



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 108 812.9**

(22) Anmeldetag: **12.05.2016**

(43) Offenlegungstag: **08.12.2016**

(51) Int Cl.: **B60R 16/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**14/730,570**      **04.06.2015**    **US**

(74) Vertreter:  
**KUHLEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising, DE**

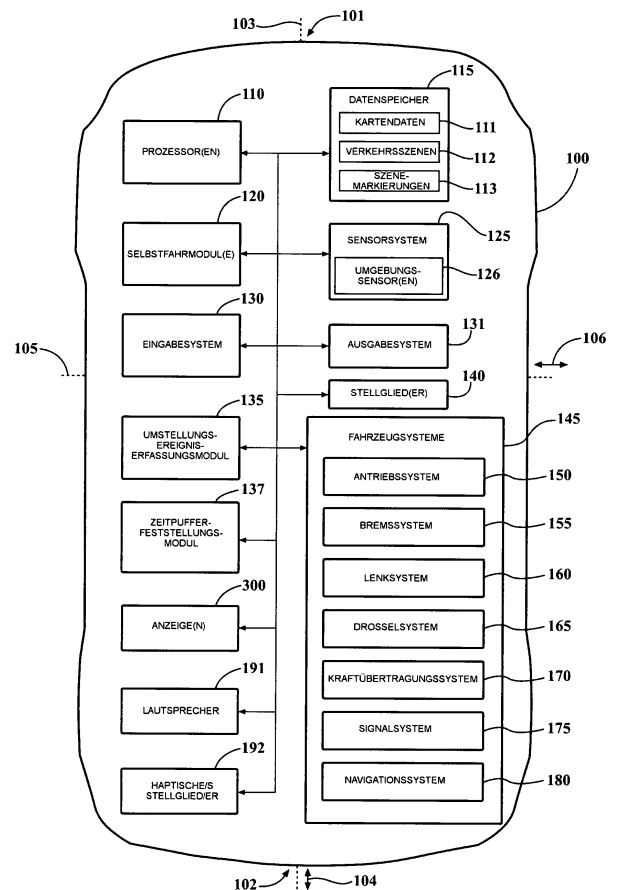
(71) Anmelder:  
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA,  
Toyota-shi, Aichi-ken, JP; TOYOTA MOTOR  
ENGINEERING & MANUFACTURING NORTH  
AMERICA INC., Erlanger, Ky., US**

(72) Erfinder:  
**James, Michael R., Erlanger, Ky., US; Sakai,  
Katsuhiro, Erlanger, KY, US; Kindo, Toshiki,  
Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Prokhorov, Danil V.,  
Erlanger, Ky., US; Harada, Masahiro, Erlanger,  
Ky., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Umstellen von Betriebsmodi eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Ausgestaltungen betreffen die Umstellung eines Fahrzeugs zwischen Betriebsmodi wie beschrieben. Das Fahrzeug kann sich zwischen einem ersten Betriebsmodus und einem zweiten Betriebsmodus umstellen. Der zweite Betriebsmodus beinhaltet ein höheres Maß an manueller Beteiligung als der erste Betriebsmodus. Zum Beispiel kann der erste Betriebsmodus ein unüberwachter autonomer Betriebsmodus sein und der zweite Betriebsmodus ein überwachter autonomer Betriebsmodus oder ein manueller Betriebsmodus sein. Es kann festgestellt werden, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird. Als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, kann ein Zeitpuffer für die Fortsetzung des ersten Betriebsmodus vor dem Umschalten auf den zweiten Betriebsmodus festgestellt werden. Eine Umstellungswarnung kann innerhalb des Fahrzeugs dargeboten werden. Die Umstellungswarnung kann den festgestellten Zeitpuffer darstellen.



**Beschreibung**

## GEBIET

**[0001]** Der hierin beschriebene Gegenstand betrifft allgemein Fahrzeuge, die eine Mehrzahl von Betriebsmodi, einschließlich eines autonomen Betriebsmodus aufweisen, und genauer betrifft er die Umstellung zwischen unterschiedlichen Betriebsmodi.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Manche Fahrzeuge sind dafür ausgelegt, in einer Mehrzahl von Betriebsmodi betrieben zu werden. Ein Beispiel für einen Betriebsmodus ist einer, in dem ein Rechensystem verwendet wird, um das Fahrzeug entlang einer Fahrstrecke mit einer nur minimalen oder mit gar keiner Eingabe seitens einer Person, die das Fahrzeug fährt, zu navigieren und/oder zu manövrieren. Solche Fahrzeuge sind mit Sensoren ausgestattet, die dafür ausgelegt sind, Informationen über die nähere Umgebung, einschließlich des Vorhandenseins oder Nicht-Vorhandenseins von Objekten in der Umgebung zu erfassen. Die erfassten Informationen können an das Rechensystem geschickt werden. Andere Betriebsmodi können verschiedene Grade von Eingaben durch eine Person beinhalten, einschließlich eines manuellen Modus, in dem ein Mensch als Fahrer für das Navigieren und/oder Manövrieren des Fahrzeugs durch die nähere Umgebung verantwortlich ist. Fahrzeuge mit einer Mehrzahl von Betriebsmodi sind dafür ausgelegt, eine Umstellung zwischen den verschiedenen Betriebsmodi zu gestatten.

## KURZFASSUNG

**[0003]** In einer Hinsicht ist die vorliegende Offenbarung auf ein Verfahren zum Umstellen eines Fahrzeugs von einem ersten Betriebsmodus auf einen zweiten Betriebsmodus gerichtet. Der zweite Betriebsmodus beinhaltet ein höheres Maß an manueller Beteiligung als der erste Betriebsmodus. Das Verfahren kann eine Feststellung dahingehend beinhalten, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird. Das Verfahren kann auch, als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, eine Feststellung eines Zeitpuffers für die Fortsetzung des ersten Betriebsmodus vor dem Umschalten auf den zweiten Betriebsmodus beinhalten. Das Verfahren kann ferner das Darbieten einer Umstellungswarnung innerhalb des Fahrzeugs beinhalten. Die Umstellungswarnung kann dem festgestellten Zeitpuffer entsprechen.

**[0004]** In einer anderen Hinsicht ist die vorliegende Offenbarung auf ein System zum Umstellen eines Fahrzeugs von einem ersten Betriebsmodus auf ei-

nen zweiten Betriebsmodus gerichtet. Der zweite Betriebsmodus beinhaltet ein höheres Maß an manueller Beteiligung als der erste Betriebsmodus. Das System kann eine Benutzeroberfläche beinhalten, die innerhalb des Fahrzeugs angeordnet ist. Das System kann auch einen Prozessor beinhalten, der funktionsmäßig mit dem Sensorsystem verbunden ist. Der Prozessor kann dafür programmiert sein, ausführbare Operationen zu initiieren. Die ausführbaren Operationen können eine Feststellung dahingehend beinhalten, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird. Die ausführbaren Operationen können auch, als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, eine Feststellung eines Zeitpuffers für die Fortsetzung des ersten Betriebsmodus vor dem Umschalten auf den zweiten Betriebsmodus beinhalten. Die ausführbaren Operationen können ferner das Darbieten einer Umstellungswarnung innerhalb des Fahrzeugs beinhalten, wobei die Umstellungswarnung dem festgestellten Zeitpuffer entspricht.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0005]** Fig. 1 ist ein Beispiel für ein autonomes Fahrzeug, das für eine Umstellung zwischen unterschiedlichen Betriebsmodi ausgelegt ist.

**[0006]** Fig. 2 ist ein Beispiel für ein Verfahren zum Umstellen eines Fahrzeugs zwischen einem ersten Betriebsmodus und einem zweiten Betriebsmodus, wobei der zweite Betriebsmodus ein höheres Maß an manueller Beteiligung aufweist als der erste Betriebsmodus.

**[0007]** Fig. 3 ist ein Beispiel für eine Umstellungswarnung, die auf einer Anzeige dargestellt wird, wobei die Umstellungswarnung ein Balkendiagramm ist.

**[0008]** Fig. 4 ist ein weiteres Beispiel für eine Umstellungswarnung, die auf einer Anzeige dargestellt wird, wobei die Umstellungswarnung eine Countdown-Uhr ist.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0009]** Diese ausführliche Beschreibung betrifft die Umstellung eines autonomen Fahrzeugs von einem ersten Betriebsmodus auf einen zweiten Betriebsmodus. Diese ausführliche Beschreibung betrifft genauere Fälle, in denen der zweite Betriebsmodus ein höheres Maß an manueller Beteiligung aufweist als der erste Betriebsmodus. Als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, kann ein Zeitpuffer für die Fortsetzung des ersten Betriebsmodus vor dem Umschalten auf den zweiten Betriebsmodus festgestellt werden. Es kann eine Umstellungswarnung darge-

boten werden, die dem festgestellten Zeitpuffer entspricht. Die vorliegende ausführliche Beschreibung betrifft Systeme, Verfahren und Computerprogrammprodukte, die solche Merkmale beinhalten. Zumindest in manchen Fällen können solche Systeme, Verfahren und Computerprogrammprodukte das Verhalten und/oder Sicherheit eines autonomen Fahrzeugs verbessern.

**[0010]** Hierin werden Ausführungsformen im Detail offenbart; aber es sei klargestellt, dass die offenbarten Ausführungsformen nur Beispiele sein sollen. Daher sollen konkrete strukturelle und funktionale Details, die hierin offenbart sind, nicht als Beschränkungen aufgefasst werden, sondern nur als Grundlage für die Ansprüche und als Basis von Beispielen, die einen Fachmann in die Lage versetzen sollen, die hierin angegebenen Aspekte auf verschiedene Weise in praktisch jeder Struktur mit den richtigen Details anzuwenden. Ferner sollen die hierin verwendeten Begriffe und Ausdrücke nicht beschränkend sein, sondern vielmehr eine verständliche Beschreibung möglicher Implementierungen liefern. In **Fig. 1–Fig. 4** sind verschiedene Ausführungsformen gezeigt, aber die Ausführungsformen sind nicht auf die dargestellte Struktur oder Anwendung beschränkt.

**[0011]** Es sei klargestellt, dass um der Einfachheit und der Klarheit der Darstellung willen Bezugswahlen in verschiedenen Figuren gegebenenfalls gleich sein können, um auf entsprechende oder analoge Elemente hinzuweisen. Außerdem werden zahlreiche konkrete Einzelheiten angegeben, um ein gründliches Verständnis der hierin beschriebenen Ausführungsformen zu ermöglichen. Jedoch wird ein Durchschnittsfachmann verstehen, dass die hierin beschriebenen Ausführungsformen ohne diese konkreten Einzelheiten in die Praxis umgesetzt werden können.

**[0012]** Es wird auf **Fig. 1** Bezug genommen, wo ein Beispiel für ein Fahrzeug **100** dargestellt ist. Wie hierin verwendet, bedeutet „Fahrzeug“ jede Form von motorisiertem Transportmittel. In einer oder mehreren Implementierungen kann das Fahrzeug **100** ein Automobil sein. Auch wenn hierin Ausgestaltungen in Bezug auf Automobile beschrieben werden, sei klargestellt, dass Ausführungsformen nicht auf Automobile beschränkt sind. In manchen Ausführungsformen kann das Fahrzeug **100** ein Wasserfahrzeug, ein Luftfahrzeug oder irgendeine andere Form von motorisiertem Transportmittel sein.

**[0013]** Gemäß hierin enthaltenen Ausgestaltungen kann das Fahrzeug **100** ein autonomes Fahrzeug sein. Wie hierin verwendet, bedeutet „autonomes Fahrzeug“ ein Fahrzeug, das dafür ausgelegt ist, in einem autonomen Modus betrieben zu werden. „Autonomer Modus“ bedeutet, dass mindestens ein Rechensystem verwendet wird, um das Fahrzeug mit ei-

ner nur minimalen oder mit gar keiner Eingabe seitens einer Person, die das Fahrzeug fährt, entlang einer Fahrstrecke zu navigieren und/oder zu manövrieren. In einer oder mehreren Ausgestaltungen kann das Fahrzeug **100** hoch-automatisiert sein.

**[0014]** Das Fahrzeug **100** kann eine Mehrzahl von Betriebsmodi aufweisen. Zum Beispiel kann das Fahrzeug **100** einen unüberwachten autonomen Betriebsmodus aufweisen. „Unüberwachter autonomer Betriebsmodus“ bedeutet, dass mindestens ein Rechensystem verwendet wird, um das Fahrzeug ohne Eingabe oder Überwachung durch einen Menschen als Fahrer entlang einer Fahrstrecke zu navigieren und/oder zu manövrieren. Der unüberwachte autonome Betriebsmodus kann beispielsweise Level 4 (L4) gemäß der Definition der National Highway Traffic Safety Administration in ihrer vorläufigen Erklärung der Strategie betreffs automatisierter Fahrzeuge (Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles) (30. Mai 2013) („NHTSA 2013 Policy“), die durch Bezugnahme hierin aufgenommen ist, beinhalten. Das Fahrzeug **100** kann einen überwachten autonomen Betriebsmodus aufweisen. „Überwachter autonomer Betriebsmodus“ bedeutet, dass mindestens ein Rechensystem verwendet wird, um das Fahrzeug zumindest mit einer gewissen notwendigen Überwachung durch einen Menschen als Fahrer entlang einer Fahrstrecke zu navigieren und/oder zu manövrieren. Der überwachte autonome Betriebsmodus kann zum Beispiel Level 3 oder L3 gemäß der Definition in den Richtlinien der NHTSA von 2013 beinhalten. In manchen Fällen kann einem Menschen als dem Fahrer ein Signal (z. B. ein akustisches Signal, ein optisches Signal, ein haptisches Signal usw.) dargeboten werden, wenn das Fahrzeug **100** in einem überwachten autonomen Betriebsmodus ist, damit er innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne eine Handlung durchführt. Wenn eine solche Handlung nicht innerhalb der vorgegebenen Zeitspanne durchgeführt wird, kann mindestens ein Sicherheitsmanöver implementiert werden.

**[0015]** Das Fahrzeug **100** kann mindestens einen halbautonomen Betriebsmodus aufweisen. „Halbautonomer Betriebsmodus“ bedeutet, dass ein Teil der Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs entlang einer Fahrstrecke von mindestens einem Rechensystem durchgeführt wird, und dass ein Teil der Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs entlang einer Fahrstrecke von einem Menschen als dem Fahrer durchgeführt wird. Der halbautonome Betriebsmodus kann zum Beispiel Level 2 (L2) und/oder Level 1 (L1) gemäß der Definition in den Richtlinien der NHTSA von 2013 beinhalten. Ein Beispiel für einen halbautonomen Betriebsmodus ist, wenn ein adaptives Geschwindigkeitsregelungssystem aktiviert ist. In einem solchen Fall kann die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs auf Basis von Daten, die von Onboard-Sensoren empfangen werden, automa-

tisch eingestellt werden, um einen sicheren Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug aufrechtzuerhalten, wobei das Fahrzeug aber ansonsten manuell von einem Menschen als dem Fahrer gesteuert wird. Sobald eine Eingabe des Fahrers erhalten wird, um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu ändern (z. B. durch Niederdrücken des Bremspedals, um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu verringern), wird das adaptive Geschwindigkeitsregelungssystem deaktiviert und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs wird verringert.

