



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 119 676.6**

(22) Anmeldetag: **25.07.2023**

(43) Offenlegungstag: **13.06.2024**

(51) Int Cl.: **B60W 50/08 (2020.01)**

(30) Unionspriorität:  
**18/063,328**      **08.12.2022**    **US**

(71) Anmelder:  
**GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC,**  
**Detroit, MI, US**

(74) Vertreter:  
**LKGLOBAL Lorenz und Kopf Patentanwalt,**  
**Attorney at Law PartG mbB, 80333 München, DE**

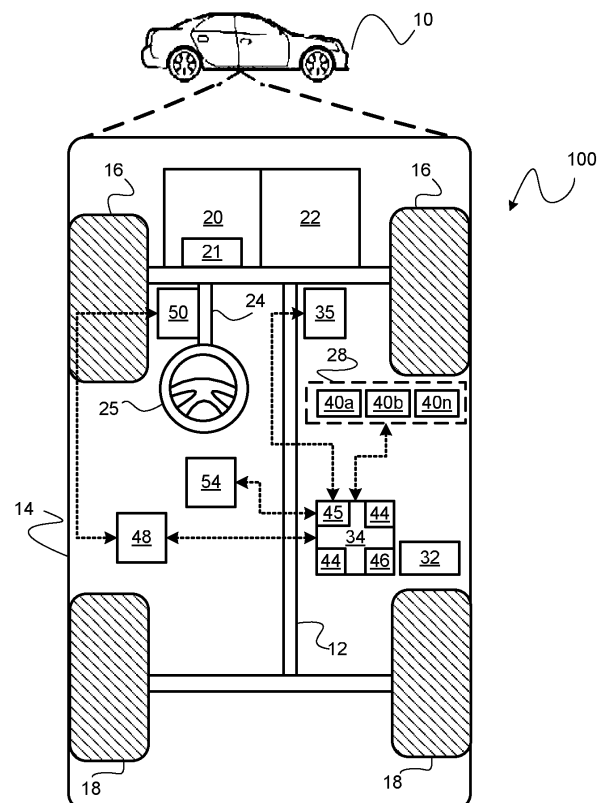
(72) Erfinder:  
**Zarringhalam, Reza, Markham, CA; Lui, Dorothy,**  
**Markham, CA; Lu, Jimmy, Markham, CA;**  
**Jalaliyazdi, Milad, Markham, CA; Fischer, Kurt L.,**  
**Warren, US; Collins, Jameson M., Milford, MI, US;**  
**Lott, Zachary, Milford, US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **SYSTEME UND VERFAHREN FÜR DEN ÜBERGANG ZWISCHEN BETRIEBSARTEN DES AUTOMATISIERTEN FAHRENS**

(57) Zusammenfassung: Es werden Systeme und Verfahren zur Verwaltung von Übergängen zwischen Betriebsmodi eines Fahrzeugs bereitgestellt. Das System umfasst ein Steuergerät, das so konfiguriert ist, dass es durch einen Prozessor: automatisch zwischen Fahrzeugbetriebsmodi ohne Auslösung durch den Fahrer übergeht, einschließlich eines autonomen Hands-Off-Fahrmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, eines Hands-On-Fahrassistenzmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer das Lenkrad hält, und eines Nicht-Steuerungsmodus, in dem der Fahrer die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert. Der Übergang zwischen den Betriebsarten erfolgt auf der Grundlage der erfassten Daten. Der Modus „Autonomes Fahren“ hat Vorrang vor dem Modus „Unterstützung beim Fahren“, der wiederum Vorrang vor dem Modus „Keine Kontrolle“ hat. Das Steuergerät ist ferner so konfiguriert, dass es auf einer Mensch-Maschine-Schnittstelle eine Meldung anzeigt, dass mindestens einer der Betriebsmodi aktiv oder nicht verfügbar ist.



**Beschreibung**

## EINFÜHRUNG

**[0001]** Das technische Gebiet bezieht sich im Allgemeinen auf Fahrzeuge und im Besonderen auf Systeme und Verfahren für den Übergang zwischen zwei oder mehr automatisierten Fahrbetriebsarten eines Fahrzeugs, die Fahrassistenzmodi zur Steuerung der Fahrzeuglenkung verwenden.

**[0002]** Verschiedene moderne Fahrzeuge verfügen über Fahrassistenzsysteme, die in der Lage sind, verschiedene Stufen der autonomen, halbautonomen und intermittierenden Lenkkontrolle durchzuführen. Der Übergang zwischen diesen Systemen kann jedoch zu abrupten Änderungen im Betrieb des Fahrzeugs führen, insbesondere wenn die Systeme unabhängig voneinander sind. Außerdem kann es erforderlich sein, dass der Fahrer manuell zwischen diesen Systemen umschalten muss.

**[0003]** Dementsprechend ist es wünschenswert, Systeme und/oder Verfahren bereitzustellen, die in der Lage sind, Übergänge zwischen verschiedenen Fahrassistenzsystemen so zu steuern, dass die Wahrscheinlichkeit abrupter Änderungen im Betrieb des Fahrzeugs verringert wird. Darüber hinaus ist es wünschenswert, Systeme und Verfahren bereitzustellen, die in der Lage sind, automatisch und ohne Zutun des Fahrers zwischen solchen Systemen zu wechseln. Weitere wünschenswerte Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen und dem vorstehenden technischen Gebiet und Hintergrund.

## BESCHREIBUNG

**[0004]** Es wird ein System zur Verwaltung von Übergängen zwischen Betriebsmodi eines Fahrzeugs bereitgestellt. In einer Ausführungsform umfasst das System eine Steuereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie durch einen Prozessor: ein Fahrzeug automatisch zwischen mehreren Betriebsmodi ohne Auslösung durch einen Fahrer des Fahrzeugs umschaltet, wobei die Betriebsmodi einen autonomen Hands-Off-Fahrmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer das Lenkrad des Fahrzeugs nicht halten muss, einen Hands-On-Fahrerunterstützungsmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer das Lenkrad halten muss, und einen Nicht-Steuerungsmodus, in dem der Fahrer die Seitenlenkung des Fahrzeugs mit dem Lenkrad steuert, umfassen. Der automatische Übergang zwischen den Betriebsmodi des Fahrzeugs basiert auf der wahrgenommenen Fahreraktivität und der Fahrzeugdynamik. Der Modus

„Autonomes Fahren“ hat Vorrang vor dem Modus „Fahrerassistenz“ und der Modus „Fahrerassistenz“ hat Vorrang vor dem Modus „Keine Kontrolle“. Das Steuergerät ist ferner so konfiguriert, dass es auf einer Mensch-Maschine-Schnittstelle des Fahrzeugs eine Meldung anzeigt, dass mindestens einer der Betriebsmodi aktiv oder nicht verfügbar ist.

**[0005]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor das Fahrzeug in dem praktischen Fahrerunterstützungsmodus betreibt, indem es automatisch einen praktischen Fahrspurzentrierungsunterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer aktiviert, wobei der praktische Fahrspurzentrierungsunterstützungsmodus so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, um das Fahrzeug in Richtung einer Mitte einer Fahrspur einer Straße zu lenken, auf der das Fahrzeug unterwegs ist.

**[0006]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor: Daten empfängt, die einen Status eines adaptiven Geschwindigkeitsregelsystems des Fahrzeugs, das so konfiguriert ist, dass es eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs steuert, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs, einen Status eines Eskalations- und Sperrsystems, das so konfiguriert ist, dass es den praktischen Spurzentrierungshilfsmodus auf der Grundlage vorprogrammierter Kriterien deaktiviert, und einen automatischen Übergang zwischen den Betriebsmodi ohne Auslösung durch den Fahrer auf der Grundlage eines Vergleichs der Daten mit vorprogrammierten Einschaltbedingungen des praktischen Spurzentrierungshilfsmodus umfasst.

**[0007]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor automatisch in einen Modus zur Warnung vor dem Verlassen der Fahrspur übergeht, ohne dass dies durch den Fahrer ausgelöst wird, wobei der Modus zur Warnung vor dem Verlassen der Fahrspur so konfiguriert ist, dass er eine Warnung erzeugt, wenn festgestellt wird, dass das Fahrzeug wahrscheinlich unbeabsichtigt die Fahrspur verlassen wird.

**[0008]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor automatisch und ohne Auslösung durch den Fahrer zwischen dem Modus für die praktische Spurzentrierung und dem Modus für den Spurhalteassistenten umschaltet, wobei der Spurhalteassistent so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die seitliche Lenkung des Fahrzeugs intermittierend steuert, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern,

dass das Fahrzeug unbeabsichtigt die Fahrbahn verlässt.

**[0009]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor eingerichtet ist zum: Empfangen von Daten, die eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs beinhalten, Bestimmen einer Cross-Over-Geschwindigkeitszone, in der entweder der praktische Spurzentrierungs-Assistenzmodus oder der Spurhalte-Assistenzmodus aktiv sein kann und die Kontrolle über die Seitenlenkung des Fahrzeugs hat, und eine Hysterese-Geschwindigkeitszone, in der sowohl der Handspurzentrier-Unterstützungsmodus als auch der Spurhalte-Unterstützungsmodus aktiv sein können, während nur einer die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, und automatischer Übergang zwischen dem Handspurzentrier-Unterstützungsmodus und dem Spurhalte-Unterstützungsmodus unter Verwendung der Überkreuzungs-Geschwindigkeitszone und der Hysterese-Geschwindigkeitszone, um einen sanften Übergang dazwischen zu fördern.

**[0010]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor: feststellt, dass ein adaptives Geschwindigkeitsregelsystem des Fahrzeugs, das so konfiguriert ist, dass es eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs regelt, aktiv ist, wobei das adaptive Geschwindigkeitsregelsystem so konfiguriert ist, dass es die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf einer eingestellten Geschwindigkeit hält, Daten empfängt, die eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs enthalten, und automatisch den Assistenzmodus für die praktische Spurzentrierung deaktiviert, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs die eingestellte Geschwindigkeit um eine Differenz überschreitet, die einen Schwellenwert für die adaptive Geschwindigkeitsregelung überschreitet.

**[0011]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor: Daten empfängt, die ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs enthalten, und als Reaktion auf das Erfassen des vom Fahrer aufgebrachten Drehmoments automatisch einen kooperativen Lenkuntermodus des praktischen Spurzentrierungsunterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer aktiviert, wobei, während der kooperative Lenkuntermodus aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs gleichzeitig sowohl durch den praktischen Spurzentrierungsunterstützungsmodus als auch durch den Fahrer gesteuert wird.

**[0012]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass es durch den Prozessor: Daten empfängt, die eine Erkennung eines Hindernisses auf einer seitlichen Seite des Fahrzeugs und Abstände des Fahrzeugs von Markierungen der Fahrbahn der Straße einschließen, und auto-

matisch die seitliche Lenkung des Fahrzeugs mit dem praktischen SpurzentrierungsUnterstützungsmodus als Reaktion darauf steuert, dass der Fahrer das Aufbringen eines Drehmoments des Fahrzeugs beendet oder als Reaktion auf die Erkennung des Hindernisses auf der seitlichen Seite des Fahrzeugs.

**[0013]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Steuergerät so konfiguriert, dass der Prozessor auf der Grundlage eines einzigen Software-Algorithmus automatisch zwischen den Betriebsarten des Fahrzeugs umschaltet, ohne dass der Fahrer dies veranlasst.

**[0014]** Es wird ein Verfahren zur Verwaltung von Übergängen zwischen Betriebsmodi eines Fahrzeugs bereitgestellt. In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den automatischen Übergang mit einem Prozessor zwischen mehreren Betriebsmodi eines Fahrzeugs ohne Auslösung durch einen Fahrer des Fahrzeugs, wobei die Betriebsmodi einen autonomen Hands-Off-Fahrmodus, in dem ein Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während ein Fahrer des Fahrzeugs das Lenkrad des Fahrzeugs nicht halten muss, einen Hands-On-Fahrerunterstützungsmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer das Lenkrad des Fahrzeugs halten muss, und einen Nichtsteuerungsmodus, in dem der Fahrer des Fahrzeugs die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, umfassen. Der automatische Übergang zwischen den Betriebsarten des Fahrzeugs erfolgt auf der Grundlage der erfassten Fahreraktivität und der Fahrzeugdynamik. Der autonome Hands-Off-Fahrmodus hat Vorrang vor dem mindestens einen Hands-On-Fahrerunterstützungsmodus und der Hands-On-Fahrerunterstützungsmodus hat Vorrang vor dem Nichtsteuerungsmodus. Das Verfahren umfasst ferner die Anzeige einer Benachrichtigung mit dem Prozessor auf einer Mensch-Maschine-Schnittstelle des Fahrzeugs, die anzeigt, dass mindestens einer der Betriebsmodi aktiv oder nicht verfügbar ist.

**[0015]** In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Verfahren das Betreiben des Fahrzeugs durch den Prozessor im praxisnahen autonomen Fahrmodus, einschließlich der automatischen Aktivierung eines praxisnahen Fahrspurzentrierungs-Unterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer, wobei der praxisnahe Fahrspurzentrierungs-Unterstützungsmodus so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die seitliche Lenkung des Fahrzeugs steuert, um das Fahrzeug in Richtung einer Mitte einer Fahrspur einer Straße zu lenken, auf der das Fahrzeug unterwegs ist.

**[0016]** In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Verfahren durch den Prozessor: Empfangen von Daten, die einen Status eines adaptiven

Geschwindigkeitsregelungssystem des Fahrzeugs, das konfiguriert ist, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu regeln, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs, einen Status eines Eskalations- und Sperrsystems, das konfiguriert ist, um den praktischen Spurenzentrierungshilfsmodus basierend auf vorprogrammierten Kriterien zu deaktivieren, umfassen, und wobei der automatische Übergang zwischen den Betriebsmodi ohne Auslösung durch den Fahrer den Vergleich der Daten mit vorprogrammierten Bedingungen des praktischen Spurenzentrierungshilfsmodus umfasst.

**[0017]** In verschiedenen Ausführungsformen beinhaltet das Verfahren, dass der Prozessor das Fahrzeug automatisch in einen Spurabweichungswarnmodus überführt, ohne dass der Fahrer dies veranlasst, wobei der Spurabweichungswarnmodus so konfiguriert ist, dass er eine Warnung erzeugt, wenn festgestellt wird, dass das Fahrzeug wahrscheinlich unbeabsichtigt die Fahrspur verlassen wird.

**[0018]** In verschiedenen Ausführungsformen beinhaltet das Verfahren, dass der Prozessor automatisch und ohne Auslösung durch den Fahrer zwischen dem Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung und einem Spurhalte-Assistenzmodus umschaltet, wobei der Spurhalte-Assistenzmodus so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs intermittierend steuert, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass das Fahrzeug unbeabsichtigt die Fahrspur verlässt.

