

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
03. September 2020 (03.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/173775 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60K 37/06 (2006.01) *B60W 50/14* (2020.01)
B60K 35/00 (2006.01) *B60W 30/18* (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/054315

(22) Internationales Anmeldedatum:

19. Februar 2020 (19.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2019 202 588.9

26. Februar 2019 (26.02.2019) DE

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Berliner Ring 2, 38440 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder: **SEITZ, Gordon**; Rosenweg 3, 38468 Ehra-Lessien (DE). **SANDBRINK, Johanna**; Richterstraße 6, 38106 Braunschweig (DE). **PUHLE, Marie**; Von-Humboldt-Straße 19, 38518 Gifhorn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A DRIVER INFORMATION SYSTEM IN AN EGO-VEHICLE AND DRIVER INFORMATION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES FAHRERINFORMATIONSSYSTEMS IN EINEM EGO-FAHRZEUG UND FAHRERINFORMATIONSSYSTEM

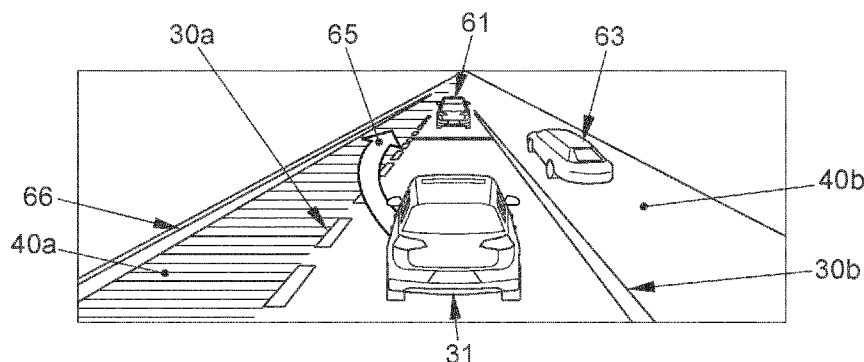


FIG. 6C

(57) Abstract: In the method for operating a driver information system in an ego-vehicle (1), environment data is detected in an environment of the ego-vehicle (1). Based on the environment data, it is determined whether a lane change of the ego-vehicle (1) from a current lane (20b) to a neighbouring further lane (20a) can be carried out safely. A driver information display is generated and output, wherein the driver information display comprises a graphic neighbouring lane object (40a, 40b) which represents the neighbouring further lane (20a). In addition, the neighbouring lane object (40a, 40b) has a graphic display feature which is formed according to whether the lane change can be carried out safely. The driver information system in an ego-vehicle (1) comprises a detection unit (2) which is designed to detect environment data in an environment of the ego-vehicle (1), an evaluation unit (5) which is designed to determine whether a lane change of the ego-vehicle (1) from a current lane (20b) to a neighbouring further lane (20a) can be carried out safely based on the environment data, and a control unit (3) which is designed to generate a driver information display and to output same. In addition, the driver information display comprises a graphic neighbouring lane object (40a, 40b) which represents the neighbouring further lane (20a), wherein the control unit (3) is designed to form a graphic display feature of the neighbouring lane object (40a, 40b) according to whether the lane change can be carried out safely.

(57) Zusammenfassung: Bei dem Verfahren zum Betreiben eines Fahrerinformationssystems in einem Ego-Fahrzeug (1) werden Umfelddaten in einem Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1) erfasst. Anhand der Umfelddaten wird bestimmt, ob ein Spurwechsel des Ego-Fahrzeugs (1) von einer aktuellen Fahrspur (20b) zu einer benachbarten weiteren Fahrspur (20a) sicher durchführbar ist. Es wird eine Fahrer-

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

informationsanzeige erzeugt und ausgegeben, wobei die Fahrerinformationsanzeige ein grafisches Nachbar-Fahrspurobjekt (40a, 40b) umfasst, das die benachbarte weitere Fahrspur (20a) repräsentiert. Dabei weist das Nachbar-Fahrspurobjekt (40a, 40b) ein grafisches Darstellungsmerkmal auf, das in Abhängigkeit davon gebildet wird, ob der Spurwechsel sicher durchführbar ist. Das Fahrerinformationssystem in einem Ego-Fahrzeug (1) umfasst eine Erfassungseinheit (2), die dazu eingerichtet ist, Umfelddaten in einem Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1) zu erfassen, eine Auswertungseinheit (5) die dazu eingerichtet ist, anhand der Umfelddaten zu bestimmen, ob ein Spurwechsel des Ego-Fahrzeugs (1) von einer aktuellen Fahrspur (20b) zu einer benachbarten weiteren Fahrspur (20a) sicher durchführbar ist, und eine Steuereinheit (3), die dazu eingerichtet ist, eine Fahrerinformationsanzeige zu erzeugen und auszugeben. Dabei umfasst die Fahrerinformationsanzeige ein grafisches Nachbar-Fahrspurobjekt (40a, 40b), das die benachbarte weitere Fahrspur (20a) repräsentiert, wobei die Steuereinheit (3) ferner dazu eingerichtet ist, ein grafisches Darstellungsmerkmal des Nachbar-Fahrspurobjekts (40a, 40b) in Abhängigkeit davon auszubilden wird, ob der Spurwechsel sicher durchführbar ist.

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben eines Fahrerinformationssystems in einem Ego-Fahrzeug und Fahrerinformationssystem

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrerinformationssystems in einem Ego-Fahrzeug sowie ein Fahrerinformationssystem in einem Ego-Fahrzeug.

