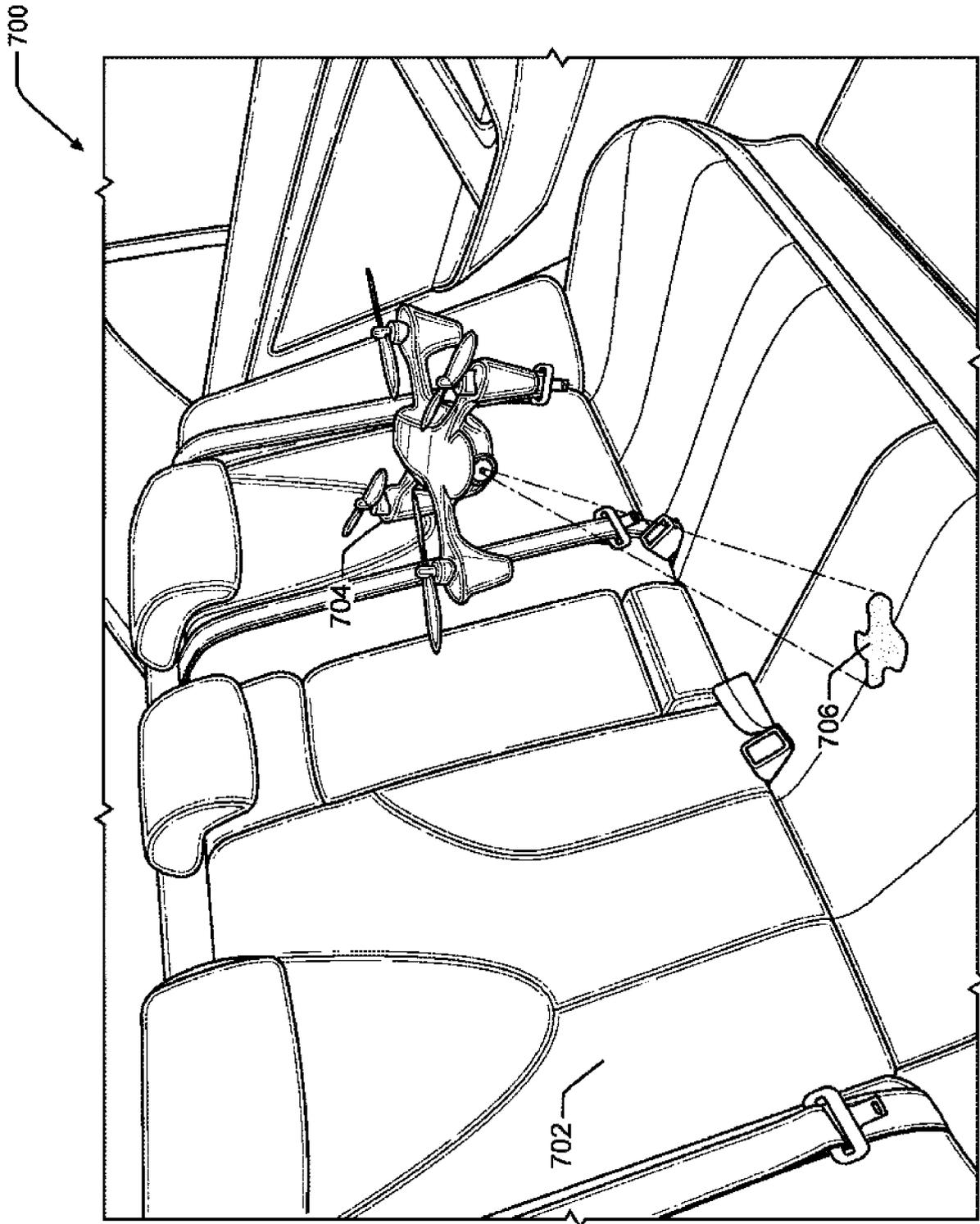


FIG. 6



**FIG. 7**

704