**[0016]** Das Fahrzeug **100** kann einen manuellen Betriebsmodus aufweisen. „Manueller Betriebsmodus“ bedeutet, dass ein überwiegender Teil der gesamten Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs entlang einer Fahrstrecke mit nur minimaler oder ganz ohne Beteiligung eines Rechensystems von einem Menschen als Fahrer durchgeführt wird. Der manuelle Betriebsmodus kann zum Beispiel Level 0 (L0) gemäß der Definition in den Richtlinien der NHTSA von 2013 beinhalten.

**[0017]** Das Fahrzeug **100** kann einen Sonderbetriebsmodus aufweisen. „Sonderbetriebsmodus“ bedeutet, dass in einem Fall, wo eine dem Fahrer abgeforderte Handlung nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne durchgeführt oder bestätigt wird, die Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs durch mindestens ein Rechensystem gesteuert werden kann bzw. können, um mindestens ein Sicherheitsmanöver zu implementieren. Das Sicherheitsmanöver kann ein vorgegebenes Sicherheitsmanöver auf Basis einer aktuellen Fahrumgebung sein. Wenn zum Beispiel ein Fahrer nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne die Kontrolle über das Fahrzeug **100** übernimmt, kann das Sicherheitsmanöver beinhalten, dass das Fahrzeug **100** an den Straßenrand gefahren wird, das Fahrzeug **100** auf den Seitenstreifen der Straße gefahren wird, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100** herabgesetzt wird, das Fahrzeug **100** auf den nächsten Parkplatz gefahren wird, das Fahrzeug **100** angehalten wird, das Fahrzeug **100** ausgestellt wird oder veranlasst wird, dass das Fahrzeug **100** die nächste Autobahnausfahrt nimmt, um nur einige Möglichkeiten zu nennen.

**[0018]** Das Fahrzeug **100** kann für ein Umschalten zwischen den verschiedenen Betriebsmodi ausgelegt sein. Ein solches Umschalten kann auf jede geeignete bereits bekannte oder noch zu entwickelnde Weise implementiert werden. Das Umschalten kann automatisch durchgeführt werden oder kann als Reaktion auf den Empfang einer manuellen Eingabe oder Forderung durchgeführt werden. Man beachte, dass das Umschalten zwischen den Betriebsmodi Besorgnisse in Bezug auf eine zuverlässige Übertragung der operativen Befehle hervorrufen kann.

**[0019]** In mindestens einer Ausgestaltung kann das Umschalten von einem ersten Betriebsmodus auf einen zweiten Betriebsmodus durchgeführt werden. In manchen Fällen kann der zweite Betriebsmodus ein höheres Maß an manueller Beteiligung beinhalten als der erste Betriebsmodus. „Ein höheres Maß an manueller Beteiligung“ bedeutet, dass ein Mensch als Fahrer das Maß seiner Überwachung und/oder Eingaben in Bezug auf die Kontrolle von zumindest der Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs erhöhen muss oder sollte. Ein Beispiel dafür, wann der zweite Betriebsmodus ein höheres Maß an manueller Beteiligung aufweisen kann als der erste Betriebsmodus, ist, wenn der erste Betriebsmodus ein unüberwachter autonomer Betriebsmodus ist und der zweite Betriebsmodus ein überwachter autonomer Betriebsmodus oder ein manueller Betriebsmodus ist. Ein weiteres Beispiel ist, wenn der erste Betriebsmodus ein überwachter autonomer Betriebsmodus ist und der zweite Betriebsmodus ein halbautonomer Betriebsmodus oder ein manueller Betriebsmodus ist.

**[0020]** In manchen Fällen kann der zweite Betriebsmodus ein geringeres Maß an manueller Beteiligung beinhalten als der erste Betriebsmodus. „Ein geringeres Maß an manueller Beteiligung“ bedeutet, dass ein Mensch als Fahrer das Maß seiner Überwachung und/oder Eingaben in Bezug auf die Kontrolle von zumindest der Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs verringern kann. Ein Beispiel dafür, wann der zweite Betriebsmodus ein geringeres Maß an manueller Beteiligung aufweisen kann als der erste Betriebsmodus ist, wenn der erste Betriebsmodus ein manueller Betriebsmodus ist und der zweite Betriebsmodus ein halbautonomer Betriebsmodus, ein überwachter autonomer Betriebsmodus oder ein unüberwachter autonomer Betriebsmodus ist. Ein weiteres Beispiel ist, wenn der erste Betriebsmodus ein überwachter autonomer Betriebsmodus ist und der zweite Betriebsmodus ein unüberwachter Betriebsmodus ist.

**[0021]** Das Fahrzeug **100** kann ein Frontende **101** und ein Heckende **102** aufweisen. Dem Fahrzeug **100** kann eine Längsachse **103** zugeordnet sein, bei der es sich um die Mittelachse des Fahrzeugs **100** handeln kann. Dem Fahrzeug **100** kann eine Längsrichtung **104** zugeordnet sein. „Längsrichtung“ bedeutet jede Richtung, die im Wesentlichen parallel ist zu und/oder kollinear ist mit der Längsachse **103**. Dem Fahrzeug **100** kann eine Querachse **105** zugeordnet sein, die im Wesentlichen senkrecht sein kann zur Längsachse **103**. Wie hierin verwendet, beinhaltet der Begriff „im Wesentlichen“ exakt den Begriff, den er modifiziert, sowie leichte Streuungen davon. Somit bedeutet der Ausdruck „im Wesentlichen senkrecht“ genau senkrecht oder leichte Streuungen davon. In diesem konkreten Beispiel kann eine leichte Streuung innerhalb normaler herstellungsbeding-

ter Toleranzen, innerhalb von etwa 10 Grad oder weniger, innerhalb von etwa 5 Grad oder weniger, innerhalb von etwa 4 Grad oder weniger, innerhalb von etwa 3 Grad oder weniger, innerhalb von etwa 2 Grad oder weniger oder innerhalb von etwa 1 Grad oder weniger beinhalten. Dem Fahrzeug **100** kann eine laterale bzw. Querrichtung **106** zugeordnet sein. „Laterale bzw. Querrichtung“ bedeutet jede Richtung, die im Wesentlichen parallel ist zu und/oder kollinear ist mit der Querachse **105**.

**[0022]** Das Fahrzeug **100** kann verschiedene Elemente aufweisen, von denen einige Teil eines autonomen Antriebssystems sein können. Einige von den möglichen Elementen des Fahrzeugs **100** sind in **Fig. 1** dargestellt und werden nun beschrieben. Es sei klargestellt, dass das Fahrzeug **100** nicht unbedingt alle der in **Fig. 1** dargestellten oder hierin beschriebenen Elemente aufweisen muss. Das Fahrzeug **100** kann jede Kombination aus den in **Fig. 1** dargestellten verschiedenen Elementen aufweisen. Ferner kann das Fahrzeug **100** zusätzliche Elemente außer den in **Fig. 1** dargestellten aufweisen. In manchen Ausgestaltungen kann es sein, dass das Fahrzeug **100** eines oder mehrere von den in **Fig. 1** dargestellten Elementen nicht aufweist. Ferner sind in **Fig. 1** zwar verschiedene Elemente gezeigt, die innerhalb des Fahrzeugs **100** angeordnet sind, aber es sei klargestellt, dass eines oder mehrere von diesen Elementen auch an der Außenseite des Fahrzeugs **100** angeordnet sein können. Ferner können die dargestellten Elemente physisch durch große Abstände voneinander getrennt sein.

**[0023]** Das Fahrzeug **100** kann mindestens einen Prozessor **110** aufweisen. „Prozessor“ bedeutet irgendeine Komponente oder Gruppe von Komponenten, die dafür ausgelegt ist, irgendeinen der hierin beschriebenen Prozesse, oder irgendeine Art von Anweisung zur Ausführung solcher Prozesse oder zur Bewirkung, dass solche Prozesse durchgeführt werden, auszuführen. Der Prozessor **110** kann mit mindestens einem für generelle Zwecke ausgelegten und/oder mindestens einem für spezielle Zwecke ausgelegten Prozessor implementiert sein. Beispiele für geeignete Prozessoren beinhalten Mikroprozessoren, Mikrocontroller, DSP-Prozessoren und andere Schaltungen, die Software ausführen können. Weitere Beispiele für geeignete Prozessoren beinhalten unter anderem eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), einen Array-Prozessor, einen Vektor-Prozessor, einen Digitalsignalprozessor (DSP), ein vor Ort programmierbares Gate-Array (field-programmable gate array, FPGA), ein programmierbares logisches Array (programmable logic array, PLA), eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (application specific integrated circuit, ASIC), eine programmierbare logische Schaltung und ein Steuergerät. Der Prozessor **110** kann mindestens eine Hardware-Schaltung (z. B. eine integrierte Schaltung) auf-

weisen, die dafür ausgelegt ist, Anweisungen auszuführen, die in Programmcode enthalten sind. In Ausgestaltungen, wo eine Mehrzahl von Prozessoren **110** vorhanden ist, können solche Prozessoren unabhängig voneinander arbeiten oder einer oder mehrere Prozessoren können in Kombination miteinander arbeiten. In mindestens einer Ausgestaltung kann der Prozessor **110** ein Hauptprozessor des Fahrzeugs **100** sein. Zum Beispiel kann der Prozessor **110** eine Motorsteuereinheit (engine control unit, ECU) sein.

**[0024]** Das Fahrzeug **100** kann mindestens einen Datenspeicher **115** zum Speichern mindestens einer Art von Daten beinhalten. Der Datenspeicher **115** kann einen flüchtigen und/oder einen nichtflüchtigen Speicher beinhalten. Beispiele für geeignete Datenspeicher **115** beinhalten einen RAM (Random Access Memory), einen Flash-Memory, einen ROM (Read Only Memory), einen PROM (Programmable Read-Only Memory), einen EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory), einen EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), Register, Magnetplatten, Festplatten oder andere geeignete Speichermedien oder irgendeine Kombination davon. Der Datenspeicher **115** kann eine Komponente des Prozessors **110** sein, oder der Datenspeicher **115** kann funktionsmäßig mit dem Prozessor **110** verbunden sein, um von diesem verwendet werden zu können. Der Begriff „funktionsmäßig verbunden“, wie hierin in der gesamten Beschreibung verwendet, kann direkte oder indirekte Verbindungen beinhalten, einschließlich von Verbindungen ohne direkten physischen Kontakt.

**[0025]** In mindestens einer Ausgestaltung kann der mindestens eine Datenspeicher **115** Kartendaten **111** beinhalten. Die Kartendaten **111** können Landkarten von mindestens einem geographischen Gebiet oder mindestens einer Region beinhalten. Die Kartendaten **111** können Informationen oder Daten zu Straßen, Verkehrskontrollvorrichtungen, Strukturen, Merkmalen, Landmarken in dem mindestens einen geographischen Gebiet beinhalten. Die Kartendaten **111** können jede geeignete Form haben. In manchen Fällen können die Kartendaten **111** Luftbilder eines Gebiets beinhalten. In manchen Fällen können die Kartendaten **111** Bodenbilder eines Gebiets, einschließlich von 360-Grad-Bodenbildern, beinhalten. Die Kartendaten **111** können sehr detailliert sein. In manchen Fällen können sich die Kartendaten **111** an Bord des Fahrzeugs **100** befinden. Alternativ dazu kann sich zumindest ein Teil der Kartendaten **111** an einem anderen Ort als am Fahrzeug **100** befinden.

**[0026]** In mindestens einer Ausgestaltung kann der mindestens eine Datenspeicher **115** einen Satz von Verkehrsszenen **112** beinhalten. Der Begriff „Satz von Verkehrsszenen“ ist als mindestens eine Verkehrsszene definiert. „Verkehrsszene“ bedeutet Sensorsystemdaten eines Ortes innerhalb ei-

nes geographischen Gebiets. Zum Beispiel können die Verkehrsszenen Bilder oder Videos sein. Die Verkehrsszenen können sämtliche geeigneten Sensorsystemdaten einer Straße, einer Kreuzung, von Gebäuden, Strukturen, Verkehrskontrollvorrichtungen, Fahrbahnmarkierungen, Landmarken, Merkmalen beinhalten. In manchen Fällen kann sich der Satz von Verkehrsszenen **112** an Bord des Fahrzeugs **100** befinden. Alternativ dazu kann sich zumindest ein Teil des Satzes von Verkehrsszenen **112** an einem anderen Ort als am Fahrzeug **100** befinden.

**[0027]** In mindestens einer Ausgestaltung kann der mindestens eine Datenspeicher **115** einen Satz von Szenemarkierungen **113** beinhalten. Der Begriff „Szenemarkierungen“ ist als mindestens eine Szenemarkierung definiert. Eine „Szenemarkierung“ ist ein Objekt oder Merkmal von Interesse, das Bestandteil einer Verkehrsszene ist und/oder eine solche beschreibt. Beispiele für Szenemarkierungen können alle geeigneten Sensorsystemdaten einer Straße, einer Kreuzung, von Gebäuden, Strukturen, Verkehrskontrollvorrichtungen, Fahrbahnmarkierungen, Landmarken, Straßenbemalungen, Verkehrszeichen, Masten, Bordsteinen, Merkmalen beinhalten. In manchen Fällen kann sich der Satz von Szenemarkierungen **113** an Bord des Fahrzeugs **100** befinden. Alternativ dazu kann sich zumindest ein Teil des Satzes von Szenemarkierungen **113** an einem anderen Ort als am Fahrzeug **100** befinden.

**[0028]** In mindestens einer Ausgestaltung kann eine Priorität in Bezug auf den Satz von Szenemarkierungen **113** aufgestellt werden. Zum Beispiel kann die Priorität das Ordnen des Satzes von Szenemarkierungen **113** gemäß einer Rangfolge beinhalten. Alternativ dazu kann die Priorität das Zuordnen eines Prioritätsgrads zum Satz von Szenemarkierungen **113** beinhalten. Zum Beispiel können die Prioritätsgrade hoch, mittel oder niedrig beinhalten. Die Rangfolge kann von einem Benutzer oder einer anderen Instanz konfiguriert werden.

**[0029]** Das Fahrzeug **100** kann ein Selbstfahrmodul **120** aufweisen. Das Selbstfahrmodul **120** kann als computerlesbarer Programmcode implementiert sein, der, wenn er von einem Prozessor ausgeführt wird, verschiedene hierin beschriebene Prozesse implementiert, unter anderem beispielsweise das Feststellen einer Fahrtroute, das Implementieren der festgestellten Fahrtroute, das Feststellen einer Modifikation für ein aktuelles Fahrmanöver des Fahrzeugs **100** und/oder das direkte oder indirekte Veranlassen, dass ein aktuelles Fahrmanöver des Fahrzeugs **100** modifiziert wird. Das Selbstfahrmodul **120** kann eine Komponente des Prozessors **110** sein, oder das Selbstfahrmodul **120** kann auf andere(n) Verarbeitungssystemen, mit denen der Prozessor **110** funktionsmäßig verbunden ist, ausgeführt werden und/oder verteilt sein.