Moderne Fahrzeuge bieten oft eine umfassende Auswahl verschiedener Systeme, die den Fahrer bei der Steuerung des Fahrzeugs unterstützen und damit zu einer Verbesserung des Komforts und der Sicherheit beitragen. Eine der Herausforderungen in diesem Zusammenhang besteht darin, die Schnittstelle zwischen dem menschlichen Fahrer und der typischerweise rechnerbasierten Steuerung so zu gestalten, dass dem Fahrer alle benötigten und gewünschten Informationen möglichst schnell und leicht erfassbar bereitgestellt werden. Erst dann können die Unterstützungsmöglichkeiten optimal verstanden und genutzt werden. Zudem muss der Fahrer zu jedem Zeitpunkt genau wissen, wie sich sein Fahrzeug in einer bestimmten Situation verhalten wird, welche Unterstützungssysteme aktuell aktiv sind und ob ihre optimale Funktion gewährleistet ist. Er sollte ferner stets wissen, wie die Systeme funktionieren und in welchem Maße manuelle Eingriff notwendig sind.

Nachfolgend wird unter einem Fahrerassistenzsystem eine Einrichtung eines Fahrzeugs verstanden, welche den Fahrer beim Fahren des Fahrzeugs unterstützt. Derartige Fahrerassistenzsysteme können als reine Informationssysteme ausgebildet sein, die den Fahrer unterstützen, sie können jedoch auch Einrichtungen ansteuern und regeln, die automatisch die Fortbewegung des Fahrzeugs beeinflussen.

Durch die Verwendung von Fahrerassistenzsystemen können verschiedene Grade von Automatisierung der Fahrzeugsteuerung erreicht werden. Ohne ein aktiviertes Fahrerassistenzsystem beeinflusst der Fahrer direkt die Bewegung des Fahrzeugs. Es werden allenfalls Signale oder Bewegungen von durch den Fahrer betätigten Bedienelementen, wie der Pedalerie, dem Schaltknüppel oder dem Lenkrad, an entsprechende Einrichtungen des Fahrzeugs übertragen, welche die Fortbewegung des Fahrzeugs beeinflussen. Eine derartige Fortbewegung des Fahrzeugs entspricht dem geringsten Grad der Automatisierung.

Bei einem höheren Grad der Automatisierung wird zum Teil automatisch in Einrichtungen eingegriffen, welche der Fortbewegung des Fahrzeugs dienen. Beispielsweise wird in die Lenkung des Fahrzeugs oder die Beschleunigung in positiver oder negativer Richtung eingegriffen. Bei einem noch höheren Grad der Automatisierung wird soweit in Einrichtungen des Fahrzeugs eingegriffen, dass bestimmte Fortbewegungsarten des Fahrzeugs, zum Beispiel eine Geradeausfahrt, automatisch ausgeführt werden können. Beim höchsten Grad der Automatisierung können etwa Routen eines Navigationssystems im Wesentlichen automatisch gefahren werden oder das Fahrzeug kann beispielsweise auf einer Autobahn auch ohne eine vorgegebene Route automatisiert fahren. Dabei wird jedoch in der Regel sichergestellt, dass der Fahrer auch bei einem hohen Automatisierungsgrad die Kontrolle über die Fahrzeugführung durch aktives Lenken oder Betätigen der Pedalerie sofort wieder zurückgewinnen kann. Zudem kann die Kontrolle an den Fahrer zurückgegeben werden, wenn ein Systemfehler auftritt oder eine nicht automatisch befahrbare Strecke erkannt wird.

Dabei erfüllen die verschiedenen Fahrerassistenzsysteme auch verschiedene Sicherheitsfunktionen. Bei einem geringen Grad der Automatisierung werden dem Fahrer über ein Fahrerassistenzsystem oder mehrere Fahrerassistenzsysteme nur Informationen ausgegeben, die den Fahrer in der Art und Weise, wie er das Fahrzeug fortbewegt, beeinflussen. In einem höheren Grad der Sicherheitsfunktionen werden Warnungen ausgegeben, die eine unmittelbare Reaktion des Fahrers erfordern. Bei diesem Grad der Automatisierung greifen die Fahrerassistenzsysteme jedoch nicht aktiv und automatisch in die Funktion der Einrichtungen ein, welche die Fortbewegung des Fahrzeugs beeinflussen. In einem noch höheren Grad der Automatisierung wird zum Teil automatisch in Einrichtungen eingegriffen, welche der Fortbewegung des Fahrzeugs dienen. Bei einem noch höheren Grad der Automatisierung wird soweit in Einrichtungen des Fahrzeugs eingegriffen, welche die Fortbewegung des Fahrzeugs beeinflussen, dass bestimmte Manöver des Fahrzeugs automatisch ausgeführt werden können, wie beispielsweise eine Vollbremsung oder ein gezieltes Ausweichmanöver, um eine Kollision zu vermeiden.

Durch die Hinweise, die von Fahrerassistenzsystemen ausgegeben werden, wird der Fahrer des Fahrzeugs auf bestimmte Gefahren aufmerksam gemacht. Dies erhöht die Sicherheit beim Führen des Fahrzeugs. Bei einem aktiven Eingriff eines Fahrerassistenzsystems in die Fortbewegung des Fahrzeugs können auch dann gefährliche Fahrsituationen, wie Kollisionen oder unkontrollierte Bewegungen des Fahrzeugs, vermieden werden, wenn der Fahrer nicht direkt in das Fahrgeschehen eingreift. Bei den Sicherheitsfunktionen des

Fahrerassistenzsystems behält jedoch der Fahrer insbesondere stets die volle Kontrolle und Verantwortung über die Fahrsituation. Das Fahrerassistenzsystem greift zum Beispiel bei einer Kollisionsgefahr ein oder wenn der Fahrer etwa aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr in der Lage ist, das Fahrzeug zu führen.

