(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2018 116 228 B4** 2021.05.27

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 116 228.6**
(22) Anmeldetag: **04.07.2018**
(43) Offenlegungstag: **10.01.2019**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **27.05.2021**

(51) Int Cl.: ***B60W 50/08*** (2020.01)
B60W 30/10 (2006.01)
B60W 40/02 (2006.01)
B60W 40/09 (2012.01)
B60W 50/14 (2020.01)
B60W 10/04 (2006.01)
B60W 10/18 (2012.01)
B60W 10/20 (2006.01)
G07C 5/08 (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01)
B62D 6/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
15/641,643 **05.07.2017** **US**

(73) Patentinhaber:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; TOYOTA MOTOR ENGINEERING & MANUFACTURING NORTH AMERICA, INC., Plano, Tex., US

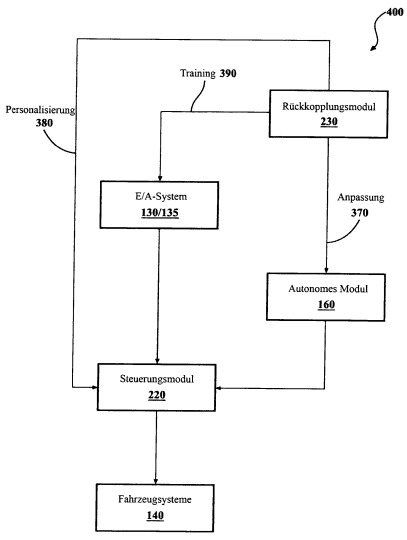
(74) Vertreter:
KUHNEN & WACKER Patent- und Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising, DE

(72) Erfinder:
Toyoda, Heishiro, Plano, Tex., US; Endo, Terumasa, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE **10 2014 226 781** **A1**

(54) Bezeichnung: **Systeme und Verfahren zur Bereitstellung einer kollaborativen Steuerung eines Fahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Kollaboratives System zur Bereitstellung einer kollaborativen Steuerung eines Fahrzeugs, umfassend:
einen oder mehrere Prozessoren;
einen mit dem einen oder den mehreren Prozessoren kommunikationsfähig verbundenen Speicherbaustein, der speichert:
ein Steuerungsmodul, das Anweisungen umfasst, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren, in Reaktion auf den Empfang von manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs, eine Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und den autonomen Eingaben bestimmen,
Zusammenführen der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren einer Route; und
ein Rückkopplungsmodul, das Anweisungen umfasst, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren, ...



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Der hier beschriebene Gegenstand bezieht sich im Allgemeinen auf Systeme zur Bereitstellung von kollaborativen Steuerungen für ein Fahrzeug und insbesondere auf die Erzeugung der kollaborativen Steuerungen mit Hilfe mehrer Rückkopplungspfade zur Bereitstellung der kollaborativen Steuerungen auf robuste Weise.

HINTERGRUND

[0002] Viele unterschiedliche Faktoren können einen Einfluss darauf haben, wie ein Passagier/Fahrer die automatisierten Steuerungen eines Fahrzeugs, wie eines Fahrzeugs, das mit Kollisionsvermeidungssystemen, adaptiven Geschwindigkeitsregelungen, ADAS-Fahrerassistenzsystemen und anderen autonomen oder halbautonomen Formen der Fahrzeugsteuerung versehen sein kann, wahrnimmt. Wenn beispielsweise ein Fahrzeug allgemein autonome Steuerungen erzeugt, werden die autonomen Steuerungen entsprechend einem vom Rechensystem als ideal betrachteten Pfad objektiv berechnet. Das heißt, das Fahrzeug kann autonome Steuerungen erstellen, die beispielsweise das Fahrzeug in einem zentralen Bereich einer Fahrspur halten. Es kann jedoch sein, dass aufgrund von zu dicht vorbeifahrenden Fahrzeugen in Nebenspuren, von erratischen/unerwarteten Manövern zur Beibehaltung eines speziellen Wegs und so weiter diese Betriebsweise von einem Fahrer als negativ wahrgenommen wird.

[0003] Darüber hinaus können vom Fahrzeug generierte autonome Steuerungen vom Fahrer als ungleichförmig empfunden werden, wenn die Steuerungen auf abrupte oder rucklige Weise eingreifen und/oder bereitgestellt werden. Solche Unstimmigkeiten können beispielsweise von komplexen Steuerungssystemen herrühren, in denen keine Fahrereingaben berücksichtigt werden. Beispielsweise werden in Systemen mit geteilter, d. h. gemeinsam genutzter, Steuerung zwei unabhängige Steuerströme (zum Beispiel manuell und autonom) bereitgestellt, die einander widersprechen können. Da die beiden Eingaben widersprüchlich sind, realisiert das Fahrzeug Steuerungen, die relativ komplex werden können, um den separaten Steuerungen ein einzelnes Ansteuern des Fahrzeugs zu ermöglichen. Dementsprechend kann die daraus resultierende Steuerung des Fahrzeugs unstet werden und für eine reibungs- und nahtlose Fahrt nicht robust genug sein. Beim Versuch der Realisierung von autonomen und halbautonomen Steuerungen in einem Fahrzeug kommt es deshalb zu Schwierigkeiten, die das Vertrauen des Fahrers in die autonomen/halbautonomen Steuerungen untergraben.

[0004] Aus der DE 10 2014 226 781 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung eines resultierenden Sollwerts zur Regelung einer Lenkeinrichtung eines Fahrzeugs bekannt, wobei: zumindest in einem automatisierten Lenkbetrieb eines Fahrzeugs ein Sollwert für den automatisierten Lenkbetrieb bestimmt wird, ein Sollwert für den manuellen Lenkbetrieb bestimmt wird, und der resultierende Sollwert bestimmt wird, indem der Sollwert für den automatisierten Lenkbetrieb in Abhängigkeit des Sollwerts für den manuellen Lenkbetrieb verändert wird.

KURZFASSUNG

[0005] In einer Ausführungsform beziehen sich beispielhafte Systeme und Verfahren auf eine Verfahrensweise zur Erstellung von kollaborativen Steuerungen zum Steuern eines Fahrzeugs. In verschiedenen Ausführungsformen kann ein Fahrzeug beispielsweise gleichzeitig manuelle Eingaben von einem das Fahrzeug lenkenden Fahrer und autonome Eingaben von einem bestimmte autonome Funktionen (zum Beispiel Kollisionsvermeidung) ausführenden Steuerungsmodul des Fahrzeugs empfangen. In beiden Fällen können die mehreren Eingaben in Konflikt stehen. Mit anderen Worten können die manuellen Eingaben von den autonomen Eingaben abweichen. Die Art und Weise, wie das Fahrzeug die Disparität zwischen den Eingaben vermittelt, kann also nicht nur Einfluss darauf nehmen, wie das Fahrzeug gesteuert wird, sondern auch das vom Fahrer empfundene Vertrauen zu den autonomen Aspekten des Fahrzeugs beeinflussen.

[0006] In einer Ausführungsform arbeitet ein kollaboratives System somit als zusätzliche Eingabequelle zur Erzeugung von kollaborativen Steuerungen aus den mehreren Eingaben. Das kollaborative System empfängt beispielsweise die manuellen Eingaben und die autonomen Eingaben und bestimmt eine Abweichung zwischen diesen. Dementsprechend kann das kollaborative System dann die Eingaben zusammenführen, um kollaborative Steuerungen zum Steuern des Fahrzeugs zu erstellen. Ferner realisiert das kollaborative System außerdem verschiedene Rückkopplungsmechanismen, um die kollaborativen Steuerungen zu verfeinern und eine robuste Erstellungsweise der kollaborativen Steuerungen bereitzustellen. Das heißt, in einer Ausführungsform erzeugt das kollaborative System eine Rückkopplung in Form einer adaptiven Rückkopplung, personalisierenden Rückkopplung und trainierenden Rückkopplung zur Anpassung der Art und Weise, wie die kollaborative Steuerung hergestellt wird.

[0007] Das kollaborative System erzeugt beispielsweise die adaptive Rückkopplung, um die Erzeugungsweise der autonomen Eingaben objektiv zu verbessern. Das heißt, das kollaborative System verfeinert die zur Erstellung der autonomen Eingaben

verwendeten autonomen Parameter mit neu gelernten Sachverhalten und/oder anderen Faktoren herzustellen. Das kollaborative System erzeugt darüber hinaus auch die personalisierende Rückkopplung, welche die Erzeugungsweise der autonomen Eingaben entsprechend den Präferenzen des Fahrers verändert. Des Weiteren erzeugt das kollaborative System auch die trainierende Rückkopplung zur Beeinflussung der Art und Weise, wie der Fahrer die manuellen Eingaben bereitstellt. Auf diese Weise liefert das kollaborative System einen robusten Mechanismus zur Zusammenführung der separaten Eingaben zu einer nahtlosen Steuerungsweise des Fahrzeugs, die beispielsweise erratische/unerwartete Manöver vermeidet.

[0008] In einer Ausführungsform wird ein kollaboratives System zur Bereitstellung einer kollaborativen Steuerung eines Fahrzeugs offenbart. Das kollaborative System umfasst einen oder mehrere Prozessoren und einen Speicherbaustein. Der Speicherbaustein ist mit dem einen oder den mehreren Prozessoren kommunikationsfähig verbunden und speichert ein Steuerungsmodul und ein Rückkopplungsmodul. Das Steuerungsmodul umfasst Anweisungen, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren, in Reaktion auf den Empfang von manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs, eine Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und den autonomen Eingaben bestimmen. Das Steuerungsmodul umfasst Anweisungen zum Zusammenführen der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren einer Route. Das Rückkopplungsmodul umfasst Anweisungen, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren eine Rückkopplung mindestens entsprechend der Abweichung erzeugen, um die Steuerungsweise des Fahrzeugs anzupassen.

[0009] In einer Ausführungsform wird ein computerlesbarer Speicherbaustein zur Bereitstellung einer kollaborativen Steuerung eines Fahrzeugs offenbart. Der computerlesbare Speicherbaustein speichert Anweisungen, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren Funktionen ausführen. Die Anweisungen umfassen Anweisungen zum Bestimmen einer Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und den autonomen Eingaben in Reaktion auf den Empfang von manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs. Die Anweisungen umfassen Anweisungen zum Zusammenführen der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren einer Route. Die Anweisungen umfassen Anweisungen zum Erzeugen einer Rückkopplung mindestens entsprechend der Abweichung, um die Steuerungsweise des Fahrzeugs anzupassen.

[0010] In einer Ausführungsform wird ein Verfahren zur Bereitstellung von kollaborativen Steuerungen für ein Fahrzeug offenbart. Das Verfahren umfasst, in Reaktion auf den Empfang von manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs, das Bestimmen einer Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und autonomen Eingaben. Das Verfahren umfasst das Zusammenführen der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren einer Route. Das Verfahren umfasst das Erzeugen einer Rückkopplung mindestens entsprechend der Abweichung, um die Steuerungsweise des Fahrzeugs anzupassen.

Figurenliste

[0011] Die Begleitzeichnungen, die in der Beschreibung inbegriffen sind und einen Teil der Beschreibung darstellen, bilden verschiedene Systeme, Verfahren und andere Ausführungsformen der Offenbarung ab. Es versteht sich, dass die abgebildeten Elementgrenzen (zum Beispiel Blöcke, Gruppen von Blöcken oder andere Formen) in den Figuren nur eine Ausführungsform der Grenzen sind. In einigen Ausführungsformen kann ein einzelnes Element als mehrere Elemente ausgelegt sein, oder es können mehrere Elemente als nur ein Element ausgelegt sein. In einigen Ausführungsformen kann ein Element, das als internes Bauteil eines anderen Elements dargestellt ist, als externes Bauteil realisiert sein, und umgekehrt. Elemente sind zudem nicht zwingend maßstabsgerecht gezeichnet.

Fig. 1 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Fahrzeugs, in dem hier offenbarte Systeme und Verfahren realisiert sein können.

Fig. 2 veranschaulicht eine Ausführungsform eines kollaborativen Systems in Verbindung mit dem Erzeugen von kollaborativen Steuerungen zur Steuerung eines Fahrzeugs.

Fig. 3 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Verfahrens in Verbindung mit dem Erzeugen von kollaborativen Steuerungen durch das Zusammenführen manueller Eingaben mit autonomen Eingaben.

Fig. 4 ist eine Ansicht, die verschiedene Rückkopplungsmechanismen und mit den Rückkopp-

lungsmechanismen verbundene Datenpfade gemäß vorliegender Erörterung darstellt.

Fig. 5 zeigt eine Draufsicht einer Straße.

Fig. 6 zeigt ein Diagramm von manuellen Eingaben, autonomen Eingaben und kollaborativen Steuerungen, wie sie für die Straße von **Fig. 5** bereitgestellt werden können.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0012] Es werden Systeme, Verfahren und andere Ausführungsformen in Verbindung mit dem Erzeugen von kollaborativen Steuerungen offenbart. Wie bereits erwähnt, kann ein Fahrzeug unterschiedliche Eingabequellen für die Steuerung des Lenkens oder anderer betrieblicher Aspekte umfassen. Während des Betriebs können somit die verschiedenen Eingaben, sofern gleichzeitig bereitgestellt, in Konflikt zueinander stehen und in einigen Beispielen eine ungewünschte Steuerung des Fahrzeugs verursachen.

[0013] Dementsprechend werden hier Ausführungsformen eines kollaborativen Systems und damit verbundener Verfahren zur Bereitstellung von kollaborativen Steuerungen durch Arbitrierung von Steuereingaben aus mehreren Quellen mit Hilfe verschiedener Rückkopplungsmechanismen offenbart. In einer Ausführungsform wird eine durch ein offenbartes kollaboratives System realisierte Funktionalität nach analogen, mit biartikulären Muskeln verbundenen biomechanischen Konzepten bereitgestellt. Das Konzept biartikulärer Muskeln bezieht sich allgemein auf redundante Muskeln, welche die gleiche Funktion unterstützen. Das heißt, in einem Beispiel erzeugt ein menschlicher Arm eine Kontaktkraft an einer Wand (zum Beispiel Schub gegen eine Wand) unter Verwendung von mindestens drei separaten Muskeln, die zur Erzeugung der Kontaktkraft beitragen. Auf diese Weise liefert der menschliche Arm eine stete und robuste Kraft, die sich an verschiedene Kontaktkraft-Anlegewinkel anpassen kann, und so weiter.

[0014] Wenn hingegen ein Roboterarm mit zwei Krafterzeugungsmechanismen realisiert wird, aber keinen dritten aufweist, der einen dritten Muskel (biartikulären Muskel) des Menschen abbilden würde, kann es sein, dass der Roboterarm zwar eine Kontaktkraft an eine Oberfläche anlegen kann, aber Schwierigkeiten mit verschiedenen Anlegewinkeln der Kontaktkraft und mit dem Aufrechterhalten einer steten Kraft hat. Dementsprechend sorgt das Vorhandensein der zusätzlichen Kraftanlegemechanismen, wie bei biartikulären Muskeln genannt, für einen robusten muskulären Mechanismus, der sich an wechselnde Bedingungen anpassen kann.

[0015] Auf ähnliche Weise sorgen somit das vorliegend offenbarte kollaborative System und die damit verbundenen Verfahren für eine verbesserte gemeinsame Steuerung des Fahrzeugs durch Verwendung zusätzlicher Mechanismen, welche die Robustheit der Steuerungen verbessern. Das heißt, in einer Ausführungsform stellt das kollaborative System, zusätzlich zu manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs, zusätzliche Eingaben bereit, die dazu dienen, die manuellen und autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen zusammenzuführen, und verwendet dabei auch mehrere Rückkopplungsmechanismen. Die mit dem kollaborativen System realisierten Rückkopplungsmechanismen dienen dazu, verschiedene Aspekte der Erstellungsweise der manuellen Eingaben und autonomen Eingaben mit Informationen zu versorgen, so dass das kollaborative System die Eingaben verfeinern kann und über die Erzeugung der kollaborativen Steuerungen gleichzeitig auch zusätzliche Redundanz bereitstellt. Das kollaborative System bildet auf diese Weise Konzepte biartikulärer Muskeln ab und verbessert so die Robustheit der Art und Weise der Erzeugung, wie gemeinsame Steuerungen (das heißt kollaborative Steuerungen) zum Steuern des Fahrzeugs erzeugt werden.

[0016] In einer Ausführungsform können demzufolge das kollaborative System und/oder andere Aspekte des Fahrzeugs (zum Beispiel autonomes Modul) die umliegende Umgebung überwachen, um Aspekte in Bezug auf Fahrbahn, Objekte, Hindernisse und so weiter festzustellen und so die autonomen Eingaben zu erzeugen, während gleichzeitig über eine oder mehrere Eingabegeräte (zum Beispiel Lenkrad) die manuellen Eingaben des Fahrers empfangen werden. In beiden Fällen vergleicht das kollaborative System jeweils die autonomen Eingaben mit den manuellen Eingaben und leitet daraus eine Metrik ab, um zu bestimmen, wie dicht an den autonomen Eingaben der Fahrer das Fahrzeug steuert, und umgekehrt. In einer Ausführungsform erstellt also das kollaborative System die Metrik als eine Abweichung zwischen den autonomen Eingaben und den manuellen Eingaben, um zu bestimmen, wie dicht am Fahrweg der Fahrer das Fahrzeug steuert. Infolgedessen kann das kollaborative System beispielsweise kollaborative Steuerungen als ein Gemisch der manuellen Eingaben und autonomen Eingaben in Abhängigkeit von der Differenz und/oder anderen Parametern (zum Beispiel vorliegenden Kontextparametern usw.) erzeugen, um eine robuste Steuerung des Fahrzeugs bereitzustellen.