**[0030]** Das Selbstfahrmodul **120** kann Anweisungen (z. B. Programmlogik) beinhalten, die vom Prozessor **110** ausführbar sind. Solche Anweisungen können Anweisungen zur Ausführung verschiedener Fahrzeugfunktionen und/oder zum Senden oder Empfangen von Daten an das bzw. von dem Fahrzeug **100** oder an mindestens eines bzw. von mindestens einem von dessen Systemen (z. B. an mindestens eines bzw. von mindestens einem von den Fahrzeugsystemen **145**), zum Interagieren mit demselben bzw. denselben und/oder zum Steuern desselben bzw. derselben beinhalten. Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Datenspeicher **115** solche Anweisungen enthalten.

**[0031]** Wie oben angegeben ist, kann das Fahrzeug **100** ein Sensorsystem **125** aufweisen. Das Sensorsystem **125** kann mindestens einen Sensor beinhalten. „Sensor“ bedeutet alle Vorrichtungen, Komponenten und/oder Systeme, die etwas erfassen, feststellen, beurteilen, überwachen, messen, quantifizieren und/oder wahrnehmen können. Der mindestens eine Sensor kann für eine Erfassung, Feststellung, Bemessung, Überwachung, Messung, Quantifizierung und/oder Wahrnehmung in Echtzeit ausgelegt sein. Wie hierin verwendet bedeutet der Begriff „Echtzeit“ einen Grad der Verarbeitungsempfindlichkeit, den ein Anwender oder ein System als unmittelbar genug für einen bestimmten Prozess oder eine zu treffende Feststellung empfindet, oder die den Prozessor in die Lage versetzt, mit irgendeinem externen Prozess Schritt zu halten.

**[0032]** In Ausgestaltungen, in denen das Sensorsystem **125** eine Mehrzahl von Sensoren beinhalten, können die Sensoren unabhängig voneinander arbeiten. Alternativ dazu können zwei oder mehr von den Sensoren in Kombination miteinander arbeiten. In einem solchen Fall können die zwei oder mehr Sensoren ein Sensornetz bilden. Das Sensorsystem **125** und/oder der mindestens eine Sensor kann funktionsmäßig mit dem Prozessor **110**, dem Datenspeicher **115**, dem Selbstfahrmodul **120** und/oder einem anderen Element des Fahrzeugs **100** und/oder des autonomen Fahrsystems **105** verbunden sein.

**[0033]** Das Sensorsystem **125** kann jede geeignete Art von Sensor beinhalten. Zum Beispiel kann das Sensorsystem **125** mindestens einen Sensor beinhalten, der dafür ausgelegt ist, Informationen über das Fahrzeug **100** zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen. Alternativ oder zusätzlich dazu kann das Sensorsystem **125** mindestens einen Sensor beinhalten, der dafür ausgelegt ist, Informationen über eine Umgebung, in der sich das Fahrzeug **100** befindet, zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen, einschließlich von Informationen über Objekte in der Außenumgebung.

Solche Objekte können stationäre oder bewegliche Objekte sein. Alternativ oder zusätzlich zu mindestens einem der obigen Beispiele kann das Sensorsystem **125** mindestens einen Sensor beinhalten, der dafür ausgelegt ist, den Ort, wo sich das Fahrzeug **100** befindet, und/oder den Ort, wo sich Objekte in der Umgebung relativ zum Fahrzeug **100** befinden, zu erfassen, zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen. Verschiedene Beispiele für diese und andere Arten von Sensoren werden hierin beschrieben. Es sei klargestellt, dass die Ausführungsformen nicht auf die jeweils beschriebenen Sensoren beschränkt sind.

**[0034]** Das Sensorsystem **125** kann mindestens einen Sensor aufweisen, der dafür ausgelegt ist, Positions- und Ausrichtungsänderungen des Fahrzeugs **100** zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen, beispielsweise auf Basis von Trägheitsbeschleunigung. In mindestens einer Ausgestaltung kann das Sensorsystem **125** Beschleunigungsmesser, Gyroskope und/oder andere geeignete Sensoren beinhalten. Das Sensorsystem **125** kann Sensoren beinhalten, die mindestens ein internes System des Fahrzeugs **100** überwachen können (z. B. einen O<sub>2</sub>-Monitor, einen Tankfüllstand, eine Motoröltemperatur, eine Kühlmitteltemperatur usw.)

**[0035]** Das Sensorsystem **125** kann mindestens einen Umgebungssensor **126** aufweisen. Die Umgebungssensoren **126** können dafür ausgelegt sein, Objekte in mindestens einem Teil der Außenumgebung des Fahrzeugs **100** und/oder Informationen/Daten über solche Objekte zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen. Verschiedene Beispiele für die Umgebungssensoren **126** werden hierin beschrieben. Es sei jedoch klargestellt, dass die Ausführungsformen nicht auf die jeweils beschriebenen Sensoren beschränkt sind.

**[0036]** In mindestens einer Ausgestaltung kann einer oder können mehrere von den Umgebungssensoren **126** zumindest zum Teil Funksignale verwenden (z. B. auf RADAR basierende Sensoren). Der mindestens eine funkgestützte Sensor kann dafür ausgelegt sein, das Vorhandensein mindestens eines Objekts in der Außenumgebung des Fahrzeugs **100**, die Position eines jeweils erfassten Objekts in Bezug auf das Fahrzeug **100**, den Abstand zwischen dem jeweils erfassten Objekt und dem Fahrzeug **100** in mindestens einer Richtung (z. B. in der Längsrichtung **104**, einer lateralen Richtung **106** und/oder mindestens einer anderen Richtung), die Geschwindigkeit des jeweils erfassten Objekts und/oder die Bewegung des jeweils erfassten Objekts direkt oder indirekt zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu über-

wachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen.

**[0037]** In mindestens einer Ausgestaltung kann mindestens einer von den Umgebungssensoren **126** zumindest zum Teil Laser verwenden. Zum Beispiel kann mindestens einer von den Umgebungssensoren **126** ein Laser-Entfernungsmesser oder LIDAR oder ein Teil davon sein. Solche Vorrichtungen können eine Laserquelle und/oder einen Laserscanner, der bzw. die dafür ausgelegt ist, einen Laser zu emittieren, und einen Detektor aufweisen, der dafür ausgelegt ist, Reflexionen des Lasers zu erfassen. Der Laser-Entfernungsmesser oder LIDAR kann dafür ausgelegt sein, in einem kohärenten oder einem inkohärenten Modus zu arbeiten. Der mindestens eine lasergestützte Sensor kann dafür ausgelegt sein, das Vorhandensein mindestens eines Objekts in der Außenumgebung des Fahrzeugs **100**, die Position eines jeweils erfassten Objekts in Bezug auf das Fahrzeug **100**, den Abstand zwischen dem jeweils erfassten Objekt und dem Fahrzeug **100** in mindestens einer Richtung (z. B. in der Längsrichtung **104**, einer lateralen Richtung **106** und/oder mindestens einer anderen Richtung), die Geschwindigkeit des jeweils erfassten Objekts und/oder die Bewegung des jeweils erfassten Objekts direkt oder indirekt zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen.

**[0038]** In mindestens einer Ausgestaltung kann mindestens einer von den Umgebungssensoren **126** zumindest zum Teil Ultraschall verwenden. Solche Sensoren können eine Ultraschallquelle, die dafür ausgelegt ist, Ultraschallsignale zu emittieren, und einen Detektor aufweisen, der dafür ausgelegt ist, Reflexionen des Ultraschallsignals zu erfassen. Der mindestens eine ultraschallgestützte Umgebungssensor **126** kann dafür ausgelegt sein, das Vorhandensein mindestens eines Objekts in der Außenumgebung des Fahrzeugs **100** befindet, die Position eines jeweils erfassten Objekts in Bezug auf das Fahrzeug **100**, den Abstand zwischen dem jeweils erfassten Objekt und dem Fahrzeug **100** in mindestens einer Richtung (z. B. in der Längsrichtung **104**, einer lateralen Richtung **106** und/oder mindestens einer anderen Richtung), die Geschwindigkeit des jeweils erfassten Objekts und/oder die Bewegung des jeweils erfassten Objekts direkt oder indirekt zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen. Solche Detektoren können auf einer Eigenschaft (z. B. der Intensität) eines reflektierten Ultraschallsignals basieren.

**[0039]** In mindestens einer Ausgestaltung kann das Sensorsystem **125** mindestens eine Kamera beinhalten. In mindestens einer Ausgestaltung kann die mindestens eine Kamera Teil des mindestens einen Umgebungssensors **126** sein. „Kamera“ ist definiert als jede Vorrichtung, jede Komponente und/oder jedes

System, das zumindest visuelle Daten aufnehmen kann. „Visuelle Daten“ können Video- und/oder Bildinformationsdaten beinhalten. Die visuellen Daten können jede geeignete Form haben.

**[0040]** In mindestens einer Ausgestaltung kann mindestens eine von den Kameras eine (nicht dargestellte) Linse und ein (nicht dargestelltes) Bilderaufnahmeelement beinhalten. Das Bilderaufnahmeelement kann jede geeignete Art von Bilderaufnahmevorrichtung oder -system sein, unter anderem zum Beispiel ein Area Array Sensor, ein Charge Coupled Device (CCD)-Sensor, ein Complementary Metal Oxide Semiconductor(CMOS)-Sensor, ein Linear Array Sensor. Das Bilderaufnahmeelement kann Bilder mit jeder geeigneten Wellenlänge im elektromagnetischen Spektrum aufnehmen. Das Bilderaufnahmeelement kann Farbbilder und/oder Graustufenbilder aufnehmen. Mindestens eine von den Kameras kann mit Heranzoom- und/oder Herauszoom-Fähigkeiten ausgestattet sein.

**[0041]** Die mindestens eine Kamera kann so ausgerichtet, positioniert, konfiguriert, betätigbar und/oder angeordnet sein, dass sie Daten von mindestens einem Abschnitt der Außenumgebung des Fahrzeugs **100** aufnimmt. Die mindestens eine Kamera kann in jedem geeigneten Teil des Fahrzeugs **100** angeordnet sein. Zum Beispiel kann mindestens eine von den Kameras innerhalb des Fahrzeugs **100** angeordnet sein. Mindestens eine von den Kameras kann an der Außenseite des Fahrzeugs **100** angeordnet sein. Mindestens eine von den Kameras kann an der Außenseite des Fahrzeugs **100** angeordnet sein oder nach außen exponiert sein.

**[0042]** Die Position von mindestens einer von den Kameras kann festgelegt sein, so dass sich ihre Position in Bezug auf das Fahrzeug **100** nicht ändert. Mindestens eine von den Kameras kann beweglich sein, so dass sich ihre Position ändern kann, um die Aufnahme von Daten von unterschiedlichen Abschnitten der Außenumgebung des Fahrzeugs **100** aus zu ermöglichen. Die Bewegung solcher Kameras kann auf jede geeignete Weise erreicht werden.

**[0043]** Alternativ oder zusätzlich zu jedem der oben beschriebenen Sensoren kann das Sensorsystem **125** andere Arten von Sensoren aufweisen. Das Sensorsystem **125**, der Prozessor **110** und/oder mindestens eines von den Modulen **120**, **135**, **137** kann bzw. können dazu dienen, Steuerbewegungen oder andere Aspekte von mindestens einem der Sensoren und/oder von mindestens einer der Kameras des Sensorsystems **125** zu steuern. Man beachte, dass jede(r) der hierin beschriebenen Sensoren und/oder Kameras an jedem geeigneten Ort in Bezug auf das Fahrzeug **100** vorgesehen sein kann. Zum Beispiel kann bzw. können mindestens ein Sensor und/oder mindestens eine Kamera innerhalb des Fahrzeugs **100**

angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich dazu kann bzw. können mindestens ein Sensor und/oder mindestens eine Kamera innerhalb der Außenumgebung des Fahrzeugs **100** angeordnet sein. Als weitere Alternative oder zusätzlich dazu kann bzw. können mindestens ein Sensor und/oder mindestens eine Kamera so angeordnet sein, dass sie zur Außenumgebung des Fahrzeugs **100** hin exponiert sind.

**[0044]** In manchen Ausgestaltungen kann bzw. können das Sensorsystem **125**, der Prozessor **110** und/oder mindestens eines von den hierin beschriebenen Modulen **120**, **135**, **137** dafür ausgelegt sein, eine(n) oder mehrere Aspekte, Eigenschaften und/oder eine Beschaffenheit eines erfassten Objekts direkt oder indirekt zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu überwachen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen. Zum Beispiel kann bzw. können das Sensorsystem **125**, der Prozessor **110** und/oder mindestens eines von den Modulen **120**, **135**, **137** dafür ausgelegt sein, die Größe, die relative Größe, die Länge, die Breite, die Höhe, eine Dimension, das Material, eine Materialbeschaffenheit, die Geschwindigkeit, die Beschleunigung und/oder die Trajektorie eines erfassten Objekts direkt oder indirekt zu erfassen, festzustellen, zu beurteilen, zu messen, zu quantifizieren und/oder wahrzunehmen. In mindestens einer Ausgestaltung kann mindestens ein künstlicher oder rechnergestützter Algorithmus oder mindestens ein Maschinenlernverfahren für diese Zwecke verwendet werden.

**[0045]** Der Sensorsystem **125** kann dafür ausgelegt sein, folgendes aufzunehmen bzw. zu erfassen: Ortsinformationen über Objekte innerhalb der Umgebung in der Nähe des autonomen Fahrzeugs **100** zur Verwendung durch den Prozessor **110** und/oder eines oder mehrere der hierin beschriebenen Module **120**, **135**, **137**, um die Position und Ausrichtung des autonomen Fahrzeugs **100** zu bestimmen, Bilder zur Verarbeitung durch einen Bildsensor, eine Fahrzeugposition in globalen Koordinaten auf Basis von Signalen von einer Mehrzahl von Satelliten oder irgendwelche anderen Daten und/oder Signale, die verwendet werden könnten, um den aktuellen Zustand des Fahrzeugs **100** festzustellen oder um die Position des autonomen Fahrzeugs **100** in Bezug auf dessen Umgebung festzustellen, um sie entweder für die Erzeugung eines Kartenformats oder zur Feststellung der Position des Fahrzeugs **100** in Bezug auf das Kartenformat zu verwenden.