**[0019]** In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Verfahren durch den Prozessor: Empfangen von Daten, die eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs enthalten, Bestimmen einer Überkreuz-Geschwindigkeitszone, in der entweder der Handspurzentrier-Assistenzmodus oder der Spurhalte-Assistenzmodus aktiv sein kann und die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, und einer Hysterese-Geschwindigkeitszone, in der sowohl der Handspurzentrier-Assistenzmodus als auch der Spurhalte-Assistenzmodus aktiv sein können, während nur einer die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, und automatisches Umschalten zwischen dem manuellen Spurenzentrierungshilfsmodus und dem Spurhalte-hilfsmodus unter Verwendung der Überkreuzgeschwindigkeitszone und der Hysterese-geschwindigkeitszone, um einen sanften Übergang dazwischen zu fördern.

**[0020]** In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Verfahren durch den Prozessor: Bestimmen, dass ein adaptives Geschwindigkeitsregelungssystem des Fahrzeugs, das konfiguriert ist, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu regeln, aktiv ist,

wobei das adaptive Geschwindigkeitsregelungssystem konfiguriert ist, um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf einer eingestellten Geschwindigkeit zu halten, Empfangen von Daten, die eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs umfassen, und Deaktivieren des Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs die eingestellte Geschwindigkeit um eine Differenz überschreitet, die einen Schwellenwert für die adaptive Geschwindigkeitsregelung überschreitet.

**[0021]** In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Verfahren durch den Prozessor: Empfangen von Daten, die ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs enthalten, und automatisches Aktivieren eines kooperativen Lenkuntermodus des praktischen Spurenzentrierungsunterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer als Reaktion auf das Erfassen des vom Fahrer aufgebrachten Drehmoments, wobei, während der kooperative Lenkuntermodus aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs gleichzeitig sowohl durch den praktischen Spurenzentrierungsunterstützungsmodus als auch durch den Fahrer gesteuert wird.

**[0022]** In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Verfahren durch den Prozessor: Empfangen von Daten, die eine Erkennung eines Hindernisses auf einer seitlichen Seite des Fahrzeugs und Abstände von Markierungen der Fahrspur der Straße umfassen, und automatisches Steuern der seitlichen Lenkung des Fahrzeugs mit dem praktischen Fahrspurzentrierungs-Unterstützungsmodus als Reaktion darauf, dass der Fahrer das Aufbringen des Drehmoments beendet, oder als Reaktion auf die Erkennung des Hindernisses auf der seitlichen Seite des Fahrzeugs.

**[0023]** In verschiedenen Ausführungsformen wird der automatische Übergang zwischen den Betriebsarten des Fahrzeugs durch den Prozessor ohne Auslösung durch den Fahrer auf der Grundlage eines einzigen Software-Algorithmus durchgeführt.

#### KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

**[0024]** Die beispielhaften Ausführungsformen werden im Folgenden in Verbindung mit den folgenden Figuren beschrieben, wobei gleiche Ziffern gleiche Elemente bezeichnen und wobei:

**Fig. 1** ist ein Funktionsblockdiagramm eines Fahrzeugs, das ein fortschrittliches Fahrassistenzsystem gemäß verschiedenen Ausführungsformen enthält;

**Fig. 2** ist ein Datenflussdiagramm, das Elemente des fortschrittlichen Fahrassistenzsystems des Fahrzeugs von **Fig. 1** in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen zeigt;

**Fig. 3A, 3B, 3C und 3D** sind Flussdiagramme eines Prozesses zur Verwaltung von Übergängen zwischen mehreren Betriebsmodi des Fahrzeugs, wie er von dem fortschrittlichen Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs aus **Fig. 1 und 2** gemäß verschiedenen Ausführungsformen durchgeführt wird;

**Fig. 4** ist ein Flussdiagramm eines Prozesses zur Verwaltung der automatischen Aktivierung eines Assistenzmodus für die praktische Fahrspurzentrierung des Fahrzeugs aus **Fig. 1 und 2**, in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen; und

**Fig. 5, 6, 7, 8 und 9** stellen beispielhafte Mensch-Maschine-Schnittstellensymbole dar, die von dem fortschrittlichen Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs von **Fig. 1** gemäß verschiedenen Ausführungsformen angezeigt werden.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0025]** Die folgende detaillierte Beschreibung ist lediglich beispielhaft und soll die Anwendung und den Gebrauch nicht einschränken. Darüber hinaus besteht nicht die Absicht, durch ausdrückliche oder stillschweigende Theorien gebunden zu sein, die in dem vorangehenden technischen Gebiet, dem Hintergrund, der kurzen Zusammenfassung oder der folgenden detaillierten Beschreibung dargestellt sind. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff Modul auf jede Hardware, Software, Firmware, elektronische Steuerkomponente, Verarbeitungslogik und/oder Prozessorvorrichtung, einzeln oder in beliebiger Kombination, einschließlich, aber nicht beschränkt auf: anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASIC), eine elektronische Schaltung, einen Prozessor (gemeinsam, dediziert oder als Gruppe) und einen Speicher, der ein oder mehrere Software- oder Firmware-Programme ausführt, eine kombinatorische Logikschaltung und/oder andere geeignete Komponenten, die die beschriebene Funktionalität bereitstellen.

**[0026]** Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können hier in Form von funktionalen und/oder logischen Blockkomponenten und verschiedenen Verarbeitungsschritten beschrieben werden. Solche Blockkomponenten können durch eine beliebige Anzahl von Hardware-, Software- und/oder Firmware-Komponenten realisiert werden, die zur Ausführung der angegebenen Funktionen konfiguriert sind. Beispielsweise kann eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung verschiedene integrierte Schaltungskomponenten verwenden, z. B. Speicherelemente, digitale Signalverarbeitungselemente, Logikelemente, Nachschlagetabellen oder Ähnliches, die eine Vielzahl von Funktionen unter der Kontrolle eines oder mehrerer Mikroprozessoren oder anderer Steuergeräte ausführen können. Darü-

ber hinaus wird der Fachmann erkennen, dass Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung in Verbindung mit einer beliebigen Anzahl von Systemen verwendet werden können und dass die hier beschriebenen Systeme lediglich beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind.

**[0027]** Der Kürze halber werden konventionelle Techniken im Zusammenhang mit Signalverarbeitung, Datenübertragung, Signalisierung, Steuerung und anderen funktionellen Aspekten der Systeme (und der einzelnen Betriebskomponenten der Systeme) hier nicht im Detail beschrieben. Darüber hinaus sollen die in den verschiedenen Abbildungen dargestellten Verbindungslinien beispielhafte funktionale Beziehungen und/oder physikalische Kopplungen zwischen den verschiedenen Elementen darstellen. Es sollte beachtet werden, dass viele alternative oder zusätzliche funktionale Beziehungen oder physikalische Verbindungen in einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung vorhanden sein können.

**[0028]** **Fig. 1** zeigt ein Fahrzeug 10 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. In bestimmten Ausführungsformen umfasst das Fahrzeug 10 ein Automobil. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Fahrzeug 10 eine beliebige aus einer Reihe von verschiedenen Arten von Automobilen sein, wie z.B. eine Limousine, ein Kombi, ein Lastwagen oder ein Sport Utility Vehicle (SUV), und kann Zweiradantrieb (2WD) (d.h. Hinterradantrieb oder Vorderradantrieb), Vierradantrieb (4WD) oder Allradantrieb (AWD) und/oder verschiedene andere Arten von Fahrzeugen in bestimmten Ausführungsformen sein. Darüber hinaus kann das Fahrzeug 10 in verschiedenen Ausführungsformen auch eine beliebige Anzahl anderer Arten von mobilen Plattformen umfassen.

**[0029]** Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst das Beispielfahrzeug 10 im Allgemeinen ein Fahrgestell 12, einen Aufbau 14, Vorderräder 16 und Hinterräder 18. Die Karosserie 14 ist auf dem Fahrgestell 12 angeordnet und umschließt im Wesentlichen Komponenten des Fahrzeugs 10. Die Karosserie 14 und das Fahrgestell 12 können gemeinsam einen Rahmen bilden. Die Räder 16-18 sind jeweils in der Nähe einer Ecke der Karosserie 14 drehbar mit dem Fahrgestell 12 verbunden.

**[0030]** Das Fahrzeug 10 umfasst ferner ein Antriebssystem 20, ein Getriebesystem 22, ein Lenksystem 24, ein Sensorsystem 28, mindestens eine Datenspeichereinrichtung 32, mindestens ein Steuergerät 34, ein Anzeigesystem 35, ein Fahrerüberwachungssystem (DMS) 48 und ein adaptives Geschwindigkeitsregelungssystem (ACC) 54. Das Antriebssystem 20 umfasst einen Motor 21, z. B. einen Verbrennungsmotor (mit Benzin oder Diesel),

einen Elektromotor oder einen anderen Kraftstoff verbrennenden Motor. Das Getriebesystem 22 ist so konfiguriert, dass es die Leistung des Antriebssystems 20 entsprechend den wählbaren Geschwindigkeitsverhältnissen an die Räder 16-18 überträgt. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann das Getriebesystem 22 ein stufenloses Automatikgetriebe, ein stufenloses Getriebe oder ein anderes geeignetes Getriebe umfassen. Das Lenksystem 24 beeinflusst die Stellung der Räder 16-18 und umfasst ein Lenkrad 25 für die manuelle Lenkung des Fahrzeugs 10 durch einen Fahrer des Fahrzeugs 10.

**[0031]** Das Sensorsystem 28 umfasst eine oder mehrere Erfassungsvorrichtungen 40a-40n, die beobachtbare Bedingungen der äußeren und/oder inneren Umgebung des Fahrzeugs 10 und/oder des Fahrzeugs 10 selbst erfassen. Die Sensorvorrichtungen 40a-40n können unter anderem Radarsysteme, Lidarsysteme, globale Positionierungssysteme, optische Kamerasysteme, Wärmekamerasysteme, Ultraschallsensorsysteme, Trägheitsmesseinheiten, Drucksensorsysteme, Positionssensorsysteme, Geschwindigkeitssensorsysteme und/oder andere Sensoren und Systeme davon umfassen.

**[0032]** Das Anzeigesystem 35 kann jede Art von Anzeigegerät umfassen, das in der Lage ist, Informationen für den Fahrer visuell darzustellen. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Anzeigesystem 35 ein Armaturenbrett des Fahrzeugs 10 umfassen, das ein oder mehrere leuchtende Symbole oder Lichter enthält. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Anzeigesystem 35 einen Bildschirm umfassen, auf dem visuelle Grafiken dargestellt werden.

**[0033]** Das DMS 48 kann verschiedene Steuergeräte, Speichervorrichtungen, Datenspeichervorrichtungen, Sensoren usw. umfassen, die in Kombination so konfiguriert sind, dass sie den Fahrer des Fahrzeugs 10 überwachen und kontinuierlich oder periodisch eine Bewertung der Aufmerksamkeit des Fahrers während des Betriebs des Fahrzeugs 10 erstellen. In diesem Beispiel umfasst das DMS 48 eine Kamera 50, die so konfiguriert ist, dass sie den Fahrer beobachtet, z. B. das Gesicht des Fahrers. Solche Beobachtungen werden vom DMS 48 zumindest teilweise zur Erstellung der Bewertung des Fahrers verwendet, die hier als Aufmerksamkeitszustand des Fahrers bezeichnet wird.

**[0034]** Das ACC 54 kann verschiedene Steuergeräte, Speichervorrichtungen, Datenspeicher, Sensoren usw. umfassen, die in ihrer Kombination so konfiguriert sind, dass sie das Fahrzeug 10 auf der eingestellten Geschwindigkeit halten, ohne dass der Fahrer Druck auf ein Beschleunigungspedal des Fahrzeugs 10 ausübt. Der ACC 54 kann vom Fahrer manuell aktiviert werden, einschließlich der manuel-

len Einstellung der Sollgeschwindigkeit. Der ACC 54 kann einen Overdrive-Modus umfassen, in dem der Fahrer Druck auf das Gaspedal ausübt, um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs über die eingestellte Geschwindigkeit hinaus zu erhöhen. Im Overdrive-Modus kann das ACC 54 in einen Standby-Modus versetzt werden, der es dem Fahrer ermöglicht, die Beschleunigung des Fahrzeugs 10 zu steuern, bis der Fahrer aufhört, Druck auf das Beschleunigungspedal auszuüben. Sobald der Fahrer die manuelle Beschleunigung des Fahrzeugs 10 einstellt, kann der ACC 54 automatisch wieder aktiviert werden und das Fahrzeug 10 weiterhin auf der eingestellten Geschwindigkeit halten.

**[0035]** Die Datenspeichereinrichtung 32 speichert Daten zur Steuerung des Fahrzeugs 10 und/oder seiner Systeme und Komponenten. Wie zu erkennen ist, kann die Datenspeichervorrichtung 32 Teil des Steuergeräts 34, getrennt vom Steuergerät 34 oder Teil des Steuergeräts 34 und Teil eines separaten Systems sein. Die Datenspeichervorrichtung 32 kann jede geeignete Art von Speichergerät sein, einschließlich verschiedener Arten von Direktzugriffsspeichern und/oder anderen Speichergeräten. In einer beispielhaften Ausführungsform umfasst die Datenspeichervorrichtung 32 ein Programmprodukt, von dem eine computerlesbare Speichervorrichtung ein Programm empfangen kann, das eine oder mehrere Ausführungsformen eines oder mehrerer Prozesse der vorliegenden Offenbarung ausführt, wie die Schritte des Prozesses, die weiter unten in Verbindung mit den **Fig. 3A-3C** und 4 erörtert werden. In einer anderen beispielhaften Ausführungsform kann das Programmprodukt direkt in der Speichervorrichtung und/oder einer oder mehreren anderen Platten und/oder anderen Speichervorrichtungen gespeichert und/oder anderweitig darauf zugegriffen werden.