[0017] In weiteren Aspekten realisiert das kollaborative System mehrere Rückkopplungsmechanismen, um Eingaben ins kollaborative System zu verfeinern und anderweitig zu verbessern. Das heißt, in einer Ausführungsform erzeugt das kollaborative System eine Rückkopplung, (i) um den Fahrer zu trainieren und Einfluss darauf zu nehmen, wie die manuellen Eingaben erzeugt werden, (ii) um anzupassen, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt, und

(iii) um die autonomen Eingaben entsprechend den Präferenzen des Fahrers zu personalisieren. Das kollaborative System kann auf diese Weise gemeinsame Steuerungen zum Betreiben des Fahrzeugs verbessern.

[0018] In **Fig. 1** ist ein beispielhaftes Fahrzeug **100** dargestellt. „Fahrzeug“ bedeutet im vorliegenden Sprachgebrauch jegliche Form von motorisiertem Verkehrs- und Transportmittel. In einer oder mehreren Realisierungen kann das Fahrzeug **100** ein Kraftfahrzeug sein. Hier werden zwar Anordnungen in Bezug auf Kraftfahrzeuge beschrieben, aber es versteht sich, dass die Ausführungsformen nicht auf Kraftfahrzeuge beschränkt sind. In einigen Realisierungen kann das Fahrzeug **100** eine andere Form von motorisiertem Verkehrs- und Transportmittel sein, das die hier erörterten Funktionalitäten nutzbringend verwendet.

[0019] Das Fahrzeug **100** umfasst auch verschiedene Elemente. Es versteht sich, dass das Fahrzeug **100** in verschiedenen Ausführungsformen nicht notwendigerweise alle in **Fig. 1** abgebildeten Elemente aufweisen muss. Das Fahrzeug **100** kann die verschiedenen in **Fig. 1** dargestellten Elemente in jeglicher Kombination aufweisen. Zudem kann das Fahrzeug **100** weitere Elemente zusätzlich zu den in **Fig. 1** dargestellten aufweisen. In einigen Anordnungen kann das Fahrzeug **100** ohne eines oder mehrere der in **Fig. 1** dargestellten Elemente realisiert sein. Während die verschiedenen Elemente in **Fig. 1** so abgebildet sind, dass sie sich innerhalb des Fahrzeugs **100** befinden, versteht es sich, dass eines oder mehrere dieser Elemente außerhalb des Fahrzeugs **100** angeordnet sein können. Zudem können die dargestellten Elemente körperlich durch große Abstände getrennt sein.

[0020] Einige der möglichen Elemente des Fahrzeugs **100** sind in **Fig. 1** dargestellt und werden nun gemeinsam mit den nachfolgenden Figuren beschrieben. Viele der Elemente in **Fig. 1** werden jedoch im Anschluss an die Erörterung der **Fig. 2** bis **Fig. 6** beschrieben, um diese Beschreibung kurz zu halten. Aus Gründen der Einfachheit und übersichtlichen Darstellung wurden außerdem in den verschiedenen Figuren für entsprechende oder analoge Elemente bei Bedarf gleiche Bezugszeichen verwendet. Darüber hinaus werden in der Erörterung zahlreiche besondere Details dargelegt, um ein umfassendes Verständnis der hier beschriebenen Ausführungsformen zu erzielen. Fachleuten ist jedoch ersichtlich, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen mit Hilfe verschiedener Kombinationen dieser Elemente ausgeübt werden können.

[0021] In beiden Fällen umfasst das Fahrzeug **100** ein kollaboratives System **170**, das realisiert ist, um hier offenbarte Verfahren und andere Funktionen mit Bezug auf die Erzeugung kollaborativer Steuerungen für das Betreiben des Fahrzeugs **100** auszuführen. Infolge des die kollaborativen Steuerungen erzeugenden kollaborativen Systems **170** wird das Fahrzeug **100** sowohl über Eingaben des Fahrers als auch über vom Fahrzeug **100** berechnete Eingaben betrieben (d. h. gelenkt), die entsprechend einer Abweichung zwischen den Eingaben und/oder anderen Faktoren zur Erzeugung der Steuerungen gemischt (zusammengeführt) werden.

[0022] In **Fig. 2** ist eine Ausführungsform des kollaborativen Systems **170** von **Fig. 1** weiterführend dargestellt. Das kollaborative System **170** umfasst gemäß Abbildung einen Prozessor **110** aus dem Fahrzeug **100** von **Fig. 1**. Der Prozessor **110** kann dementsprechend ein Teil des kollaborativen Systems **170** sein, das kollaborative System **170** kann einen vom Prozessor **110** des Fahrzeugs **100** getrennten Prozessor umfassen, oder das kollaborative System **170** kann auf den Prozessor **110** über einen Datenbus oder einen anderen Kommunikationsweg zugreifen. In einer Ausführungsform umfasst das kollaborative System **170** einen Speicherbaustein **210**, der ein Steuerungsmodul **220** und ein Rückkopplungsmodul **230** speichert. Der Speicherbaustein **210** ist ein Direktzugriffsspeicher (RAM), ein Festwertspeicher (ROM), ein Festplattenlaufwerk, ein Flash-Speicher oder ein anderer geeigneter Speicher zum Speichern der Module **220** und **230**. Die Module **220** und **230** sind beispielsweise computerlesbare Anweisungen, die bei Ausführung durch den Prozessor **110** bewirken, dass der Prozessor **110** die hier offenbarten verschiedenen Funktionen ausführt.

[0023] Dementsprechend umfasst das Steuerungsmodul **220** im Allgemeinen Anweisungen, die dazu dienen, den Prozessor **110** so anzusteuern, dass er Sensordaten von einem oder mehreren Sensoren des Fahrzeugs **100** sammelt und, in einer Ausführungsform, autonome Eingaben berechnet. In alternativen Ausführungsformen kann stattdessen das autonome Modul **160** die Sensordaten sammeln und/oder die autonomen Eingaben berechnen. In beiden Fällen umfassen die autonomen Eingaben im Allgemeinen Lenkeingaben zum Steuern einer Richtung des Fahrzeugs **100**. In weiteren Ausführungsformen können die autonomen Eingaben auch Fahrpedaleingaben, Bremseingaben und so weiter enthalten. Zum Zwecke der vorliegenden Erörterung werden die autonomen Eingaben jedoch im Allgemeinen als Lenkeingaben zum Steuern einer Richtung / eines Kurses des Fahrzeugs **100** besprochen.

[0024] Die Sensordaten sind darüber hinaus in einer Ausführungsform elektronische Daten, die vom Steuerungsmodul **220** gesammelt werden, zu Beobachtungen von einem oder mehreren Objekten in einer umliegenden Nahumgebung des Fahrzeugs **100**. Das Steuerungsmodul **220** steuert beispielswei-

se einen oder mehrere Sensoren des Sensorsystems **120** zum Abtasten einer umliegenden Umgebung des Fahrzeugs **100**, um Objekte und andere Aspekte der Umgebung zu identifizieren. Das Steuerungsmodul **220** steuert somit beispielsweise den Lidar **124** an, um eine Punktwolke der umliegenden Umgebung zu erzeugen und, zusätzlich beispielsweise zu den Grenzen der vom Fahrzeug **100** gerade befahrenen Fahrbahn, Objekte/Hindernisse aus der Punktwolke zu identifizieren.

[0025] Das Steuerungsmodul **220** und/oder das autonome Fahrmodul **160** können die umliegende Umgebung analysieren und die autonomen Eingaben berechnen, um das Fahrzeug **100** durch die umliegende Umgebung zu steuern. Das autonome Fahrmodul **160** kann somit beispielsweise die Sensordaten entsprechend einem Maschinenlemalgorithmus und dem Fahrmodell **250** analysieren, das die autonomen Eingaben als optimale Steuerungsweise / Soll-Steuerungsweise des Fahrzeugs **100** durch die Umgebung erstellt.

[0026] Gleichzeitig empfängt das Steuerungsmodul **220** manuelle Eingaben von einem Fahrer des Fahrzeugs **100**. In einer Ausführungsform empfängt das Steuerungsmodul **220** als manuelle Eingaben elektronische Signale, die erstellt werden, wenn der Fahrer ein Lenkrad des Fahrzeugs **100** bedient. Wie bei den autonomen Eingaben können auch die manuellen Eingaben in verschiedenen Ausführungsformen Fahrpedaleingaben, Bremseingaben und so weiter enthalten.

[0027] In beiden Fällen erzeugt das Steuerungsmodul **220** in einer Ausführungsform kollaborative Steuerungen zum Lenken und/oder anderweitigen Steuern des Fahrzeugs **100** durch Zusammenführen der manuellen Eingaben mit den autonomen Eingaben. Das kollaborative System **170** vermittelt (arbitriert) auf diese Weise Abweichungen zwischen den Eingaben, um sprunghafte Fahrmanöver zu verhindern und einen robusteren Mechanismus zum Steuern des Fahrzeugs **100** bereitzustellen. Mit anderen Worten bestimmt das Steuerungsmodul **220** in einer Ausführungsform eine Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und autonomen Eingaben. Während in der Erörterung davon ausgegangen wird, dass das Steuerungsmodul **220** den Vergleich der Eingaben und die Erzeugung der kollaborativen Steuerungen auf diskrete Weise ausführt, führt das Steuerungsmodul in verschiedenen Realisierungen die genannten Funktionen in einem regelmäßigen Zeitabstand (zum Beispiel 0,05 s) iterativ aus, so dass die kollaborativen Steuerungen scheinbar auf kontinuierliche Weise bereitgestellt werden. In beiden Fällen erstellt das Steuerungsmodul **220** die Abweichung, um den Grad der Übereinstimmung der Eingaben zu charakterisieren, die aktuellen Fahrbedingungen zu bewerten und so weiter.

[0028] Das Steuerungsmodul **220** erzeugt in einer Ausführungsform die kollaborativen Steuerungen durch Zusammenführen der Eingaben entsprechend einem gewichteten Wert (zum Beispiel 50/50, 60/40, 70/30 usw.), der in Abhängigkeit von der Abweichung der Eingaben, dem Kompetenzgrad des Fahrers, der Vertrautheit des Fahrers mit den aktuellen Betriebsbedingungen/der aktuellen Umgebung, je nach festgelegten Präferenzen, Rückkopplungsparametern und so weiter bereitgestellt werden kann. In weiteren Aspekten kann das Steuerungsmodul **220** nach einem Maschinenlernalgorithmus lernen, wie die Eingaben zusammenzuführen sind, um die manuellen Eingaben mit den autonomen Eingaben in Einklang zu bringen, während verschiedene andere Faktoren wie die vorgenannten weiterhin Berücksichtigung finden. In beiden Fällen erzeugt das Steuerungsmodul **220** die kollaborativen Steuerungen zum Betreiben des Fahrzeugs **100** dergestalt, dass die kollaborativen Steuerungen halbautonome Steuerungen sind, die ein Gemisch der separaten Eingaben darstellen.

[0029] Des Weiteren umfasst das kollaborative System **170** in einer Ausführungsform eine Datenbank **240**. Die Datenbank **240** ist in einer Ausführungsform eine im Speicherbaustein **210** oder in einem anderen Datenspeicher abgelegte elektronische Datenstruktur, die mit Routinen ausgelegt ist, die vom Prozessor **110** ausgeführt werden können, um gespeicherte Daten zu analysieren, gespeicherte Daten bereitzustellen, gespeicherte Daten zu organisieren und so weiter. In einer Ausführungsform speichert die Datenbank **240** somit Daten, die von den Modulen **220** und **230** bei der Ausführung verschiedener Funktionen verwendet werden. In einer Ausführungsform speichert die Datenbank **240** die Sensordaten beispielsweise zusammen mit Metadaten, die verschiedene Aspekte der Sensordaten charakterisieren. Die Metadaten können beispielsweise Ortskoordinaten (zum Beispiel Längengrad und Breitengrad), relative Kartenkoordinaten oder Kartenkachelkennungen, Zeit-/Datumsstempel, ab wann die separaten Sensordaten erzeugt wurden, und so weiter umfassen.

[0030] Das Steuerungsmodul **220** kann in der Datenbank **240** oder einem anderen Datenspeicher zudem Protokolldaten über die kollaborativen Steuerungen, die manuellen Eingaben, die autonomen Eingaben, Fahrerreaktionen, die Sensordaten über die Umgebung und den aktuellen Kontext und so weiter speichern. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Steuerungsmodul **220** somit die Protokolldaten verwenden, um anschließend Fahrerpräferenzen zu lernen, die autonomen Eingaben zu verfeinern und so weiter.

[0031] Darüber hinaus kann die Datenbank **240** ein oder mehrere rechnerische und/oder statistische Modelle wie ein Fahrmodell **250** umfassen. Das Fahr-

modell **250** charakterisiert in einer Ausführungsform die Sensordaten bezüglich der umliegenden Umgebung, um die autonomen Eingaben zu identifizieren. Das heißt, das Steuerungsmodul **220** verwendet das Fahrmodell **250** zur Erstellung der autonomen Eingaben entsprechend den Sensordaten und dem Kompetenzgrad des Fahrers. Dementsprechend informiert das Fahrmodell **250** in einer Ausführungsform das Steuerungsmodul **220** darüber, wie das Fahrzeug **100** in der umliegenden Umgebung entsprechend den gelernten/modellierten Daten zu steuern ist.

[0032] Das Fahrmodell **250** kann das Steuerungsmodul **220** zudem auch darüber informieren, wie die Eingaben in Abhängigkeit von den Sensordaten, der Abweichung und/oder anderen informativen Informationen zusammenzuführen sind. In einer zusätzlichen Ausführungsform kann das Fahrmodell **250** in Kombination mit dem Steuerungsmodul **220** außerdem einen Kompetenzgrad des Fahrers feststellen, beispielsweise entsprechend dem aktuellen Fahrverhalten des Fahrers (zum Beispiel den manuellen Eingaben), historischen Fahrdaten zu früheren Fahrten des Fahrers und anderen erfassbaren fahrerbezogenen Daten, die kennzeichnend dafür sind, wie der Fahrer das Fahrzeug **100** führt. In einer Ausführungsform kann das Steuerungsmodul **220** somit den Kompetenzgrad des Fahrers bestimmen und die Fähigkeiten des Fahrers beim Steuern des Fahrzeugs **100** charakterisieren, die beispielsweise beim Zusammenführen der Eingaben zur Erzeugung der kollaborativen Steuerungen weiter berücksichtigt werden. Als weiteres Beispiel kann das Steuerungsmodul **220** charakterisieren, welche Fahrmanöver der Fahrer wahrscheinlich bewältigen kann, wie präzise der Fahrer das Fahrzeug **100** steuern kann, wie aufmerksam/bewusst der Fahrer beim Steuern des Fahrzeugs **100** ist, und so weiter. Das Steuerungsmodul **220** als solches kann die genannten Faktoren beim Erzeugen der kollaborativen Steuerungen berücksichtigen und/oder das Rückkopplungsmodul **230** kann den Kompetenzgrad/die Fähigkeiten des Fahrers bei der Erzeugung der personalisierenden Rückkopplung und/oder trainierenden Rückkopplung einrechnen.

[0033] Das Steuerungsmodul **220** kann beispielsweise Informationen über den Fahrer, Informationen über kontextuelle Aspekte der aktuellen Umgebung (zum Beispiel Tageszeit, Tag des Jahres, Schulzonen, Nähe zu Parks usw.) und so weiter sammeln. Das Steuerungsmodul **220** kann dementsprechend das Sensorsystem **120** so ansteuern, dass es Daten sowohl über die Umgebungen als auch über einen aktuellen Kontext und einen Zustand des Fahrers sammelt. Fahrerzustandsinformationen sind in einer Ausführungsform Informationen, die aktuelle Handlungen des Fahrers (zum Beispiel vom Fahrer vorgenommene manuelle Eingaben), die vermutliche Blickrichtung des Fahrers, autonome Reaktionen des Fahrers, biologische Reaktionen/Zustände des Fahrers, manuelle Eingaben des Fahrers bei Vorliegen besonderer Bedingungen und so weiter charakterisieren.

[0034] Wie weiter in **Fig. 2** zu sehen, umfasst das Rückkopplungsmodul **230** in einer Ausführungsform Anweisungen, die der Ansteuerung des Prozessors **110** zum Erzeugen einer Rückkopplung für das Verfeinern der manuellen Eingaben und der autonomen Ausgaben dienen. Wie hier dargelegt, kann die Rückkopplung mehrere unterschiedliche Formen annehmen, die eine adaptive Rückkopplung, eine personalisierende Rückkopplung und eine trainierende Rückkopplung umfassen. Die verschiedenen Formen der vom Rückkopplungsmodul **230** erstellten Rückkopplung werden im Allgemeinen erzeugt, um entweder die autonomen Eingaben oder die manuellen Eingaben zu verfeinern oder anderweitig anzupassen. Das heißt, das Rückkopplungsmodul **230** realisiert die angegebenen Rückkopplungsmechanismen, um die Eingaben zu verändern und dadurch die Art und Weise der Erzeugung der kollaborativen Steuerungen weiter zu verbessern. Weitere Aspekte der Erzeugung der Rückkopplung und der kollaborativen Steuerungen werden nunmehr in Bezug auf die nachfolgenden Figuren erörtert.