Neben der gegebenenfalls direkten Einwirkung auf die Steuerung des Fahrzeugs ist bei Fahrerassistenzsystemen typischerweise vorgesehen, dass der Fahrer mit einer bestimmten Detailtiefe über die Tätigkeit des Fahrerassistenzsystems informiert wird. Beispielsweise kann dies mittels optisch, akustisch oder haptisch wahrnehmbarer Signale erfolgen. Dadurch wird sichergestellt, dass der Fahrer den Einfluss eines Fahrerassistenzsystems auf die Fahrt einschätzen und gegebenenfalls steuernd eingreifen kann. Ferner soll der Fahrer typischerweise automatische Eingriffe in die Steuerung frühzeitig erkennen, um nicht von ihnen überrascht zu werden.

Fahrerassistenzsysteme, die teilweise automatisch in die Steuerung des Fahrzeugs eingreifen können und/oder durch Warnungen auf potentielle Gefahrensituationen hinweisen, können insbesondere eine Quersteuerung oder eine Längssteuerung des Fahrzeugs betreffen. Auch Kombinationen dieser grundlegenden Elemente der Fahrzeugsteuerung sind denkbar. Die Quersteuerungskomponente betrifft insbesondere die Position des Fahrzeugs senkrecht zur Fahrtrichtung, also etwa die sogenannte Querablage auf einer Fahrspur oder Fahrbahn. So kann etwa ein Assistent zum Halten einer Spur das Überfahren einer Fahrspurbegrenzung vermeiden oder das Fahrzeug kann in der Mitte einer Fahrspur geführt werden. Ferner kann der Fahrer bei einem Spurwechsel oder bei einem Überholvorgang unterstützt werden. Die Längssteuerung betrifft insbesondere die Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Fahrtrichtung, die beispielsweise in Abhängigkeit von gesetzlichen Bestimmungen und Straßenbedingungen sowie einem einzuhaltenden Sicherheitsabstand zu anderen Verkehrsteilnehmern bestimmt wird. Ein entsprechendes Fahrerassistenzsystem kann den Fahrer etwa beim Halten einer vorgegebenen Geschwindigkeit und/oder eines Abstandes zu einem vorausfahrenden Fahrzeug unterstützen. Ferner kann vermieden werden, dass das eigene Ego-Fahrzeug auf einer bestimmten Seite überholt; insbesondere wird ein Rechtsüberholen bei Rechtsverkehr beziehungsweise ein Linksüberholen bei Linksverkehr vermieden oder es werden entsprechende Warnungen erzeugt.

Kritische Situationen bei der Steuerung eines Fahrzeugs sind regelmäßig Spurwechsel. Hier besteht die Gefahr, dass der Fahrer einen anderen Verkehrsteilnehmer übersieht oder dass das eigene Fahrzeug übersehen wird. Um zu vermeiden, dass der Fahrer oder ein anderer

Verkehrsteilnehmer eine scharfe Bremsung durchführen muss oder dass es gar zu einer Kollision kommt, muss die Nachbarspur bei einem solchen Vorgang genau überwacht werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrerinformationssystems in einem Ego-Fahrzeug bereitzustellen, bei dem der Fahrer besonders leicht erkennen kann, ob ein sicherer Spurwechsel durchgeführt werden kann oder nicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Fahrerinformationssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Umfelddaten in einem Umfeld des Ego-Fahrzeugs erfasst. Anhand der Umfelddaten wird bestimmt, ob ein Spurwechsel des Ego-Fahrzeugs von einer aktuellen Fahrspur zu einer benachbarten weiteren Fahrspur sicher durchführbar ist. Eine Fahrerinformationsanzeige wird erzeugt und ausgegeben, wobei die Fahrerinformationsanzeige ein grafisches Nachbar-Fahrspurobjekt umfasst, das die benachbarte weitere Fahrspur repräsentiert. Dabei weist das Nachbar-Fahrspurobjekt ein grafisches Darstellungsmerkmal auf, das in Abhängigkeit davon gebildet wird, ob der Spurwechsel sicher durchführbar ist.

Die Fahrerinformationsdarstellung stellt dabei vorteilhafterweise schnell erfassbar dar, ob der Fahrer den Spurwechsel durchführen kann. Die integrierte grafische Darstellung erleichtert dabei das Verständnis der Informationen gegenüber anderen Möglichkeiten, bei denen die Sicherheit eines Spurwechsels beispielsweise durch Signalleuchten dargestellt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Fahrerinformationsanzeige erzeugt und ausgegeben. Eine solche Anzeige kann auf unterschiedliche Weisen ausgebildet sein und kann an sich bekannte Elemente umfassen. Die Erzeugung und Ausgabe der Anzeige erfolgen insbesondere auf an sich bekannte Weise mittels hierzu eingerichteter Rechenvorrichtungen und Anzeigevorrichtungen. Die durch die Fahrerinformationsanzeige ausgegebene Anzeige umfasst Ausgaben, die für das Steuern des Fahrzeugs und seinen Fahrbetrieb von Relevanz sind. Dies sind insbesondere Bewegungsdaten oder Zustände von Einrichtungen des Fahrzeugs sowie gegebenenfalls Informations- und Warnausgaben von Fahrerinformationssystemen.