**[0036]** Das Steuergerät 34 umfasst mindestens einen Prozessor 44, einen Kommunikationsbus 45 und ein computerlesbares Speichergerät oder -medium 46. Der Prozessor 44 führt die Berechnungs- und Steuerfunktionen des Steuergeräts 34 aus. Der Prozessor 44 kann ein beliebiger kundenspezifischer oder handelsüblicher Prozessor sein, eine Zentraleinheit (CPU), eine Grafikverarbeitungseinheit (GPU), ein Hilfsprozessor unter mehreren Prozessoren, die mit dem Steuergerät 34 verbunden sind, ein Mikroprozessor auf Halbleiterbasis (in Form eines Mikrochips oder Chipsets), ein Makroprozessor, eine beliebige Kombination davon oder allgemein eine beliebige Vorrichtung zur Ausführung von Befehlen. Die computerlesbaren Speichergeräte oder -medien 46 können flüchtige und nichtflüchtige Speicher umfassen, z. B. Festwertspeicher (ROM), Direktzugriffsspeicher (RAM) und Keep-Alive-Speicher (KAM). KAM ist ein dauerhafter oder nichtflüchtiger Speicher, der zur Speicherung verschiedener

Betriebsvariablen verwendet werden kann, während der Prozessor 44 ausgeschaltet ist. Die computerlesbare(n) Speichervorrichtung(en) 46 kann/können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl bekannter Speichervorrichtungen wie PROMs (programmierbarer Festwertspeicher), EPROMs (elektrische PROMs), EEPROMs (elektrisch löschbare PROMs), Flash-Speicher oder anderer elektrischer, magnetischer, optischer oder kombinierter Speichervorrichtungen implementiert werden, die in der Lage sind, Daten zu speichern, von denen einige ausführbare Anweisungen darstellen, die vom Steuergerät 34 bei der Steuerung des Fahrzeugs 10 verwendet werden. Der Bus 45 dient der Übertragung von Programmen, Daten, Status und anderen Informationen oder Signalen zwischen den verschiedenen Komponenten des Fahrzeugs 10. Der Bus 45 kann jedes geeignete physikalische oder logische Mittel zur Verbindung von Computersystemen und Komponenten sein. Dazu gehören unter anderem direkte, fest verdrahtete Verbindungen, Glasfasertechnik, Infrarot und drahtlose Bustechnologien.

**[0037]** Die Anweisungen können ein oder mehrere separate Programme umfassen, von denen jedes eine geordnete Auflistung von ausführbaren Anweisungen zur Implementierung logischer Funktionen enthält. Wenn die Anweisungen vom Prozessor 44 ausgeführt werden, empfangen und verarbeiten sie Signale vom Sensorsystem 28, führen Logik, Berechnungen, Methoden und/oder Algorithmen durch und erzeugen Daten auf der Grundlage der Logik, Berechnungen, Methoden und/oder Algorithmen. Obwohl in **Fig. 1** nur ein Steuergerät 34 dargestellt ist, können Ausführungsformen des Fahrzeugs 10 eine beliebige Anzahl von Steuergeräten 34 umfassen, die über ein beliebiges geeignetes Kommunikationsmedium oder eine Kombination von Kommunikationsmedien kommunizieren und die zusammenarbeiten, um die Sensorsignale zu verarbeiten, Logik, Berechnungen, Methoden und/oder Algorithmen durchzuführen und Daten zu erzeugen.

**[0038]** In verschiedenen Ausführungsformen verarbeiten die Anweisungen, wenn sie von dem Prozessor 44 ausgeführt werden, im Allgemeinen empfangene Daten, um Entscheidungen in Bezug auf Übergänge zwischen Betriebsmodi des Fahrzeugs 10 zu treffen, wie in den **Fig. 2-9** weiter beschrieben. Als solches umfasst das Fahrzeug 10 ein fortschrittliches Fahrerunterstützungssystem 100, das so konfiguriert ist, dass es zwei oder mehr Betriebsmodi des Fahrzeugs 10 verwaltet, die so konfiguriert sind, dass sie dem Fahrer Fahrerunterstützung bieten. In verschiedenen Ausführungsformen kann das erweiterte Fahrerassistenzsystem 100 eine beliebige Kombination aus dem Steuergerät 34, dem DMS 48, dem ACC 54, anderen Systemen des Fahrzeugs 10 und/oder dem gesamten Fahrzeug 10 umfassen.

**[0039]** Es ist einleuchtend, dass das Steuergerät 34 von der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform abweichen kann. Zum Beispiel kann das Steuergerät 34 mit einem oder mehreren entfernten Computersystemen und/oder anderen Steuersystemen gekoppelt sein oder diese anderweitig nutzen, zum Beispiel als Teil eines oder mehrerer der oben genannten Fahrzeuggeräte und -systeme. Während diese beispielhafte Ausführungsform im Zusammenhang mit einem voll funktionsfähigen Computersystem beschrieben wird, wird der Fachmann erkennen, dass die Mechanismen der vorliegenden Offenbarung als ein Programmprodukt mit einer oder mehreren Arten von nichttransitorischen, computerlesbaren, signaltragenden Medien verteilt werden können, die verwendet werden, um das Programm und seine Anweisungen zu speichern und seine Verteilung durchzuführen, wie z.B. ein nicht-transitorisches, computerlesbares Medium, das das Programm trägt und Computeranweisungen enthält, die darin gespeichert sind, um einen Computerprozessor (wie den Prozessor 44) zu veranlassen, das Programm durchzuführen und auszuführen. Ein solches Programmprodukt kann eine Vielzahl von Formen annehmen, und die vorliegende Offenbarung gilt gleichermaßen unabhängig von der besonderen Art des computerlesbaren signaltragenden Mediums, das zur Durchführung der Verteilung verwendet wird. Beispiele für signaltragende Medien sind beschreibbare Medien wie Disketten, Festplatten, Speicherkarten und optische Datenträger sowie Übertragungsmedien wie digitale und analoge Kommunikationsverbindungen. In bestimmten Ausführungsformen können auch Cloud-basierte Speicher und/oder andere Techniken verwendet werden. Es wird ebenfalls deutlich, dass sich das Computersystem des Steuergeräts 34 auch anderweitig von der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform unterscheiden kann, zum Beispiel dadurch, dass das Computersystem des Steuergeräts 34 mit einem oder mehreren entfernten Computersystemen und/oder anderen Steuersystemen gekoppelt sein oder diese anderweitig nutzen kann.

**[0040]** Das Steuergerät 34 ist so konfiguriert, dass es das Fahrzeug 10 zwischen mehreren Betriebsmodi für automatisiertes Fahren umschalten und das Fahrzeug 10 optional in den Betriebsmodi betreiben kann. Die Betriebsmodi sind so konfiguriert, dass sie dem Fahrer Fahrerunterstützung bieten, z. B. kontinuierliche autonome, kontinuierliche teilautonome und/oder intermittierende Eingriffsfahrerunterstützung. In den hier beschriebenen Beispielen umfassen die Betriebsmodi einen autonomen Hands-Off-Fahrmodus, einen Hands-On-Spurzentrierungsassistenzmodus, einen Spurhalteassistenzmodus und einen Nichtkontrollmodus; das System 100 kann jedoch auch weniger oder mehr Betriebsmodi umfassen, einschließlich hier nicht beschriebener Betriebsmodi.

**[0041]** Der autonome Hands-Off-Fahrmodus kann manuell oder automatisch (d. h. ohne Zutun des Fahrers) aktiviert werden, um verschiedene Arten der Fahrerunterstützung zu bieten, während der Fahrer das Lenkrad 25 nicht hält. In verschiedenen Ausführungsformen kann der autonome Fahrmodus „Hände weg“ eine kontinuierliche autonome Fahrerunterstützung bieten. Der Assistenzmodus für die praktische Fahrspurzentrierung kann manuell oder automatisch aktiviert und so konfiguriert werden, dass das Fahrzeug 10 autonom in die Mitte einer Fahrspur gelenkt wird, auf der das Fahrzeug 10 unterwegs ist. In verschiedenen Ausführungsformen kann der Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung in einem kooperativen Lenkmodus/Untermodus arbeiten, in dem sowohl der Fahrer als auch das Steuergerät 34 die gleichzeitige Kontrolle über die Lenkung des Fahrzeugs 10 und/oder Aspekte davon haben. Der Spurhalteassistentenmodus ist so konfiguriert, dass er das Fahrzeug 10 intermittierend in die Mitte der Fahrspur lenkt, um ein unbeabsichtigtes Verlassen der Fahrspur zu vermeiden. Der Modus „Keine Kontrolle“ bietet keine Lenkunterstützung, so dass der Fahrer allein für die Lenkung des Fahrzeugs 10 verantwortlich ist. Nicht einschränkende Beispiele für Systeme, die in der Lage sind, den Modus „Autonomes Fahren“, den Modus „Unterstützung beim Zentrieren der Fahrspur“ und den Modus „Spurhalteassistent“ auszuführen, sind in dem US-Patent Nr. 11.299.179 B2 von Zarringhalam et al. beschrieben, das hier in seiner Gesamtheit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

**[0042]** Darüber hinaus können die verschiedenen Betriebsmodi auch einen Modus zur Warnung vor dem Verlassen der Fahrspur umfassen. Der Modus „Verlassen der Fahrspur“ kann die erfassten Informationen in Bezug auf die Fahrspuren und die Betriebsdynamik des Fahrzeugs 10 überwachen, um festzustellen, ob das Fahrzeug 10 unter den aktuellen Betriebsbedingungen unbeabsichtigt die Fahrspur verlassen wird, auf der das Fahrzeug 10 unterwegs ist. Wenn festgestellt wird, dass das Fahrzeug 10 wahrscheinlich die Fahrspur, auf der es fährt, unbeabsichtigt verlassen wird, kann eine Warnung erzeugt werden, um den Fahrer zu warnen.

**[0043]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** und unter fortgesetzter Bezugnahme auf **Fig. 1** veranschaulicht ein Datenflussdiagramm die Elemente des fortschrittlichen Fahrerassistenzsystems 100 von **Fig. 1** in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen. Wie zu erkennen ist, können verschiedene Ausführungsformen des Systems 100 gemäß der vorliegenden Offenbarung eine beliebige Anzahl von in das Steuergerät 34 eingebetteten Modulen umfassen, die kombiniert und/oder weiter unterteilt werden können, um die hierin beschriebenen Systeme und Verfahren in ähnlicher Weise zu implementieren. Darüber hinaus können Eingaben in das Sys-

tem 100 von anderen Steuermodulen (nicht dargestellt), die mit dem Fahrzeug 10 verbunden sind, empfangen werden und/oder von anderen Untermodulen (nicht dargestellt) innerhalb des Steuergeräts 34 bestimmt/modelliert werden. Darüber hinaus können die Eingaben auch einer Vorverarbeitung unterzogen werden, wie z. B. Unterabtastung, Rauschunterdrückung, Normalisierung, Merkmalsextraktion, Reduzierung fehlender Daten und dergleichen. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das System 100 ein Diagnosemodul 110, ein Sperrverarbeitungsmodul 112, ein Eskalationsverarbeitungsmodul 114, ein Modul für die Fahreraufmerksamkeit 116, ein Modul für die Bewertung der seitlichen Bedrohung 118, ein Modul für die Modifizierung von Merkmalen und Übergängen 120, ein Modul für die Verarbeitung und Überblendung von Fahrerbefehlen 122, ein Modul für die Abfrage der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) 124, ein Modul für die Überwachung der Umgebungsbedingungen 126, ein Modul für die Vorhersage des Fahrzeugweges 128, ein Modul für die Steuerung der Flugbahn 130, ein Modul für die Steuerung der Lenkung 132, ein Modul für die Verarbeitung der Fahrspur 134 und ein Modul für die Wegplanung 136.

**[0044]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Diagnosemodul 110 als Eingabe vom Sensorsystem 28 erzeugte Drehmomentdaten 144 und Fahrzeugdaten 148 sowie vom Fahrer eingegebene und z. B. in der Datenspeichereinrichtung 32 gespeicherte Fahreranpassungsdaten 146. Die Drehmomentdaten 144 umfassen verschiedene Daten, die Informationen über das vom Fahrer des Fahrzeugs 10 aufgebrauchte Drehmoment angeben, und die Fahrzeugdaten 148 umfassen verschiedene Daten, die Informationen über die Betriebsdynamik des Fahrzeugs 10 (z. B. Geschwindigkeit, Beschleunigung usw.) angeben. Die Fahreranpassungsdaten 146 enthalten verschiedene Daten, die vorprogrammierte Präferenzen des Fahrers angeben.

**[0045]** Das Diagnosemodul 110 führt eine Bewertung der Betriebsbedingungen des Fahrzeugs 10 und seiner verschiedenen Systeme sowie der Präferenzen des Fahrers durch. Das Diagnosemodul 110 erzeugt auf der Grundlage der empfangenen Daten Diagnosedaten 156.

**[0046]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Fahreraufmerksamkeitsmodul 116 als Eingabe Berührungssensordaten 140, die Drehmomentdaten 144 und DMS-Daten 142. Die Berührungssensordaten 140 umfassen verschiedene Daten, die die Position der Hände des Fahrers auf dem Lenkrad 25 anzeigen und von den Berührungssensoren des Sensorsystems 28 erzeugt werden. Die DMS-Daten 142 umfassen verschiedene Daten, die Beobachtungen der Aktivitäten des Fah-



ers anzeigen, und können optional auch Aufmerksamkeitszustände des Fahrers umfassen.

**[0047]** Das Fahreraufmerksamkeitsmodul 116 führt eine Analyse der empfangenen Daten durch, die z. B. Daten in Bezug auf die Handposition des Fahrers am Lenkrad 25, den Aufmerksamkeitszustand des Fahrers usw. berücksichtigen kann, um einen Aufmerksamkeitszustand des Fahrers zu bestimmen. Das Fahreraufmerksamkeitsmodul 116 erzeugt Fahreraufmerksamkeitsdaten 162, die den ermittelten Aufmerksamkeitszustand des Fahrers enthalten.

**[0048]** In verschiedenen Ausführungsformen erhält das Eskalationsverarbeitungsmodul 114 als Eingabe die vom Fahreraufmerksamkeitsmodul 116 erzeugten Fahreraufmerksamkeitsdaten 162. Das Eskalationsverarbeitungsmodul 114 vergleicht den Aufmerksamkeitszustand des Fahrers mit den Bedingungen der verschiedenen Betriebsarten des Fahrzeugs 10. Wenn das Eskalationsverarbeitungsmodul 114 feststellt, dass der Aufmerksamkeitszustand des Fahrers die Bedingungen eines oder mehrerer Betriebsmodi nicht erfüllt, kann das Eskalationsverarbeitungsmodul 114 eine vorbestimmte Aktion bestimmen und einleiten, wie z. B. das Erzeugen einer Warnung an den Fahrer, damit er aufmerksam ist, das Übernehmen der Kontrolle über die Lenkung des Fahrzeugs 10, das Erzeugen einer haptischen Sitzrückmeldung und/oder das Ändern von Elementen der H1VΠ (z. B. Farbwechsel, Anzeigesymbol usw.). Das Eskalationsverarbeitungsmodul 114 erzeugt Eskalationsverarbeitungsdaten 160, die verschiedene Daten enthalten, die Eskalationsinformationen anzeigen.