[0035] **Fig. 3** zeigt ein Fließschema eines Verfahrens **300** in Verbindung mit der Erzeugung von kollaborativen Steuerungen und einer Rückkopplung zur Anpassung der kollaborativen Steuerungen. Das Verfahren **300** wird aus der Perspektive des kollaborativen Systems **170** der **Fig. 1** und **Fig. 2** erörtert. Während das Verfahren **300** in Kombination mit dem kollaborativen System **170** erörtert wird, ist zu beachten, dass das Verfahren **300** nicht auf eine Realisierung im kollaborativen System **170** beschränkt ist, sondern stattdessen nur ein Beispiel für ein System ist, das das Verfahren **300** realisieren kann.

[0036] In **310** empfängt das Steuerungsmodul **220** autonome Eingaben. In einer Ausführungsform erfasst das Steuerungsmodul **220** die autonomen Eingaben als vom Fahrzeug **100** erstellte elektronische Steuerungen zum autonomen Steuern des Fahrzeugs **100** entlang einer aktuellen Route des Fahrzeugs **100** durch die umliegende Umgebung. Das Steuerungsmodul **220** kann die autonomen Eingaben erzeugen, das autonome Fahrmodul **160** kann die autonomen Eingaben erzeugen, oder eine Kombination der beiden Module **220** und **160** kann die autonomen Eingaben erzeugen, wie bereits angegeben.

[0037] In beiden Fällen werden Sensordaten aus dem Fahrzeug **100** gesammelt und analysiert, um die autonomen Eingaben zu erzeugen, die durch das Steuerungsmodul **220** empfangen werden. In **310** sammelt das Steuerungsmodul **220** in einer Ausführungsform dementsprechend Sensordaten über die umliegende Umgebung und erstellt daraus die auto-

nomen Eingaben. In einer Ausführungsform sammelt das Steuerungsmodul **220** Daten von Sensoren des Sensorsystems **120**, das Lidar **124**, Radar **123** und/oder andere Sensoren umfasst, auf mindestens halbkontinuierlicher Basis. Das heißt, das Steuerungsmodul **220** sammelt beispielsweise die Sensordaten alle x Sekunden (zum Beispiel 0,01 s), um eine aktuelle Ansicht der umliegenden Umgebung aufrechtzuerhalten. Das Steuerungsmodul **220** ist im Allgemeinen so betreibbar, dass es Daten von allen möglichen im Fahrzeug **100** verfügbaren Sensoren und/oder Daten von Fremdquellen (zum Beispiel Wetterdienstquellen, Verkehrsdienstquellen usw.) beispielsweise über ein Kommunikationssystem des Fahrzeugs **100** sammelt.

[0038] Das Steuerungsmodul **220** sammelt in beiden Fällen grundsätzlich elektronische Sensordaten zum Bestimmen einer Route durch die Umgebung und, in einer Ausführungsform, Informationen über das Fahrverhalten des Fahrers. Das Steuerungsmodul **220** kann beispielsweise Umgebungsinformationen, kontextuelle Informationen und Fahrerzustandsinformationen sammeln. Umgebungsinformationen sind Informationen über die Umgebungen des Fahrzeugs **100**, die Informationen zu Objekten (zum Beispiel Positionen und Trajektorien), Hindernissen, Gelände, Oberflächen, Fahrbahngrenzen und so weiter enthalten.

[0039] Kontextuelle Informationen sind allgemein Hilfsdaten oder Metadaten über eine aktuelle Position und/oder allgemeiner Kontext, der Informationen wie Tageszeit, Wochentag, geopolitische Grenzen, kommunale Grenzen und spezielle Gebiete (zum Beispiel Schulzonen), örtliche Rechtsvorschriften (zum Beispiel Geschwindigkeitsbegrenzungen), Betriebseigenschaften des Fahrzeugs **100** (zum Beispiel Bremsenverschleiß, Ölstände usw.), Witterung, Straßenoberflächenzustand und so weiter umfasst.

[0040] Die Fahrerzustandsinformationen charakterisieren allgemein die aktuelle Aufmerksamkeit und körperliche Verfassung des Fahrers und umfassen beispielsweise eine aktuelle Blickrichtung des Fahrers, Augenverfolgung/Augenbewegungen, Frequenzen der Augenbewegungen, Pupillenerweiterung, vom Fahrer über Eingabegeräte des Fahrzeugs eingehende Steuerungseingaben und Verläufe von Steuerungseingaben und/oder sonstige Informationen, welche die Aufmerksamkeit/Wachheit des Fahrers in Bezug auf Fahraufgaben und die umliegende Umgebung anzeigen. In anderen Ausführungsformen umfassen die Fahrerzustandsinformationen auch Protokollverläufe der manuellen Eingaben in Bezug auf die umliegende Umgebung, die aktuellen Kontextbedingungen, einen Kompetenzgrad des Fahrers und/oder dessen Vertrautheit mit einem aktuellen Standort und so weiter.

[0041] Im Allgemeinen sammelt das Steuerungsmodul **220** in 310 Informationen, die das kollaborative System **170** über die umliegende Umgebung und den Fahrer informieren, um das Bereitstellen der kollaborativen Steuerungen und/oder die Rückkopplung zu erleichtern, wie in der Folge noch näher ausgeführt. Es sind zwar die obigen Beispiele unterschiedlicher Datenformen genannt, aber die genannten Daten sind nur eine beispielhafte Aufzählung und sind nicht als komplette/einschränkende Liste derjenigen Datenelemente zu betrachten, die vom System **170** gesammelt und/oder berücksichtigt werden können.

[0042] In beiden Fällen erzeugt das Steuerungsmodul **220** die autonomen Eingaben, um das Fahrzeug **100** beispielsweise auf optimale Art (zum Beispiel Optimierung der Sicherheit) die Route entlang zu führen. In einer Ausführungsform bilden somit das Steuerungsmodul **220** und/oder das autonome Fahrmodul **160**, in Kombination beispielsweise mit dem Fahrmodell **250**, einen Maschinenlernalgorithmus oder ein anderes rechnerisches Modell, das die genannten Daten als elektronische Eingabe entgegennimmt und die autonomen Eingaben als elektronische Ausgabe erstellt. Das Steuerungsmodul **220**, das Fahrmodell **250** und das autonome Fahrmodul **160** können zudem konzertiert zusammenwirken, um die autonomen Eingaben so zu erstellen, als würde das Fahrzeug **100** autonom gesteuert. Obwohl die Bestimmung der autonomen Eingaben als singuläres diskretes Ereignis erörtert wird, ist des Weiteren zu berücksichtigen, dass in verschiedenen Ausführungsformen das Sammeln von Daten in 310 und das Berechnen der autonomen Eingaben parallel erfolgen können und in Intervallen aktualisiert werden, bei denen Änderungen der Umgebung berücksichtigt sind, um so den sicheren Betrieb des Fahrzeugs **100** aufrechtzuerhalten.

[0043] In **320** empfängt das Steuerungsmodul **220** die manuellen Eingaben. In einer Ausführungsform erfasst das Steuerungsmodul **220** die manuellen Eingaben als elektronische Steuersignale, die das Fahrzeug von einem Fahrer über eine oder mehrere Eingabe/Ausgabe-Geräte des Fahrzeugs **100** empfängt. Das Steuerungsmodul **220** kann somit die manuellen Eingaben vom Fahrzeug **100** als elektronische Signale, welche die durch den Fahrer vorgenommenen Steuerhandlungen charakterisieren, abfangen, abfühlen oder anderweitig erfassen. In beiden Fällen werden die manuellen Eingaben des Fahrers vom Steuerungsmodul **220** empfangen. In einer Ausführungsform überwacht das Steuerungsmodul **220** die verschiedenen Eingabegeräte des Fahrzeugs **100** kontinuierlich, um die manuellen Eingaben und die Verlaufsmuster der vom Fahrer vorgenommenen Eingaben zu verfolgen. Dementsprechend kann das Steuerungsmodul **220** elektronische Eingaben von einem Lenkrad, einem Bremspedal, einem Fahrpedal, einer Kupplung, einer Gangschal-

tung, von Fahrzeuganzeigen und andere vom Fahrer vorgenommene manuelle Eingaben erfassen. Im Allgemeinen kann sich das Steuerungsmodul **220** jedoch auf manuelle Eingaben, die sich direkt auf das Lenken des Fahrzeugs **100** beziehen, wie Eingaben vom Lenkrad, konzentrieren.

[0044] In **330** vergleicht das Steuerungsmodul **220** die autonomen Eingaben mit den manuellen Eingaben. In einer Ausführungsform vergleicht das Rückkopplungsmodul **230** die separaten Steuerungen, um eine Abweichung zwischen den autonomen Eingaben und den vom Fahrer vorgenommenen manuellen Eingaben zu bestimmen. Das Rückkopplungsmodul **230** kann beispielsweise Größenordnung, Richtung, Änderungsrate, Verlaufsmuster der manuellen Eingaben vergleichen, um einen Umfang oder Grad der Nichtübereinstimmung der Eingaben zu bestimmen, der als Abweichung bereitgestellt wird. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Steuerungsmodul **220** darüber hinaus beispielsweise eine kombinierte Abweichung entsprechend einer Heuristik erzeugen, die einen Gesamtunterschied der Eingaben per Einzelwert charakterisiert, wenn mehrere Eingaben (zum Beispiel Lenken, Bremsen usw.) charakterisiert werden. In einer Ausführungsform kann das Steuerungsmodul **220** also die autonomen Eingaben gemeinsam mit den manuellen Eingaben mit Hilfe eines Maschinenlernalgorithmus oder einer Heuristik analysieren, die eine elektronische Ausgabe, die einen Umfang/Grad der Abweichung zwischen den Eingaben charakterisiert, mit Hilfe eines einzelnen elektronischen Werts erzeugt. In beiden Fällen bestimmt das Steuerungsmodul **220**, wie gut die manuellen Eingaben mit den autonomen Eingaben korrelieren, um zu charakterisieren, wie dicht an den autonomen Eingaben der Fahrer das Fahrzeug **100** steuert.

[0045] Es ist außerdem darauf hinzuweisen, dass hier zwar ein einzelner diskreter Vergleich erörtert wird, aber dass das Steuerungsmodul **220** die manuellen Eingaben auf iterative Weise laufend mit den autonomen Eingaben und beispielsweise parallel zu weiteren Aspekten des Verfahrens **300** vergleichen kann. Während das Fahrzeug **100** sich die Fahrbahn entlang bewegt, vergleicht das Steuerungsmodul **220** also in einer Ausführungsform die autonomen Eingaben mit den manuellen Eingaben auf iterative Weise, um eine Echtzeitbewertung der Abweichung bereitzustellen. In weiteren Aspekten kann das Steuerungsmodul **220** zudem die Abweichungen aus mehreren Vergleichen kumulativ behandeln, um einen kombinierten Vergleich über einen Zeitraum bereitzustellen.

[0046] In **340** realisiert das Steuerungsmodul **220** die Zusammenführung der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren der Route. In einer Ausführungsform analysiert das Steuerungsmodul **220** die Abweichung, die Rückkopplungsparameter, Sensordaten, die einen aktuellen Kontext des Fahrzeugs **100** charakterisieren, Daten über den Fahrer und/oder andere Informationen, um zu bestimmen, wie die manuellen Eingaben mit den autonomen Eingaben zusammenzuführen sind. Das heißt, der vom Steuerungsmodul **220** vollführte Vorgang zur Erzeugung der kollaborativen Steuerungen zum Betreiben des Fahrzeugs **100** umfasst im Allgemeinen das zusammenführende Kombinieren der Eingaben in variierenden Anteilen abhängig von den mehreren Faktoren, wie sie von den unterschiedlichen informationstechnischen Elementen realisiert sind.

[0047] Das Steuerungsmodul **220** analysiert somit in einer Ausführungsform die genannten Daten entsprechend dem Fahrmodell **250** und einem im Steuerungsmodul **220** realisierten Maschinenlernalgorithmus (zum Beispiel einem neuronalen Netz usw.), um eine Gewichtung der manuellen Eingaben zu den autonomen Eingaben festzustellen. In weiteren Ausführungsformen bestimmt das Steuerungsmodul **220** das Verhältnis/die Gewichtung entsprechend einer Lookup-Tabelle, die eines oder mehrere der speziellen Informationselemente als Eingaben, Heuristik und so weiter verwendet. In beiden Fällen bestimmt das Steuerungsmodul **220** das Verhältnis/ die Gewichtung und verwendet das Verhältnis zum Zusammenführen der Eingaben in die kollaborativen Steuerungen. Das Steuerungsmodul **220** stellt also eine elektronische Ausgabe bereit, welche die kollaborativen Steuerungen realisiert und eine halbautonome Steuerung zum Betreiben des Fahrzeugs **100** ist.

[0048] Des Weiteren beziehen sich die Rückkopplungsparameter, die nachfolgend näher erörtert werden, allgemein beispielsweise auf Präferenzen des Fahrers in Bezug darauf, wie die kollaborativen Steuerungen bereitzustellen sind. Die Rückkopplungsparameter können beispielsweise bevorzugte Folgeabstände, zu vermeidende besondere Kontextbedingungen (zum Beispiel Überholen von Sattelzugmaschinen) und so weiter umfassen. Das Steuerungsmodul **220** kann beim Bestimmen der Art und Weise, wie die manuellen Eingaben mit den autonomen Eingaben zusammenzuführen sind, im Allgemeinen verschiedene fahrerbezogene Aspekte, den aktuellen Kontext, die Abweichung, die umliegende Umgebung, die Rückkopplungsparameter und so weiter analysieren und verwenden. In beiden Fällen führt das Steuerungsmodul **220** den Prozess des Zusammenführens der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben als Möglichkeit zur Bereitstellung einer zusätzlichen Eingabe für die Art und Weise der Steuerung des Fahrzeugs **100** aus, um damit die genannten Redundanzkonzepte, wie weiter oben erläutert, abzubilden. Auf diese Weise verbessern die ge-

nannten Systeme und Verfahren die Robustheit der Steuerungen.

[0049] In **350** steuert das Steuerungsmodul **220** das Fahrzeug **100** entsprechend den kollaborativen Steuerungen. Das heißt, das Steuerungsmodul **220** stellt für ein oder mehrere Fahrzeugsysteme **140** die kollaborativen Steuerungen an Stelle der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben elektronisch bereit. Das Steuerungsmodul **220** sorgt also für die halbautonome Steuerung des Fahrzeugs **100**, indem es das Fahrzeug **100** entsprechend den kollaborativen Steuerungen betreibt, die mindestens einen Teil der vom Fahrzeug **100** erzeugten autonomen Eingaben umfassen. Bei der Steuerung des Fahrzeugs **100** über die kollaborativen Steuerungen wird vom Steuerungsmodul **220** in beiden Fällen mindestens ein Teil der vom Fahrer bereitgestellten manuellen Eingaben selektiv übersteuert oder anderweitig ignoriert.

[0050] In **360** erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** eine Rückkopplung zur Anpassung der Art und Weise, wie das Fahrzeug **100** gesteuert wird. In einer Ausführungsform erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** die Rückkopplung mindestens entsprechend der Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und den autonomen Eingaben. Das heißt, das Rückkopplungsmodul **230** kann die Abweichung verfolgen oder anderweitig überwachen, um Verlaufsmuster in Bezug auf Fahrerpräferenzen und/oder Fälle, in denen die autonomen Eingaben beispielsweise für eine sichere Steuerung des Fahrzeugs in der Umgebung beim aktuellen Kontext suboptimal sind, festzustellen. Das Rückkopplungsmodul **230** kann dementsprechend Rückkopplungsparameter anpassen, die Einfluss darauf haben, wie die kollaborativen Steuerungen erzeugt werden, und/oder Aspekte mit Bezug auf die manuellen Eingaben und die autonomen Eingaben anpassen. In beiden Fällen stellt das Rückkopplungsmodul **230** mehrere separate Rückkopplungsmechanismen bereit, um verschiedene Aspekte des kollaborativen Systems **170** über die aktuelle Betriebsweise des Fahrzeugs **100** zu informieren und Korrekturen zu veranlassen, um so das Betreiben mit den kollaborativen Steuerungen zu verbessern.

[0051] In einer Ausführungsform erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** gleichzeitig und parallel zueinander mehrere separate Formen der Rückkopplung zum Anpassen der kollaborativen Steuerungen während des Betriebs des Fahrzeugs **100**. Die Rückkopplung umfasst in einer Ausführungsform eine adaptive Rückkopplung, eine personalisierende Rückkopplung **380** und eine trainierende Rückkopplung. Das Rückkopplungsmodul **230** erzeugt die adaptive Rückkopplung **370** zum Anpassen von autonomen Parametern für die Steuerung der Art und Weise, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt. Das Rückkopplungsmodul **230** protokolliert entweder unabhängig oder im Einklang mit dem Steuerungsmodul **220** beispielsweise Fahrdaten über die Art und Weise, wie sich das Fahrzeug **100** entlang der Route fortbewegt. Das Rückkopplungsmodul **230** kann beispielsweise Daten über die autonomen Eingaben, die Sensordaten, den aktuellen Kontext, den Fahrer, die manuellen Eingaben, die Abweichung zwischen den Eingaben und andere Informationen protokollieren, die das Rückkopplungsmodul **230** über Umgebungssachverhalte der vom Fahrzeug **100** erzeugten unterschiedlichen autonomen Eingaben protokollieren.