**[0046]** Kartenformate können unter Verwendung von ortsbasierten geographischen Merkmalen, die vom Fahrzeug **100** erfasst werden, für straßenbasierte Objekte wie Ampeln, Verkehrszeichen, Fahrbahnmarkierungen, Fußgängerüberwege und Bordsteinkanten in der Nähe des Fahrzeugs **100**, während es einer Fahrtroute folgt, konstruiert werden. Informationen, die diese geographischen Merkmale darstel-

len, können unter Verwendung des oben beschriebenen Sensorsystems **125** in Verbindung mit einem Algorithmus wie RANSAC (random sample consensus) erfasst werden, um Linien zu unterscheiden, die Position des Fahrzeugs **100** aufzuzeichnen und Positionsdaten von einem GNSS und/oder einer IMU abzurufen. Die für diese geographischen Merkmale erfassten Informationen können dann unter Verwendung einer Technik zur simultanen Lokalisierung und Kartenerstellung (simultaneous localization and mapping, SLAM) manipuliert werden, um sämtliche geographischen Merkmale in Bezug auf die Position des Fahrzeugs **100** zu positionieren.

**[0047]** Alternativ dazu können Kartenformate unter Verwendung von Draufsichtbildern (z. B. Satellitenbildern) von geographischen Merkmalen konstruiert werden, die von einem Karteneditor nachgezeichnet werden, der eine Unterscheidung unterschiedlicher Kategorien für jedes geographische Merkmal gestattet, beispielsweise Verkehrszeichen, Straßenmarkierung usw. Jedes Kartenformat, das vom Fahrzeug **100** verwendet wird, kann gespeichert werden, beispielsweise in den Datenspeichern **115**. Ein Hintergrundkartenformat kann unter Verwendung von Ortsinformationen für geographische Merkmale, die während der Erfassung beweglicher Objekte ignoriert werden können, und Tracking-Prozessen konstruiert werden, die vom Fahrzeug **100** durchgeführt werden, um Entscheidungshilfen zu geben, während auf einer geplanten Fahrstrecke gefahren wird. Die Gruppe der geographischen Merkmale, das heißt der Hintergrundobjekte, kann stationäre straßenbasierte Objekte oder Straßenmerkmale wie Verkehrszeichen, Leitplanken, Bermen usw. und weitestgehend stationäre Objekte wie Bäume, Sträucher oder Büsche, die Blattwerk hervorbringen können, beinhalten.

**[0048]** Das Fahrzeug **100** kann ein Eingabesystem **130** beinhalten. Ein „Eingabesystem“ ist definiert als jedwede Art von Vorrichtung, Komponente, System, Element oder Anordnung oder Gruppe davon, die das Eingeben von Informationen/Daten in eine Maschine ermöglicht. Das Eingabesystem **130** kann eine Eingabe von einem Fahrzeuginsassen (z. B. einem Fahrer oder Beifahrer) empfangen. Jedes geeignete Eingabesystem **130** kann verwendet werden, unter anderem beispielsweise eine Tastatur, eine Anzeige, ein Touchscreen, eine Multi-Touchscreen, ein Schaltknopf, ein Joystick, eine Maus, ein Trackball, ein Mikrofon und/oder eine Kombination davon.

**[0049]** Das Fahrzeug **100** kann ein Ausgabesystem **131** beinhalten. Ein „Ausgabesystem“ ist definiert als jedwede Art von Vorrichtung, Komponente, System, Element oder Anordnung oder Gruppe davon, die das Darbieten von Informationen/Daten an einen Fahrzeuginsassen (z. B. eine Person, einen Beifahrer usw.) ermöglicht. Das Ausgabesystem **131** kann einem Fahrzeuginsassen Informationen/Daten darbieten.

Das Ausgabesystem **131** kann eine Anzeige **300** aufweisen. „Anzeige“ ist definiert als eine Komponente oder Gruppe von Komponenten, die Daten in einer Form darbietet, die für den menschlichen Gesichtssinn wahrnehmbar ist. Bei der Anzeige **300** kann es sich jede geeignete Art von Anzeige handeln. Zum Beispiel kann die Anzeige **300** eine Flüssigkristallanzeige (liquid crystal display, LCD), eine Leuchtdiodenanzeige (light emitting diode, LED-Anzeige) oder irgendeine andere geeignete Anzeige sein.

**[0050]** Alternativ oder zusätzlich dazu kann das Ausgabesystem **131** mindestens ein Mikrofon, mindestens einen Kopfhörer und/oder mindestens einen Lautsprecher **191** beinhalten. „Lautsprecher“ bedeutet mindestens ein Element, mindestens eine Vorrichtung, mindestens eine Komponente, mindestens ein System und/oder irgendeine Kombination davon, das bzw. die als Reaktion auf eine Audiosignaleingabe Töne hervorbringt. Beispiele für Lautsprecher beinhalten beispielsweise elektroakustische Wandler, Soundchips und Soundkarten. Jeder Lautsprecher **191** kann mindestens einen (nicht dargestellten) Audioausgangskanal aufweisen, der funktionsmäßig mit ihm verbunden ist. „Audioausgangskanal“ bedeutet jede geeignete Vorrichtung, Komponente oder Struktur, die Tonsignale transportieren kann. Einige Komponenten des Fahrzeugs **100** können sowohl als Komponente des Eingabesystems **130** als auch als Komponente des Ausgabesystems **131** dienen.

**[0051]** Das Fahrzeug **100** kann ein Umstellungserigniserfassungsmodul **135** aufweisen. Das Umstellungserigniserfassungsmodul **135** kann als computerlesbarer Programmcode implementiert sein, der, wenn er von einem Prozessor ausgeführt wird, die verschiedenen hierin beschriebenen Prozesse implementiert. Das Umstellungserigniserfassungsmodul **135** kann eine Komponente des Prozessors **110** sein, oder das Umstellungserigniserfassungsmodul **135** kann auf und/oder verteilt auf anderen Verarbeitungssystemen, mit denen der Prozessor **110** funktionsmäßig verbunden ist, ausgeführt werden. Das Umstellungserigniserfassungsmodul **135** kann funktionsmäßig mit den Kartendaten **111**, dem Satz von Verkehrsszenen **112** und/oder den Szenemarkierungen **113** verbunden sein.

**[0052]** Das Umstellungserigniserfassungsmodul **135** kann dafür ausgelegt sein festzustellen, ob ein Umstellungserignis stattgefunden hat, das ein mögliches Umschalten des aktuellen Betriebsmodus des Fahrzeugs **100** auf einen anderen Betriebsmodus rechtfertigt. Ein solches Ereignis kann auf ein Problem hinweisen, das dem Fahrer mitgeteilt werden muss, damit sich dieser darauf vorbereitet, sich in höherem Maße an der Kontrolle des Fahrzeugs zu beteiligen. Das Umstellungserigniserfassungsmodul **135**, das Selbstfahrmodul **120** und/oder der Pro-

zessor **110** können dafür ausgelegt sein, Daten zu analysieren, die vom Sensorsystem **125** erhalten, erfasst und/oder ermittelt werden, um mindestens ein Objekt in der Außenumgebung zu identifizieren. In manchen Ausgestaltungen kann mindestens eines dieser Elemente dafür ausgelegt sein, die Beschaffenheit der Objekte unter Verwendung irgendeiner geeigneten Technik zu identifizieren, einschließlich beispielsweise von Template-Matching, maschinellem Sehen und/oder Bildverarbeitungstechniken und/oder anderen Algorithmen in Verbindung mit künstlicher oder rechnerbasierter Intelligenz oder Maschinenlernverfahren.

**[0053]** Das Umstellungsereigniserfassungsmodul **135** kann auf jede geeignete Weise feststellen, ob ein Umstellungsereignis stattgefunden hat. Zum Beispiel können in mindestens einer Ausgestaltung optische oder andere Daten der Außenumgebung des Fahrzeugs **100** aufgenommen werden, beispielsweise durch das Sensorsystem **125**. Die aufgenommenen Daten können mit den Kartendaten **111** verglichen werden, um zu bestimmen, ob die aufgenommenen Daten mit den Kartendaten **111** übereinstimmen. In diesem Zusammenhang bedeutet „Übereinstimmung“ oder „übereinstimmen“, dass die aufgenommenen Daten und die vorgegebenen Daten (z. B. die Kartendaten **111**) identisch sind. In manchen Ausführungsformen kann „Übereinstimmung“ oder „übereinstimmen“ auch bedeuten, dass die aufgenommenen Daten und die vorgegebenen Daten im Wesentlichen identisch sind. Zum Beispiel können die aufgenommenen Daten und die vorgegebenen Daten innerhalb eines vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsniveaus (z. B. zu mindestens etwa 85%, mindestens etwa 90%, mindestens etwa 95% oder mehr) oder Konfidenzniveaus übereinstimmen.

**[0054]** Wenn eine ausreichend große Nichtübereinstimmung zwischen den aufgenommenen Daten und den vorgegebenen Daten **111** vorhanden ist oder sie aus anderen Gründen nicht übereinstimmen, kann festgestellt werden, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat. Zum Beispiel kann eine ausreichend große Nichtübereinstimmung gegeben sein, wenn es eine Baustelle gibt oder wenn die Straße neu bemalt worden ist. Wenn sehr detaillierte Kartendaten **111** verwendet werden, können schon relativ kleine Abweichungen von den Kartendaten **111** zu einer Feststellung führen, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat.

**[0055]** Als weiteres Beispiel kann in mindestens einer Ausgestaltung mindestens eine Verkehrsszene entlang einer Fahrtroute aufgenommen werden. Die mindestens eine aufgenommene Fahrtroute kann mit dem Satz von Verkehrsszenen **112** verglichen werden. Es kann festgestellt werden, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, wenn eine ausreichend große Nichtübereinstimmung zwi-

schen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene und dem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen besteht.

**[0056]** In mindestens einer Ausgestaltung kann die mindestens eine aufgenommene Verkehrsszene analysiert werden, um festzustellen, ob eine oder mehrere Szenemarkierungen **113** in der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene enthalten sind. Wenn eine oder mehrere Szenemarkierungen von dem Satz von Szenemarkierungen **113** nicht in der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene enthalten sind, kann festgestellt werden, dass eine ausreichend große Nichtübereinstimmung gegeben ist.

**[0057]** In manchen Fällen können die Szenemarkierungen **113** in eine Rangfolge gebracht sein. Zum Beispiel kann mindestens einer Szenemarkierung **113** eine hohe Priorität zugewiesen sein. Eine ausreichend große Nichtübereinstimmung kann gegeben sein, wenn eine oder mehrere Szenemarkierungen mit hoher Priorität nicht in der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene erfasst werden.

**[0058]** Das Sensorsystem **125** des Fahrzeugs **100** kann die Außenumgebung des Fahrzeugs **100** wahrnehmen. Das Sensorsystem **125** kann verschiedene Merkmale in der Außenumgebung (z. B. Fahrbahnmarkierungen, Landmarken wie Zeichen, Masten, Kreuzungen usw.) erfassen. Diese erfassten Merkmale können mit dem Satz von Szenemarkierungen **113** abgeglichen werden. Falls das Umstellungsereigniserfassungsmodul **135** eine ausreichend große Nichtübereinstimmung feststellt (z. B. wenn nur wenige der beobachteten Merkmale mit ihren entsprechenden hoch-priorisierten Deskriptoren übereinstimmen), kann festgestellt werden, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat.

**[0059]** Das Fahrzeug **100** kann ein Zeitpufferfeststellungsmodul **137** beinhalten. Das Zeitpufferfeststellungsmodul **137** kann als computerlesbarer Programmcode implementiert sein, der, wenn er von einem Prozessor ausgeführt wird, die verschiedenen hierin beschriebenen Prozesse implementiert. Das Zeitpufferfeststellungsmodul **137** kann eine Komponente des Prozessors **110** sein, oder das Zeitpufferfeststellungsmodul **137** kann auf andere(n) Verarbeitungssystemen, mit denen der Prozessor **110** funktionsmäßig verbunden ist, ausgeführt werden und/oder verteilt sein.

**[0060]** Das Zeitpufferfeststellungsmodul **137** kann dafür ausgelegt sein, einen Zeitpuffer festzustellen. Wie hierin verwendet, bedeutet „Zeitpuffer“ einen Zeitraum, bevor der aktuelle Betriebsmodus eines Fahrzeugs auf einen anderen Betriebsmodus umgeschaltet wird und/oder möglicherweise umgeschaltet wird.

**[0061]** Der Zeitpuffer kann auf jede geeignete Weise festgestellt werden. Zum Beispiel kann der Zeitpuffer in mindestens einer Ausgestaltung zumindest zum Teil auf einer Eigenschaft einer aktuellen Fahrumgebung des Fahrzeugs basieren. Wenn die aktuelle Fahrumgebung beispielsweise komplexer ist (z. B. eine große Zahl erfasster Objekte, Objekte, die sich in einer großen Zahl verschiedener Richtungen bewegen, Straßen, die nicht gut markiert sind, Dunkelheit, Nebel, Regen usw.), kann festgestellt werden, dass ein kürzerer Zeitpuffer zulässig ist. Wenn die aktuelle Fahrumgebung dagegen weniger komplex ist (z. B. eine kleine Zahl erfasster Objekte, Objekte, die sich in einer kleinen Zahl verschiedener Richtungen bewegen, Straßen, die gut markiert sind, Tageslicht usw.), kann festgestellt werden, dass ein längerer Zeitpuffer zulässig ist.

**[0062]** In mindestens einer Ausgestaltung kann der Zeitpuffer zumindest zum Teil auf dem Maß an Nichtübereinstimmung zwischen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene und dem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen und/oder dem vorgegebenen Satz von Szenemarkierungen basieren. Wenn beispielsweise ein hohes Maß an Nichtübereinstimmung zwischen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene und dem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen und/oder dem vorgegebenen Satz an Szenemarkierungen vorhanden ist, kann festgestellt werden, dass ein kürzerer Zeitpuffer zulässig ist. Wenn ein geringes Maß an Nichtübereinstimmung zwischen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene und dem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen und/oder dem vorgegebenen Satz an Szenemarkierungen vorhanden ist, kann festgestellt werden, dass ein längerer Zeitpuffer zulässig ist.

**[0063]** In einer oder mehreren Ausgestaltungen kann der Zeitpuffer zumindest zum Teil darauf basieren, ob eine Szenemarkierung mit hoher Priorität in der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene vorhanden ist. Falls eine erwartete Szenemarkierung mit hoher Priorität in der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene nicht erfasst wird, kann festgestellt werden, dass ein kürzerer Zeitpuffer zulässig ist. Wenn eine Szenemarkierung mit hoher Priorität entdeckt wird, kann festgestellt werden, dass ein längerer Zeitpuffer zulässig ist.

**[0064]** Das Fahrzeug **100** kann mindestens ein Fahrzeugsystem **145** beinhalten. Verschiedene Beispiele für das mindestens eine Fahrzeugsystem **145** sind in **Fig. 1** dargestellt. Jedoch kann das Fahrzeug **100** mehr, weniger oder andere Systeme aufweisen. Man beachte, dass zwar bestimmte Fahrzeugsysteme eigens definiert sind, dass aber jedes der Systeme oder Teile davon auf andere Weise über Hardware und/oder Software kombiniert oder innerhalb des Fahr-

zeugs **100** getrennt von anderen angeordnet sein kann.