**[0049]** In verschiedenen Ausführungsformen erhält das Sperrverarbeitungsmodul 112 als Eingabe die Eskalationsverarbeitungsdaten 160. Das Sperrverarbeitungsmodul 112 führt eine Bewertung der empfangenen Daten durch, um zu bestimmen, ob eine oder mehrere Betriebsarten des Fahrzeugs 10 gesperrt werden sollen. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „Sperrung“ auf eine Einstellung, in der der Fahrer daran gehindert wird, einen oder mehrere Betriebsmodi für eine vorgegebene Zeitspanne zu verwenden und/oder zu aktivieren. Die vorgegebene Zeitspanne kann von verschiedenen Faktoren abhängen, z. B. davon, wie oft der Betriebsmodus zuvor gesperrt wurde. Beispielsweise kann eine erste Sperrung eine Minute, eine zweite Sperrung zwei Minuten und eine dritte Sperrung und darüber hinaus einen ganzen Schlüsselzyklus lang dauern (d. h. bis das Fahrzeug 10 ausgeschaltet wird). Die Sperrung kann z. B. aus Gründen der Sicherheit und der Einhaltung der Vorschriften durch den Fahrer eingeleitet werden. Das Sperrverarbeitungsmodul 112 erzeugt Sperrverarbeitungsdaten 158, die verschiedene Daten enthalten, die angeben, ob der eine oder

die mehreren Betriebsmodi gesperrt sind oder gesperrt werden sollten.

**[0050]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Modul 118 zur Bewertung der seitlichen Bedrohung als Eingabe Radardaten 154, die von einem Radar des Sensorsystems 28 erzeugt werden. Die Radardaten 154 enthalten verschiedene Daten, die auf die Erkennung von Hindernissen in der Nähe des Fahrzeugs 10, beispielsweise an den Seiten des Fahrzeugs 10, hinweisen. Das Modul 118 zur Bewertung der seitlichen Bedrohung führt eine Analyse der Radardaten 154 durch, um festzustellen, ob sich das Fahrzeug 10 unter den aktuellen Betriebsbedingungen einem Hindernis auf unsichere Weise nähert (z. B. die Spur wechselt und möglicherweise mit einem benachbarten Fahrzeug kollidiert). Das Modul 118 zur Bewertung der seitlichen Bedrohung erzeugt Daten zur Bewertung der seitlichen Bedrohung 164, die verschiedene Daten enthalten, die angeben, ob eine Bedrohung des Fahrzeugs 10 durch ein Hindernis besteht, und, falls dies der Fall ist, die Position dieses Hindernisses.

**[0051]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Fahrspurverarbeitungsmodul 134 als Eingabe Fahrspurinformationsdaten 152, die von einer Fahrspur-Erfassungsvorrichtung des Sensorsystems 28 erzeugt wurden. Die Fahrspurinformationsdaten 152 umfassen verschiedene Daten, die Informationen zu den Fahrspuren der Straße (z. B. Markierungen usw.) enthalten.

**[0052]** Das Fahrspurverarbeitungsmodul 134 führt eine Analyse der Fahrspurinformationsdaten 152 durch, um eine Position des Fahrzeugs 10 auf der Straße und Abstände zwischen dem Fahrzeug 10 und den Rändern der Fahrspur zu bestimmen. Das Fahrspurverarbeitungsmodul 134 erzeugt Fahrspurverarbeitungsdaten 172, die verschiedene Daten in Bezug auf die Fahrspur der Straße und die Position des Fahrzeugs 10 auf der Straße enthalten.

**[0053]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Modul 126 zur Überwachung des Umgebungszustands als Eingabe die Fahrspurverarbeitungsdaten 172. Das Modul 126 zur Überwachung der Umgebungsbedingungen führt eine Analyse der empfangenen Daten durch und überwacht den ordnungsgemäßen Betrieb der halbautonomen Systeme des Fahrzeugs 10. Dazu kann beispielsweise gehören, dass festgestellt wird, ob Linien/Markierungen auf der Fahrspur ausreichend sichtbar sind, dass ein Vertrauensniveau in die Linien/Markierungen auf der Fahrspur bestimmt wird (z. B. hoch oder niedrig), dass festgestellt wird, ob eine Breite der Fahrspur innerhalb eines akzeptablen Bereichs liegt, dass festgestellt wird, ob eine Krümmung der Fahrspur innerhalb eines akzeptablen Bereichs liegt, damit das Fahrzeug 10 eine Mitte der Fahrspur zuverlässig

verfolgen kann, dass festgestellt wird, ob es plötzliche Änderungen der Position des Fahrzeugs 10 innerhalb der Fahrspur, der Richtung des Fahrzeugs 10, der Krümmung der Fahrspur usw. gibt. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, kann der derzeitige Betriebsmodus deaktiviert werden.

**[0054]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Modul 120 zur Modifizierung von Merkmalen und Übergängen als Eingabe die vom Diagnosemodul 110 erzeugten Diagnosedaten 156, die vom Sperrverarbeitungsmodul 112 erzeugten Sperrverarbeitungsdaten 158, die vom Eskalationsverarbeitungsmodul 114 erzeugten Eskalationsverarbeitungsdaten 160, die vom ACC 54 erzeugten Daten des adaptiven Geschwindigkeitsreglers (ACC) 150 und die vom Umgebungsüberwachungsmodul 126 erzeugten Daten der Umgebungsbedingungen 166. Die ACC-Daten 150 umfassen verschiedene Daten, die einen Status des ACC 54 (z. B. aktiv/inaktiv) und eine eingestellte Geschwindigkeit anzeigen.

**[0055]** Das Modul 120 zur Änderung von Merkmalen und Übergängen führt eine Analyse der empfangenen Daten durch und trifft Entscheidungen in Bezug auf Übergänge zwischen den verschiedenen Betriebsarten des Fahrzeugs 10. Beispielhafte Entscheidungen und Aktionen, die vom Modul 120 für Merkmalsanpassung und Übergänge durchgeführt werden, sind in den Flussdiagrammen der **Abb. 3A-3D** und **4** dargestellt. Das Modul 120 zur Änderung von Merkmalen und Übergängen erzeugt Daten 170 zur Änderung von Merkmalen und Übergängen, die verschiedene Daten enthalten, die eine Entscheidung darüber anzeigen, ob ein Übergang zwischen den Betriebsmodi erfolgen soll.

**[0056]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Modul 122 für die Verarbeitung von Fahrerbefehlen und das Blending die Daten zur Bewertung der seitlichen Bedrohung 164 als Eingabe. Das Fahrerbefehlsverarbeitungs- und -vermischungsmodul 122 führt eine Analyse der Daten zur Bewertung der seitlichen Bedrohung 164 durch und reduziert als Reaktion auf die Erkennung einer seitlichen Bedrohung jede kooperative Lenkung, die dem Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug 10 ermöglicht, so dass das Fahrzeug 10 automatisch in die Mitte der Fahrspur gelenkt wird. Das Fahrerbefehlsverarbeitungs- und -vermischungsmodul 122 erzeugt Fahrerbefehlsverarbeitungs- und -vermischungsdaten 168, die verschiedene Daten enthalten, die Anweisungen in Bezug auf Benachrichtigungen, Warnungen usw. angeben, die für den Fahrer zu erzeugen sind. So können die Daten 168 zur Verarbeitung und Mischung von Fahrerbefehlen beispielsweise Anweisungen zur Anzeige eines Symbols auf der Mensch-Maschine-Schnittstelle und/oder zur Anzeige eines Indikators auf den Spiegeln des Fahrzeugs enthalten.

**[0057]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Human-to-Interface (HMI)-Anforderungsmodul 124 als Eingabe die Daten zur Bewertung der seitlichen Bedrohung (164), die vom Modul zur Bewertung der seitlichen Bedrohung (118) erzeugt wurden, und die Daten zur Verarbeitung und Mischung von Fahrerbefehlen (168), die vom Modul zur Verarbeitung und Mischung von Fahrerbefehlen (122) erzeugt wurden. Das Human-to-Interface (HMI) Anforderungsmodul 124 führt eine Analyse der empfangenen Daten durch und bereitet Anweisungen für alle gewünschten Warnungen und/oder Benachrichtigungen an den Fahrer vor. So kann das HMI-Anforderungsmodul 124 beispielsweise Anweisungen generieren, um den Fahrer zu benachrichtigen, dass eine oder mehrere Betriebsarten nicht verfügbar oder aktiv sind. Als weiteres Beispiel kann das HMI-Anforderungsmodul 124 Anweisungen erzeugen, um den Fahrer vor einem Hindernis in der Nähe des Fahrzeugs 10 zu warnen, das eine Gefahr für das Fahrzeug 10 darstellt.

**[0058]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Fahrzeugwegvorhersagemodul 128 als Eingabe Fahrzeugdynamikdaten, die einen oder mehrere der Berührungssensordaten 140, die DMS-Daten 142, die Drehmomentdaten 1444, die Fahrzeugdaten 148, die ACC-Daten 150 und/oder andere Daten umfassen können, die beispielsweise vom Sensorsystem 28 erfasst werden (z. B. Daten von Trägheitsmesseinheiten (IMUs), GPS, Fahrzeuggeschwindigkeit, Lenkwinkelsensor, Radgeschwindigkeiten usw.)

**[0059]** Das Modul 128 zur Vorhersage des Fahrzeugweges führt eine Analyse der fahrdynamischen Daten durch und sagt einen Weg voraus, den das Fahrzeug 10 fahren wird. Dieser vorhergesagte Weg wird mit einer gewünschten Trajektorie verglichen und eine Lenkkorrektur vorgenommen, um den Spurfehler, d. h. die Differenz zwischen dem vorhergesagten Weg und der gewünschten Trajektorie, zu verringern.

**[0060]** In verschiedenen Ausführungsformen erhält das Wegplanungsmodul 136 als Eingabe die vom Fahrspurverarbeitungsmodul 134 erzeugten Fahrspurverarbeitungsdaten 172. Das Wegplanungsmodul 136 führt eine Analyse der empfangenen Daten durch und bestimmt einen Fahrweg für das Fahrzeug 10 auf der Straße. Das Wegplanungsmodul 136 erzeugt Wegplanungsdaten 174, die verschiedene Daten enthalten, die den ermittelten Weg für das Fahrzeug 10 anzeigen.

**[0061]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Bahnsteuerungsmodul 130 als Eingabe die Daten 170 zur Änderung von Merkmalen und Übergängen, die vom Modul 120 zur Änderung von Merkmalen und Übergängen erzeugt wurden, und

die Daten 174 zur Bahnplanung, die vom Modul 136 zur Bahnplanung erzeugt wurden. Das Bahnsteuerungsmodul 130 führt eine Analyse der empfangenen Daten durch und erstellt einen gewünschten Straßenradwinkel für das Fahrzeug 10, um die gewünschte Bahn zu verfolgen, wie vom Bahnplanungsmodul 136 angegeben. Dieser gewünschte Straßenradwinkel kann in ein Lenkraddrehmoment und/oder einen Lenkradwinkel umgewandelt werden. Das Bahnsteuerungsmodul 130 erzeugt Bahnsteuerungsdaten 176, die verschiedene Daten enthalten, die den gewünschten Fahrbahnradwinkel und/oder den Lenkradwinkel angeben.

**[0062]** In verschiedenen Ausführungsformen empfängt das Lenkungssteuermodul 132 als Eingabe die vom Modul 120 für die Änderung von Merkmalen und Übergängen erzeugten Daten 170, die vom Modul 122 für die Verarbeitung von Fahrerbefehlen und die Überlagerung von Fahrerbefehlen erzeugten Daten 168 und die vom Modul 130 für die Trajektoriensteuerung erzeugten Daten 176. Das Lenkungssteuerungsmodul 132 führt eine Analyse der empfangenen Daten durch und bereitet Anweisungen für die gewünschte Lenkungssteuerung des Fahrzeugs 10 vor. Beispielsweise kann das Lenkungssteuermodul 132 Anweisungen erzeugen, um das vom Fahrer aufgebrachte Drehmoment zu übersteuern und das Fahrzeug 10 von einem Hindernis weg zu lenken.

**[0063]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 3A, 3B, 3C** und **3D** und unter fortgesetzter Bezugnahme auf die **Fig. 1-2** stellt ein Flussdiagramm ein Verfahren 200 (der Übersichtlichkeit halber aufgeteilt in die Verfahren 200A-200D) für den Übergang zwischen den Betriebsmodi des Fahrzeugs 10 dar, wie es von dem fortschrittlichen Fahrassistenzsystem 100 gemäß beispielhaften Ausführungsformen durchgeführt wird.

**[0064]** In einem Beispiel kann das Verfahren 200 bei 210 mit der Feststellung beginnen, ob das Fahrzeug 10 einen autonomen Hands-Off-Fahrmodus enthält. Wenn ein autonomer Hands-Off-Fahrmodus vorhanden ist, umfasst das Verfahren 200 bei 212 die Bestimmung, ob vorprogrammierte Bedingungen für die automatische Aktivierung des autonomen Hands-Off-Fahrmodus erfüllt sind, und wenn ja, ob Eingabebedingungen zur Aktivierung des autonomen Hands-Off-Fahrmodus bei 214 erfüllt sind. Nicht einschränkende Beispiele für die vorprogrammierten Bedingungen umfassen die Feststellung, dass keine Fehler in den Sensoren und Aktuatoren aufgetreten sind, dass sich das Fahrzeug 10 innerhalb des Betriebsbereichs des autonomen Hands-Off-Fahrmodus befindet (z. B. auf einer kartierten Straße) usw. Zu den nicht einschränkenden Beispielen für die Eingabebedingungen gehört die Feststellung, dass die Fahrspurdaten gültig sind, dass sich das Fahrzeug 10

zwischen den Linien/Markierungen oder der Fahrspur befindet, dass die Geschwindigkeit und die Querbeschleunigung des Fahrzeugs 10 innerhalb bestimmter Schwellenwerte liegen usw. Wenn eine dieser Gruppen von Bedingungen nicht erfüllt ist, umfasst das Verfahren 200 eine Bestimmung (216), ob der Fahrer die Aktivierung des autonomen Hands-Off-Fahrmodus angefordert hat, und wenn ja, ob die Eingabebedingungen zur Aktivierung des autonomen Hands-Off-Fahrmodus (218) erfüllt sind.