[0052] Anschließend analysiert das Rückkopplungsmodul **230** die protokollierten Daten, um einzuschätzen und gestaffelt zu bewerten, wie dicht die bereitgestellten autonomen Eingaben sich an einem objektiven Sicherheitsstandard (zum Beispiel festgelegtes Protokoll für den sicheren Betrieb des Fahrzeugs **100**) befinden. Das heißt, das Rückkopplungsmodul **230** kann die protokollierten Daten entsprechend einem Maschinenlemalgorithmus und dem Fahrmodell **250** bewerten oder anderweitig analysieren, um Aspekte zu den autonomen Eingaben zu erlernen und die Art und Weise einzustellen, wie das Fahrzeug **100** daraus die autonomen Eingaben erzeugt. In einer Ausführungsform kann das Rückkopplungsmodul **230** eine Eingabe des Fahrers, die beispielsweise die Unangemessenheit/Unsicherheit der autonomen Eingaben, einen Versuch zum Korrigieren der autonomen Eingaben per manueller Eingabe und so weiter anzeigt, als Hinweise dahingehend, ob die autonomen Eingaben zufriedenstellend sind, berücksichtigen.

[0053] In einer Ausführungsform analysiert das Rückkopplungsmodul **230** darüber hinaus die protokollierten Daten während des Betriebs des Fahrzeugs **100** im Anschluss an eine oder mehrere Fahrten mit dem Fahrzeug **100** und/oder in entsprechender Kombination. Das Rückkopplungsmodul **230** liefert also in einer Ausführungsform die adaptive Rückkopplung **370** als zeitnahes Feedback sowie als nachhaltige Lernanpassung der Art und Weise, wie das Fahrzeug **100** die autonomen Eingaben erzeugt.

[0054] Dementsprechend kann das Rückkopplungsmodul **230** in einer Ausführungsform die protokollierten Daten mit einem großen Datensatz von einem Erstausrüster (OEM-Zulieferer), einem Cloudbasierten Verzeichnis oder einem anderen Speicherort, der Crowdsourcing-Datensätze oder anderweitig gepflegte/erfasste fahrbezogene Datensätze speichert, vergleichen, um zu lernen, ob die autonomen Eingaben zufriedenstellend sind, und eine Anpassung entsprechend den klassifizierten/charakterisierten Datensätzen vorzunehmen. In beiden Fällen erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** die adaptive Rückkopplung **370** zur Verbesserung der Erzeugungsweise der autonomen Eingaben durch Anlegen eines die Sicherheit optimierenden Maschinenlernalgorithmus an die Fahrdaten.

[0055] Das Rückkopplungsmodul **230** arbeitet in einer Ausführungsform mit den verschiedenen Formen der vom Rückkopplungsmodul **230** erstellten Rückkopplung weiter und erzeugt so eine personalisierte Rückkopplung **380**. Die personalisierte Rückkopplung **380** bezieht sich auf Präferenzen des speziellen Fahrers und verstellt autonome Parameter für die Steuerung der Art und Weise, wie das Fahrzeug **100** die autonomen Eingaben erzeugt. In einer Ausführungsform kann das Rückkopplungsmodul **230**, statt die autonomen Eingaben direkt zu ändern, bei der Erzeugung der kollaborativen Steuerungen in 340 die autonomen Parameter dazu verwenden, ein Verhältnis der manuellen Eingaben zu den autonomen Eingaben anzupassen. Das heißt, das Rückkopplungsmodul **230** einer Ausführungsform lernt oder bestimmt anderweitig über direktes elektronisches Fahrer-Feedback die Präferenzen des Fahrers bezüglich des Fahrstils. Das Rückkopplungsmodul **230** kann dann steuern, wie zur Berücksichtigung der Präferenzen die autonomen Eingaben erzeugt oder in die kollaborativen Steuerungen eingebunden werden. Das Rückkopplungsmodul **230** erlernt beispielsweise Aspekte der auf die Steuerungsweise des Fahrzeugs **100** bezogenen Präferenzen des Fahrers, wie Position innerhalb einer Fahrspur, Nähe zu überholenden Fahrzeugen oder zu überholten Fahrzeugen/Hindernissen (zum Beispiel Nähe zu einem Sattelzug beim Überholen des Sattelzugs auf einer Autobahn), Geschwindigkeitspräferenzen, Bremspräferenzen, bevorzugte g-Kräfte für Stra-ßenkurven, bevorzugter Fahrstil in Kurven, bevorzugte Abstände zu vorausfahrenden Fahrzeugen und so weiter.

[0056] In verschiedenen Ausführungsformen lernt das Rückkopplungsmodul **230** die Präferenzen des Fahrers durch Analysieren der vom Fahrer bei unterschiedlichen Sachverhalten vorgenommenen manuellen Eingaben, elektronisches Abfragen der Präferenzen beim Fahrer und so weiter. Das Rückkopplungsmodul **230** kann beispielsweise Personalisierungsdaten sammeln, die manuelle Eingaben des Fahrers, Fahrdaten (zum Beispiel Sensordaten usw.), Kontextinformationen über die aktuellen Fahrbedingungen und so weiter umfassen. Dementsprechend kann das Rückkopplungsmodul **230** aus den protokollierten Daten die personalisierende Rückkopplung **380** durch Musteranalyse der protokollierten Daten mit Hilfe eines Maschinenlernalgorithmus oder durch vom Fahrer besonders angezeigte Sachverhalte erzeugen. Danach wird die personalisierte Rückkopplung vom kollaborativen System **170** dazu verwendet, die autonomen Parameter und/oder die Art und Weise der Zusammenführung der Eingaben auf verschiedene auftretende Sachverhalte anzupassen.

[0057] Letztlich erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** eine trainierende Rückkopplung (Coaching-Feedback) **390**, um den Fahrer zu einer Änderung bei der Bereitstellung der manuellen Eingaben zu bewegen. In einer Ausführungsform erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** die trainierende Rückkopplung **390** durch Analysieren der Abweichung zwischen den Eingaben in Bezug auf eine umliegende/aktuelle Umgebung des Fahrzeugs **100**, um festzustellen, ob die manuellen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs **100** akzeptabel sind. Das Rückkopplungsmodul **230** kann also die trainierende Rückkopplung **390** erzeugen, um den Fahrer zum Ändern der manuellen Eingaben zu bewegen. In einer Ausführungsform erfolgt die Erzeugung der trainierenden Rückkopplung **390** als erzwungenes Feedback in einem Lenkrad und/oder über auf die manuellen Eingaben bezogene Anzeigen, die dem Fahrer dargestellt oder anderweitig übermittelt werden

[0058] Darüber hinaus erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** in einer Ausführungsform das trainierende Feedback **390** zum Anzeigen ungeeigneter manueller Eingaben. Wenn in einer Ausführungsform das Rückkopplungsmodul **230** feststellt, dass die Abweichung zwischen den Eingaben eine Schwellwertvarianz beansprucht (beispielsweise übersteigt), erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** die trainierende Rückkopplung entsprechend einem Ausmaß der Abweichung zwischen den Eingaben. Das heißt, in einer Ausführungsform erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** die aktive Rückkopplung proportional zur Abweichung zwischen den autonomen Eingaben und den manuellen Eingaben.

[0059] Darüber hinaus kann das Rückkopplungsmodul **230** die trainierende Rückkopplung in unterschiedlichen Formen erstellen, je nach besonderer Realisierung und/oder Präferenz. Das Rückkopplungsmodul **230** kann beispielsweise die Rückkopplung als eine Widerstandskraft gegen manuelle Eingaben in Eingabegeräten des Fahrzeugs **100** erzeugen, die der Fahrer für die manuellen Eingaben benutzt. Während also in einer Ausführungsform der Fahrer das Fahrzeug **100** steuert und die manuellen Eingaben vornimmt, bestimmt das Rückkopplungsmodul **230**, wann die vom Fahrer vorgenommenen manuellen Eingaben die Schwellwertvarianz übersteigen, und stellt den manuellen Eingaben einen Widerstand/ein Zwangsfeedback als „Denkanstoß“ in den Eingabegeräten entgegen. Dementsprechend kann das Rückkopplungsmodul **230** im Lenkrad beispielsweise einem übermäßigen Lenkwinkel entgegenwirken. Darüber hinaus kann das Rückkopplungsmodul **230** in einer Ausführungsform die manuellen Eingaben zurückdrängen, um dafür zu sorgen, dass die Stellung der Eingabegeräte den autonomen Eingaben entspricht, wenn die manuellen Eingaben die Schwellwertvarianz beanspruchen.

[0060] In noch anderen Ausführungsformen kann das Rückkopplungsmodul **230** die trainierende Rückkopplung **390** als haptische Rückkopplungen in den

Eingabegeräten des Fahrzeugs **100** erzeugen, die beispielsweise mit einer ungeeigneten speziellen manuellen Eingabe korrelieren. Alternativ kann das Rückkopplungsmodul **230** die trainierende Rückkopplung **390** als haptische Vibrationen in allen Eingaben, in einem Sitz des Fahrzeugs **100** und so weiter vorsehen. In weiteren Ausführungsformen kann das Rückkopplungsmodul **230** zusätzliche Rückkopplungen vorsehen, wie Leuchten, akustische Rückmeldungen, Fahrbewertung, Anweisungen bei manuellen Fehleingaben und so weiter, um den Fahrer darüber zu informieren, wie gut die manuellen Eingaben mit den autonomen Eingaben übereinstimmen. In beiden Fällen erzeugt das Rückkopplungsmodul **230** die trainierende Rückkopplung, um den Fahrer zu einer Änderung bei der Art und Weise der Bereitstellung der manuellen Eingaben zu bewegen.

[0061] Eine weiterführende Erläuterung der Funktionsweise des kollaborativen Systems **170** wird nun in Bezug auf die **Fig. 4** bis **Fig. 6** erörtert. **Fig. 4** zeigt eine Ansicht **400**, die verschiedene Rückkopplungsmechanismen und mit den Rückkopplungsmechanismen zusammenhängende Datenpfade gemäß vorliegender Erörterung darstellt. Das heißt, **Fig. 4** veranschaulicht eine Ausführungsform der Art und Weise, wie das kollaborative System **170** eine Redundanz in den Eingaben sowie Datenpfade zum Anpassen des Betriebs verschiedener Aspekte des Fahrzeugs **100** bereitstellt. Wie dargestellt, stellt das Rückkopplungsmodul **230** dementsprechend die adaptive Rückkopplung **370** über einen elektronischen Datenpfad für das autonome Modul **160** bereit. Darüber hinaus ist das autonome Fahrmodul **160** so abgebildet, dass es eine Eingabe, und insbesondere die nach dem Rückkopplungsmodul **230** angepassten autonomen Eingaben, an das Steuerungsmodul **220** liefert.

[0062] Darüber hinaus liefert das Rückkopplungsmodul **230** die personalisierende Rückkopplung **380** über einen elektronischen Datenpfad direkt an das Steuerungsmodul **220**, so dass mit Hilfe von Präferenzen des Fahrers angepasst werden kann, wie die Eingaben bei Vorliegen verschiedener Sachverhalte in die kollaborativen Steuerungen eingebunden werden. Das Rückkopplungsmodul **230** liefert die trainierende Rückkopplung **390** zudem über einen oder mehrere elektronische Datenpfade an die E/A-Systeme **130**/**135** des Fahrzeugs **100**, um die trainierende Rückkopplung **390** an den Fahrer zu übermitteln und den Fahrer zu einer Änderung bei der Art und Weise der Bereitstellung der manuellen Eingaben zu bewegen. In beiden Fällen gelangt die vom Rückkopplungsmodul **230** bereitgestellte Rückkopplung aus der Darstellung **400** über verschiedene Datenpfade zum Steuerungsmodul **220**, um die Art und Weise anzupassen, wie das Steuerungsmodul **220** die kollaborativen Steuerungen erstellt. Auf diese Weise stellt das kollaborative System **170** mehrere unterschiedliche Eingaben und Pfade bereit, um die Steuerungsweise des Fahrzeugs **100** mit Redundanz und Robustheit zu versehen.

[0063] In Bezug auf die E/A-Systeme **130**/**135** umfasst das Fahrzeug **100** in einer Ausführungsform Hardware- und/oder Software-Elemente, um selektiv eine Beeinflussung zwischen manuellen Eingaben und autonomen Eingaben je nach Zweck und/oder Form der Rückkopplung zu erzeugen. Das heißt, das Zusammenführen der autonomen Eingaben und der manuellen Eingaben kann als „Beeinflussung“ oder physische Modifizierung (zum Beispiel erzwungene Rückkopplung) der manuellen Eingabemechanismen (zum Beispiel des Lenkrads) erfolgen, um den Fahrer über die Zusammenführung/autonomen Eingaben zu informieren. Zu Zeitpunkten, an denen keine Beeinflussung der manuellen Eingaben gewünscht ist, können darüber hinaus die E/A-Systeme **130**/**135** die Eingaben zusammenführen, ohne den Fahrer über die E/A-Systeme zu informieren. Um keine separaten Eingaben zu beeinflussen, kann beispielsweise ein Mechanismus verwendet werden, der Doppeleingaben vom Fahrer sowie vom System akzeptiert (zum Beispiel Planetengetriebe, Kupplungsmechanismus). Es kann also sein, dass der Fahrer bei der adaptiven Rückkopplung **370** oder der personalisierende Rückkopplung **380** keinen physischen Rückschub wahrnimmt, da der die Doppeleingaben akzeptierende spezielle Mechanismus den Fahrer von der Eingabenzusammenführung abkoppelt. Um hingegen die Eingaben zu beeinflussen, können bei der Bereitstellung der trainierenden Rückkopplung **390** widerständige Bauteile (zum Beispiel eine Feder mit variablem Widerstand) verwendet werden, so dass der Fahrer die Eingabenzusammenführung verspürt.

[0064] **Fig. 5** zeigt eine Straßenfahrbahn **500** von oben. Das Fahrzeug **100** ist so dargestellt, dass es der Fahrbahn **500** entlang einer Route **510** folgt. Die Route **510** ist mit Wegpunkten **520**, **530**, **540**, **550** und **560** dargestellt und stellt allgemein einen geplanten Fahrweg dar, der beispielsweise durch das autonome Fahrmodul **160** und/oder das Steuerungsmodul **220** erstellt wird. **Fig. 6** zeigt ein Diagramm **600** von manuellen Eingaben, autonomen Eingaben und kollaborativen Steuerungen, wie sie für die Straße von **Fig. 5** an den verschiedenen Wegpunkten **520**, **530**, **540**, **550** und **560** bereitgestellt werden können. Wie im Diagramm **600** dargestellt, sind die kollaborativen Steuerungen dementsprechend eine Ausgabe des Steuerungsmoduls **220**, die daraus resultiert, dass die dargestellten manuellen Eingaben und die autonomen Eingaben entlang der Route **510** in jeweils unterschiedlichem Maße/Verhältnis zusammengeführt werden, um einen halbautonomen Betrieb des Fahrzeugs **100** mit Hilfe gemeinsamer Steuerungen zu erreichen. Wie dargestellt, verleiht das Steuerungsmodul **220** aufgrund der über die personalisierende Rückkopplung **380** bereitgestellten Präferenzen

des Fahrers den manuellen Eingaben zwischen 540 und 550 ein größeres Gewicht. Über weitere Teilstrecken der Route **510** werden die Eingaben im Allgemeinen mit gleichmäßiger Gewichtung zusammengeführt. Das kollaborative System **170** kann somit variabel gestalten, wie die kollaborativen Steuerungen über separate zeitliche Instanzen entsprechend den Rückkopplungsmechanismen und den besonderen Aspekten des besonderen Einzelfalls jeweils bereitgestellt werden.

[0065] Fig. 1 wird nunmehr detailliert als eine beispielhafte Umgebung erörtert, innerhalb der das hier offenbarte System und die hier offenbarten Verfahren arbeiten können. In einigen Fällen ist das Fahrzeug **100** so ausgestaltet, dass es selektiv zwischen einer autonomen Betriebsart, einer oder mehreren halbautonomen Betriebsarten und/oder einer manuellen Betriebsart umschaltet. Dieses Umschalten kann auf eine geeignete heute bekannte oder in der Zukunft noch zu entwickelnde Weise erfolgen. „Manuelle Betriebsart“ bedeutet, dass das Navigieren und/oder Manövrieren des Fahrzeugs vollständig oder überwiegend durch empfangene Eingaben eines Benutzers (zum Beispiel eines menschlichen Fahrers) erfolgt. In einer oder mehreren Anordnungen kann das Fahrzeug **100** ein herkömmliches Fahrzeug sein, das dazu ausgelegt ist, ausschließlich in einer manuellen Betriebsart zu arbeiten.