Die Anzeige kann mittels bekannter Anzeigeeinheiten ausgegeben werden, etwa mittels eines Displays, insbesondere an einer Mittelkonsole des Ego-Fahrzeugs oder in einem Kombiinstrument. Ferner kann eine Ausgabe mittels einer Sichtfeldanzeige so erfolgen, dass zumindest ein Teil der Fahrerinformationsanzeige so in ein Auge des Nutzers projiziert wird, dass die Anzeige der optischen Wahrnehmung der physischen Umgebung überlagert erscheint. Insbesondere können dabei Verfahren und Vorrichtungen aus dem Bereich der „erweiterten Realität“ (englisch: *augmented reality*) verwendet werden. Bekannte Sichtfeldanzeigen, etwa *Head-up-Displays*, nutzen beispielsweise die Windschutzscheibe eines Fahrzeugs oder eine Brille zur Projektion.

Die ausgegebene Anzeige umfasst insbesondere keine Ausgabe eines Videobildes, das durch eine Kamera des Ego-Fahrzeugs erfasst wird. Stattdessen werden die ausgegebenen Anzeigedaten von einer Recheneinheit erzeugt, gegebenenfalls anhand von Videodaten einer Kamera, und die ausgegebenen grafischen Objekte sind gegenüber realen Objekten schematisch oder vereinfacht dargestellt.

Die Fahrerinformationsanzeige kann ferner Bedienobjekte oder Bedienelemente umfassen, insbesondere nach Art einer grafischen Bedienoberfläche. Derartige Objekte können beispielsweise einstellbare Parameter oder aktivierbare und deaktivierbare Funktionen repräsentieren. Sie sind insbesondere auswählbar und/oder betätigbar gebildet sein, wobei Nutzereingaben auf an sich bekannte Weise erfasst und mit Bezug zu dem jeweiligen Objekt ausgewertet werden.

Die Fahrerinformationsanzeige umfasst insbesondere eine perspektivische Darstellung, die beispielsweise als 3D-Darstellung gebildet ist. Eine solche Anzeige kann dem Fahrer die Orientierung erleichtern und es ihm ermöglichen, die dargestellten grafischen Elemente besser in Beziehung zur aktuellen Fahrsituation zu setzen.

Die Umfelddaten dienen insbesondere auch dazu, einen Fahrbahnverlauf zu erfassen, wobei besonders der Verlauf des vor dem Ego-Fahrzeug liegenden Fahrbahnabschnitts relevant ist. Insbesondere wird der vor dem Ego-Fahrzeug liegende Fahrbahnverlauf erfasst, etwa anhand der Umfelddaten. Die Fahrerinformationsanzeige kann dann ein grafisches Fahrspurobjekt umfassen, das eine aktuell durch das Ego-Fahrzeug genutzte Fahrspur repräsentiert. Dieses Fahrspurobjekt stellt insbesondere den erfassten Fahrbahnverlauf dar. Das Nachbar-Fahrspurobjekt ist in diesem Fall seitlich neben dem Fahrspurobjekt für die aktuelle Fahrspur angeordnet, insbesondere direkt angrenzend.

Der erfasste Fahrbahnverlauf umfasst insbesondere Informationen darüber, ob und in welchem Maße ein von dem Ego-Fahrzeug befahrener Fahrweg eine seitliche Krümmung aufweist. Die erfassten Daten können auch weitere Eigenschaften der Fahrbahn betreffen, etwa eine Neigung der Fahrbahn in eine Richtung längs oder quer zur Fahrtrichtung des Ego-Fahrzeugs. Insbesondere umfassen die über den Fahrbahnverlauf erfassten Daten Informationen zur geometrischen Beschaffenheit der Fahrbahn. Das Ego-Fahrzeug fährt beispielsweise auf einer Straße, die mehrere Fahrspuren aufweisen kann. Typischerweise folgt das Ego-Fahrzeug bei seiner Fahrt dem Verlauf einer der Fahrspuren, wobei gegebenenfalls ein Spurwechsel zu einer anderen Fahrspur vorgenommen werden kann. Die Erfassung des Fahrbahnverlaufs kann den Verlauf der aktuell genutzten Fahrspur oder mehrerer Fahrspuren umfassen.

Das grafische Fahrspurobjekt, das erfindungsgemäß von der Fahrerinformationsanzeige umfasst ist, ist so gebildet, dass es dem Nutzer beziehungsweise dem Fahrer des Ego-Fahrzeugs erlaubt, grafische Elemente der Fahrerinformationsanzeige in einen räumlichen Bezug zu der tatsächlich vor dem Ego-Fahrzeug liegenden Fahrbahn zu bringen. Das Fahrspurobjekt kann dabei die aktuell vom Ego-Fahrzeug verwendete Fahrspur betreffen. Es kann ferner eine Fahrspur betreffen, auf der das Ego-Fahrzeug voraussichtlich eine Kurve durchfahren wird, insbesondere wenn vor dem Einfahren in die Kurve noch ein Spurwechsel durchgeführt werden soll. Das Fahrspurobjekt kann ferner mehrere Fahrspuren umfassen, insbesondere die aktuell vom Ego-Fahrzeug befahrene Fahrspur und zumindest eine räumlich benachbarte Fahrspur, insbesondere eine benachbarte Fahrspur für die gleiche Fahrtrichtung. Allerdings kann die Darstellung auch ein eigenes Fahrspurobjekt und zumindest ein Nachbar-Fahrspurobjekt umfassen.

Das grafische Fahrspurobjekt repräsentiert den tatsächlichen Fahrbahnverlauf insbesondere so, dass der Nutzer eine virtuelle Position innerhalb der Fahrerinformationsanzeige einem physischen Ort auf der vor dem Ego-Fahrzeug befindlichen Fahrbahn zuordnen kann. Zur verbesserten Orientierung des Fahrers kann ein Ego-Objekt angezeigt werden, welches das Ego-Fahrzeug repräsentiert. Die Darstellung des Fahrspurobjekts kann dabei gegenüber der Realität in ihrem Detailgehalt reduziert oder schematisch ausgebildet sein. Insbesondere kann die Ansicht der physischen Fahrbahn aus der Perspektive des Fahrers des Ego-Fahrzeugs durch eine Projektion und Transformation mathematisch auf das grafische Fahrspurobjekt abgebildet werden.