**[0065]** Als Reaktion auf die Feststellung, dass die Bedingungen für den autonomen Hands-Off-Fahrmodus bei 214 oder 218 erfüllt sind, umfasst das Verfahren 200 die Einstellung von Drehmoment-Sicherheitskriterien bei 220, die Aktivierung von Hands-Off-Steuerkalibrierungen bei 222 (z. B. Aufrechterhaltung der Größe und Änderungsrate des Drehmomentbefehls innerhalb bestimmter Schwellenwerte), die Einstellung eines entsprechenden Steuergeräts in einem Zentriermodus und die anschließende Aktivierung eines solchen Steuergeräts bei 224 und den Betrieb des Fahrzeugs 10 im autonomen Hands-Off-Fahrmodus, während Drehmoment und Übergangstatus bei 226 gemeldet werden. Als Reaktion auf die Feststellung, dass die Bedingungen für den autonomen Fahrmodus „Hände weg“ bei 218 nicht erfüllt sind, wird bei 228 eine Benachrichtigung erzeugt, um den Fahrer darüber zu informieren, dass der autonome Fahrmodus „Hände weg“ nicht verfügbar ist.

**[0066]** Wenn das Fahrzeug 10 keinen Hands-Off-Fahrunterstützungsmodus enthält (festgestellt bei 210) oder nach der Erzeugung der Benachrichtigung, dass ein solcher Modus nicht verfügbar ist, bei 228, fährt das Verfahren 200 über den Off-Page-Verweis 290 mit **Fig. 3B** fort.

**[0067]** Bezug nehmend auf **Fig. 3B** beinhaltet das Verfahren 200 bei 234 die Bestimmung, ob das Fahrzeug 10 einen Unterstützungsmodus für die manuelle Spurzentrierung enthält. Wenn ein Assistenzmodus für die manuelle Spurzentrierung vorhanden ist, umfasst das Verfahren 200 die Bestimmung (236), ob die Eingabebedingungen, die zur Aktivierung des Assistenzmodus für die manuelle Spurzentrierung erforderlich sind, erfüllt sind. Zum Beispiel kann die Bestimmung beinhalten, ob irgendwelche Systeme, die mit dem Assistenzmodus für die praktische Spurzentrierung verbunden sind, Fehler oder Ausfälle gemeldet haben, ob die Hände des Fahrers auf dem Lenkrad 25 sind, ob die Berührungssensordaten gültig sind, ob die Spurdaten gültig sind, ob das Fahrzeug 10 zwischen den Linien der Spur ist, ob die Geschwindigkeit und die Querbeschleunigung des Fahrzeugs 10 innerhalb bestimmter Schwellenwerte liegen, usw.

**[0068]** Als Reaktion auf die Feststellung, dass die Eingabebedingungen für den praktischen Spurenzentrierungshilfemodus erfüllt sind (236), enthält das Verfahren 200 eine Feststellung, ob der ACC 54 aktiv ist (238). Wenn der ACC 54 aktiv ist, schließt das Verfahren 200 eine Bestimmung bei 240 ein, ob das Fahrzeug 10 innerhalb eines Geschwindigkeitsbereichs des praktischen Spurenzentrierungshilfemodus unterwegs ist. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst diese Bestimmung die Berücksichtigung einer Hysteresezone (siehe unten).

**[0069]** Wenn festgestellt wird, dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 innerhalb des Geschwindigkeitsbereichs des Assistenzmodus für die manuelle Spurenzentrierung liegt, umfasst das Verfahren 200 die Einstellung von Drehmoment-Sicherheitskriterien bei 242, die Aktivierung von Kalibrierungen der manuellen Steuerung bei 244 (z. B. die Einstellung der Drehmomentgröße und -rate auf geeignete Kalibrierungswerte, die Einstellung von Verstärkungen der manuellen Steuerung (Positions- und/oder Kursverstärkungen) auf geeignete Kalibrierungswerte usw.), die Einstellung eines entsprechenden Steuergeräts in einem Zentriermodus und die anschließende Aktivierung eines solchen Steuergeräts bei 246 und den Betrieb des Fahrzeugs 10 im Assistenzmodus für die manuelle Spurenzentrierung, während Drehmoment und Übergangstatus bei 248 gemeldet werden.

**[0070]** Wenn das Fahrzeug 10 keinen Assistenzmodus für die praktische Fahrspurzentrierung enthält (festgestellt bei 234), wird das Verfahren 200 nach der Feststellung, dass die Eingabebedingungen des Assistenzmodus für die praktische Fahrspurzentrierung nicht erfüllt sind (bei 236) oder der ACC 54 nicht aktiv ist (bei 238), über den Seitenverweis 292 zu **Fig. 3C** fortgesetzt.

**[0071]** Bezug nehmend auf **Fig. 3C** beinhaltet das Verfahren 200 eine Bestimmung, ob das Fahrzeug 10 einen Spurhalteassistenten aufweist (252). Wenn das Fahrzeug 10 einen Spurhalte-Assistenzmodus aufweist, umfasst das Verfahren 200 eine Bestimmung, ob der Fahrer die Aktivierung des Spurhalte-Assistenzmodus bei 254 angefordert hat. Wenn festgestellt wird, dass der Fahrer die Aktivierung des Spurhalteassistenten angefordert hat, wird im Rahmen des Verfahrens 200 festgestellt, ob irgendwelche Systeme, die mit dem Spurhalteassistenten verbunden sind, irgendwelche Fehler oder Ausfälle hatten (256). Wenn keine Fehler oder Ausfälle erkannt oder gemeldet wurden, umfasst das Verfahren 200 eine Bestimmung, ob das Fahrzeug 10 innerhalb eines Geschwindigkeitsbereichs des Spurhalteassistenzmodus fährt (258).

**[0072]** Nach der Feststellung, dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 innerhalb des Geschwindigkeitsbereichs des Spurhalteassistenten liegt, umfasst das Verfahren 200 die Feststellung, ob die zur Aktivierung des Spurhalteassistenten erforderlichen Eingabebedingungen bei 260 erfüllt sind. Nicht einschränkende Beispiele für die Eingabebedingungen können die Feststellung umfassen, ob mindestens eine Linie/Markierung der Fahrspur von den Sensoren erfasst wird, dass die Krümmung der Fahrspur innerhalb eines Schwellenwerts liegt usw. Wenn festgestellt wird, dass die Eingangsbedingungen des Spurhalteassistenzmodus erfüllt sind, umfasst das Verfahren 200 die Anpassung der Drehmomentsicherheitskriterien bei 262 und die Aktivierung der Kalibrierungen der Handsteuerung bei 264 (z. B. die Einstellung der Drehmomentgröße und -rate auf geeignete Kalibrierungswerte, die Einstellung der Verstärkungen der Handsteuerung (Positions- und/oder Kursverstärkungen) auf geeignete Kalibrierungswerte usw.).

**[0073]** Das Verfahren fährt mit der Feststellung fort, ob die Eingriffskriterien des Spurhalteassistenten erfüllt sind (266). Zu den Eingriffskriterien kann beispielsweise eine auf erfassten Informationen basierende Feststellung gehören, dass das Fahrzeug 10 wahrscheinlich die Fahrspur verlassen wird, auf der das Fahrzeug 10 fährt, und dass das Verlassen der Fahrspur ungewollt ist (z. B. der Fahrer dreht das Lenkrad 25 nicht, der Blinker ist nicht aktiv usw.). Wenn die Eingriffskriterien erfüllt sind, umfasst das Verfahren 200 das Versetzen eines entsprechenden Steuergeräts in einen Assistenzmodus und das anschließende Aktivieren eines solchen Steuergeräts bei 268 sowie das Betreiben des Fahrzeugs 10 im Spurhalteassistenzmodus, während Drehmoment und Übergangstatus bei 270 gemeldet werden.

**[0074]** Wenn bei 256 ein Fehler oder eine Störung erkannt oder gemeldet wird, bei 258 die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 nicht im Geschwindigkeitsbereich des Spurhalteassistenzmodus liegt, bei 260 die Eingabebedingungen des Spurhalteassistenzmodus nicht erfüllt sind oder bei 266 die Eingriffskriterien nicht erfüllt sind, umfasst das Verfahren 200 bei 274 den Betrieb des Fahrzeugs 10 in einem Modus ohne Steuerung, der keine Fahrunterstützung umfasst, d. h. die Lenkung wird ausschließlich vom Fahrer gesteuert. Wenn ein Fehler oder eine Störung erkannt oder bei 256 gemeldet wird, umfasst das Verfahren 200 das Erzeugen einer Benachrichtigung bei 272, um den Fahrer zu informieren, dass der Spurhalteassistenzmodus nicht verfügbar ist.

**[0075]** Wenn das Fahrzeug 10 nicht über den Spurhalteassistenten verfügt (festgestellt bei 252), oder nach der Feststellung, dass der Fahrer die Aktivierung des Spurhalteassistenten nicht angefordert hat

(bei 254), fährt das Verfahren 200 über den Seitenverweis 294 mit **Fig. 3D** fort.

**[0076]** Bezug nehmend auf **Fig. 3D** beinhaltet das Verfahren 200 eine Bestimmung, ob das Fahrzeug 10 einen Spurhaltewarnmodus bei 278 beinhaltet. Wenn das Fahrzeug 10 den Spurverlassenswarnmodus enthält, umfasst das Verfahren 200 den Betrieb des Fahrzeugs 10 im Nichtkontrollmodus bei 280. Wenn das Fahrzeug 10 den Spurhaltewarnmodus nicht enthält, umfasst das Verfahren 200 das Erzeugen einer Benachrichtigung, dass keine Fahrerunterstützungsmodi aktiv sind, bei 284 und dann das Betreiben des Fahrzeugs 10 in dem Nichtkontrollmodus bei 280.

**[0077]** Während des Betriebs des Fahrzeugs 10 in einem der Betriebsmodi umfasst das Verfahren 200 die kontinuierliche Überwachung von Anforderungen für Modusübergänge bei 230 (**Fig. 3A**), bei 250 (**Fig. 3B**), bei 276 (**Fig. 3C**) und bei 282 (**Fig. 3D**). Wenn eine solche Anforderung empfangen wird, umfasst das Verfahren 200 bei 232 (**Fig. 3A**) die Bestimmung, ob vorprogrammierte Bedingungen, die mit einem solchen Übergang verbunden sind, erfüllt sind. Die vorprogrammierten Bedingungen können spezifisch für den derzeit aktiven Betriebsmodus und/oder den angeforderten Betriebsmodus sein. Zu den vorprogrammierten Bedingungen kann beispielsweise die Feststellung gehören, ob der Fahrer den Hands-Off-Steuermodus ausgeschaltet hat (z. B. durch Drücken einer entsprechenden Taste), oder ob das Fahrzeug 10 den Betriebsbereich des Betriebsmodus verlässt. Wenn bei 232 festgestellt wird, dass die Bedingungen nicht erfüllt sind, umfasst das Verfahren 200 die weitere Überwachung auf nachfolgende Anforderungen für Modusübergänge. Wenn jedoch bei 232 festgestellt wird, dass die Bedingungen erfüllt sind, beinhaltet das Verfahren 200 die Rückkehr zu 210, um das Verfahren 200 fortzusetzen.

**[0078]** Wie bereits erwähnt, können einer oder mehrere der Betriebsmodi Aktivierungs-/Einschaltbedingungen enthalten, die einen Geschwindigkeitsbereich umfassen, auf den der entsprechende Betriebsmodus beschränkt ist. Beispielsweise kann das System 100 so vorprogrammiert sein, dass es bei einer bestimmten Geschwindigkeit vom Modus „Spurhalteassistent“ in den Modus „Spurhalteassistent“ und umgekehrt übergeht oder einen Übergang ermöglicht. In einigen Ausführungsformen kann das System 100 jedoch einen Übergangsbereich in Bezug auf die spezifische Geschwindigkeit vorsehen, innerhalb dessen sowohl der Spurenzentrierungsassistentenmodus als auch der Spurhalteassistentenmodus potenziell betriebsbereit sind. Solche Ausführungsformen können die Flexibilität fördern, um verschiedenen Umgebungsbedingungen und

Betriebsbedingungen des Fahrzeugs 10 gerecht zu werden.

**[0079]** Als spezifisches, nicht einschränkendes Beispiel kann das System 100 so konfiguriert sein, dass es den Betrieb des Assistentenmodus für die manuelle Spurenzentrierung ermöglicht, wenn das Fahrzeug 10 mit einer Geschwindigkeit von bis zu 85 km/h unterwegs ist; darüber geht das System 100 in den Assistentenmodus für die Spurenhaltung über. In einem solchen Beispiel kann das System 100 ferner eine Überkreuzungszone zwischen beispielsweise 45 km/h und 85 km/h umfassen, in der der praktische Spurenzentrierungshilfsmodus Vorrang hat, der Spurhaltehilfsmodus jedoch aktiviert und betrieben werden kann, wenn der praktische Spurenzentrierungshilfsmodus nicht verfügbar ist.

**[0080]** Darüber hinaus kann die Überschneidungszone Hysteresezonen an ihrer oberen und/oder unteren Grenze enthalten. So kann das System 100 beispielsweise Hysteresezonen bei 45 bis 50 km/h und 80 bis 85 km/h umfassen, in denen sowohl der praktische Spurhalteassistentenmodus als auch der Spurhalteassistentenmodus aktiviert sind, innerhalb derer jedoch nur der priorisierte Modus das Fahrzeug 10 aktiv steuert. Solche Ausführungsformen können einen reibungslosen Übergang zwischen diesen Betriebsmodi fördern.

**[0081]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und unter fortgesetzter Bezugnahme auf **Fig. 1-3D** stellt ein Flussdiagramm ein Verfahren 300 zur automatischen Aktivierung des Assistentenmodus für die praktische Spurenzentrierung bereit, wie es von dem fortschrittlichen Fahrerassistenzsystem 100 in Übereinstimmung mit beispielhaften Ausführungsformen durchgeführt wird.

**[0082]** In einem Beispiel kann das Verfahren 300 bei 312 mit der Deaktivierung des Assistentenmodus für die praktische Spurenzentrierung beginnen. Während der Unterstützungsmodus für die manuelle Spurenzentrierung deaktiviert ist, kann das Verfahren 300 eine kontinuierliche oder periodische Überwachung bei 314 auf die Aktivierung des ACC 54 umfassen. Sobald festgestellt wird, dass der ACC 54 aktiv ist, umfasst das Verfahren 300 bei 316 die Bestimmung, ob die vorprogrammierten Bedingungen für die Aktivierung des Assistentenmodus für die praktische Spurenzentrierung erfüllt sind. Wenn die Bedingungen bei 316 nicht erfüllt sind, umfasst das Verfahren 300 das Versetzen des Unterstützungsmodus für die praktische Spurenzentrierung in einen Standby-Modus bei 330 und das fortgesetzte Überwachen der Bedingungen für die Aktivierung des Unterstützungsmodus für die praktische Spurenzentrierung, bis entweder das ACC 54 deaktiviert ist oder die Bedingungen erfüllt sind. Als Reaktion auf die Feststellung, dass die Bedingungen erfüllt sind, umfasst das Ver-

fahren 300 die Aktivierung des Unterstützungsmodus für die praktische Spurenzentrierung bei 318.