[0066] In einer oder mehreren Ausführungsformen kann das Fahrzeug **100** ein autonomes Fahrzeug sein. „Autonomes Fahrzeug“ bezieht sich im vorliegenden Sprachgebrauch auf ein Fahrzeug, das in einer autonomen Betriebsart arbeitet. „Autonome Betriebsart“ bezieht sich auf das Navigieren und/oder Manövrieren des Fahrzeugs **100** entlang einer Fahrtroute mit Hilfe eines oder mehrerer Rechensysteme, um das Fahrzeug **100** mit minimaler oder ohne Eingabehandlung eines menschlichen Fahrers zu steuern. In einer oder mehreren Ausführungsformen ist das Fahrzeug **100** hochautomatisiert oder vollautomatisiert. In einer Ausführungsform ist das Fahrzeug **100** mit einer oder mehreren halbautonomen Betriebsarten ausgestaltet, in denen ein oder mehrere Rechensysteme einen Teil der Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs entlang einer Fahrtroute ausführen und ein Fahrzeugführer (d. h. Fahrer) Eingaben am Fahrzeug vornimmt, um einen Teil der Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs **100** entlang einer Fahrtroute auszuführen.

[0067] Das Fahrzeug **100** kann einen oder mehrere Prozessor **110** umfassen. In einer oder mehreren Anordnungen kann/können der/die Prozessor(en) **110** ein Hauptprozessor des Fahrzeugs **100** sein. Der/die Prozessoren) 110 kann/können zum Beispiel eine elektronische Steuereinheit (ECU) sein. Das Fahrzeug **100** kann einen oder mehrere Datenspeicher **115** zum Speichern von einem oder mehreren Datentypen umfassen. Der Datenspeicher **115** kann einen flüchtigen und/oder nichtflüchtigen Speicherbaustein umfassen. Geeignete Datenspeicher **115** sind beispielsweise RAM (Direktzugriffsspeicher), Flash-Speicher, ROM (Festwertspeicher), PROM (programmierbarer Festwertspeicher), EPROM (löschbarer programmierbarer Festwertspeicher), EEPROM (elektrisch löschbarer programmierbarer Festwertspeicher), Register, magnetische Plattenspeicher, optische Plattenspeicher, Festplatten oder ein anderes geeignetes Speichermedium oder beliebige Kombination derselben. Der Datenspeicher **115** kann eine Komponente von Prozessor(en) **110** sein, oder der Datenspeicher **115** kann mit dem/den Prozessor(en) **110** zur Verwendung durch denselben wirkverbunden sein. Der Begriff „wirkverbunden“ kann nach vorliegendem Gebrauch direkte oder indirekte Verbindungen umfassen, darunter auch Verbindungen ohne unmittelbaren körperlichen Kontakt.

[0068] In einer oder mehreren Anordnungen können der eine oder die mehreren Speicher **115** Kartendaten **110** enthalten. Die Kartendaten **116** können Karten von einem oder mehreren geografischen Gebieten enthalten. In einigen Fällen können die Kartendaten **116** Informationen oder Daten zu Straßen, Verkehrslenkungseinrichtungen, Straßenmarkierungen, Strukturen, Merkmalen und/oder Landmarken in den einen oder mehreren geografischen Gebieten umfassen. Die Kartendaten **116** können in einer beliebigen geeigneten Form vorliegen. In einigen Fällen können die Kartendaten **116** Luftaufnahmen eines Gebiets umfassen. In einigen Fällen können die Kartendaten **116** Bodenaufnahmen eines Gebiets, inklusive 360-Grad-Bodenaufnahmen, enthalten. Die Kartendaten **116** können Messungen, Abmessungen, Entfernungen und/oder Informationen für ein oder mehrere in den Kartendaten **116** enthaltenen Elemente und/oder in Bezug auf andere in den Kartendaten **116** enthaltene Elemente enthalten. Die Kartendaten **116** können eine digitale Karte mit Informationen zur Straßengeometrie enthalten. Die Kartendaten **116** können hochqualitativ und/oder hochdetailliert sein.

[0069] In einer oder mehreren Anordnungen können die Kartendaten **116** eine oder mehrere Geländekarten **117** enthalten. Die Geländekarte(n) 117 kann/können Informationen über Böden, Gelände, Straßen, Oberflächen und/oder andere Merkmale eines oder mehrerer geografischer Gebiete enthalten. Die Geländekarte(n) 117 kann/können Höhendaten in den einen oder mehreren geografischen Gebieten enthalten. Die Kartendaten **116** können hochqualitativ und/oder hochdetailliert sein. Die Geländekarte(n) 117 kann/können eine oder mehrere Bodenoberflächen definieren, die befestigte Straßen, unbefestigte Stra-ßen, Landflächen und andere eine Bodenoberfläche definierende Dinge umfassen können.

[0070] In einer oder mehreren Anordnungen können die Kartendaten **116** eine oder mehrere statische Hinderniskarten **118** enthalten. Die statische(n) Hinderniskarte(n) **118** kann/können Informationen über ein oder mehrere statische Hindernisse enthalten, die sich innerhalb eines oder mehrerer geografischen Gebiete befinden. Ein „statisches Hindernis" ist ein physisches Objekt, dessen Position sich über einen Zeitraum nicht oder nicht wesentlich ändert und/oder dessen Größe sich über einen Zeitraum nicht oder nicht wesentlich ändert. Beispiele statischer Objekte sind Bäume, Gebäude, Borde, Zäune, Geländer, Mittelstreifen, Versorgungsleitungsmasten, Statuen, Denkmäler, Schilder, Bänke, Möbel, Briefkästen, große Felsen, Hügel. Die statischen Hindernisse können Objekte sein, die sich oberhalb der Geländeebene erstrecken. Das eine oder die mehreren statischen Hindernisse in der/den statischen Hinderniskarte(n) **118** können Standortdaten, Größendaten, Abmessungsdaten, Materialdaten und/oder andere mit ihnen verbundene Daten aufweisen. Die statische(n) Hinderniskarte(n) **118** kann/können Messungen, Abmessungen, Entfernungen und/oder Informationen für ein oder mehrere Hindernisse enthalten. Die statischen Hinderniskarte(n) **118** kann/können hochqualitativ und/oder hochdetailliert sein. Die statischen Hinderniskarte(n) **118** kann/können aktualisiert werden, um Änderungen im kartierten Gebiet abzubilden.

[0071] Der eine oder die mehreren Datenspeicher **115** können Sensordaten **119** enthalten. In diesem Kontext bedeuten „Sensordaten" jegliche Informationen über die Sensoren, mit denen das Fahrzeug **100** ausgerüstet ist, einschließlich der Messfähigkeiten und sonstigen Informationen zu diesen Sensoren. Wie nachstehend noch erläutert, kann das Fahrzeug **100** das Sensorsystem **120** umfassen. Die Sensordaten **119** können sich auf einen oder mehrere Sensoren des Sensorsystems **120** beziehen. In einer oder mehreren Anordnungen können die Sensordaten **119** zum Beispiel Informationen über einen oder mehrere Lidarsensoren **124** des Sensorsystems **120** enthalten.

[0072] In einigen Fällen kann sich mindestens ein Teil der Kartendaten **116** und/oder der Sensordaten **119** in einem oder mehreren Datenspeichern **115** befinden, die an Bord des Fahrzeugs **100** angeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich dazu kann sich mindestens ein Teil der Kartendaten **116** und/oder der Sensordaten **119** in einem oder mehreren Datenspeichern **115** befinden, die fern vom Fahrzeug **100** angeordnet sind.

[0073] Wie oben angegeben, kann das Fahrzeug **100** das Sensorsystem **120** umfassen. Das Sensorsystem **120** kann einen oder mehrere Sensoren umfassen. „Sensor" bedeutet eine Vorrichtung, eine Komponente und/oder ein System, die bzw. das etwas detektieren und/oder fühlen kann. Der eine oder die mehreren Sensoren können für die Detektion und/oder Fühlung in Echtzeit ausgelegt sein. Der Begriff „Echtzeit" bedeutet im vorliegenden Sprachgebrauch einen Grad des Verarbeitungsansprechvermögens, das ein Benutzer oder ein System für einen auszuführenden besonderen Prozess oder eine auszuführende besondere Bestimmung als ausreichend unmittelbar empfindet, oder das den Prozessor befähigt, mit einem äußeren Vorgang Schritt zu halten.

[0074] Bei Anordnungen, in denen das Sensorsystem **120** eine Mehrzahl von Sensoren umfasst, können die Sensoren unabhängig voneinander arbeiten. Alternativ können zwei oder mehr Sensoren in Kombination miteinander arbeiten. In einem solchen Fall können die zwei oder mehr Sensoren ein Sensornetz bilden. Das Sensorsystem **120** und/oder der eine oder die mehreren Sensoren können mit dem/den Prozessor(en) **110**, Datenspeichern) 115 und/oder einem anderen Element des Fahrzeugs **100** (das eines der in **Fig. 1** dargestellten Elemente umfasst) wirkverbunden sein. Das Sensorsystem **120** kann Daten von zumindest einem Teil der äußeren Umgebung des Fahrzeugs **100** (z. B. in der Nähe befindliche Fahrzeuge) erfassen.

[0075] Das Sensorsystem **120** kann eine beliebige geeignete Art von Sensor umfassen. Hier werden nunmehr verschiedene Beispiele von unterschiedlichen Arten von Sensoren beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Ausführungsformen nicht auf die beschriebenen besonderen Sensoren beschränkt sind. Das Sensorsystem **120** kann einen oder mehrere Fahrzeugsensoren **121** umfassen. Der/die Fahrzeugsensor(en) **121** kann/können Informationen über das eigene Fahrzeug **100** detektieren, bestimmen und/oder fühlen. In einer oder mehreren Anordnungen kann/können der/die Fahrzeugsensor(en) **121** zum Detektieren und/oder Fühlen von Positions- und Richtungsänderungen des Fahrzeugs **100**, wie beispielsweise anhand der Trägheitsbeschleunigung, ausgelegt sein. Der/die Fahrzeugsensor(en) **121** kann/können in einer oder mehreren Anordnungen einen oder mehrere Beschleunigungsmesser, ein oder mehrere Gyroskope, eine inertiale Messeinheit (IMU), ein Koppelnavigationssystem, ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS), ein globales Positionsbestimmungssystem (GPS), ein Navigationssystem **147** und/oder andere geeignete Sensoren umfassen. Der/die Fahrzeugsensor(en) **121** kann/können zum Detektieren und/oder Fühlen einer oder mehrerer Eigenschaften des Fahrzeugs **100** ausgelegt sein. In einer oder mehreren Anordnungen kann/können der/die Fahrzeugsensor(en) **121** einen Tachometer umfassen, der eine aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100** bestimmt.

[0076] Alternativ oder zusätzlich dazu kann das Sensorsystem **120** einen oder mehrere Umgebungssen-

soren **122** umfassen, die zum Erfassen und/oder Fühlen von Fahrumgebungsdaten ausgelegt sind. „Fahrumgebungsdaten“ umfassen Daten oder Informationen über die äußere Umgebung, in der sich ein autonomes Fahrzeug oder ein oder mehrere Teile des Fahrzeugs befinden. Der eine oder die mehreren Umgebungssensoren **122** können ausgestaltet sein, um Hindernisse in mindestens einem Teil der äußeren Umgebung des Fahrzeugs **100** und/oder Informationen/Daten zu diesen Hindernissen zu detektieren, zu quantifizieren und/oder zu erfühlen. Diese Hindernisse können stationäre Objekte und/oder dynamische Objekte sein. Der eine oder die mehreren Umgebungssensoren **122** können ausgelegt sein zum Detektieren, Messen, Quantifizieren und/oder Fühlen von anderen Dingen in der äußeren Umgebung des Fahrzeugs **100**, wie beispielsweise Fahrspurmarkierungen, Schilder, Verkehrsampeln, Verkehrszeichen, Spurlinien, Fußgängerüberwege, Borde in Nähe des Fahrzeugs **100**, Objekte außerhalb der Straße usw.

[0077] Nunmehr werden verschiedene Beispiele für Sensoren des Sensorsystems **120** beschrieben. Die beispielhaften Sensoren können Teil der einen oder mehreren Umgebungssensoren **122** und/oder der einen oder mehreren Fahrzeugsensoren **121** sein. Es versteht sich jedoch, dass die Ausführungsformen nicht auf die beschriebenen besonderen Sensoren beschränkt sind.

[0078] In einer oder mehreren Anordnungen kann das Sensorsystem **120** zum Beispiel einen oder mehrere Radarsensoren **123**, einen oder mehrere Lidarsensoren **124**, einen oder mehrere Ultraschallsensoren **125** und/oder eine oder mehrere Kameras **126** umfassen. In einer oder mehreren Anordnungen können die eine oder mehreren Kameras **126** Kameras mit hohem Dynamikbereich (HDR-Kameras) oder Infrarot(IR)-Kameras sein.

[0079] Das Fahrzeug **100** kann ein Eingabesystem **130** umfassen. Ein „Eingabesystem“ umfasst eine Vorrichtung, Komponente, System, Element oder Anordnung oder Gruppen derselben, welche die Eingabe von Informationen/Daten in eine Maschine ermöglichen. Das Eingabesystem **130** kann eine Eingabe von einem Fahrzeugpassagier (z. B. einem Fahrer oder einem Mitfahrer) entgegennehmen. Das Fahrzeug **100** kann ein Ausgabesystem **135** umfassen. Ein „Ausgabesystem“ umfasst eine Vorrichtung, Komponente oder Anordnung oder Gruppen derselben, welche die Darstellung von Informationen/Daten für einen Fahrzeugpassagier (z. B. eine Person, einen Fahrzeugpassagier usw.) ermöglichen.

[0080] Das Fahrzeug **100** kann ein oder mehrere Fahrzeugsysteme **140** umfassen. Verschiedene Beispiele für das eine oder die mehreren Fahrzeugsysteme **140** sind in **Fig. 1** dargestellt. Das Fahrzeug **100** kann jedoch mehr, weniger oder abweichende Fahrzeugsysteme umfassen. Es ist dabei zu beachten, dass zwar besondere Fahrzeugsysteme getrennt definiert sind, aber dass alle oder einzelne Systeme oder Teilsysteme über Hardware und/oder Software im Fahrzeug **100** anders kombiniert oder separiert sein können. Das Fahrzeug **100** kann ein Antriebssystem **141**, ein Bremssystem **142**, ein Lenksystem **143**, ein Drosselsystem **144**, ein Getriebesystem **145**, ein Signalisierungssystem **146** und/oder ein Navigationssystem **147** umfassen. Jedes dieser Systeme kann eine oder mehrere bereits bekannte oder erst noch zu entwickelnde Vorrichtungen, Komponenten, und/oder Kombinationen derselben umfassen.

[0081] Das Navigationssystem **147** kann eine oder mehrere bereits bekannte oder noch zu entwickelnde Vorrichtungen, Anwendungen und/oder Kombinationen umfassen, die dazu ausgelegt sind, den geografischen Ort des Fahrzeugs **100** zu bestimmen und/oder eine Fahrtroute für das Fahrzeug **100** zu bestimmen. Das Navigationssystem **147** kann eine oder mehrere Kartierungsanwendungen zur Bestimmung einer Fahrtroute für das Fahrzeug **100** umfassen. Das Navigationssystem **147** kann ein globales Positionsbestimmungssystem, ein lokales Positionsbestimmungssystem oder ein Geoortungssystem umfassen.

[0082] Der/die Prozessor(en) **110**, das kollaborative System **170** und/oder das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** können wirkverbunden sein, um mit den verschiedenen Fahrzeugsystemen **140** und/oder einzelnen Komponenten derselben zu kommunizieren. Wie in **Fig. 1** dargestellt, können der/die Prozessor(en) **110** und/oder das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** in Kommunikation stehen, um Informationen an die verschiedenen Fahrzeugsysteme **140** zu senden und/oder von diesen zu empfangen, um Bewegung, Geschwindigkeit, Fahrmanöver, Fahrkurs, Richtung usw. des Fahrzeugs **100** zu steuern. Der/die Prozessor(en) **110**, das kollaborative System **170** und/oder das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** können einige oder alle dieser Fahrzeugsysteme **140** steuern und somit teilautonom oder vollautonom sein.

[0083] Der/die Prozessor(en) **110**, das kollaborative System **170** und/oder das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** können wirkverbunden sein, um mit den verschiedenen Fahrzeugsystemen **140** und/oder einzelnen Komponenten derselben zu kommunizieren. Wie in **Fig. 1** dargestellt, können der/die Prozessor(en) **110**, das kollaborative System **170** und/oder das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **120** in Kommunikation stehen, um Informationen an die verschiedenen Fahrzeugsysteme **140** zu senden und/oder von diesen zu empfangen, um Bewegung, Geschwindigkeit, Fahrmanöver, Fahrkurs, Richtung usw. des Fahrzeugs **100** zu steuern. Der/die Prozessor(en) **110**, das kollaborative System **170** und/oder das/die auto-

nome(n) Fahrmodul(e) **160** können einige oder alle dieser Fahrzeugsysteme **140** steuern.