Die Fahrerinformationsanzeige umfasst insbesondere keine Darstellung von Bilddaten, die von einer Kamera erfasst werden. Stattdessen werden die Ausprägungen der dargestellten Objekte durch eine Recheneinheit erzeugt.

Das grafische Fahrspurobjekt umfasst dabei insbesondere eine perspektivische Ansicht einer gekrümmten Fahrbahn, wobei die Krümmung des grafischen Fahrspurobjekts im Wesentlichen dem für den physischen Fahrbahnverlauf erfassten Krümmungsradius entspricht. Der tatsächliche Fahrbahnverlauf wird so besonders realistisch durch das grafische Fahrspurobjekt repräsentiert. Das Fahrspurobjekt wird dabei insbesondere aus einer Perspektive gebildet, die einer Ansicht von einer virtuellen Position knapp oberhalb des Ego-Fahrzeugs entspricht.

Bei einer Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Position des Ego-Fahrzeugs bestimmt und mittels Kartendaten wird bestimmt, ob der Spurwechsel sicher durchführbar ist. Dies erlaubt es vorteilhafterweise, von den Kartendaten umfasste Informationen über Spurwechsel- oder Überholmöglichkeiten auf einer befahrenen Fahrbahn zu nutzen.

Zum Beispiel kann erkannt werden, ob an einer Position das Wechseln der Spur erlaubt ist, beispielsweise im Bereich eines Überholverbots. Ferner können die Kartendaten Informationen darüber umfassen, ob an einer bestimmten Position ein Spurwechsel generell als sicher angenommen werden kann. Insbesondere wird auf diese Weise eine möglichst umfassende Datenbasis erhalten und die erfassten Daten können dadurch besonders einfach ergänzt werden. Insbesondere können die Kartendaten bereits Informationen über den Krümmungsradius einer Kurve des Fahrbahnverlaufs umfassen.

Die Position wird dabei auf an sich bekannte Weise erfasst, beispielsweise mittels eines Navigationssatellitensystems, etwa GPS. Auch die Kartendaten werden auf an sich bekannte Weise bereitgestellt, etwa von einer Speichereinheit eines Navigationssystems des Ego-Fahrzeugs oder von einer externen Einheit, zu der zumindest eine zeitweise datentechnische Verbindung besteht.

Die datentechnische Verbindung zwischen dem Ego-Fahrzeug und einer externen Einheit, insbesondere einem externen Server, kann insbesondere drahtlos erfolgen, beispielsweise durch ein lokales Netzwerk oder ein größeres Netzwerk, beispielsweise das Internet. Ferner kann die Verbindung über ein Telekommunikationsnetz, etwa ein Telefonnetz, oder ein drahtloses lokales Netzwerk (WLAN) hergestellt werden. Ferner kann die Datenverbindung

durch den Anschluss eines Datenkabels erfolgen. Die Verbindung kann auch über eine andere Einheit hergestellt werden, die selbst eine Verbindung zu dem externen Server herstellen kann. Beispielsweise kann eine datentechnische Verbindung zwischen dem Ego-Fahrzeug und einem mit dem Internet verbundenen Mobiltelefon bestehen, etwa durch ein Datenkabel oder eine Funkverbindung, beispielsweise per Bluetooth. Insbesondere kann die Verbindung zu dem externen Server über das Internet hergestellt werden.

Es können Verfahren aus dem Bereich der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und anderen Einrichtungen (*Car2X*) verwendet werden. Beispielsweise kann eine Kommunikation zu einer Infrastruktureinrichtung (*Car2Infrastructure*) oder einem weiteren Fahrzeug (*Car2Car*) erfolgen.

Bei einer weiteren Ausbildung werden die Umfelddaten mittels Sensoren des Ego-Fahrzeugs detektiert, beispielsweise mittels einer Kamera, eines LIDAR-Sensors oder eines Radarsensors. Dadurch stehen vorteilhafterweise Informationen über die tatsächlichen Umgebungsbedingungen in einer bestimmten Fahrsituation zur Verfügung. Insbesondere können Daten an sich bekannter Fahrerassistenzsysteme genutzt werden, etwa von einem Spurwechsel- oder Überholassistenten.

Mittels der Sensoren wird etwa die Position und Geschwindigkeit, gegebenenfalls auch eine Beschleunigung eines weiteren Verkehrsteilnehmers erfasst. Diese Parameter werden insbesondere relativ zum Ego-Fahrzeug bestimmt. Es kann ferner eine Prognose dafür bestimmt werden, wo sich der weitere Verkehrsteilnehmer zu einem späteren Zeitpunkt befinden wird, insbesondere relativ zum Ego-Fahrzeug, und mit welcher Geschwindigkeit er sich bewegen wird.

Die Sensoren des Ego-Fahrzeugs weisen jeweils einen Erfassungsbereich auf. Beispielsweise kann ein Radarsensor Daten in einem bestimmten räumlichen Winkel und bis zu einer bestimmten Entfernung vom Ego-Fahrzeug erfassen. Die Sensoren können dabei in Fahrtrichtung, gegen die Fahrtrichtung oder zur Seite hin gerichtet sein und in entsprechend angeordneten Erfassungsbereichen Daten erfassen.