**[0083]** In ähnlicher Weise umfasst das Verfahren 300, während der Modus für die praktische Spurenzentrierung aktiv ist, die kontinuierliche oder periodische Überwachung aller Änderungen des Aktivierungsstatus des ACC 54 bei 314 und aller Änderungen, die dazu führen würden, dass die Bedingungen für die Aktivierung des Modus für den praktischen Spurwechsel bei 316 nicht mehr erfüllt sind. Nach der Feststellung, dass das ACC 54 bei 314 deaktiviert wurde, umfasst das Verfahren 300 die Deaktivierung des Assistenzmodus für die manuelle Spurenzentrierung bei 312, und nach der Feststellung, dass die Bedingungen nicht mehr erfüllt sind, umfasst das Verfahren 300 das Versetzen des Assistenzmodus für die manuelle Spurenzentrierung in den Standby-Modus bei 330, wie zuvor beschrieben.

**[0084]** Darüber hinaus umfasst das Verfahren 300, während der Modus für die praktische Spurenzentrierung aktiv ist, die kontinuierliche oder periodische Überwachung der Aktivierung eines Übersteuerungsmodus des ACC 54 bei 320, die Überwachung einer Eskalation zu einer Sperrfunktion des Unterstützungsmodus für die praktische Spurenzentrierung bei 324 und die Überwachung des Drehmoments des Fahrzeugs 10, das als Reaktion auf die Aktionen des Fahrers bei 326 aufgebracht wird.

**[0085]** Wenn der Übersteuerungsmodus des ACC 54 aktiviert ist, d. h. der Fahrer das Fahrzeug 10 mit einer Geschwindigkeit fahren lässt, die über der eingestellten Geschwindigkeit des ACC 54 liegt, umfasst das Verfahren 300 die Bestimmung bei 322, ob die Beschleunigung des Fahrzeugs 10 einen Beschleunigungsschwellenwert überschreitet. Wenn festgestellt wird, dass die Beschleunigung den Beschleunigungsschwellenwert überschreitet, umfasst das Verfahren 300 das Versetzen des Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung in den Standby-Modus bei 330. Wenn die Beschleunigung den Beschleunigungsschwellenwert nicht überschreitet, umfasst das Verfahren 300 die fortgesetzte Überwachung der Beschleunigung relativ zum Beschleunigungsschwellenwert, bis festgestellt wird, dass der Übersteuerungsmodus des ACC 54 nicht mehr aktiviert ist. Wenn vorprogrammierte Bedingungen erfüllt sind, um eine Eskalation zur Sperrfunktion bei 324 zu bewirken, umfasst das Verfahren 300 die Deaktivierung des Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung bei 312.

**[0086]** Während des Betriebs des Fahrzeugs 10 mit aktivem ACC 54 kann die tatsächliche Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 variieren und um die eingestellte Geschwindigkeit des ACC 54 schwanken, z. B. aufgrund von Änderungen der Straßenneigung. Daher kann das Verfahren 300 in einigen Ausführungs-

formen die Berücksichtigung vorübergehender Überschreitungen des Tempomats beinhalten. Das heißt, der praktische Spurenzentrierungshilfemodus kann nur dann in den Standby-Modus versetzt werden, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 die eingestellte Geschwindigkeit des ACC 54 um mehr als einen ACC-Schwellenwert (z. B. 1-8 km/h) überschreitet. In solchen Ausführungsformen kann das Verfahren 300 die Bestimmung einer Referenzgeschwindigkeit zur Verwendung bei der Bestimmung, ob der Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung in den Standby-Modus versetzt werden soll, umfassen. Als spezifisches, nicht einschränkendes Beispiel kann der ACC 54 eine Sollgeschwindigkeit von 85 km/h haben und der ACC-Schwellenwert kann fünf km/h betragen. In diesem Beispiel kann die Referenzgeschwindigkeit der kleinere Wert aus der Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 und der eingestellten Geschwindigkeit des ACC 54 sein, solange die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 vorübergehend nicht mehr als 90 km/h beträgt, und das Verfahren 300 kann den Modus für die praktische Spurenzentrierung nur in den Standby-Modus versetzen, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 die Referenzgeschwindigkeit überschreitet.

**[0087]** Wenn die Handlungen des Fahrers ein Drehmoment auf das Fahrzeug 10 ausüben, umfasst das Verfahren 300 den Vergleich des erfassten Drehmoments mit einem ersten Drehmomentschwellenwert bei 326. Wenn das Drehmoment den ersten Drehmomentschwellenwert nicht überschreitet, umfasst das Verfahren 300 die fortgesetzte Überwachung auf nachfolgende Drehmomente, die aus den Aktionen des Fahrers resultieren. Wenn festgestellt wird, dass das Drehmoment den ersten Drehmomentschwellenwert bei 326 überschreitet, umfasst das Verfahren 300 den Vergleich des erfassten Drehmoments mit einem zweiten Drehmomentschwellenwert bei 328, der größer ist als der erste Drehmomentschwellenwert. Wenn das erfasste Drehmoment den zweiten Drehmomentschwellenwert überschreitet, umfasst das Verfahren 300 das Versetzen des Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung in den Standby-Modus.

**[0088]** Wenn festgestellt wird, dass das Drehmoment den ersten Drehmomentschwellenwert bei 326 überschreitet, aber den zweiten Drehmomentschwellenwert bei 328 nicht überschreitet, umfasst das Verfahren 300 die Bestimmung bei 332, ob ein Verlassen der Fahrspur erkannt wird, d. h. ob das vom Fahrer aufgebraachte Drehmoment das Fahrzeug 10 dazu veranlasst, eine Fahrspur auf der Straße zu verlassen. Wenn kein Verlassen der Fahrspur festgestellt wird, umfasst das Verfahren 300 die Aktivierung des kooperativen Lenkmodus bei 336. Wenn festgestellt wird, dass das Fahrzeug 10 die Fahrspur unbeabsichtigt verlässt, umfasst das Verfahren 300 die Ausgabe einer Warnung bei 334, um

den Fahrer darüber zu informieren, dass das vom Fahrer aufgebrachte Drehmoment dazu führt, dass das Fahrzeug 10 die Fahrspur unbeabsichtigt verlässt, und dann die Aktivierung des kooperativen Lenkmodus bei 336.

**[0089]** Während der kooperative Lenkmodus aktiv ist, umfasst das Verfahren 300 die kontinuierliche oder periodische Überprüfung auf seitliche Bedrohungen bei 338, d. h. die Bestimmung, ob sich Hindernisse auf einer oder beiden Seiten des Fahrzeugs 10 befinden und, falls dies der Fall ist, ob das angelegte Drehmoment dazu führt, dass sich das Fahrzeug 10 dem Hindernis/den Hindernissen nähert und/oder es berührt. Wenn eine seitliche Bedrohung erkannt wird, umfasst das Verfahren 300 bei 340 die Aktivierung einer Rücklenkfunktion des kooperativen Lenkmodus, wobei der kooperative Lenkmodus das vom Fahrer aufgebrachte Drehmoment außer Kraft setzt und das Fahrzeug 10 zur Mitte der Fahrspur (d. h. weg vom Hindernis) lenkt.

**[0090]** Das System 100 kann so konfiguriert werden, dass es verschiedene Icons, Symbole, Textnachrichten, Grafiken usw. anzeigt, um den Fahrer visuell zu benachrichtigen und/oder zu warnen. **Fig. 5, 6, 7, 8 und 9** stellen beispielhafte Symbole für die Mensch-Maschine-Schnittstelle dar, die angezeigt werden können. **Fig. 5** stellt eine Reihe von Symbolen dar, die dem Fahrer angezeigt werden können, um auf Anweisungen bezüglich der Lenkradhaltung des Fahrers (25) hinzuweisen. Welches Symbol angezeigt wird, hängt von der Eskalationsstufe des DMS 48 ab (Eskalationsstufe, dargestellt durch den Pfeil „Priorität“). So können die Symbole beispielsweise von einem durchgehenden grünen Symbol zu einem durchgehenden grauen Symbol, zu einem blinkenden grünen Symbol, zu einem durchgehenden gelben Symbol, zu einem durchgehenden roten Symbol und zu einem blinkenden roten Symbol übergehen. **Abb. 6** stellt ein Symbol dar, das anzeigt, dass der Assistenzmodus für die praktische Fahrspurzentrierung aktiv ist. **Fig. 7** stellt eine Textmeldung dar, die anzeigt, dass der Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung derzeit gesperrt ist, z. B. weil der Fahrer das Lenkrad 25 nicht hält. **Abb. 8** stellt einen Bildschirm dar, der ein erstes Symbol enthält, das anzeigt, dass der praktische Spurenzentrierungshilfemodus aktiv ist, und ein zweites Symbol, das anzeigt, dass der Fahrer das Lenkrad 25 festhalten sollte. **Fig. 9** zeigt ein Symbol und eine Textnachricht, die den Fahrer anweisen, das Lenkrad 25 zu halten.

**[0091]** Obwohl in der vorangegangenen detaillierten Beschreibung mindestens eine beispielhafte Ausführungsform vorgestellt wurde, sollte man sich darüber im Klaren sein, dass es eine Vielzahl von Varianten gibt. Es sollte auch gewürdigt werden, dass die beispielhafte Ausführungsform oder die beispielhaften

Ausführungsformen nur Beispiele sind und nicht dazu gedacht sind, den Umfang, die Anwendbarkeit oder die Konfiguration der Offenbarung in irgendeiner Weise zu begrenzen. Vielmehr soll die vorstehende detaillierte Beschreibung dem Fachmann einen praktischen Leitfaden für die Umsetzung der beispielhaften Ausführungsform oder der beispielhaften Ausführungsformen an die Hand geben. Es versteht sich, dass verschiedene Änderungen in der Funktion und der Anordnung der Elemente vorgenommen werden können, ohne dass der Umfang der Offenbarung, wie er in den beigefügten Ansprüchen und deren gesetzlichen Äquivalenten dargelegt ist, verlassen wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- US 11299179 B2 [0041]



## Patentansprüche

1. Ein System, umfassend:  
ein Steuergerät, das konfiguriert ist zum, durch einen Prozessor:

automatisches Umschalten eines Fahrzeugs zwischen mehreren Betriebsmodi ohne Auslösung durch einen Fahrer des Fahrzeugs, wobei die Betriebsmodi einen autonomen Hands-Off-Fahrmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer nicht verpflichtet ist, ein Lenkrad des Fahrzeugs zu halten, einen Hands-On-Fahrunterstützungsmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer verpflichtet ist, das Lenkrad zu halten und einen Nichtsteuerungsmodus, in dem der Fahrer die Seitenlenkung des Fahrzeugs mit dem Lenkrad steuert, wobei der automatische Übergang zwischen den Betriebsmodi des Fahrzeugs auf der erfassten Fahreraktivität und der Fahrzeugdynamik basiert, wobei der autonome Hands-Off-Fahrmodus gegenüber dem Hands-On-Fahrunterstützungsmodus und der Hands-On-Fahrunterstützungsmodus gegenüber dem Nichtsteuerungsmodus priorisiert ist; und Anzeigen einer Meldung auf einer Mensch-Maschine-Schnittstelle des Fahrzeugs, die angibt, dass mindestens einer der Betriebsmodi aktiv oder nicht verfügbar ist.

2. System nach Anspruch 1, wobei das Steuergerät so konfiguriert ist, dass es durch den Prozessor das Fahrzeug in dem praktischen Fahrunterstützungsmodus betreibt, indem es automatisch einen praktischen Fahrspurzentrierungsunterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer aktiviert, wobei der praktische Fahrspurzentrierungsunterstützungsmodus so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, um das Fahrzeug in Richtung einer Mitte einer Fahrspur einer Straße zu lenken, auf der das Fahrzeug unterwegs ist.

3. System nach Anspruch 2, wobei das Steuergerät so konfiguriert ist, dass es durch den Prozessor:

Empfangen von Daten, die einen Status eines adaptiven Geschwindigkeitsregelungssystems des Fahrzeugs, das so konfiguriert ist, dass es eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs und einen Status eines Eskalations- und Sperrsystems, das so konfiguriert ist, dass es den praktischen Spurzentrierungshilfsmodus auf der Grundlage vorprogrammierter Kriterien deaktiviert, umfasst; und automatischer Übergang zwischen den Betriebsmodi ohne Auslösung durch den Fahrer auf der Grundlage eines Vergleichs der Daten mit vorprogrammierten Einschaltbedingungen des Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung.

4. System nach Anspruch 2, wobei das Steuergerät so konfiguriert ist, dass es durch den Prozessor automatisch und ohne Auslösung durch den Fahrer zwischen dem Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung und einem Spurhalte-Assistenzmodus übergeht, wobei der Spurhalte-Assistenzmodus so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs intermittierend steuert, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass das Fahrzeug unbeabsichtigt die Fahrspur verlässt.

5. System nach Anspruch 2, wobei das Steuergerät so konfiguriert ist, dass es durch den Prozessor eingerichtet ist, zum:

Empfangen von Daten, die ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs enthalten; und automatisches Aktivieren eines kooperativen Lenkuntermodus des praktischen Spurenzentrierungsunterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer als Reaktion auf das Erfassen des vom Fahrer aufgebrachten Drehmoments, wobei, während der kooperative Lenkuntermodus aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs gleichzeitig sowohl durch den praktischen Spurenzentrierungsunterstützungsmodus als auch durch den Fahrer gesteuert wird.