[0084] Der/die Prozessor(en) **110**, das kollaborative System **170** und/oder das/die automatisierte(n) Fahrmodul(e) **160** können so betreibbar sein, dass sie die Navigation und/oder Manövrierung des Fahrzeugs **100** dadurch steuern, dass sie eines oder mehrere der Fahrzeugsysteme **140** und/oder Komponenten derselben steuern. Zum Beispiel können der/die Prozessoren) 110, das kollaborative System **170** und/oder das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** in einer autonomen Betriebsart die Richtung und/oder Geschwindigkeit des Fahrzeugs **100** steuern. Der/die Prozessor(en) **110**, das kollaborative System **170** und/oder das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** können bewirken, dass das Fahrzeug **100** beschleunigt (z. B. durch Erhöhung der Kraftstoffzufuhr zum Motor), verlangsamt (z. B. durch Verminderung der Kraftstoffzufuhr zum Motor und/oder durch Anlegen von Bremsen) und/oder die Richtung ändert (z. B. durch Verdrehen der zwei Vorderräder). „Bewirken“ nach vorliegendem Sprachgebrauch bedeutet das direkte oder indirekte Veranlassen, Erzwingen, Abverlangen, Anordnen, Befehlen, Anweisen und/oder Ermöglichen, dass ein Ereignis oder eine Handlung eintritt oder zumindest ein Zustand eintritt, in dem ein solches Ereignis oder eine solche Handlung eintreten kann.

[0085] Das Fahrzeug **100** kann einen oder mehrere Aktoren **150** umfassen. Die Aktoren **150** können ein Element oder eine Kombination von Elementen sein, die so betreibbar sind, dass sie, in Reaktion auf eingehende Signale oder andere Eingaben vom/von den Prozessoren) 110 und/oder autonomen Fahrmodul(en) **160**, eines oder mehrere der Fahrzeugsysteme **140** oder Komponenten derselben modifizieren, anpassen und/oder verändern. Es kann ein beliebiger geeigneter Aktor verwendet werden. Der eine oder die mehreren Aktoren **150** können beispielsweise Elektromotore, pneumatische Stellglieder, hydraulische Kolben, Relais, Elektromagnete und/oder piezoelektrische Aktoren sein, um nur ein paar Möglichkeiten zu nennen.

[0086] Das Fahrzeug **100** kann ein oder mehrere Module umfassen, von denen hier mindestens einige beschrieben werden. Die Module können als computerlesbarer Programmcode realisiert werden, der bei Ausführung durch einen Prozessor **110** einen oder mehrere der verschiedenen hier beschriebenen Prozesse umsetzt. Eines oder mehrere der Module können eine Komponente des Prozessors / der Prozessoren **110** sein, oder eines oder mehrere der Module können auf anderen mit dem/den Prozessor(en) **110** wirkverbundenen Verarbeitungssystemen ausgeführt werden oder auf solche verteilt werden. Die Module können Anweisungen (z. B. Programmlogik) enthalten, die durch den/die Prozessoren) 110 ausführbar sind. Alternativ oder zusätzlich dazu können solche Anweisungen in einem oder mehreren Datenspeichern **115** enthalten sein.

[0087] In einer oder mehreren Anordnungen können eines oder mehrere der hier beschriebenen Module Elemente der künstlichen Intelligenz oder Computational Intelligence z. B. neuronales Netz, Fuzzylogik oder andere Maschinenlernalgorithmen, umfassen. In einer oder mehreren Anordnungen können zudem eines oder mehrere der Module auf eine Mehrzahl der hier beschriebenen Module verteilt sein. In einer oder mehreren Anordnungen können zwei oder mehr der hier beschriebenen Module in ein einziges Modul zusammengefasst sein.

[0088] Das Fahrzeug **100** kann ein oder mehrere autonome Fahrmodule **160** umfassen. Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** kann/können dazu ausgelegt sein, Daten aus dem Sensorsystem **120** und/oder einer anderen Art von System zu empfangen, das in der Lage ist, Informationen in Bezug auf das Fahrzeug **100** und/oder die äußere Umgebung des Fahrzeugs **100** zu erfassen. In einer oder mehreren Anordnungen kann/können das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** diese Daten verwenden, um ein oder mehrere Fahrsituationsmodelle zu generieren. Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** kann/können die Position und Geschwindigkeit des Fahrzeugs **160** bestimmen. Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** kann/können den Standort von Hindernissen, Hindernissen oder anderen Umgebungsmerkmalen einschließlich Verkehrszeichen, Bäumen, Büschen, benachbarten Fahrzeugen, Fußgängern usw. bestimmen.

[0089] Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** können ausgelegt sein zum Empfangen und/oder Bestimmen von Positionsinformationen für Hindernisse in der äußeren Umgebung des Fahrzeugs **100** zur Verwendung durch den/die Prozessor(en) **110** und/oder einen oder mehrere der hier beschriebenen Module zwecks Abschätzung von Position und Ausrichtung des Fahrzeugs **100**, Fahrzeugposition in globalen Koordinaten anhand von Signalen von einer Mehrzahl von Satelliten oder anderen Daten und/oder Signalen, die verwendet werden könnten, um den aktuellen Zustand des Fahrzeugs **100** oder die Position des Fahrzeugs **100** in Bezug zu seiner Umgebung zwecks Verwendung entweder bei der Erstellung einer Karte oder bei der Bestimmung der kartendatenbezogenen Position des Fahrzeugs **100** zu bestimmen.

[0090] Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** kann/können entweder unabhängig oder in Kombination mit dem kollaborativen System **170** ausgelegt sein zum Bestimmen von Fahrtweg(en), aktuellen autonomen Fahrmanövern für das Fahrzeug **100**, zukünftigen autonomen Fahrmanövern und/oder Ände-

rungen an aktuellen autonomen Fahrmanövern auf Grundlage von durch das Sensorsystem **120** erfassten Daten, Fahrsituationsmodellen und/oder Daten aus einer anderen geeigneten Quelle. „Fahrmanöver“ bedeutet eine oder mehrere Maßnahmen, welche die Bewegung des Fahrzeugs beeinflussen. Beispiele von Fahrmanövern sind: Beschleunigen, Verlangsamen, Bremsen, Abbiegen, Bewegung in Seitenrichtung des Fahrzeugs **100**, Fahrspurwechsel, Einfädeln in eine Fahrspur und/oder Rückwärtsfahren, um nur ein paar wenige Möglichkeiten zu nennen. Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** kann/können zur Realisierung bestimmter Fahrmanöver ausgelegt sein. Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** kann/können diese zu realisierenden Fahrmanöver mittelbar oder unmittelbar bewirken. „Bewirken“ nach vorliegendem Sprachgebrauch bedeutet das entweder direkte oder indirekte Veranlassen, Befehlen, Befehlen, Anweisen und/oder Ermöglichen, dass ein Ereignis oder eine Handlung eintritt oder zumindest ein Zustand eintritt, in dem ein solches Ereignis oder eine solche Handlung eintreten kann. Das/die autonome(n) Fahrmodul(e) **160** kann/können zur Ausführung verschiedener Fahrzeugfunktionen und/oder zum Senden von Daten an, zum Empfangen von Daten aus, zur Interaktion mit und/oder zur Steuerung von Fahrzeug **100** und/oder einem oder mehreren Systemen desselben (z. B. einem oder mehreren Fahrzeugsystemen **140**) ausgelegt sein.

[0091] Hier sind detaillierte Ausführungsformen offenbart. Es versteht sich jedoch, dass die offenbarten Ausführungsformen nur als Beispiele gedacht sind. Deshalb sind hier offenbarte spezielle strukturelle und funktionale Details nicht als einschränkend zu interpretieren, sondern nur als Basis für die Ansprüche und als repräsentative Grundlage, um einen Fachmann zu lehren, die hier dargelegten Aspekte in praktisch jeder geeignet detaillierten Struktur auf verschiedene Weise zu nutzen. Ferner sind die hier verwendeten Ausdrücke und Sätze nicht als einschränkend gedacht, sondern sollen mögliche Realisierungen verständlich beschreiben. In den **Fig. 1-6** sind verschiedene Ausführungsformen dargestellt, aber die Ausführungsformen sind nicht auf die abgebildete Struktur oder Anwendung beschränkt.

[0092] Die Flussdiagramme und Blockschaubilder in den Figuren veranschaulichen die Architektur, Funktionalität und Betriebsweise möglicher Realisierungen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß verschiedenen Ausführungsformen. In diesem Hinblick kann jeder Block in den Flussdiagrammen oder Blockschaubildern ein Modul, ein Segment oder einen Code-Abschnitt darstellen, der bzw. das eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zur Realisierung der angegebenen logischen Funktion(en) umfasst. Es ist hierbei auch zu beachten, dass in einigen alternativen Realisierungen die im Block angegebenen Funktionen außerhalb der in den Figuren angegebenen Reihenfolge stattfinden können. Zum Beispiel können zwei Blöcke, die nacheinander dargestellt sind, im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können manchmal in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden, je nach der zugrunde liegenden Funktionalität.

[0093] Die Realisierung der oben beschriebenen Systeme, Komponenten und/oder Prozesse kann in Hardware oder in einer Kombination von Hardware und Software erfolgen und kann auf zentralisierte Weise in einem einzigen Verarbeitungssystem oder auf verteilte Weise, wo unterschiedliche Elemente über mehrere miteinander verbundene Verarbeitungssysteme verteilt sind, erfolgen. Geeignet ist jegliche Art von Verarbeitungssystem oder eine sonstige Vorrichtung, die zur Ausführung der hier beschriebenen Verfahren ausgelegt ist. Eine typische Hardware/Software-Kombination kann ein Verarbeitungssystem mit computerlesbarem Programmcode sein, der, wenn geladen und ausgeführt, das Verarbeitungssystem so steuert, dass es die hier beschriebenen Verfahren ausführt. Die Systeme, Komponenten und/oder Prozesse können auch in einem computerlesbaren Speicher eingebettet sein, wie in einem Computerprogrammprodukt oder anderen Datenprogrammspeichern, die von einer Maschine lesbar sind und ein Programm von durch die Maschine ausführbaren Anweisungen zur Durchführung der hier beschriebene Verfahren und Prozesse verkörpern. Diese Elemente können auch in einem Anwendungsprodukt eingebettet sein, das alle Merkmale umfasst, welche die Realisierung der hier beschriebenen Verfahren ermöglichen, und das, wenn es in ein Verarbeitungssystem geladen wird, in der Lage ist, diese Verfahren auszuführen.

[0094] Ferner können hier beschriebene Anordnungen die Form eines Computerprogrammprodukts annehmen, das in einem oder mehreren computerlesbaren Medien verkörpert ist, das einen auf ihm verkörpertem, z. B. gespeicherten, computerlesbaren Programmcode aufweist. Es kann eine jegliche Kombination von einem oder mehreren computerlesbaren Medien eingesetzt werden. Das computerlesbare Medium kann ein computerlesbares Signalmedium oder ein computerlesbares Speichermedium sein. Der Ausdruck „computerlesbares Speichermedium“ bedeutet ein nicht-transitorisches Speichermedium. Ein computerlesbares Speichermedium kann beispielsweise, unter anderem, ein elektronisches, magnetisches, optisches, elektromagnetisches, Infrarot- oder Halbleiter-System oder eine solche Einrichtung oder Vorrichtung oder eine geeignete Kombination derselben sein. Speziellere Beispiele des computerlesbaren Speichermediums würden Folgendes umfassen (nicht erschöpfende Liste): eine tragbare Computerdiskette, eine HDD-Festplatte, eine SSD-Festplatte, einen Festwertspeicher (ROM),

einen löschbaren programmierbaren Festwertspeicher (EPROM oder Flash-Memory), einen tragbaren kompakten Nur-Lese-Plattenspeicher (CD-ROM), eine Digital Versatile Disc (DVD), eine optische Speichervorrichtung, eine magnetische Speichervorrichtung oder eine geeignete Kombination derselben. Im Rahmen des vorliegenden Dokuments kann ein computerlesbares Speichermedium ein beliebiges materielles Medium sein, das ein Programm zur Verwendung von oder mit einem System, einer Einrichtung oder Vorrichtung zur Ausführung von Anweisungen enthalten oder speichern kann.

[0095] Ein auf einem computerlesbaren Medium verkörperter Programmcode kann über ein geeignetes Medium übertragen werden, darunter unter anderem drahtlos, drahtgebunden, per Faseroptik, Kabel, Hochfrequenz usw. oder eine geeignete Kombination derselben. Ein Computerprogrammcode zum Ausführen von Operationen für Aspekte der vorliegenden Anordnungen können in einer Kombination von einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben sein, darunter eine objektorientierte Programmiersprache wie Java™, Smalltalk, C++ oder dergleichen und herkömmliche prozedurale Programmiersprachen wie die Programmiersprache „C“ oder ähnliche Programmiersprachen. Der Programmcode kann ganz auf dem Computer des Benutzers, teilweise auf dem Computer des Benutzers, als ein separates Software-Paket, teilweise auf dem Computer des Benutzers und teilweise auf einem Remotecomputer, oder ganz auf dem Remotecomputer oder Server laufen. Im letzteren Szenario kann der Remotecomputer über eine beliebige Art von Netzwerk, darunter ein lokales Netzwerk (LAN) oder ein Weitverkehrsnetz (WAN), mit dem Computer des Netzwerks verbunden sein, oder die Verbindung kann zu einem externen Rechner (zum Beispiel über das Internet mit Hilfe eines Internetdiensteanbieters) hergestellt werden.

[0096] Der unbestimmte Artikel „ein“ ist im vorliegenden Gebrauch definiert als eins oder mehr als eins. Der Ausdruck „Mehrzahl“ ist im vorliegenden Gebrauch definiert als zwei oder mehr als zwei. Der Ausdruck „ein anderer“ oder „ein weiterer“ oder „ein sonstiger“ ist im vorliegenden Gebrauch definiert als wenigstens ein zweiter oder mehr. Die Ausdrücke „enthalten“ und/oder „aufweisen“ sind im vorliegenden Gebrauch definiert als „umfassen“ (d. h. offen formuliert). Der Ausdruck „mindestens eins von ... und ...“ bedeutet nach vorliegendem Sprachgebrauch eine und alle möglichen Kombinationen von einer oder mehreren der entsprechend aufgezählten Positionen. Beispielsweise umfasst der Ausdruck „mindestens eins von A, B und C“ nur A, nur B, nur C oder eine Kombination derselben (z. B. AB, AC, BC oder ABC).

[0097] Hier beschriebene Aspekte können in anderen Formen ausgeführt werden, ohne dass von deren Wesen oder deren wesentlichen Attributen abgewichen wird. Für den Geltungsumfang der vorliegenden Offenbarung ist auf die nachfolgenden Ansprüche statt auf die vorhergehende Beschreibung Bezug zu nehmen.

Patentansprüche

1. Kollaboratives System zur Bereitstellung einer kollaborativen Steuerung eines Fahrzeugs, umfassend:
einen oder mehrere Prozessoren;
einen mit dem einen oder den mehreren Prozessoren kommunikationsfähig verbundenen Speicherbaustein, der speichert:
ein Steuerungsmodul, das Anweisungen umfasst, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren, in Reaktion auf den Empfang von manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs, eine Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und den autonomen Eingaben bestimmen,
Zusammenführen der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren einer Route; und
ein Rückkopplungsmodul, das Anweisungen umfasst, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren, durch gleichzeitiges Erzeugen einer adaptiven Rückkopplung, einer personalisierenden Rückkopplung und einer trainierenden Rückkopplung zum Modifizieren der Erstellungsweise der kollaborativen Steuerungen über drei parallele Rückkopplungsmechanismen, eine Rückkopplung mindestens entsprechend der Abweichung erzeugen, um die Steuerungsweise des Fahrzeugs anzupassen.

2. Kollaboratives System nach Anspruch 1, wobei das Rückkopplungsmodul ferner Anweisungen zum Erzeugen der Rückkopplung umfasst, die Anweisungen zum Erzeugen der adaptiven Rückkopplung umfassen, die autonome Parameter anpasst, um die Art und Weise zu steuern, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt, wobei das Rückkopplungsmodul ferner umfasst: Anweisungen zum Erzeugen der adaptiven Rückkopplung durch mindestens Protokollieren von Fahrdaten über die Fahrweise des Fahrzeugs entlang der Route, und wobei das Rückkopplungsmodul ferner umfasst: Anweisungen zum Erzeugen der adaptiven Rückkopplung durch Anlegen eines Maschinenlernalgorithmus an die Fahrdaten zur Erstellung der autonomen Parameter, um die Sicherheit zu optimieren, wenn das Fahrzeug die autonomen Eingaben erstellt.

3. Kollaboratives System nach Anspruch 1, wobei das Rückkopplungsmodul ferner umfasst: Anweisungen zum Erzeugen der Rückkopplung, die Anweisungen zum Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung umfassen, die autonome Parameter zur Steuerung der Art und Weise, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt, entsprechend den Fahrpräferenzen eines Fahrers des Fahrzeugs anpasst, und wobei das Rückkopplungsmodul ferner umfasst: Anweisungen zum Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung, die Anweisungen zum Analysieren von Personalisierungsdaten umfassen, um Fahrpräferenzen für den Fahrer zu identifizieren, und Modifizieren von autonomen Parametern entsprechend den Fahrpräferenzen.

4. Kollaboratives System nach Anspruch 3, wobei das Rückkopplungsmodul ferner umfasst: Anweisungen zum Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung, die Anweisungen zum Erfassen von Personalisierungsdaten umfassen, was mindestens das Erfassen elektronischer Rückkopplungseingaben vom Fahrer, Protokollieren von Fahrdaten über die Fahrweise des Fahrzeugs entlang der Route und Protokollieren der manuellen Eingaben umfasst, und wobei die Fahrpräferenzen mindestens eines von einer Spurpositionspräferenz, Präferenzen für Folgeabstände, Geschwindigkeitspräferenzen, Bremspräferenzen und Beschleunigungspräferenzen umfassen.