Insbesondere können Umfelddaten, die mittels eines Sensors detektiert werden, mit Kartendaten fusioniert werden, um Informationen zu ergänzen oder ihre Plausibilität zu prüfen. So kann beispielsweise anhand der Kartendaten bestimmt werden, ob ein Spurwechsel prinzipiell erlaubt ist, und in einem weiteren Schritt kann mittels Sensordaten bestimmt werden, ob ein Spurwechsel praktisch sicher durchführbar ist.

Ein Fahrspurwechsel ist dann sicher, wenn keine Kollisionsgefahr mit einem weiteren Verkehrsteilnehmer oder einem anderen Objekt besteht; gegebenenfalls können rechtliche Einschränkungen wie Überholverbote oder Spurwechselverbote berücksichtigt werden. Mittels der Sensoren werden Objekte und weitere Verkehrsteilnehmer in einer Umgebung des Ego-Fahrzeugs erfasst. Von Relevanz sind besonders Verkehrsteilnehmer auf derjenigen benachbarten Fahrspur, für die ein Spurwechsel bewertet werden soll.

Es wird erfasst, ob sich ein anderer Verkehrsteilnehmer aktuell in einem Bereich der benachbarten Fahrspur befindet, den das Ego-Fahrzeug bei einem Spurwechsel befahren würde. Ferner wird erfasst, ob sich ein anderer Verkehrsteilnehmer zu einem zukünftigen Zeitpunkt in einem solchen Bereich befinden wird, wenn das Ego-Fahrzeug diesen Bereich befahren würde, wenn es einen Spurwechsel vornehmen würde. Dies kann andere Verkehrsteilnehmer betreffen, die aktuell neben dem Ego-Fahrzeug fahren, die sich mit höherer Geschwindigkeit von hinten nähern oder die mit geringerer Geschwindigkeit in Fahrtrichtung vor dem Ego-Fahrzeug fahren. Ferner kann auch eine Beschleunigung eines weiteren Verkehrsteilnehmers erfasst und berücksichtigt werden.

Alternativ oder zusätzlich kann die Sicherheit eines Spurwechsels auf andere Weise bestimmt werden. Dabei können ferner andere Umfelddaten erfasst werden und es können verschiedene Merkmale anhand der Umfelddaten bestimmt werden.

Bei einer Ausbildung des Verfahrens umfasst die Fahrerinformationsanzeige ein Verkehrsteilnehmer-Objekt, das einen weiteren Verkehrsteilnehmer repräsentiert. Das Verkehrsteilnehmer-Objekt wird relativ zu einem Ego-Objekt insbesondere so angezeigt, dass die Position des weiteren Verkehrsteilnehmers relativ zu dem Ego-Fahrzeug aus der Anzeige entnehmbar ist. Wenn der Fahrer beispielsweise erfassen kann, dass sich der weitere Verkehrsteilnehmer an einer Position neben dem Ego-Fahrzeug befindet, dann wird hierdurch bereits besonders deutlich erfassbar, dass ein Spurwechsel in diese Richtung nicht sicher durchgeführt werden kann.

Bei einer weiteren Ausbildung wird ein Verkehrsteilnehmer-Objekt so angezeigt, dass es benachbart zu einem Ego-Objekt, welches das Ego-Fahrzeug repräsentiert, angezeigt wird, wenn kein sicherer Spurwechsel möglich ist. Dies kann insbesondere unabhängig davon erfolgen, ob sich tatsächlich ein weiterer Verkehrsteilnehmer genau neben dem Ego-Fahrzeug

befindet; stattdessen wird lediglich symbolisch signalisiert, dass ein Spurwechsel nicht möglich ist und beispielsweise eine Kollisionsgefahr droht.

Insbesondere kann für die benachbarte Fahrspur erfasst werden, ob sie von weiteren Verkehrsteilnehmern entgegen der Fahrtrichtung des Ego-Fahrzeugs befahren wird beziehungsweise befahren werden darf. Die Fahrerinformationsanzeige kann beispielsweise ein Objekt umfassen, das einen zu erwartenden oder tatsächlichen Gegenverkehr auf dieser benachbarten Fahrspur darstellt und dem Fahrer dadurch signalisiert, dass ein Spurwechsel wegen des Gegenverkehrs nicht sicher durchgeführt werden kann.

Bei einer Weiterbildung des Verfahrens betrifft das grafische Darstellungsmerkmal des Nachbar-Spurobjekts eine Helligkeit, Farbe, Transparenz, einen Kontrast oder ein Muster. Der Fahrer kann so vorteilhafterweise besonders einfach, insbesondere durch die Darstellung eines flächigen grafischen Objekts, erkennen, ob ein sicherer Spurwechsel möglich ist.

Alternativ oder zusätzlich können andere, an sich bekannte Weisen der grafischen Darstellung und insbesondere der Hervorhebung bestimmter Objekte in einer grafischen Darstellung genutzt werden. Beispielsweise können auch dynamische Darstellungsweisen verwendet werden, etwa indem sich ein Parameter der Darstellung periodisch ändert, wie beispielsweise durch Änderung der Helligkeit bei Blinken oder Pulsieren oder durch einen periodischen Farbwechsel.

Bei einer Weiterbildung umfasst die Fahrerinformationsanzeige ferner ein grafisches Verkehrsschild-Objekt, wobei das Verkehrsschildobjekt insbesondere auf dem Fahrspurobjekt oder an seinem Rand angeordnet ist. Dadurch können dem Fahrer empfohlene Maßnahmen vorteilhafterweise besonders klar verdeutlicht werden. Insbesondere kann eine Darstellung eines Verkehrszeichens besonders einfach darstellen, ob ein Spurwechsel an einer Position sicher durchgeführt werden kann oder nicht.