**[0065]** Das Fahrzeug **100** kann ein Antriebssystem **150** aufweisen. Das Antriebssystem **150** kann mindestens einen Mechanismus, mindestens eine Vorrichtung, mindestens ein Element, mindestens eine Komponente, mindestens ein System und/oder Kombinationen davon, die bereits bekannt sind oder noch entwickelt werden, aufweisen, die dafür ausgelegt sind, eine Antriebsleistung für das Fahrzeug **100** bereitzustellen. Das Antriebssystem **150** kann einen Motor und eine Energiequelle aufweisen.

**[0066]** Der Motor kann jede geeignete Art von Maschine oder Motor sein, die bereits bekannt ist oder noch entwickelt wird. Zum Beispiel kann der Motor ein Verbrennungsmotor, ein Elektromotor, eine Dampfmaschine und/oder ein Stirling-Motor sein, um nur einige Möglichkeiten zu nennen. In manchen Ausführungsformen könnte das Antriebssystem eine Mehrzahl von Motorarten beinhalten. Zum Beispiel kann ein Gas-Elektro-Hybridfahrzeug einen Benzinmotor und einen Elektromotor aufweisen.

**[0067]** Die Energiequelle kann jede geeignete Quelle für Energie sein, die verwendet werden kann, um den Motor zumindest zum Teil mit Leistung zu versorgen. Der Motor kann dafür ausgelegt sein, die Energiequelle in mechanische Energie umzuwandeln. Beispiele für Energiequellen beinhalten Benzin, Diesel, Propan, Wasserstoff, andere auf verdichtetem Gas basierende Kraftstoffe, Ethanol, Solarpaneele, Batterien und/oder andere Quellen für elektrische Leistung. Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Energiequelle Kraftstofftanks, Batterien, Kondensatoren und/oder Schwungräder beinhalten. In manchen Ausführungsformen kann die Energiequelle verwendet werden, um Energie für andere Systeme des Fahrzeugs **100** zu liefern.

**[0068]** Das Fahrzeug **100** kann Räder, Reifen und/oder Raupen aufweisen. Jede geeignete Art von Rädern, Reifen und/oder Raupen kann verwendet werden. In mindestens einer Ausgestaltung können die Räder, Reifen und/oder Raupen des Fahrzeugs **100** dafür ausgelegt sein, sich in Bezug auf andere Räder, Reifen und/oder Raupen des Fahrzeugs **100** differenziell zu drehen. Die Räder, Reifen und/oder Raupen können aus jedem geeigneten Material bestehen.

**[0069]** Das Fahrzeug **100** kann ein Bremssystem **155** aufweisen. Das Bremssystem **155** kann mindestens einen Mechanismus, mindestens eine Vorrichtung, mindestens ein Element, mindestens eine Komponente, mindestens ein System, und/oder Kombinationen davon, die bereits bekannt sind oder künftig entwickelt werden, aufweisen, die dafür ausgelegt sind, das Fahrzeug **100** zu entschleunigen. Als ein Beispiel kann das Bremssystem **155** Reibung ver-

wenden, um die Räder/Reifen zu verlangsamen. Das Bremssystem **155** kann die kinetische Energie der Räder/Reifen in elektrischen Strom umwandeln.

**[0070]** Ferner kann das Fahrzeug **100** ein Lenksystem **160** aufweisen. Das Lenksystem **160** kann mindestens einen Mechanismus, mindestens eine Vorrichtung, mindestens ein Element, mindestens eine Komponente, mindestens ein System, und/oder Kombinationen davon, die bereits bekannt sind oder künftig entwickelt werden, aufweisen, die dafür ausgelegt sind, die Richtung anzupassen, in die das Fahrzeug **100** fährt.

**[0071]** Das Fahrzeug **100** kann ein Drosselsystem **165** aufweisen. Das Drosselsystem **165** kann mindestens einen Mechanismus, mindestens eine Vorrichtung, mindestens ein Element, mindestens eine Komponente, mindestens ein System, und/oder Kombinationen davon, die bereits bekannt sind oder künftig entwickelt werden, aufweisen, die dafür ausgelegt sind, die Arbeitsgeschwindigkeit eines Verbrennungsmotors/Elektromotors des Fahrzeugs **100** und dadurch auch die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100** zu steuern.

**[0072]** Das Fahrzeug **100** kann ein Leistungsübertragungssystem **170** aufweisen. Das Leistungsübertragungssystem **170** kann mindestens einen Mechanismus, mindestens eine Vorrichtung, mindestens ein Element, mindestens eine Komponente, mindestens ein System, und/oder Kombinationen davon, die bereits bekannt sind oder künftig entwickelt werden, aufweisen, die dafür ausgelegt sind, mechanische Leistung vom Verbrennungsmotor/Elektromotor des Fahrzeugs **100** auf die Räder/Reifen zu übertragen. Zum Beispiel kann das Leistungsübertragungssystem **170** einen Getriebekasten, eine Kupplung, ein Differential, Antriebswellen und/oder andere Elemente aufweisen. In Ausgestaltungen, wo das Leistungsübertragungssystem **170** Antriebswellen aufweist, können die Antriebswellen mindestens eine Radachse beinhalten, die für eine Verkopplung mit den Rädern/Reifen ausgelegt ist.

**[0073]** Das Fahrzeug **100** kann ein Signalgebungssystem **175** aufweisen. Das Signalgebungssystem **175** kann mindestens einen Mechanismus, mindestens eine Vorrichtung, mindestens ein Element, mindestens eine Komponente, mindestens ein System, und/oder Kombinationen davon, die bereits bekannt sind oder künftig entwickelt werden, aufweisen, die dafür ausgelegt sind, Licht für den Fahrer des Fahrzeugs **100** bereitzustellen und/oder Informationen in Bezug auf einen oder mehrere Aspekte des Fahrzeugs **100** bereitzustellen. Zum Beispiel kann das Signalgebungssystem **175** Informationen in Bezug auf die Anwesenheit, die Position, die Größe, die Fahrtrichtung und die Absichten des Fahrers in Bezug auf die Richtung und die Fahrgeschwindigkeit bereitstellen.

len. Zum Beispiel kann das Signalgebungssystem **175** Scheinwerfer, Rücklichter, Bremslichter, Fernlichter und Blinker beinhalten.

**[0074]** Das Fahrzeug **100** kann ein Navigationssystem **180** aufweisen. Das Navigationssystem **180** kann mindestens einen Mechanismus, mindestens eine Vorrichtung, mindestens ein Element, mindestens eine Komponente, mindestens ein System, und/oder Kombinationen davon, die bereits bekannt sind oder künftig entwickelt werden, aufweisen, die dafür ausgelegt sind, den geografischen Ort des Fahrzeugs **100** zu bestimmen und/oder eine Fahrtroute für das Fahrzeug **100** zu bestimmen.

**[0075]** Das Navigationssystem **180** kann mindestens eine Landkartenanwendung aufweisen, um eine Fahrtroute für das Fahrzeug **100** zu bestimmen. Zum Beispiel kann ein Fahrer oder Beifahrer einen Startpunkt und einen Zielpunkt eingeben. Die Landkartenanwendung kann mindestens eine geeignete Fahrtroute zwischen dem Startpunkt und dem Zielpunkt bestimmen. Eine Fahrtroute kann auf Basis von mindestens einem Parameter ausgewählt werden (z. B. kürzeste Fahrstrecke, kürzeste Fahrzeit usw.). Bei manchen Ausgestaltungen kann das Navigationssystem **180** dafür ausgelegt sein, die Fahrtroute dynamisch zu aktualisieren, während das Fahrzeug **100** in Betrieb ist.

**[0076]** Das Navigationssystem **180** kann ein globales Positionsbestimmungssystem, ein lokales Positionsbestimmungssystem oder ein Geo-Ortsbestimmungssystem beinhalten. Das Navigationssystem **180** kann mit irgendeinem von einer Reihe von Satellitenpositionsbestimmungssystemen implementiert sein, beispielsweise mit dem US-amerikanischen Global Positioning System (GPS), dem russischen Glonass-System, dem europäischen Galileo-System, dem chinesischen Beidou-System oder irgendeinem System, das Satelliten aus einer Kombination von Satellitensystemen verwendet, oder irgendwelchen in der Zukunft entwickelten Satellitensystemen, einschließlich des geplanten chinesischen COMPASS-Systems und des indischen Regional Navigational Satellite Systems. Ferner kann das Navigationssystem **180** Transmission Control Protocol (TCP) und/oder ein Geoinformationssystem (GIS) und Ortungsdienste verwenden.

**[0077]** Das Navigationssystem **180** kann einen Transceiver aufweisen, der dafür ausgelegt ist, eine Position des Fahrzeugs **100** in Bezug auf die Erde zu bestimmen. Zum Beispiel kann das Navigationssystem **180** einen GPS-Transceiver beinhalten, um den Breitengrad, den Längengrad und/oder den Höhengrad des Fahrzeugs zu bestimmen. Das Navigationssystem **180** kann andere Systeme (z. B. laserbasierte Ortsfeststellungssysteme, ein trägheitsunterstütztes GPS und/oder eine kamerabasierte Ortsbestimmung)

mung) verwenden, um den Standort des Fahrzeugs **100** festzustellen.

**[0078]** Alternativ oder zusätzlich dazu kann das Navigationssystem **180** auf Zugangspunkt-Geolokalisationsdiensten basieren, beispielsweise solchen, die die W3C Geolocation Application Programming Interface (API) nutzen. Mit einem solchen System kann das Fahrzeug **100** unter Hinzuziehung von Standortinformationsservern lokalisiert werden, einschließlich von unter anderem Internetprotokoll(IP)-Adresse, Wi-Fi- und Bluetooth Media Access Control(MAC)-Adresse, Funkfrequenzidentifizierung (RFID), Wi-Fi-Verbindungsstellen- oder Vorrichtungs-GPS und Global System for Mobile Communications (GSM)/Code Division Multiple Access(CDMA)-Zell-IDs. Somit sei klargestellt, dass die konkrete Weise, in der die geografische Position des Fahrzeugs **100** bestimmt wird, von der Betriebsweise des jeweils verwendeten Tracking-Systems abhängt.

**[0079]** Der Prozessor **110** und/oder das Selbstfahrmodul **120** kann bzw. können funktionsmäßig verbunden sein, um mit den verschiedenen Fahrzeugsystemen **145** und/oder deren individuellen Komponenten zu kommunizieren. Zum Beispiel kann bzw. können, wie wiederum in **Fig. 1** dargestellt ist, der Prozessor **110** und/oder das Selbstfahrmodul **120** kommunizieren, um Informationen an die verschiedenen Fahrzeugsysteme **145** zu senden bzw. von diesen zu empfangen, um die Bewegung, die Geschwindigkeit, das Manövrieren, die Zielrichtung, die Richtung usw. des Fahrzeugs **100** zu steuern. Der Prozessor **110** und/oder das Selbstfahrmodul **120** können einige oder alle von diesen Fahrzeugsystemen **145** steuern, und können somit teilweise oder vollständig autonom sein.

**[0080]** Der Prozessor **110** und/oder das Selbstfahrmodul **120** können dazu dienen, die Navigation und/oder das Manövrieren des Fahrzeugs **100** durch Steuern von einem oder mehreren von den Fahrzeugsystemen **145** und/oder Komponenten davon zu steuern. Im autonomen Betriebsmodus kann bzw. können der Prozessor **110** und/oder das Selbstfahrmodul **120** beispielsweise die Richtung und/oder die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100** steuern. Der Prozessor **110** und/oder das Selbstfahrmodul **120** kann bzw. können bewirken, dass das Fahrzeug **100** beschleunigt wird (z. B. durch Erhöhen der Kraftstoffzufuhr für den Motor), langsamer wird (z. B. durch Verringern der Kraftstoffzufuhr zum Motor und/oder durch Anlegen der Bremsen) und/oder die Richtung ändert (z. B. durch Drehen der zwei Vorderräder). Wie hierin verwendet, bedeutet „bewirken“ oder „veranlassen“, dass etwas auf direkte oder indirekte Weise dazu gebracht, gezwungen, genötigt, gelenkt, befehligt, angewiesen und/oder in die Lage versetzt wird, ein Ereignis oder eine Aktion stattfinden zu lassen, oder zumindest in einen Zustand versetzt wird,

wo ein solches Ereignis oder eine solche Aktion stattfinden kann.

**[0081]** Das Fahrzeug **100** kann mindestens ein Stellglied **140** aufweisen. Die Stellglieder **140** können ein beliebiges Element oder eine beliebige Kombination von Elementen sein, die dazu dienen können, eines oder mehrere von den Fahrzeugsystemen **145** oder von deren Komponenten als Reaktion auf den Empfang Signalen oder anderen Eingaben vom Prozessor **110** und/oder vom Selbstfahrmodul **120** zu modifizieren, anzupassen und/oder zu ändern. Jedes geeignete Stellglied kann verwendet werden. Zum Beispiel kann das mindestens eine Stellglied **140** Elektromotoren, pneumatische Stellglieder, hydraulische Kolben, Magnetspulen und/oder piezoelektrische Stellglieder beinhalten, um nur einige Möglichkeiten zu nennen.

**[0082]** Das Fahrzeug **100** kann ein (nicht dargestelltes) Wahrnehmungssystem aufweisen. Das Wahrnehmungssystem kann Daten und/oder Signale zur Verarbeitung durch eine inertielle Messeinheit (inertial measurement unit, IMU), ein Koppelnavigationssystem, ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS), ein optisches Abstands- und Geschwindigkeitsmesssystem (light detection and ranging, LIDAR-System), ein Radarsystem, ein Sonarsystem, ein bildbasiertes Sensorsystem oder irgendeine andere Art von System, die in der Lage ist, Informationen zu erfassen, die spezifisch sind für die Umgebung eines Fahrzeugs, zur Verwendung bei der Erstellung eines Hintergrundkartenformats erfassen, einschließlich von Informationen, die spezifisch sind für sowohl stationäre als auch bewegliche Objekte, wie Verkehrszeichen, natürliche Objekte, fahrende Fahrzeuge, Fußgänger, oder andere lokalisierte Positionsdaten und/oder -signale, und um die entsprechenden Daten und/oder Signale an den Prozessor **110** auszugeben. Das Wahrnehmungssystem kann Fahrzeugpositions- und -geschwindigkeitsdaten feststellen. Das Wahrnehmungssystem kann den Ort von Hindernissen, Objekten oder anderen Umgebungsmerkmalen einschließlich von Verkehrszeichen, Bäumen, Sträuchern, benachbarten Fahrzeugen, Fußgängern usw. feststellen. Mindestens ein Fahrzeugsystem **145** kann funktionsmäßig mit dem Wahrnehmungssystem verbunden sein. Das Wahrnehmungssystem kann dafür ausgelegt sein, Daten zu erfassen, die Hinweise auf das Verhalten der Fahrzeugsystem **145** geben.