5. Kollaboratives System nach Anspruch 1, wobei das Rückkopplungsmodul ferner umfasst: Anweisungen zum Erzeugen der Rückkopplung, die Anweisungen zum Erzeugen der trainierenden Rückkopplung umfassen, um einen Fahrer zur Anpassung der manuellen Eingaben zu bewegen, und wobei das Rückkopplungsmodul ferner umfasst: Anweisungen zum Erzeugen der trainierenden Rückkopplung, die Anweisungen zum Analysieren der Abweichung in Bezug auf eine aktuelle Umgebung des Fahrzeugs umfassen, um festzustellen, ob die manuellen Eingaben eine akzeptable Art und Weise für das Steuern des Fahrzeugs sind, und Erzeugen der trainierenden Rückkopplung, um den Fahrer zur Anpassung der manuellen Eingaben zu bewegen, durch Erzeugen von mindestens einem von: erzwungener Rückkopplung in einem Lenkrad und einer oder mehreren Anzeigen über die manuellen Eingaben des Fahrers.

6. Kollaboratives System nach Anspruch 1, wobei das Steuerungsmodul ferner umfasst: die Anweisungen zum Zusammenführen der autonomen Eingaben und der manuellen Eingaben zum Erzeugen der kollaborativen Steuerungen, die mindestens das Lenken des Fahrzeugs steuern, wobei das Steuerungsmodul ferner umfasst:
Anweisungen zum Zusammenführen, die Anweisungen zum Variieren einer Gewichtung der manuellen Eingaben gegenüber den autonomen Eingaben mindestens entsprechend der Abweichung und einer aktuellen Umgebung des Fahrzeugs umfassen, und
wobei das Steuerungsmodul ferner umfasst: die Anweisungen zum Zusammenführen zur Bereitstellung der kollaborativen Steuerungen als halbautonome Steuerung des Fahrzeugs.

7. Kollaboratives System nach Anspruch 1, wobei die manuellen Eingaben elektronische Steuerungen sind, die das Fahrzeug von einem Fahrer über eine oder mehrere Eingabe/Ausgabe-Geräte des Fahrzeugs empfängt, und wobei die autonomen Eingaben vom Fahrzeug erstellte elektronische Steuerungen für ein autonomes Steuern des Fahrzeugs entlang der Route sind.

8. Kollaboratives System nach Anspruch 1, wobei das Fahrzeug einen Doppeleingabemechanismus umfasst, der die manuellen Eingaben und die autonomen Eingaben entgegennimmt und der einen Fahrer von der Art und Weise, wie das Steuerungsmodul die autonomen Eingaben und die manuellen Eingaben zusammenführt, selektiv abkoppelt.

9. Nicht-transitorisches computerlesbares Medium zum Bereitstellen einer kollaborativen Steuerung eines Fahrzeugs und Speichern von Anweisungen, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Prozessoren bewirken, dass der eine oder die mehreren Prozessoren:
in Reaktion auf den Empfang von manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs, eine Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und den autonomen Eingaben bestimmen;
die manuellen Eingaben und die autonomen Eingaben, in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren einer Route, zu kollaborativen Steuerungen zusammenführen; und
eine Rückkopplung mindestens entsprechend der Abweichung erzeugen, um die Steuerungsweise des Fahrzeugs anzupassen, durch gleichzeitiges Erzeugen einer adaptiven Rückkopplung, einer personalisierenden Rückkopplung und einer trainierenden Rückkopplung zum Modifizieren der Erstellungsweise der kollaborativen Steuerungen über drei parallele Rückkopplungsmechanismen.

10. Nicht-transitorisches computerlesbares Medium nach Anspruch 9, wobei die Anweisungen zum Erzeugen der Rückkopplung umfassen: Anweisungen zum Erzeugen der adaptiven Rückkopplung, die autonome Parameter anpasst, um die Art und Weise zu steuern, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt, wobei die Anweisungen zum Erzeugen der adaptiven Rückkopplung umfassen: Anweisungen mindestens zum Protokollieren von Fahrdaten über die Fahrweise des Fahrzeugs entlang der

Route, und wobei die Anweisungen zum Erzeugen der adaptiven Rückkopplung umfassen: Anweisungen zum Anlegen eines Maschinenlernalgorithmus an die Fahrdaten zur Erstellung der autonomen Parameter, um die Sicherheit zu optimieren, wenn das Fahrzeug die autonomen Eingaben erstellt.

11. Nicht-transitorisches computerlesbares Medium nach Anspruch 9, wobei die Anweisungen zum Erzeugen der Rückkopplung umfassen: Anweisungen zum Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung, die autonome Parameter für die Steuerung der Art und Weise, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt, entsprechend den Fahrpräferenzen eines Fahrers des Fahrzeugs anpasst, und wobei die Anweisungen zum Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung umfassen: Anweisungen zum Analysieren von Personalisierungsdaten zum Identifizieren der Fahrpräferenzen für den Fahrer und Modifizieren von autonomen Parametern entsprechend den Fahrpräferenzen.

12. Nicht-transitorisches computerlesbares Medium nach Anspruch 9, wobei die Anweisungen zum Erzeugen der Rückkopplung umfassen: Anweisungen zum Erzeugen der trainierenden Rückkopplung, um den Fahrer zur Anpassung der manuellen Eingaben zu bewegen, und wobei die Anweisungen zum Erzeugen der trainierenden Rückkopplung umfassen:
Anweisungen zum Analysieren der Abweichung in Bezug auf eine aktuellen Umgebung des Fahrzeugs, um festzustellen, ob die manuellen Eingaben eine akzeptable Art und Weise für das Steuern des Fahrzeugs sind, und Erzeugen der trainierenden Rückkopplung, um den Fahrer zur Anpassung der manuellen Eingaben zu bewegen, durch Erzeugen von mindestens einem von: erzwungener Rückkopplung in einem Lenkrad und einer oder mehreren Anzeigen über die manuellen Eingaben des Fahrers.

13. Nicht-transitorisches computerlesbares Medium nach Anspruch 9, wobei die Anweisungen zum Zusammenführen der autonomen Eingaben und der manuellen Eingaben kollaborative Steuerungen erzeugen, die mindestens das Lenken des Fahrzeugs steuern, wobei die Anweisungen zum Zusammenführen umfassen: Anweisungen zum Variieren einer Gewichtung der manuellen Eingaben gegenüber den autonomen Eingaben mindestens entsprechend der Abweichung und einer aktuellen Umgebung des Fahrzeugs, und wobei die Anweisungen zum Zusammenführen die kollaborativen Steuerungen als halbautonome Steuerung des Fahrzeugs bereitstellen.

14. Verfahren zur Bereitstellung einer kollaborativen Steuerung eines Fahrzeugs, umfassend:
in Reaktion auf den Empfang von manuellen Eingaben und autonomen Eingaben zum Steuern des Fahrzeugs, Bestimmen einer Abweichung zwischen den manuellen Eingaben und den autonomen Eingaben;
Zusammenführen der manuellen Eingaben und der autonomen Eingaben zu kollaborativen Steuerungen in Abhängigkeit von mindestens der Abweichung und Rückkopplungsparametern für das Steuern des Fahrzeugs zum Entlangfahren einer Route; und
Erzeugen einer Rückkopplung mindestens entsprechend der Abweichung, um die Steuerungsweise des Fahrzeugs anzupassen, durch gleichzeitiges Erzeugen einer adaptiven Rückkopplung, einer personalisierenden Rückkopplung und einer trainierenden Rückkopplung zum Modifizieren der Erstellungsweise der kollaborativen Steuerungen über drei parallele Rückkopplungsmechanismen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Erzeugen der Rückkopplung umfasst: Erzeugen der adaptiven Rückkopplung, die autonome Parameter anpasst, um die Art und Weise zu steuern, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt, wobei das Erzeugen der adaptiven Rückkopplung umfasst: Protokollieren von Fahrdaten über die Fahrweise des Fahrzeugs entlang der Route, und wobei das Erzeugen der adaptiven Rückkopplung umfasst: Anlegen eines Maschinenlemalgorithmus an die Fahrdaten zum Erstellen der autonomen Parameter, um die Sicherheit zu optimieren, wenn das Fahrzeug die autonomen Eingaben erstellt.

16. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Erzeugen der Rückkopplung umfasst: Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung, die autonome Parameter zum Steuein der Art und Weise, wie das Fahrzeug die autonomen Eingaben erzeugt, entsprechend den Fahrpräferenzen eines Fahrers des Fahrzeugs anpasst, und wobei das Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung umfasst: Analysieren von Personalisierungsdaten zum Identifizieren der Fahrpräferenzen für den Fahrer und Modifizieren autonomer Parameter entsprechend den Fahrpräferenzen.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Erzeugen der personalisierenden Rückkopplung umfasst: Erfassen von Personalisierungsdaten, was mindestens das Erfassen elektronischer Rückkopplungseingaben vom Fahrer, Protokollieren von Fahrdaten über die Fahrweise des Fahrzeugs entlang der Route, und Protokollieren der manuellen Eingaben umfasst, und wobei die Fahrpräferenzen mindestens eines von einer Spurpositionspräferenz, Präferenzen für Folgeabstände, Geschwindigkeitspräferenzen, Bremspräferenzen und Beschleunigungspräferenzen umfassen.

18. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Erzeugen der Rückkopplung umfasst: Erzeugen der trainierenden Rückkopplung, um den Fahrer zur Anpassung der manuellen Eingaben zu bewegen, und wobei das Erzeugen der trainierenden Rückkopplung

umfasst: Analysieren der Abweichung in Bezug auf eine aktuelle Umgebung des Fahrzeugs, um festzustellen, ob die manuellen Eingaben eine akzeptable Art und Weise für das Steuern des Fahrzeugs sind, und Erzeugen der trainierenden Rückkopplung, um den Fahrer zur Anpassung der manuellen Eingaben zu bewegen, durch Erzeugen von mindestens einem von: erzwungener Rückkopplung in einem Lenkrad und einer oder mehreren Anzeigen über die manuellen Eingaben des Fahrers.

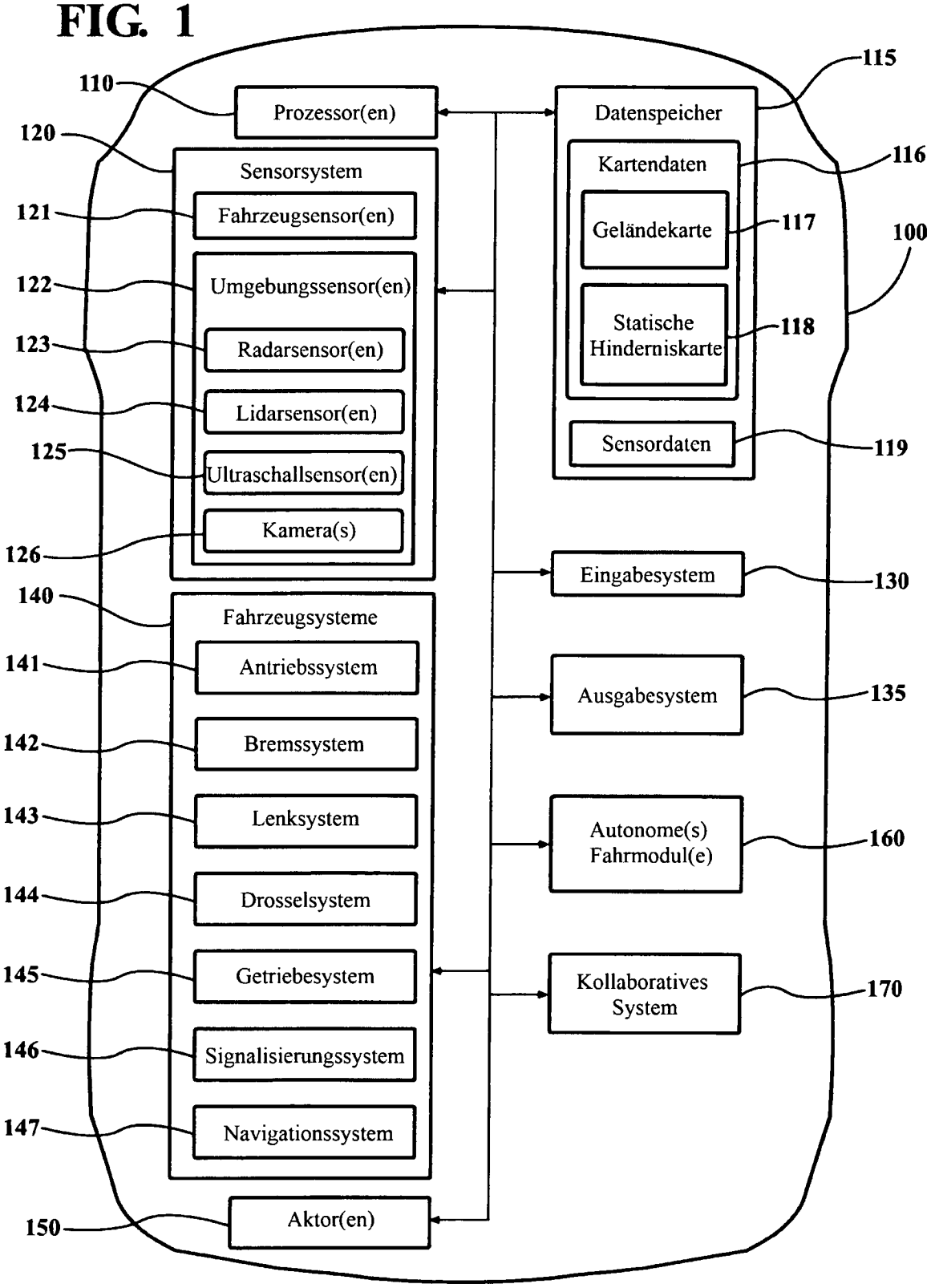
19. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Zusammenführen der autonomen Eingaben und der manuellen Eingaben die kollaborativen Steuerungen erzeugt, die mindestens das Lenken des Fahrzeugs steuern, wobei das Zusammenführen umfasst:
Variieren einer Gewichtung der manuellen Eingaben gegenüber den autonomen Eingaben mindestens entsprechend der Abweichung und einer aktuellen Umgebung des Fahrzeugs, und
wobei das Zusammenführen die kollaborativen Steuerungen als halbautonome Steuerung des Fahrzeugs bereitstellt.

20. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die manuellen Eingaben elektronische Steuerungen sind, die das Fahrzeug von einem Fahrer über eine oder mehrere Eingabe/Ausgabe-Geräte des Fahrzeugs empfängt, und wobei die autonomen Eingaben vom Fahrzeug erstellte elektronische Steuerungen zum autonomen Steuern des Fahrzeugs entlang der Route sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



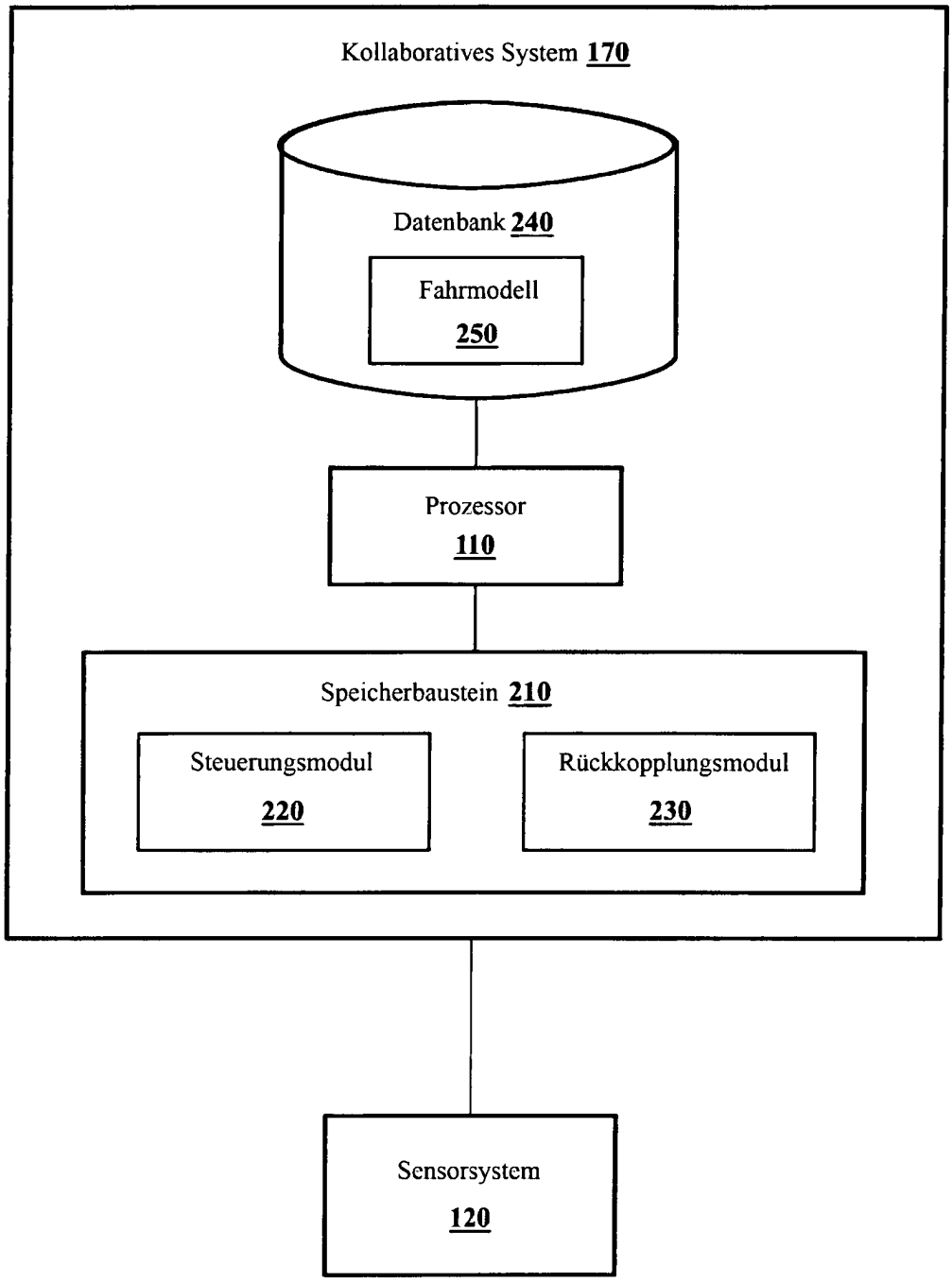

Kollaboratives System 170
Datenbank 240
Fahrmodell
250
Prozessor
110
Speicherbaustein 210
Steuerungsmodul
220
Rückkopplungsmodul
230
Sensorsystem
120