Das Verkehrsschild-Objekt kann beispielsweise so angezeigt werden, dass es nach Art einer auf die Fahrbahnoberfläche aufgetragenen Markierung auf dem grafischen Fahrspurobjekt erscheint. Es kann ferner als virtuelles, neben oder über der Fahrspur angeordnetes Verkehrsschild in der Fahrerinformationsanzeige dargestellt werden.

Das dargestellte Verkehrsschild-Objekt kann gemäß einem physischen Verkehrsschild ausgebildet sein, das in der Umgebung der befahrenen Fahrbahn oder der Kurve detektiert

wird, wenn etwa ein Warnzeichen, eine Geschwindigkeitsbegrenzung und/oder ein Überholverbot erkannt wurde. Das Verkehrsschild-Objekt kann ferner eine Fahrempfehlung eines Fahrerassistenzsystems wiedergeben, etwa um dem Fahrer zu empfehlen, das Fahrzeug auf eine bestimmte Geschwindigkeit abzubremesen.

Bei einer Weiterbildung wird ein weiterer Verkehrsteilnehmer im Umfeld des Ego-Fahrzeugs identifiziert und die Fahrerinformationsanzeige umfasst ein Verkehrsteilnehmerobjekt, das den weiteren Verkehrsteilnehmer repräsentiert und das innerhalb der Fahrerinformationsanzeige so angeordnet ist, dass eine Position relativ zum Ego-Fahrzeug dargestellt wird.

Die Identifikation des weiteren Verkehrsteilnehmers erfolgt auf an sich bekannte Weise, insbesondere mittels Sensoren des Ego-Fahrzeugs wie einer Kamera, LIDAR-Sensoren oder Radarsensoren. Dabei werden zunächst Umfelddaten im Umfeld des Ego-Fahrzeugs erfasst und anhand der Umfelddaten werden Objekte erkannt. Es wird bestimmt, dass es sich bei einem der Objekte um einen weiteren Verkehrsteilnehmer handelt. Bei der Identifikation kann dem weiteren Verkehrsteilnehmer eine Identifikationsnummer oder ein ähnliches Merkmal zugeordnet werden, um ihn beispielsweise über mehrere Zeitschritte hinweg oder anhand von Datensätzen unterschiedlicher Sensoren wiedererkennen zu können.

Es können Merkmale des weiteren Verkehrsteilnehmers erfasst werden und das Verkehrsteilnehmerobjekt kann in Abhängigkeit von den erfassten Merkmalen ausgebildet sein. Insbesondere weist das grafische Verkehrsteilnehmerobjekt solche Merkmale auf, die es dem Fahrer erlauben, den repräsentierten weiteren Verkehrsteilnehmer auch in der physischen Verkehrssituation zu erkennen. Insbesondere wird dabei einer möglichst realistische Darstellung des weiteren Verkehrsteilnehmers erzeugt. Allerdings kann das Verkehrsteilnehmerobjekt so gebildet werden, dass es gegenüber dem realen Erscheinungsbild des weiteren Verkehrsteilnehmers schematisch vereinfacht ist. Dies kann eine Überfrachtung der Fahrerinformationsanzeige mit einer unnötigen Detailtiefe vermeiden, während zugleich gewährleistet ist, dass der Fahrer die Anzeige mit der realen Fahrsituation in Übereinstimmung bringen kann.

Für den weiteren Verkehrsteilnehmer wird insbesondere eine Position relativ zu dem Ego-Fahrzeug bestimmt und die Anordnung des Verkehrsteilnehmerobjekts in der Fahrerinformationsanzeige wird in Abhängigkeit von dieser Position bestimmt. Insbesondere ist aus der Fahrerinformationsanzeige der Abstand zwischen dem weiteren Verkehrsteilnehmer und dem Ego-Fahrzeug entnehmbar.

Dem identifizierten weiteren Verkehrsteilnehmer kann eine Verkehrsteilnehmer-Klasse zugeordnet werden, beispielsweise in Abhängigkeit von einem Fahrzeugtyp. Auf diese Weise kann zwischen PKW, Lkw und Bussen unterschieden werden. Ferner kann eine genauere Klassifikation durchgeführt werden, etwa um verschiedene Fahrzeugmodelle zu unterscheiden.

Dem weiteren Verkehrsteilnehmer wird ein Verkehrsteilnehmerobjekt innerhalb der Fahrerinformationsanzeige zugeordnet und dieses wird insbesondere in Abhängigkeit von der Verkehrsteilnehmer-Klasse erzeugt. Der Fahrer kann diesem Fall bereits aus der Fahrerinformationsanzeige entnehmen, um was für eine Art von Fahrzeug es sich bei den weiteren Verkehrsteilnehmer handelt. Das Verkehrsteilnehmerobjekt ist so angeordnet, dass seine Position relativ zu dem Fahrspurobjekt und/oder einem Ego-Objekt, welches das Ego-Fahrzeug repräsentiert, anhand der Anzeige erfasst werden kann.

Beispielsweise ist der weitere Verkehrsteilnehmer ein vorausfahrendes Fahrzeug. Dieses ist für den Fahrer des Ego-Fahrzeugs besonders relevant, da er einen Sicherheitsabstand gewährleisten muss. Hierzu kann ein Fahrerassistenzsystem vorgesehen sein, welches die Längssteuerung des Ego-Fahrzeugs unterstützt, um eine vorgegebene Soll-Geschwindigkeit und einen vorgegebenen Mindestabstand zu erreichen.