UNBEMANNTES FLUGZEUG

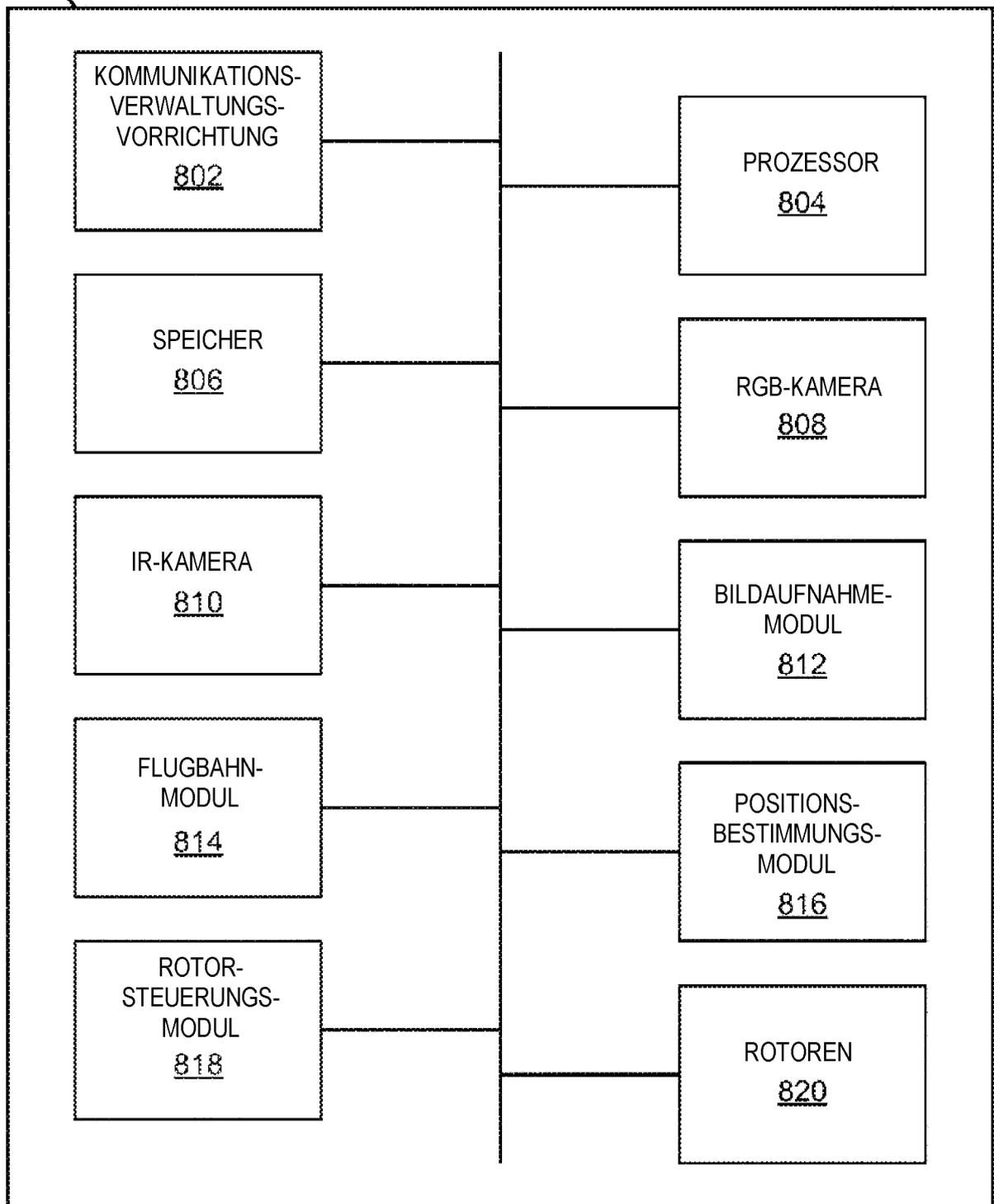


FIG. 8