**[0083]** Gemäß den hierin beschriebenen Ausgestaltungen kann das Fahrzeug **100** dafür ausgelegt sein, einem Fahrzeuginsassen (z. B. dem Fahrer) einen laufenden Hinweis auf die Zeit auszugeben, die bleibt, bevor das Fahrzeug **100** möglicherweise auf einen anderen Betriebsmodus umschaltet, insbesondere einen, der ein höheres Maß an manueller Beteiligung aufweist. Solch ein Hinweis kann durch ei-

ne Umstellungswarnung geliefert werden. Die Umstellungswarnung kann innerhalb des Fahrzeugs **100** ausgegeben werden.

**[0084]** Die Umstellungswarnung kann jede geeignete Form aufweisen. Zum Beispiel kann es sich bei der Umstellungswarnung um eine visuelle Umstellungswarnung, eine akustische Umstellungswarnung, eine haptische Umstellungswarnung und/oder Kombinationen davon handeln. Eine „visuelle Umstellungswarnung“ ist eine Mitteilung, die für den menschlichen Gesichtssinn wahrnehmbar ist. Eine „akustische Umstellungswarnung“ ist eine Mitteilung, die für den menschlichen Gehörsinn wahrnehmbar ist. Eine „haptische Umstellungswarnung“ ist eine Mitteilung, die für den menschlichen Tastsinn wahrnehmbar ist. Nun werden verschiedene nichtbeschränkende Beispiele für solche Umstellungswarnungen geliefert.

**[0085]** Die visuelle Umstellungswarnung kann dem Fahrzeuginsassen (z. B. dem Fahrer) unter Verwendung des Ausgabesystems **131** dargeboten werden. Zum Beispiel kann die visuelle Umstellungswarnung auf einer oder mehreren von den Anzeigen **300** dargeboten werden (siehe **Fig. 3** und **Fig. 4**). Die Anzeige **300** kann einen Bildschirm **305** beinhalten, der ein Touchscreen oder ein Multi-Touchscreen sein kann. Die visuelle Umstellungswarnung kann jede geeignete Form aufweisen. In mindestens einer Ausgestaltung kann die visuelle Umstellungswarnung ein Balkendiagramm **310** sein (siehe **Fig. 3**). Die Balken können einander im Wesentlichen gleich sein oder mindestens einer von den Balken kann sich von den anderen Balken unterscheiden. **Fig. 3** zeigt ein Beispiel, in dem die Länge der Balken von links nach rechts immer größer wird. Jedoch sind hierin beschriebene Ausgestaltungen nicht auf diese Art von Balkendiagramm beschränkt.

**[0086]** Die Balken des Balkendiagramms **310** können auf Basis des festgestellten Zeitpuffers selektiv beleuchtet werden. In mindestens einer Ausgestaltung können mehrere von den Balken selektiv beleuchtet werden, wenn der Zeitpuffer kurz ist, und weniger von den Balken können selektiv beleuchtet werden, wenn der Zeitpuffer lang ist. In mindestens einer alternativen Ausgestaltung können mehrere von den Balken selektiv beleuchtet werden, wenn der Zeitpuffer lang ist, und weniger von den Balken können selektiv beleuchtet werden, wenn der Zeitpuffer kurz ist.

**[0087]** In mindestens einer Ausgestaltung kann die visuelle Umstellungswarnung eine Countdown-Uhr **315** sein (siehe **Fig. 4**). Die Countdown-Uhr **315** kann die Zeit anzeigen, die bleibt, bis der aktuelle Betriebsmodus möglicherweise auf einen anderen Betriebsmodus umgeschaltet wird.

**[0088]** Alternativ oder zusätzlich dazu kann die visuelle Umstellungswarnung durch mindestens eine

(nicht dargestellte) Lichtquelle dargeboten werden. Die mindestens eine Lichtquelle kann jede Art von Lichtenergie erzeugen oder emittieren. In mindestens einer Ausgestaltung kann die mindestens eine Lichtquelle elektrisch betrieben sein. In mindestens einer Ausgestaltung kann die mindestens eine Lichtquelle mindestens eine der folgenden Arten elektronisch betriebener Lichtquellen beinhalten: elektronenangeregte Glühlampen, Elektrolumineszenz-(EL)-Lampen, Gasentladungslampen, Hochdruckentladungslampen und/oder Laser, um nur einige Möglichkeiten zu nennen. In mindestens einer Ausgestaltung kann es sich bei der mindestens einen Lichtquelle um Leuchtdioden handeln. Zum Beispiel kann es sich bei der mindestens einen Lichtquelle um organische LEDs, Polymer-LEDs, Festkörperleuchten (solid state lighting), LED-Lampen und/oder organische Aktivmatrix-LEDs handeln. In manchen Ausgestaltungen kann es sich bei der einen Lichtquelle um ein und dieselbe Art von Lichtquelle handeln. In anderen Ausgestaltungen kann es sich bei der einen Art von Lichtquelle um eine andere Art von Lichtquelle als bei den anderen Lichtquellen handeln.

**[0089]** Im Falle einer einzigen Lichtquelle kann das Licht erst aktiviert werden, wenn ein Umstellungsereignis festgestellt wird. Die Lichtquelle kann eine erste Farbe (z. B. Grün) sein. Die Farbe kann sich abhängig vom Zeitpuffer ändern. Wenn der Zeitpuffer kleiner wird, kann sich die Farbe beispielsweise in eine zweite Farbe (z. B. Gelb) und dann, wenn der Zeitpuffer fast aufgebraucht ist, möglicherweise in eine dritte Farbe (z. B. Rot) ändern. In manchen Fällen kann die Lichtquelle auch an- und ausgehen, um mehr Aufmerksamkeit zu erregen. Ein solches Blinken kann zu jeder geeigneten Zeit und/oder mit jeder geeigneten Blinkfrequenz stattfinden.

**[0090]** Im Falle einer Mehrzahl von Lichtquellen kann eine Licht erst eingeschaltet werden, wenn ein Betriebsmodusumstellungsereignis festgestellt wird. Zusätzliche Lichtquellen können aktiviert werden, wenn der Zeitpuffer kleiner wird. Außerdem kann sich die Farbe der Lichtquellen ändern, wenn der Zeitpuffer kleiner wird. Zum Beispiel können die aktivierten Lichtquellen zuerst grün sein und sich in Gelb und dann in Rot ändern, wenn der Zeitpuffer kleiner wird. In mindestens einer Ausgestaltung können alle von der Mehrzahl von Lichtquellen aktiviert werden, sobald ein Umstellungsereignis festgestellt wird. Wenn der Zeitpuffer kleiner wird, kann die Zahl der aktivierten Lichtquellen in jeder geeigneten Sequenz abnehmen, bis nur eine oder gar keine von den Lichtquellen aktiviert ist, wenn der Zeitpuffer bei null oder fast null ist.

**[0091]** Die akustische Umstellungswarnung kann dem Fahrzeuginsassen (z. B. dem Fahrer) unter Verwendung des Ausgabesystems **131** dargeboten werden. Zum Beispiel kann die akustische Umstellungs-

warnung an mindestens einem Lautsprecher **191** dargeboten werden. Die akustische Umstellungswarnung kann jede geeignete Form aufweisen. Zum Beispiel kann die akustische Umstellungswarnung ein Ton und/oder eine Meldung (z. B. eines oder mehrere Wörter, ein oder mehrere Ausdrücke und/oder einer oder mehrere Sätze sein). Zum Beispiel kann die akustische Umstellungswarnung angeben: „X Sekunden bis Übergabe“, „Bereitmachen zur Übernahme“ usw.

**[0092]** Die haptische Umstellungswarnung kann dem Fahrzeuginsassen (z. B. dem Fahrer) unter Verwendung jedes geeigneten Elements dargeboten werden. Zum Beispiel kann das Fahrzeug **100** (oder das Ausgabesystem **131** des Fahrzeugs **100**) mindestens ein Haptik-Stellglied **191** beinhalten, das bewirkt, dass eine haptische Umstellungswarnung dargeboten wird. Bei dem mindestens einen Haptik-Stellglied **191** kann es sich um ein beliebiges Element oder eine beliebige Kombination von Elementen handeln, die dazu dienen können, eines oder mehrere von den Fahrzeugsystemen **100** oder von deren Komponenten als Reaktion auf den Empfang von Signalen oder anderen Eingaben vom Prozessor **110** und/oder vom Selbstfahrmodul **120** zu modifizieren, anzupassen und/oder zu ändern. Jedes geeignete Haptik-Stellglied kann verwendet werden. Zum Beispiel kann das mindestens eine Haptik-Stellglied **191** Elektromotoren, pneumatische Stellglieder, hydraulische Kolben, Magnetspulen und/oder piezoelektrische Stellglieder beinhalten, um nur einige Möglichkeiten zu nennen.

**[0093]** Die haptische Umstellungswarnung kann jede geeignete Form aufweisen. Zum Beispiel kann die haptische Umstellungswarnung dadurch dargeboten werden, dass eine Vibration des Fahrersitzes bewirkt wird. Es sei jedoch klagestellt, dass die haptischen Umstellungswarnungen nicht auf Vibrationen beschränkt sind. Man beachte auch, dass die haptische Umstellungswarnung nicht darauf beschränkt ist, am Fahrersitz dargeboten zu werden.

**[0094]** Man beachte, dass jede Kombination der oben genannten Arten von Umstellungswarnungen und/oder anderer Arten von Umstellungswarnungen dargeboten werden können. Zum Beispiel können eine optische Umstellungswarnung und eine akustische Umstellungswarnung in jeder geeigneten Kombination verwendet werden.

**[0095]** Man beachte, dass die Umstellungswarnungen eine oder mehrere Ausgabeeigenschaften haben können. Gemäß hierin angegebenen Ausgestaltungen kann eine Ausgabeeigenschaft der Umstellungswarnung als Reaktion auf Veränderungen des festgestellten Zeitpuffers variiert werden. Wenn der Zeitpuffer kürzer wird, können somit die Ausgabeeigenschaften variiert werden, um die Aufmerksamkeit

des Fahrers zu erregen. Jede geeignete Variation der Ausgabeeigenschaften kann vorgenommen werden, wenn der Zeitpuffer kürzer wird. Zum Beispiel kann im Falle einer optischen Umstellungswarnung die optische Umstellungswarnung in Bezug auf die Größe (z. B. durch Leuchten lassen von größeren oder mehr Lichtern oder Balken), die Farbe (z. B. durch eine Warnfarbe wie Rot), die Helligkeit (z. B. eine Verstärkung der Helligkeit) und/oder den Modus (z. B. Blinken oder Blinken mit erhöhter Frequenz) variiert werden, um nur einige zu nennen. Was eine akustische Umstellungswarnung betrifft, so kann die Umstellungswarnung in Bezug auf die Lautstärke (z. B. lauter) und/oder den Abstand zwischen den Tönen (z. B. kürzere Abstände zwischen den Tönen) variiert werden, um nur einige Möglichkeiten zu nennen. Was eine haptische Umstellungswarnung betrifft, so kann die Umstellungswarnung in Bezug auf die haptische Intensität (z. B. intensiver) und/oder Frequenz (z. B. eine höhere Frequenz) variiert werden.

**[0096]** Die Kürze der Zeit, in der die Ausgabeeigenschaft(en) der Umstellungswarnung variiert wird bzw. werden, kann eine Funktion der Bedingung, die das Umstellungsereignis bewirkt (z. B. das Maß der Varianz zwischen einer erwarteten Verkehrsszene/Szenemarkierung und der tatsächlichen Verkehrsszene/Szenemarkierung), und/oder aktuellen Fahrumgebung sein. Je größer die Varianz zwischen einer erwarteten Verkehrsszene/Szenemarkierung und der tatsächlichen Verkehrsszene/Szenemarkierung wird, desto schneller wird bzw. werden somit die Ausgabeeigenschaft(en) der Umstellungswarnung variiert. Alternativ oder zusätzlich dazu wird bzw. werden die Ausgabeeigenschaft(en) der Umstellungswarnung umso schneller variiert, je komplexer die aktuelle Fahrumgebung ist. Wenn beispielsweise Objekte oder Hindernisse in der Nähe des Fahrzeugs **100** erfasst werden, kann die Zeit, in der die mindestens eine Ausgabeeigenschaft der Umstellungswarnung variiert wird, verkürzt werden, um den Fahrer schneller zu warnen. Wenn sich jedoch keine Objekte oder Hindernisse in der Nähe des Fahrzeugs **100** erfasst werden, kann die Zeit, in der die mindestens eine Ausgabeeigenschaft der Umstellungswarnung variiert wird, gleichbleiben, auf einer Grundeinstellung bleiben oder sogar verlängert werden.

**[0097]** Natürlich kann die Ausgabeeigenschaft so variiert werden, dass das Maß der Aufmerksamkeit, das auf die Umstellungswarnung gezogen wird, geringer wird, wenn der Zeitpuffer länger wird. Jede geeignete Variation der Ausgabeeigenschaften kann vorgenommen werden, wenn der Zeitpuffer länger wird. Beispiele für solche Variationen können jeweils das Gegenteil der oben beschriebenen beinhalten.

**[0098]** Nachdem die verschiedenen möglichen Systeme, Vorrichtungen, Elemente und/oder Komponenten des Fahrzeugs **100** beschrieben wurden, werden

nun verschiedene Verfahren zur frühzeitigen Erfassung stationärer Objekte in einer Außenumgebung eines autonomen Fahrzeugs beschrieben. In **Fig. 2** ist ein Beispiel für ein Verfahren zur Umstellung eines Fahrzeugs zwischen einem ersten Betriebsmodus und einem zweiten Betriebsmodus gezeigt. Der erste Betriebsmodus unterscheidet sich vom zweiten Betriebsmodus. Das Verfahren **200** wird in Verbindung mit Fällen beschrieben, in denen der zweite Betriebsmodus ein höheres Maß an manueller Beteiligung aufweist als der erste Betriebsmodus. Es sei jedoch klargestellt, dass die hierin beschriebenen Ausgestaltungen nicht in dieser Hinsicht beschränkt sind. Vielmehr kann das Verfahren **200** in mindestens einer Ausgestaltung in Fällen implementiert werden, in denen der zweite Betriebsmodus ein geringeres Maß an manueller Beteiligung aufweist als der erste Betriebsmodus.

**[0099]** Nun werden verschiedene mögliche Schritte des Verfahrens **200** beschrieben. Das Verfahren **200**, das in **Fig. 2** dargestellt ist, kann auf die oben in Bezug auf **Fig. 1** beschriebenen Ausführungsformen anwendbar sein, aber selbstverständlich kann das Verfahren **200** mit anderen geeigneten Systemen und Ausgestaltungen ausgeführt werden. Darüber hinaus kann das Verfahren **200** andere Schritte beinhalten, die hier nicht gezeigt sind, und in der Tat ist das Verfahren **200** nicht darauf beschränkt, dass es jeden der in **Fig. 2** gezeigten Schritte beinhaltet. Die Schritte, die hier als Teil des Verfahrens **200** dargestellt sind, sind nicht auf diese bestimmte zeitliche Abfolge beschränkt. In der Tat können manche von den Schritten in einer anderen Reihenfolge als dargestellt durchgeführt werden, und/oder zumindest einige von den gezeigten Schritten können gleichzeitig stattfinden.