6. Ein Verfahren, das Folgendes umfasst:  
automatisches Umschalten, mit einem Prozessor, zwischen mehreren Betriebsmodi eines Fahrzeugs, ohne einen Fahrer des Fahrzeugs zu initiieren, wobei die Betriebsmodi einen autonomen Hands-Off-Fahrmodus, in dem ein Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer nicht verpflichtet ist, ein Lenkrad des Fahrzeugs zu halten, einen Hands-On-Fahrunterstützungsmodus, in dem der Prozessor die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, während der Fahrer verpflichtet ist, das Lenkrad des Fahrzeugs zu halten und einen Nichtsteuerungsmodus, in dem der Fahrer des Fahrzeugs die Seitenlenkung des Fahrzeugs steuert, wobei der automatische Übergang zwischen den Betriebsmodi des Fahrzeugs auf der erfassten Fahreraktivität und der Fahrzeugdynamik basiert, wobei der autonome Hands-Off-Fahrmodus gegenüber dem Hands-On-Fahrunterstützungsmodus und der Hands-On-Fahrunterstützungsmodus gegenüber dem Nichtsteuerungsmodus priorisiert ist; und Anzeigen, mit dem Prozessor, auf einer Mensch-Maschine-Schnittstelle des Fahrzeugs einer Meldung, die anzeigt, dass mindestens einer der Betriebsmodi aktiv oder nicht verfügbar ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, ferner umfassend das Betreiben des Fahrzeugs durch den Prozessor in dem praktischen Fahrunterstützungsmodus, einschließlich des automatischen Aktivierens eines praktischen Spurzentrierungsunterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer, wobei der prak-

tische Spurzentrierungsunterstützungsmodus so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die seitliche Lenkung des Fahrzeugs steuert, um das Fahrzeug in Richtung einer Mitte einer Fahrspur einer Straße zu lenken, auf der das Fahrzeug unterwegs ist.

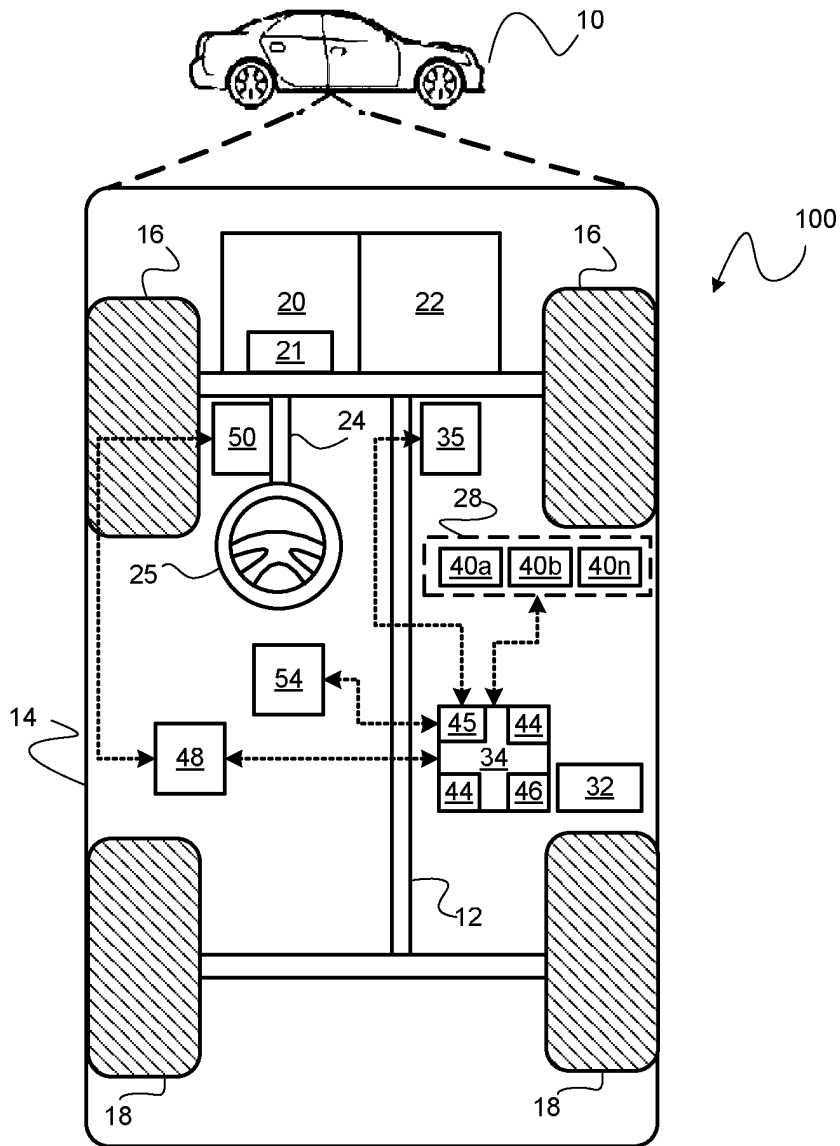
8. Verfahren nach Anspruch 6, das ferner umfasst, dass der Prozessor eingerichtet ist zum: Empfangen von Daten, die einen Status eines adaptiven Geschwindigkeitsregelungssystems des Fahrzeugs, das so konfiguriert ist, dass es eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs und einen Status eines Eskalations- und Sperrsystems, das so konfiguriert ist, dass es den praktischen Spurzentrierungshilfsmodus auf der Grundlage vorprogrammierter Kriterien deaktiviert, umfasst; und wobei der automatische Übergang zwischen den Betriebsmodi ohne Auslösung durch den Fahrer den Vergleich der Daten mit vorprogrammierten Bedingungen des praktischen Spurzentrierungshilfsmodus einschließt.

9. Verfahren nach Anspruch 6, das ferner umfasst, dass der Prozessor automatisch und ohne Auslösung durch den Fahrer zwischen dem Assistenzmodus für die praktische Spurenzentrierung und einem Spurhalte-Assistenzmodus umschaltet, wobei der Spurhalte-Assistenzmodus so konfiguriert ist, dass er, während er aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs intermittierend steuert, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass das Fahrzeug unbeabsichtigt die Fahrspur verlässt.

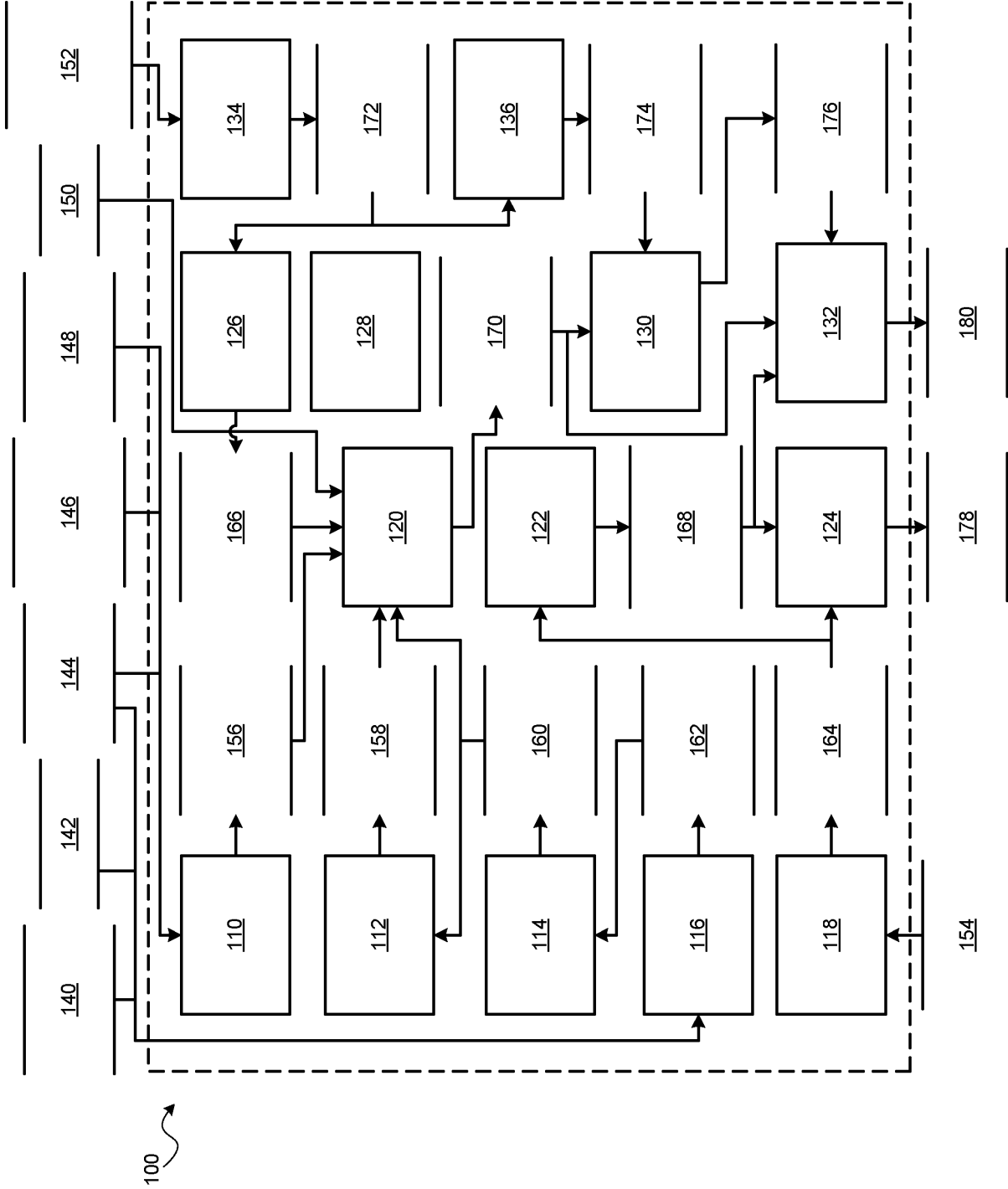
10. Verfahren nach Anspruch 6, das ferner umfasst, dass der Prozessor eingerichtet ist zum: Empfangen von Daten, die ein vom Fahrer aufgebrachtes Drehmoment des Fahrzeugs enthalten; und automatisches Aktivieren eines kooperativen Lenkuntermodus des praktischen Spurenzentrierungsunterstützungsmodus ohne Auslösung durch den Fahrer als Reaktion auf das Erfassen des vom Fahrer aufgebrachten Drehmoments, wobei, während der kooperative Lenkuntermodus aktiv ist, die Seitenlenkung des Fahrzeugs gleichzeitig sowohl durch den praktischen Spurenzentrierungsunterstützungsmodus als auch durch den Fahrer gesteuert wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