FIG. 2

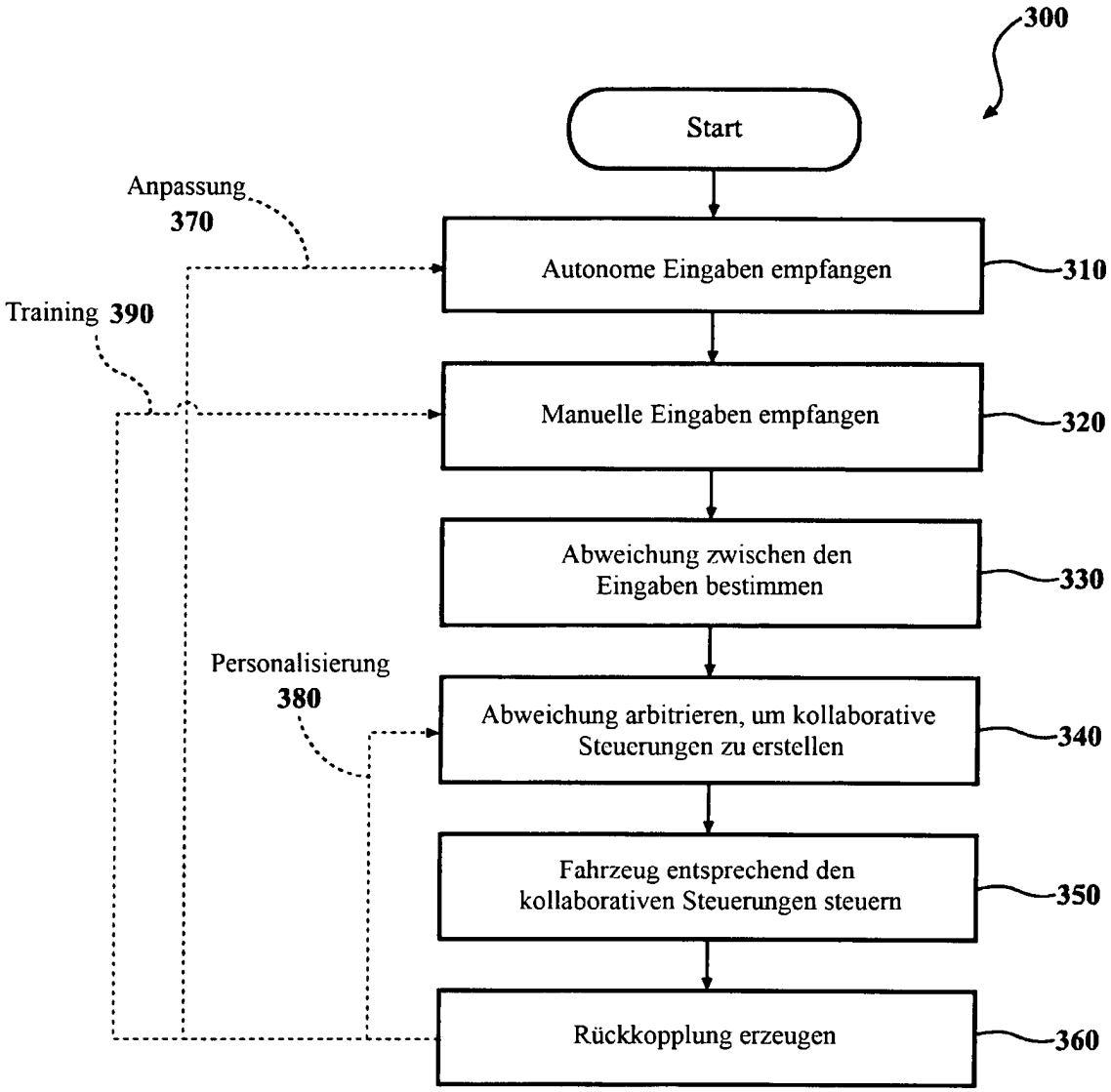

300
Start
Anpassung
370
Autonome Eingaben empfangen
310
Training 390
Manuelle Eingaben empfangen
320
Abweichung zwischen den Eingaben bestimmen
330
Personalisierung
380
Abweichung arbitrieren, um kollaborative Steuerungen zu erstellen
340
Fahrzeug entsprechend den kollaborativen Steuerungen steuern
350
Rückkopplung erzeugen
360

FIG. 3

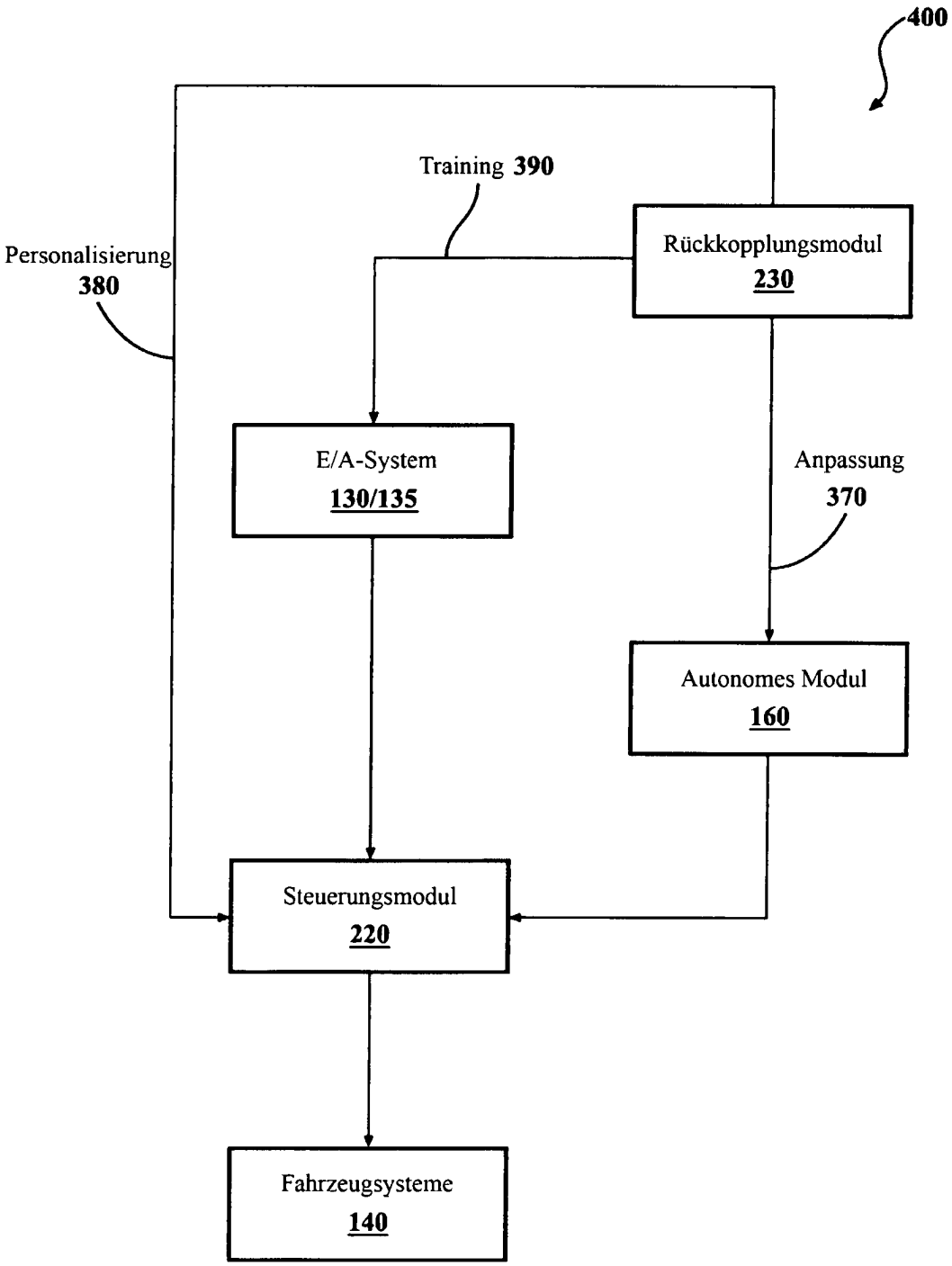

400
Training 390
Personalisierung
380
Rückkopplungsmodul
230
E/A-System
130/135
Anpassung
370
Autonomes Modul
160
Steuerungsmodul
220
Fahrzeugsysteme
140

FIG. 4

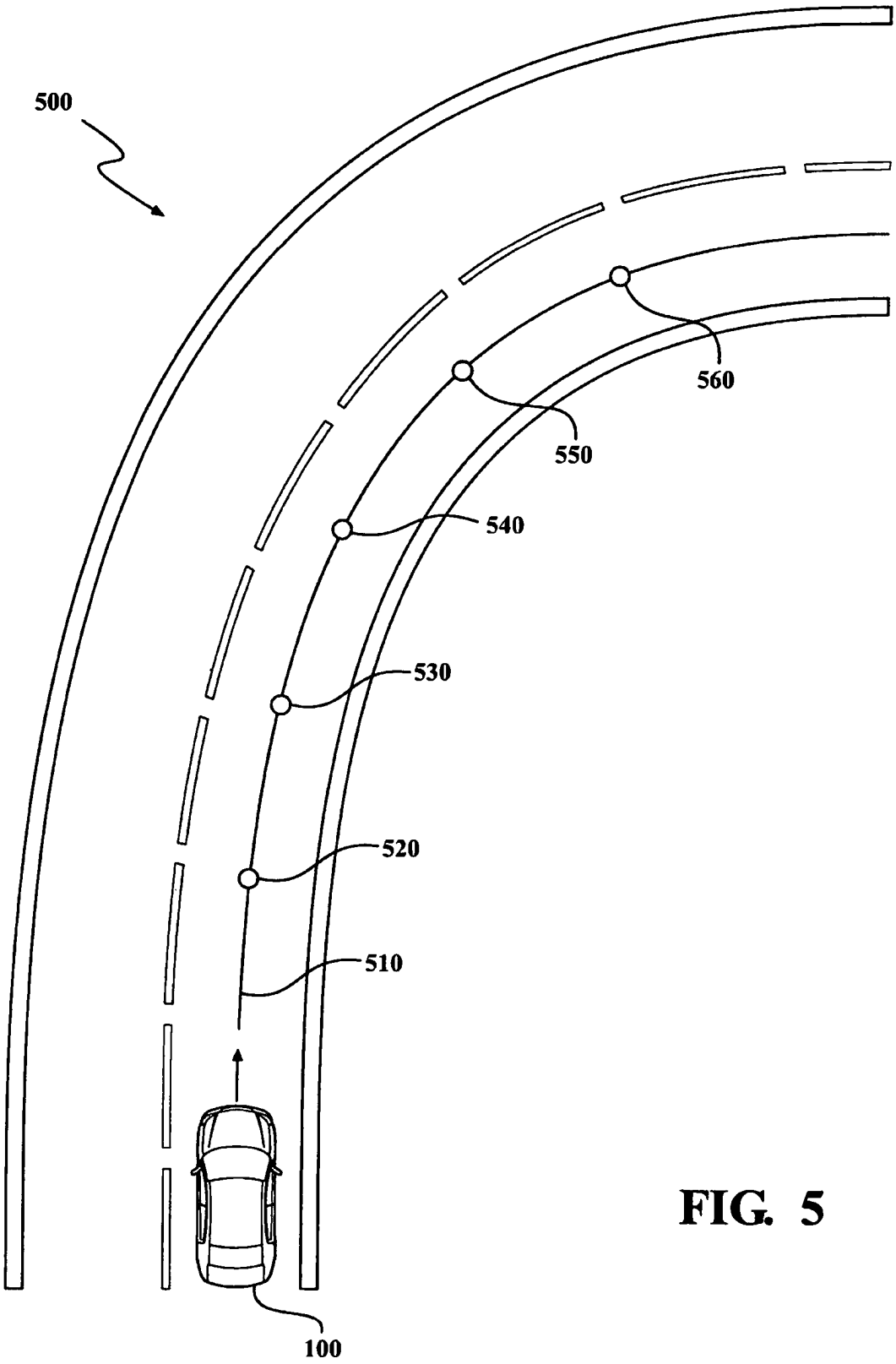


FIG. 5

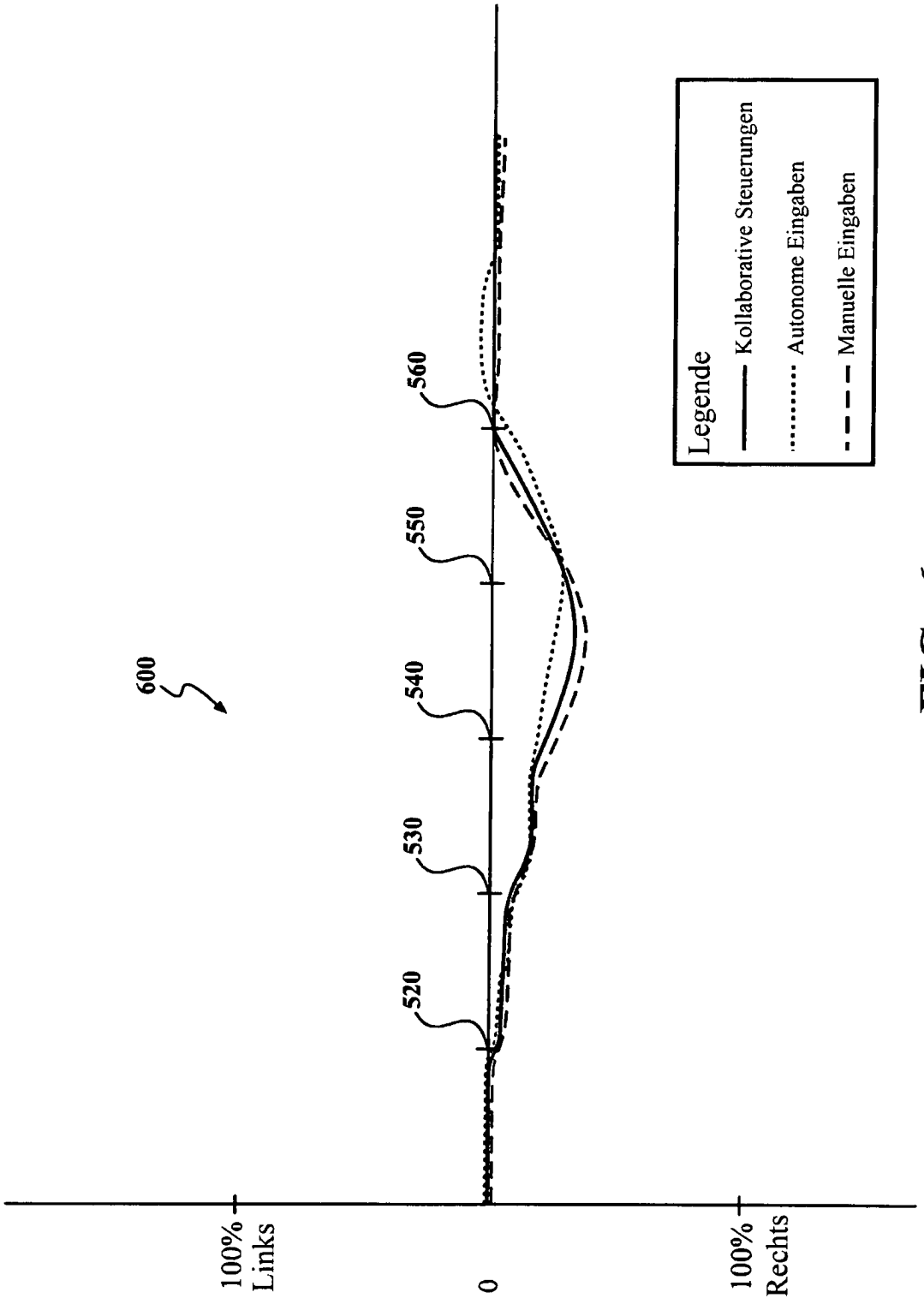


FIG. 6

 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.