**[0100]** In Block **210** kann festgestellt werden, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird. Eine solche Feststellung kann vom Umstellungsereigniserfassungsmodul **135** getroffen werden. Eine solche Feststellung kann kontinuierlich, periodisch, in unregelmäßigen Abständen oder sogar stichprobenartig getroffen werden. Eine solche Feststellung kann in Echtzeit getroffen werden. Wenn ein Betriebsmodusumstellungsereignis erfasst wird, kann das Verfahren **200** zu Block **220** weitergehen. Wenn kein Betriebsmodusumstellungsereignis erfasst wird, kann das Verfahren **200** enden oder das Verfahren **200** kann zu Block **210** zurückkehren.

**[0101]** Im Block **220** kann als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, ein Zeitpuffer für die Fortsetzung des ersten Betriebsmodus vor dem Umschalten auf den zweiten Betriebsmodus festgestellt werden. Eine solche Feststellung kann vom Zeitpufferfeststel-

lungsmodul **137** getroffen werden. Eine solche Feststellung kann kontinuierlich, periodisch, in unregelmäßigen Abständen oder sogar stichprobenartig getroffen werden. Somit kann der bestimmte Zeitpuffer im Zeitverlauf variieren. In manchen Fällen kann der Zeitpuffer abnehmen. In anderen Fällen kann der Zeitpuffer zunehmen. Die Feststellung des Zeitpuffers kann in Echtzeit vorgenommen werden. Das Verfahren **200** kann zum Block **230** weitergehen.

**[0102]** In Block **230** kann eine Umstellungswarnung innerhalb des Fahrzeugs **100** dargeboten werden. Die Umstellungswarnung kann auf jede geeignete Weise und in jeder geeigneten Form (z. B. akustisch, optisch und/oder haptisch) dargeboten werden. Die Umstellungswarnung kann vom Ausgabesystem **131** (z. B. der mindestens einen Anzeige **300**, dem mindestens einen Lautsprecher **191**, dem mindestens einen Haptik-Stellglied **192** usw.) dargeboten werden. Die Umstellungswarnung kann dem festgestellten Zeitpuffer entsprechen. Somit kann die Umstellungswarnung aktualisiert werden, wenn der festgestellte Zeitpuffer aktualisiert wird. Die Umstellungswarnung kann variiert werden, um den Fahrer des Fahrzeugs **100** auf die Wichtigkeit und/oder Dringlichkeit hinzuweisen.

**[0103]** Das Verfahren **200** kann enden. Alternativ dazu kann das Verfahren **200** zum Block **210** zurückkehren. Als weitere Alternative kann das Verfahren **200** zusätzliche und/oder alternative Blöcke (nicht dargestellt) beinhalten. Zum Beispiel kann das Verfahren **200** in mindestens einer Ausgestaltung eine Feststellung beinhalten, ob ein Fahrzeuginsasse einen Hinweis auf verstärkte manuelle Beteiligung gegeben hat (z. B. ein Maß manueller Beteiligung, das dem zweiten Betriebsmodus entspricht). Die Eingabe des Fahrers kann auf jede geeignete Weise empfangen werden. Zum Beispiel kann der Fahrzeuginsasse eine Eingabe unter Verwendung mindestens einer Komponente des Eingabesystems **130** machen. Zum Beispiel kann ein Fahrzeuginsasse eine Eingabe über einen Touchscreen, eine Taste, einen Schalter oder ein anderes Benutzeroberflächenelement des Fahrzeugs machen. In manchen Ausgestaltungen kann ein Fahrzeuginsasse eine Eingabe dadurch machen, dass er mindestens eine Fahrzeugkomponente betätigt (z. B. das Lenkrad greift oder dreht, einen Blinker aktiviert, ein Bremspedal drückt, ein Gaspedal drückt usw.). In einer oder mehreren Ausgestaltungen kann ein Fahrzeuginsasse eine Spracheingabe machen.

**[0104]** Als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Anwender einen solchen Hinweis gegeben hat, kann bewirkt werden, dass das Fahrzeug **100** vom ersten Betriebsmodus auf den zweiten Betriebsmodus umschaltet. Ein solches Umschalten kann vom Prozessor **110**, vom Selbstfahrmodul **120** und/oder den Stellgliedern **140** durchgeführt werden. Als Reakti-

on auf die Feststellung, dass ein Anwender keinen solchen Hinweis gegeben hat (wenn der Fahrer beispielsweise eingeschlafen ist, abgelenkt ist usw.), kann bewirkt werden, dass das Fahrzeug vom aktuellen Betriebsmodus auf den Sonderbetriebsmodus umschaltet. Ein solches Umschalten kann vom Prozessor **110**, vom Selbstfahrmodul **120** und/oder den Stellgliedern **140** durchgeführt werden.

**[0105]** Nun wird ein nicht-beschränkendes Beispiel für das Verfahren **200** beschrieben. In diesem Beispiel kann das Fahrzeug **100** kurz davor sein, in eine Kreuzung einzufahren. Das Fahrzeug **100** kann in einem unüberwachten autonomen Betriebsmodus betrieben werden. Das Umstellungsereigniserfassungsmodul **135** kann aufgrund der Komplexität der Kreuzung feststellen, dass ein Umstellungsereignis stattgefunden hat oder stattfinden wird. In diesem Beispiel würde die Umstellung vom unüberwachten autonomen Betriebsmodus auf einen Betriebsmodus mit einem höheren Maß an manueller Beteiligung (z. B. einen überwachten autonomen Betriebsmodus oder einen manuellen Modus) stattfinden.

**[0106]** Das Umstellungsereigniserfassungsmodul **135** und/oder das Zeitpufferfeststellungsmodul **137** können als Grundeinstellungsoption eine Umstellungswarnung darbieten, sobald festgestellt wird, dass sich das Fahrzeug innerhalb eines vorgegebenen Abstands zu der Kreuzung befindet. Für die Zwecke dieses Beispiels kann die Umstellungswarnung eine optische Umstellungswarnung sein. Zum Beispiel kann die Umstellungswarnung eine einzelne Lichtquelle sein. Die Lichtquelle kann mit einer ersten Farbe (z. B. Grün) leuchten gelassen werden.

**[0107]** Während sich das Fahrzeug der Kreuzung nähert, sollte das Fahrzeug **100** (z. B. das Umstellungsereigniserfassungsmodul **135**) damit beginnen, bestimmte Merkmale zu erfassen (z. B. Verkehrsampeln oder -zeichen). Diese Merkmale können mit dem Satz von Szenemarkierungen **113** abgeglichen werden. Wenn in Bezug auf die Erwartungen eine ausreichend große Nichtübereinstimmung oder Abweichung gegeben ist, dann kann eine Eigenschaft einer Ausgabe der optischen Umstellungswarnung variiert werden. Zum Beispiel kann das Licht, das aus der Lichtquelle ausgegeben wird, in eine zweite Farbe geändert werden (z. B. Rot). Zum Beispiel kann das Fahrzeug **100** nicht imstande sein, Verkehrsampeln an der Kreuzung zu erfassen, obwohl es dazu imstande sein sollte (z. B. weil die Verkehrsampeln ausgefallen sind). Alternativ oder zusätzlich dazu kann das Fahrzeug **100** keinen passenden Straßennamen auf dem Verkehrsschild an der angefahrenen Kreuzung erfassen (oder kann einen nicht erwarteten Straßennamen oder ein nicht erwartetes Verkehrszeichen erfassen).

**[0108]** Falls eine nur geringe Nichtübereinstimmung zwischen den erfassten Merkmalen und den Szenemarkierungen **113** besteht oder wenn das Fahrzeug **100** schließlich ein Merkmal erfasst, nachdem es dies zuvor nicht gekonnt hat, dann kann das Licht, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, die erste Farbe behalten oder wieder annehmen, um anzuzeigen, dass in unmittelbarer Zukunft keine Umstellung vom autonomen auf den manuellen Modus zu erwarten ist. Die Lichtquelle kann durch die Anzeige einer Countdown-Uhr ergänzt werden, während sich das Fahrzeug **100** der Kreuzung nähert, da der vorausgesagte Zeitpuffer ein praktischer Maßstab für den Fahrer ist, um zu sehen, bis wann das Eingreifen des Fahrers erwartet wird.

**[0109]** Es sollte klargeworden sein, dass hierin beschriebene Ausgestaltungen zahlreiche Vorteile bereitstellen können, einschließlich eines oder mehrerer der hierin angegebenen Vorteile. Zum Beispiel können die hierin beschriebenen Ausgestaltungen das Verhalten eines autonomen Fahrzeugs dadurch verbessern, dass sie eine reibungslose Umstellung zwischen Betriebsmodi ermöglichen. Hierin beschriebene Ausgestaltungen können eine verbesserte Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und einem Menschen als dem Fahrer ermöglichen. Hierin beschriebene Ausgestaltungen können die Zeitspanne maximieren, in der der Fahrer das Maß der manuellen Beteiligung an der Steuerung des Fahrzeugs erhöhen kann. Hierin beschriebene Ausgestaltungen können die Sicherheit autonomer Fahrzeuge dadurch verbessern, dass sie einen Menschen Fahrer auf Abweichungen zwischen erwarteten Verkehrsszenen und tatsächlichen Verkehrsszenen aufmerksam macht. Hierin beschriebene Ausgestaltungen können die Sicherheit auch dadurch verbessern, dass sie geeignete Sicherheitsmaßnahmen ergreifen, wenn ein Fahrer es versäumt zu bestätigen, dass er bereit ist, sich in einem erhöhten Maß manuell an der Steuerung des Fahrzeugs zu beteiligen. Ferner können hierin beschriebene Ausgestaltungen das Vertrauen, dass Fahrzeuginsassen dem autonomen Fahrzeug entgegenbringen, insgesamt erhöhen.

**[0110]** Die Fluss- und Blockdiagramme in den Figuren zeigen die Architektur, die Funktionalität und die Betriebsweise möglicher Implementierungen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß verschiedenen Ausführungsformen. Was dies betrifft, so kann jeder Block in den Fluss- oder Blockdiagrammen ein Modul, ein Segment oder einen Abschnitt eines Codes darstellen, das bzw. der einen oder mehrere ausführbare Befehle zur Implementierung der konkreten logischen Funktion(en) umfasst. Man beachte außerdem, dass in manchen alternativen Ausführungsformen die in dem Block angegebenen Funktionen in einer anderen Reihenfolge als in den Figuren angegeben kommen können. Zum Beispiel können zwei nacheinander dargestell-

te Blöcke eigentlich im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können manchmal in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden, abhängig von der beteiligten Funktionalität.

**[0111]** Die oben beschriebenen Systeme, Komponenten und/oder Prozesse können in Hardware oder einer Kombination aus Hardware und Software verwirklicht werden und können auf zentralisierte Weise in einem einzigen Verarbeitungssystem oder auf verteilte Weise, so dass verschiedene Elemente über mehrere miteinander verbundene Verarbeitungssysteme verteilt sind, verwirklicht werden. Jede Art von Verarbeitungssystem oder anderer Vorrichtung, die dafür geeignet ist, die hierin beschriebenen Verfahren auszuführen, ist geeignet. Eine typische Kombination aus Hardware und Software kann ein Verarbeitungssystem mit vom Computer nutzbarem Programmcode sein, der, wenn er geladen und ausgeführt wird, das Verarbeitungssystem so steuert, dass dieses die hierin beschriebenen Verfahren ausführt. Die Systeme, Komponenten und/oder Prozesse können auch in einen computerlesbaren Speicher, beispielsweise als Computerprogrammprodukt oder andere Datenprogramm Speichervorrichtung eingebettet sein, das bzw. die von einer Maschine lesbar ist und materiell ein Programm aus Anweisungen verkörpert, die von der Maschine ausgeführt werden können, um die hierin beschriebenen Verfahren und Prozesse auszuführen. Diese Elemente können auch in ein Anwendungsprodukt eingebettet sein, das sämtliche Merkmale aufweist, die die Implementierung der hierin beschriebenen Verfahren ermöglichen und das, wenn es in ein Verarbeitungssystem geladen wird, in der Lage ist, diese Verfahren auszuführen.

**[0112]** Ferner können hierin beschriebene Ausgestaltungen die Form eines Computerprogrammprodukts haben, das in einem oder mehreren computerlesbaren Medien verkörpert ist, in denen computerlesbarer Programmcode verkörpert oder eingebettet, z. B. gespeichert ist. Es kann jede Kombination aus einem oder mehreren computerlesbaren Medien verwendet werden. Das computerlesbare Medium kann ein computerlesbares Signalmedium oder ein computerlesbares Speichermedium sein. Der Ausdruck „computerlesbares Speichermedium“ bedeutet ein nicht-transistorisches Speichermedium. Beispiele für computerlesbare Speichermedien sind unter anderem elektronische, magnetische, optische, elektromagnetische, Infrarot- oder Halbleitersysteme, -geräte oder -vorrichtungen oder jede geeignete Kombination der genannten. Als konkretere Beispiele (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) für das computerlesbare Speichermedium können die folgenden genannt werden: eine elektrische Verbindung über eines oder mehrere Kabel, eine portable Computerdiskette, ein Festplattenlaufwerk (HDD), ein Solid State Drive (SSD), ein RAM (random access memory),

ein ROM (read-only memory), ein EPROM (erasable programmable read-only memory oder Flash memory), ein Lichtwellenleiter, eine portable CD-ROM (compact disc read-only memory), eine Digital Versatile Disk (DVD), eine optische Speichervorrichtung oder jede geeignete Kombination der genannten. Im Kontext dieses Dokuments kann ein computerlesbares Speichermedium jedes physische Medium sein, das ein Programm zur Verwendung in oder in Verbindung mit Befehlsausführungssystemen, -geräten oder -vorrichtungen enthalten oder speichern kann.

**[0113]** Programmcode, der auf einem computerlesbaren Medium verkörpert ist, kann unter Verwendung jedes geeigneten Mediums versendet werden, unter anderem drahtlos, über Kabel, Lichtwellenleiter, HF usw. oder jede geeignete Kombination der genannten. Computerprogrammcode zur Ausführung von Operationen für Aspekte der vorliegenden Ausgestaltungen können in jeder Kombination aus einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben sein, einschließlich einer objektorientierten Programmiersprache wie Java™, Smalltalk, C++ oder dergleichen, und herkömmlicher prozeduraler Programmiersprachen, wie der „C“-Programmiersprache oder ähnlicher Programmiersprachen. Der Programmcode kann nur auf dem Computer des Anwenders, zum Teil auf dem Computer eines Anwenders, als eigenständiges Softwarepaket, zum Teil auf dem Computer eines Anwenders und zum Teil auf einem Remote-Computer oder ganz auf dem Remote-Computer oder Server ausgeführt werden. Im letztgenannten Szenario kann der Remote-Computer über irgendeine Art von Netz, einschließlich eines LAN (local area network) oder eines WAN (wide area network) mit dem Computer eines Anwenders verbunden sein, oder die Verbindung kann mit einem externen Computer (beispielsweise über das Internet mithilfe eines Internetdiensteanbieters) hergestellt werden.