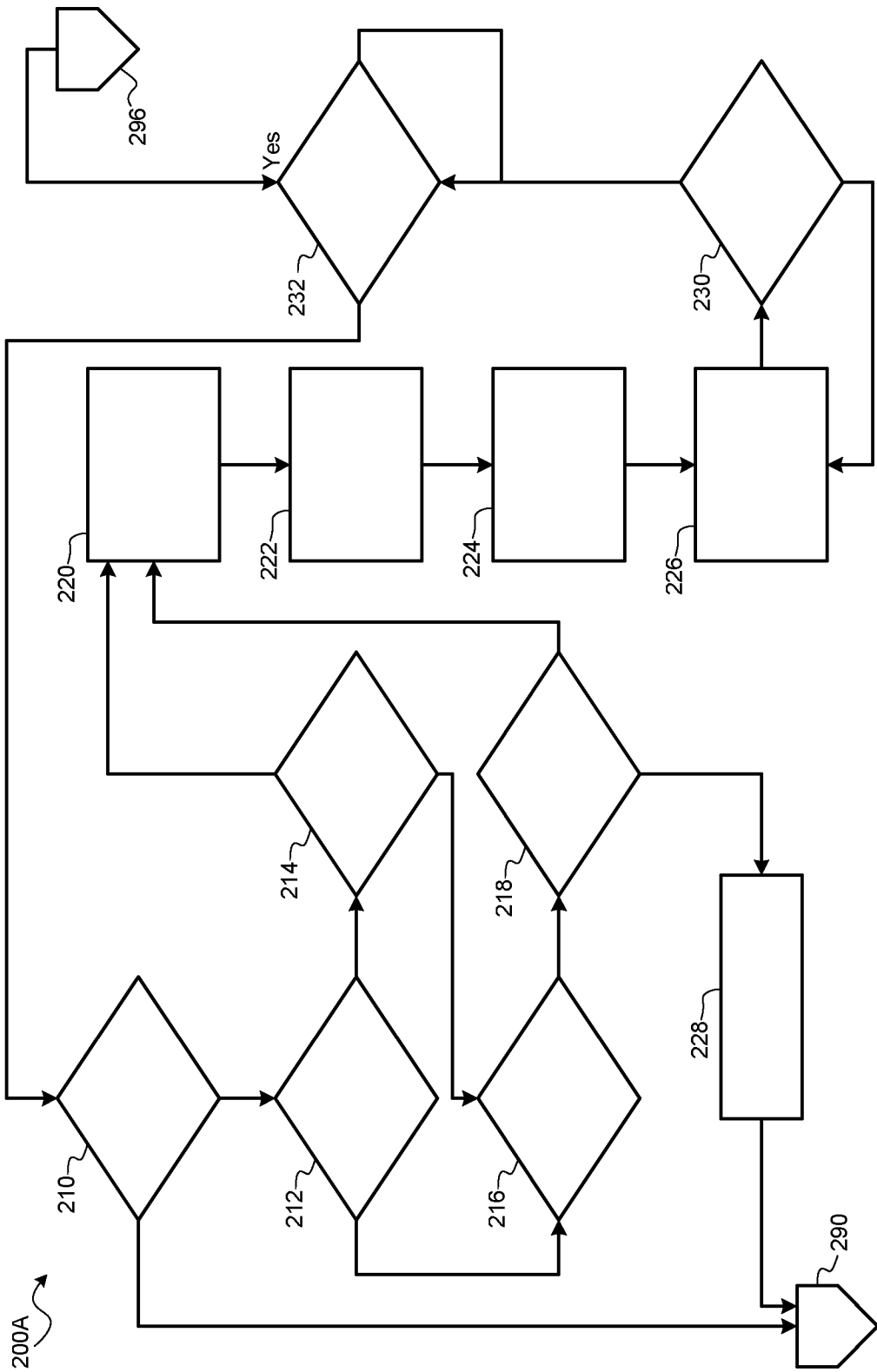
Anhängende Zeichnungen



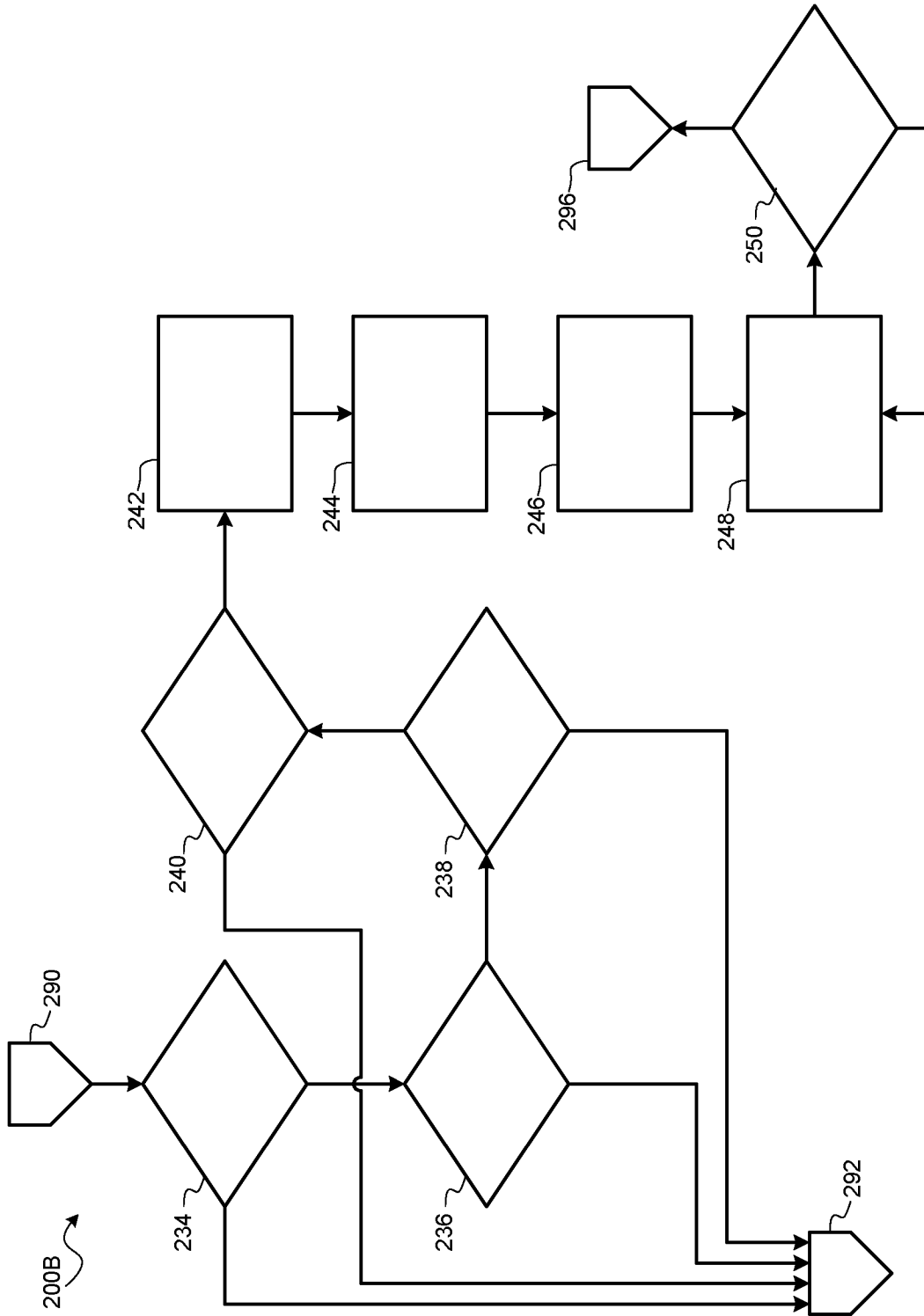
**FIG. 1**



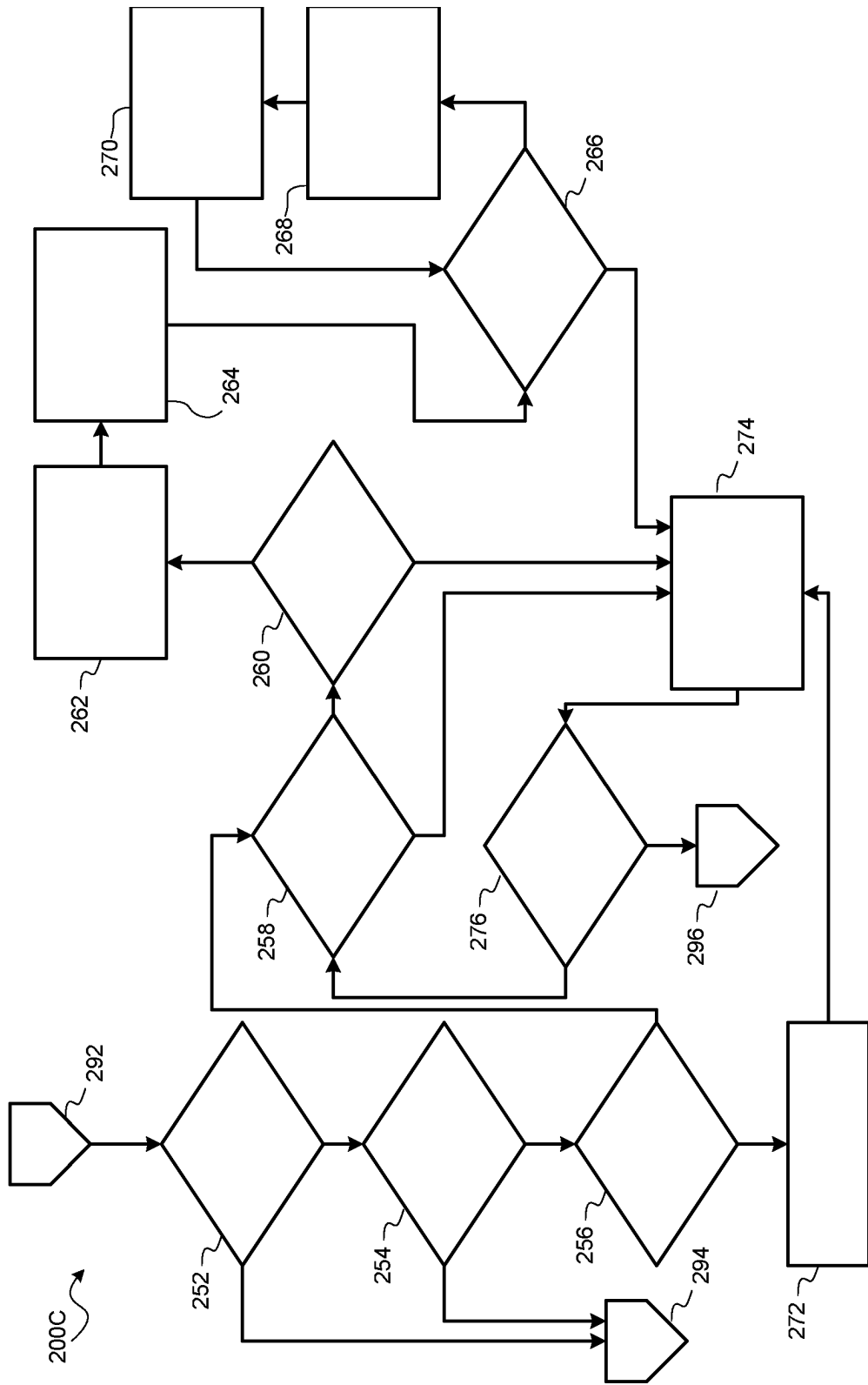
**FIG. 2**



**FIG. 3A**

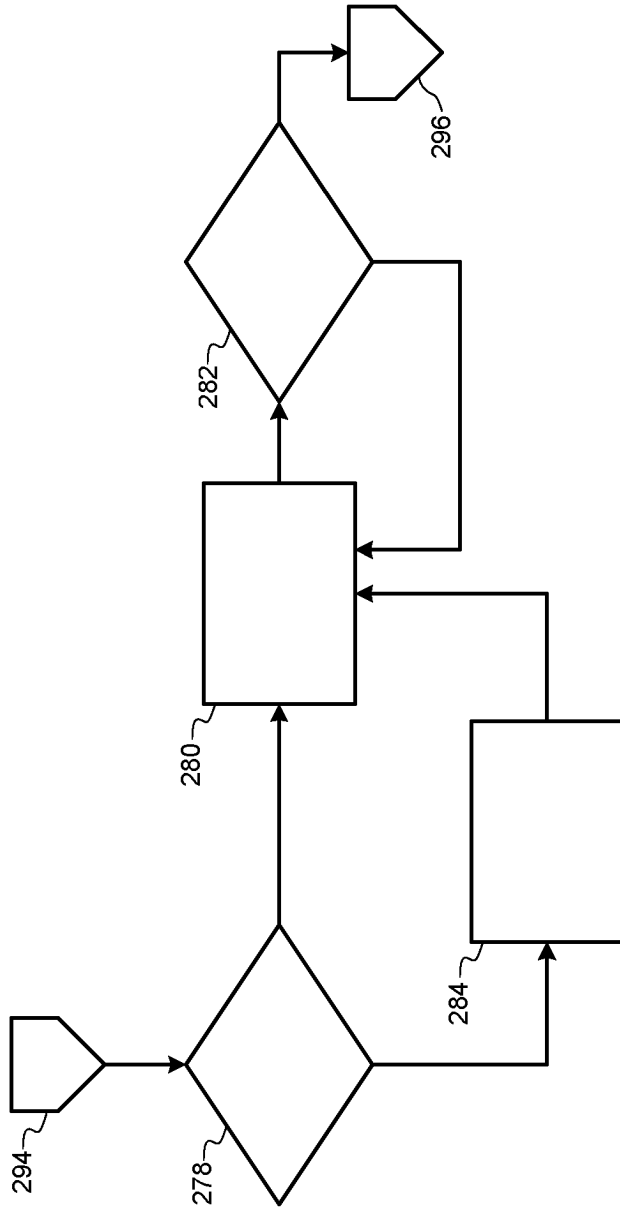


**FIG. 3B**



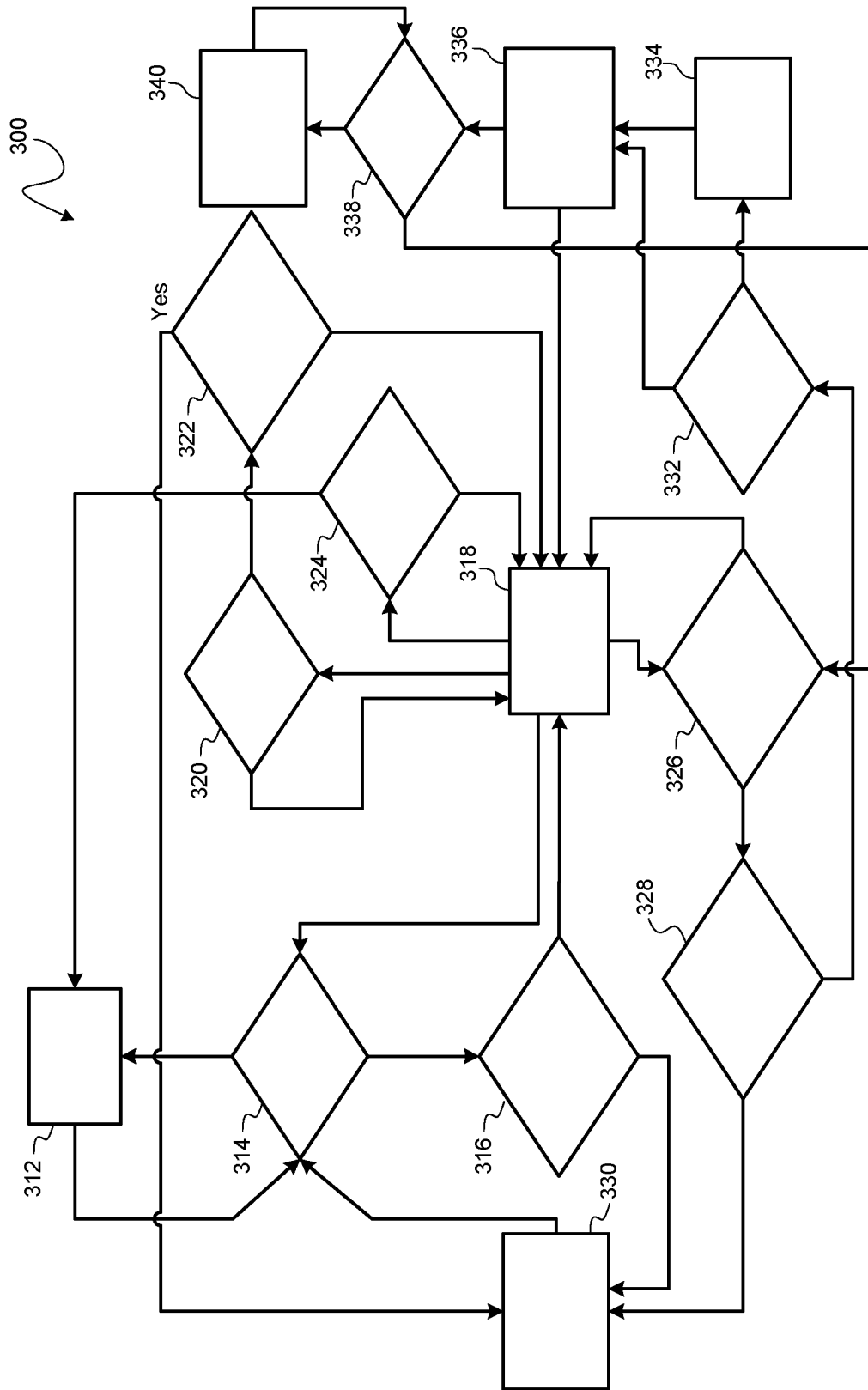
**FIG. 3C**

200D



**FIG. 3D**

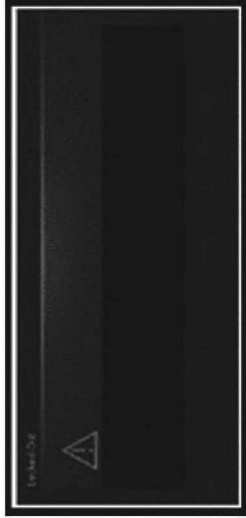




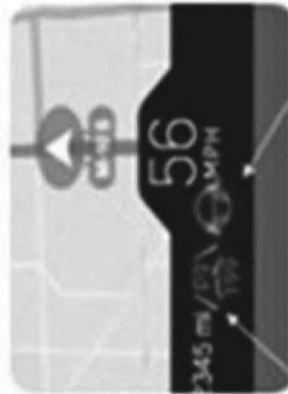
**FIG. 4**



**FIG. 6**



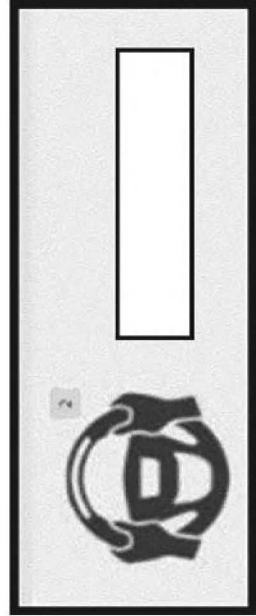
**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 5**



**FIG. 9**