**[0114]** Die Begriffe „ein“ und „eine“, wie hierin verwendet, sind definiert als eins oder mehr als eins. Der Begriff „Mehrzahl“, wie hierin verwendet, ist definiert als zwei oder mehr als zwei. Der Begriff „anderer“, wie hierin beschrieben, ist definiert als mindestens ein zweiter oder mehr. Die Begriffe „beinhalten“ und/oder „aufweisen“, wie hierin verwendet, sind definiert als haben (d. h. es sind nicht abschließende Begriffe). Der Ausdruck „mindestens einer von ... und ...“ wie hierin verwendet, bezeichnet ausschließlich jede mögliche Kombination aus einem oder mehreren der in Verbindung damit aufgeführten Dingen. Zum Beispiel beinhaltet der Ausdruck „mindestens eines von A, B und C“ nur A, nur B, nur C oder irgendeine Kombination davon (z. B. AB, AC, BC oder ABC).

**[0115]** Aspekte hierin können in anderen Formen ausgeführt werden, ohne vom Gedanken der Erfindung oder dessen wesentlichen Attributen abzuwei-

chen. Somit sollte auf die folgenden Ansprüche Bezug genommen werden, und nicht auf die obige Beschreibung, um den Bereich der Erfindung festzustellen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- (Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles) (30. Mai 2013) („NHTSA 2013 Policy“) [0014]
- Richtlinien der NHTSA von 2013 [0014]

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Umstellen eines Fahrzeugs zwischen einem ersten Betriebsmodus und einem zweiten Betriebsmodus, wobei der zweite Betriebsmodus ein höheres Maß an manueller Beteiligung aufweist als der erste Betriebsmodus, wobei das Verfahren beinhaltet:

eine Feststellung dahingehend, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird; und

als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, eine Feststellung eines Zeitpuffers für die Fortsetzung des ersten Betriebsmodus vor dem Umschalten auf den zweiten Betriebsmodus;

Darbieten einer Umstellungswarnung innerhalb des Fahrzeugs, wobei die Umstellungswarnung dem festgestellten Zeitpuffer entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Feststellung, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, beinhaltet:

Aufnehmen mindestens einer Verkehrsszene entlang einer Fahrtroute, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird;

Vergleichen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene mit einem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen, und wobei festgestellt wird, dass das Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, wenn eine ausreichend große Nichtübereinstimmung zwischen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene und dem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen besteht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Zeitpuffer zumindest zum Teil auf dem Maß der Nichtübereinstimmung zwischen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene und dem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen basiert.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der vorgegebene Satz von Verkehrsszenen einen Satz von Szenemarkierungen beinhaltet, wobei der Satz von Szenemarkierungen nach Rang geordnet ist, wobei mindestens einer von den Szenemarkierungen eine hohe Priorität zugewiesen ist und wobei eine ausreichend große Nichtübereinstimmung gegeben ist, wenn eine Szenemarkierung mit hoher Priorität in der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene nicht vorhanden ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Umstellungswarnung eine optische Umstellungswarnung, eine akustische Umstellungswarnung oder eine haptische Umstellungswarnung ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, ferner beinhaltend:

Erfassen, ob ein Fahrzeuginsasse einen Hinweis auf eine verstärkte manuelle Beteiligung geliefert hat; und

Bewirken, dass das Fahrzeug als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Anwender einen Hinweis auf eine verstärkte manuelle Beteiligung geliefert hat, vom ersten Betriebsmodus auf den zweiten Betriebsmodus umschaltet.

7. Verfahren nach Anspruch 1, ferner beinhaltend: Erfassen, ob ein Fahrzeuginsasse einen Hinweis auf eine verstärkte manuelle Beteiligung geliefert hat; und

Bewirken, dass das Fahrzeug als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Anwender keinen Hinweis auf eine verstärkte manuelle Beteiligung geliefert hat, vom aktuellen Betriebsmodus auf einen Sonderbetriebsmodus umschaltet.

8. System zum Umstellen eines Fahrzeugs zwischen einem ersten Betriebsmodus und einem zweiten Betriebsmodus, wobei der zweite Betriebsmodus ein höheres Maß an manueller Beteiligung aufweist als der erste Betriebsmodus, wobei das System beinhaltet:

ein Benutzeroberflächenelement, das innerhalb des Fahrzeugs angeordnet ist; und

einen Prozessor, der funktionsmäßig mit dem Benutzeroberflächenelement verbunden ist, wobei der Prozessor programmiert ist, um ausführbare Operationen zu initiieren, die folgendes beinhalten:

eine Feststellung dahingehend, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird; und

eine Feststellung eines Zeitpuffers für die Fortsetzung des ersten Betriebsmodus vor dem Umschalten auf den zweiten Betriebsmodus als Reaktion auf die Feststellung, dass ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat;

Darbieten einer Umstellungswarnung innerhalb des Fahrzeugs, wobei die Umstellungswarnung dem festgestellten Zeitpuffer entspricht.

9. System nach Anspruch 8 oder Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Zeitpuffer zumindest zum Teil auf einer Eigenschaft einer aktuellen Fahrumgebung des Fahrzeugs basiert.

10. System nach Anspruch 8 oder Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Darbieten der Umstellungswarnung innerhalb des Fahrzeugs ein Variieren von Ausgabeeigenschaften der Umstellungswarnung als Reaktion auf Veränderungen des festgestellten Zeitpuffers beinhaltet.

11. System nach Anspruch 8, ferner ein Sensorsystem beinhaltend, das dazu dient, zumindest einen Teil einer Außenumgebung des Fahrzeugs wahrzunehmen, wobei das Sensorsystem funktionsmäßig

mit dem Prozessor verbunden ist, wobei das Sensorsystem dafür ausgelegt ist, mindestens eine Verkehrsszene entlang einer Fahrtroute aufzunehmen, während das Fahrzeug im ersten Betriebsmodus betrieben wird, und wobei die Feststellung, ob ein Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, das Vergleichen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene mit einem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen beinhaltet, und wobei festgestellt wird, dass das Betriebsmodusumstellungsereignis stattgefunden hat, wenn eine ausreichend große Nichtübereinstimmung zwischen der mindestens einen aufgenommenen Verkehrsszene und dem vorgegebenen Satz von Verkehrsszenen besteht.

12. System nach Anspruch 8 oder Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Betriebsmodus ein unüberwachter autonomer Betriebsmodus ist und wobei der zweite Betriebsmodus ein überwachter autonomer Betriebsmodus oder ein manueller Betriebsmodus ist.

13. System nach Anspruch 8, wobei das Benutzeroberflächenelement eine Anzeige ist, wobei die Umstellungswarnung eine optische Umstellungswarnung ist und wobei die Umstellungswarnung auf der Anzeige dargeboten wird.

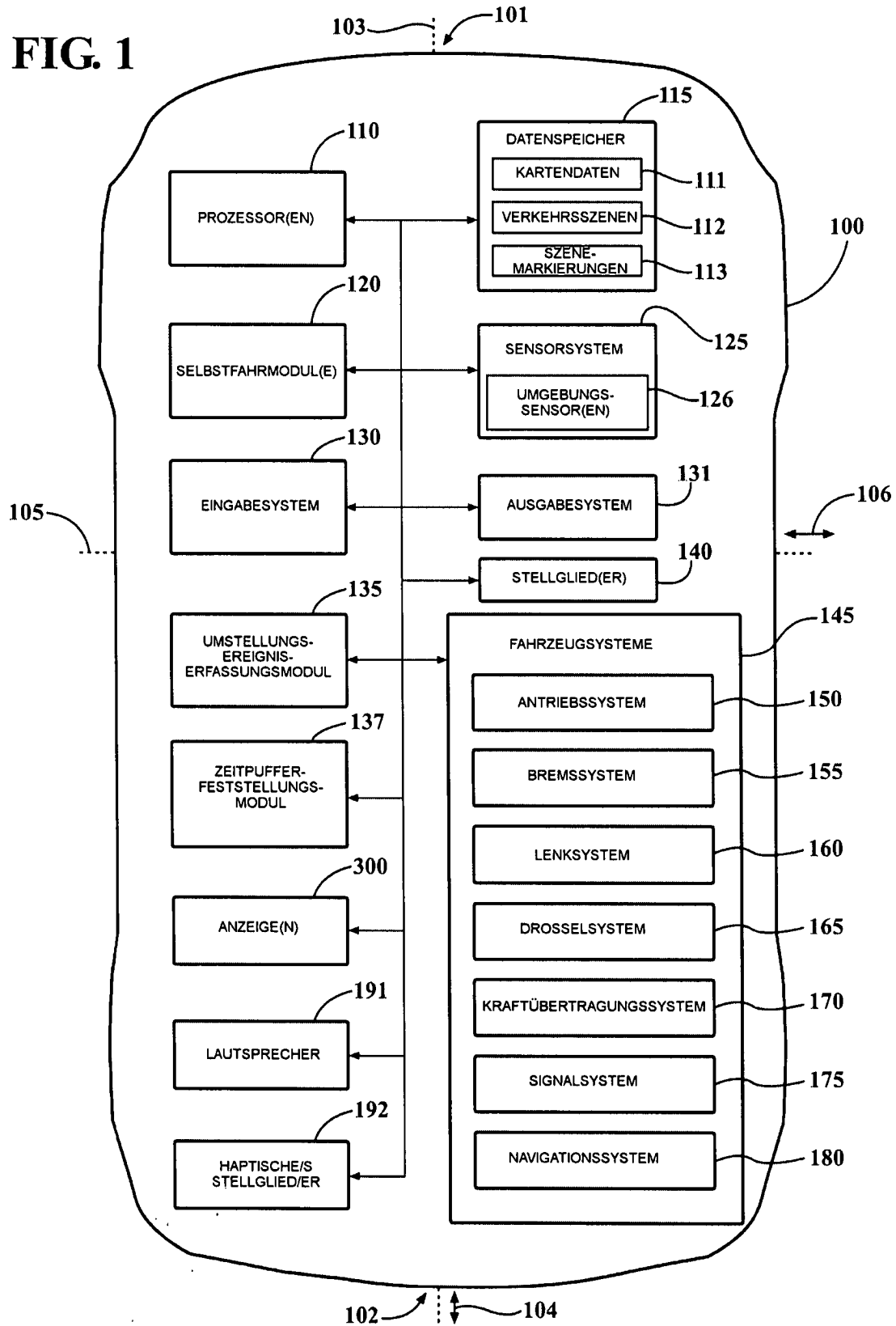
14. System nach Anspruch 8, wobei das Benutzeroberflächenelement ein Lautsprecher ist, wobei die Umstellungswarnung eine akustische Umstellungswarnung ist und wobei die Umstellungswarnung am Lautsprecher dargeboten wird.

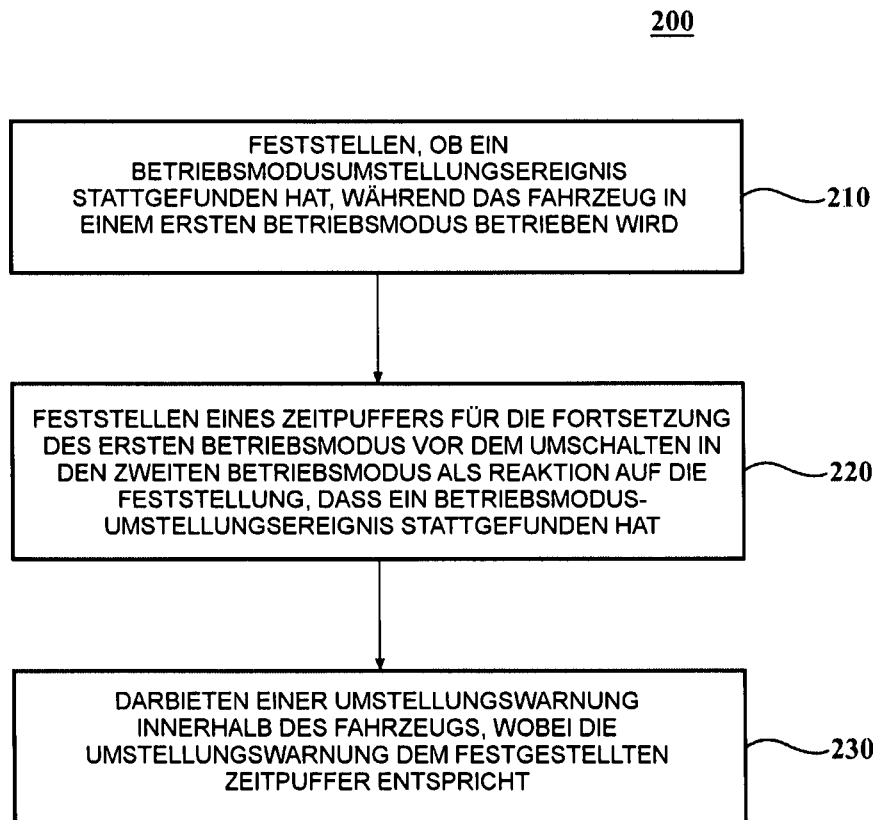
15. System nach Anspruch 8, wobei das Benutzeroberflächenelement ein Haptik-Stellglied ist, wobei die Umstellungswarnung eine haptische Umstellungswarnung ist und wobei die Umstellungswarnung durch das Haptik-Stellglied dargeboten wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

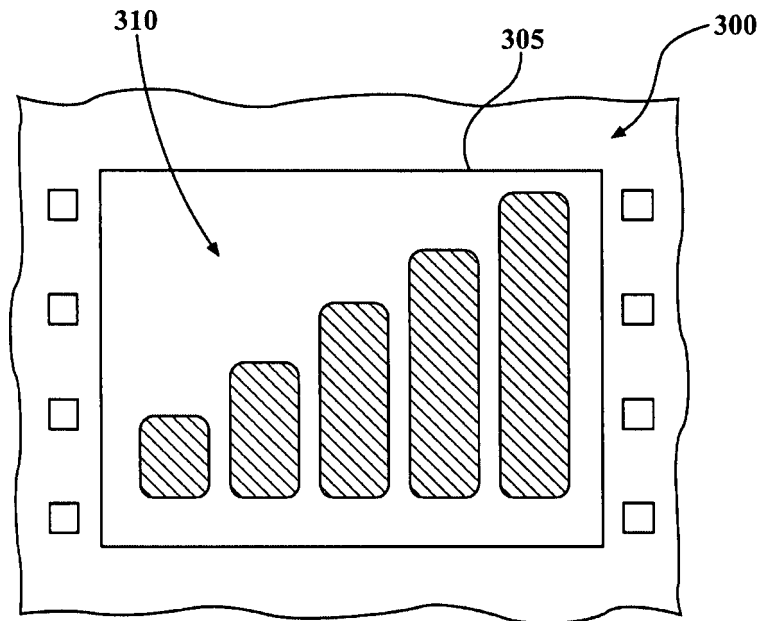
Anhängende Zeichnungen

FIG. 1





**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**