Das Verkehrsteilnehmerobjekt wird insbesondere so erzeugt, dass seine Ausrichtung innerhalb einer perspektivischen, dreidimensional anmutenden Darstellung in Abhängigkeit von der tatsächlichen Ausrichtung des weiteren Verkehrsteilnehmers gegenüber dem Ego-Fahrzeug gebildet wird. Beispielsweise führt ein gekrümmter Verlauf der Fahrbahn dazu, dass in Fahrtrichtung vor dem Ego-Fahrzeug befindliche weitere Verkehrsteilnehmer gedreht erscheinen, während beispielsweise von einem vorausfahrenden Fahrzeug auf einer geraden Strecke lediglich das Heck sichtbar ist. Auch hierdurch wird erreicht, dass der Fahrer die Krümmung des Fahrbahnverlaufs, insbesondere bei einer Kurve, besonders deutlich erfassen kann.

Bei einer weiteren Ausbildung wird ein eingeleiteter Spurwechselvorgang des Ego-Fahrzeugs erfasst. Beispielsweise wird ein Betätigen eines Blinkers erfasst. Wenn der Spurwechsel sicher durchführbar ist, wird ein weiteres grafisches Signal-Objekt angezeigt. Beispielsweise kann das Signal-Objekt einen Pfeil umfassen, der von dem Bereich des Fahrspurobjekts für die aktuell befahrene Spur zu einem Nachbarspur-Objekt weist. Das Signal-Objekt kann ferner eine empfohlene Trajektorie für das Ego-Fahrzeug umfassen, beispielsweise eine Linie, die in der

Fahrerinformationsanzeige so in Relation zu dem Fahrspur-Objekt und dem Nachbar-Fahrspurobjekt angezeigt wird, dass eine tatsächlich vom Ego-Fahrzeug befahrbare Trajektorie repräsentiert wird. Insbesondere wird das Ego-Fahrzeug in der Fahrerinformationsanzeige durch ein Ego-Objekt repräsentiert, dessen Anordnung relativ zu dem Fahrspur-Objekt und dem Nachbar-Fahrspurobjekt sowie gegebenenfalls zu dem Signal-Objekt es erleichtert, die in der Fahrerinformationsanzeige angezeigte Trajektorie auf der physischen Fahrbahnoberfläche zu lokalisieren.

Bei einer weiteren Ausbildung wird das Nachbar-Fahrspurobjekt so gebildet, dass es einer perspektivischen Darstellung eines vor dem Ego-Fahrzeug liegenden Fahrbahnverlaufs entspricht und einen Krümmungsradius so umfasst, dass der tatsächliche Krümmungsradius einer Kurve des Fahrbahnverlaufs ausgegeben wird. Insbesondere umfasst die Fahrerinformationsanzeige dabei ferner ein Fahrspurobjekt, das die aktuelle Fahrspur des Ego-Fahrzeugs repräsentiert und das ebenfalls mit dem tatsächlichen Krümmungsradius der Kurve dargestellt wird. Der Nutzer kann somit vorteilhafterweise leicht und gegebenenfalls auch bei eingeschränkter Sicht erfassen, wie die Fahrbahn vor ihm verläuft.

Der tatsächlich befahrene Verlauf einer gekrümmten Fahrbahn wird also auch in der Fahrerinformationsanzeige wiedergegeben. Der Fahrer erkennt somit insbesondere Gefahrenstellen, die typischerweise besonders in Kurvenbereichen liegen.

Bei einer Weiterbildung wird ein Krümmungsradius einer vor dem Ego-Fahrzeug liegenden Kurve bestimmt und Bewegungsdaten des Ego-Fahrzeugs werden erfasst. Anhand der erfassten Bewegungsdaten und des detektierten Krümmungsradius' wird eine Kritikalität bestimmt und es wird ein grafisches Fahrspurobjekt mit einem Hervorhebungsmerkmal gebildet, das in Abhängigkeit von der bestimmten Kritikalität gebildet wird. Der Fahrer kann so vorteilhafterweise schnell und leicht erfassen, ob und in welcher Weise er in die Steuerung des Ego-Fahrzeugs eingreifen muss, um eine sichere Fahrt zu gewährleisten.

Bei einer Ausbildung umfassen die Bewegungsdaten des Ego-Fahrzeugs seine aktuelle Geschwindigkeit oder eine prognostizierte Geschwindigkeit beim Einfahren in die Kurve. Die Ausgabe kann dadurch vorteilhafterweise besonders genau an den tatsächlichen Bedarf angepasst werden.

Die aktuelle Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs kann auf an sich bekannte Weise mittels Sensoren des Ego-Fahrzeugs erfasst werden. Ferner kann bestimmt werden, etwa mittels eines

Fahrerassistenzsystems, welche Geschwindigkeit das Ego-Fahrzeug beim Erreichen einer bestimmten Position und insbesondere bei Einfahren in die Kurve haben wird. Wird zum Beispiel das Ego-Fahrzeug zum aktuellen Zeitpunkt bereits abgebremst, so wird bestimmt, mit welcher Geschwindigkeit das Ego-Fahrzeug voraussichtlich den Beginn der Kurve erreichen wird. Eine Bremsung kann dabei beispielsweise durch aktiven Einsatz einer Bremsvorrichtung erfolgen oder das Ego-Fahrzeug kann bereits dadurch verzögern, dass der Fahrer den Gashebel loslässt oder das Ego-Fahrzeug ausrollen lässt.

Es können ferner andere Bewegungsdaten erfasst werden, beispielsweise eine Beschleunigung in einer Richtung längs und/oder quer zur Fahrtrichtung.

Bei einer Ausbildung werden weitere Fahrzeugparameter erfasst und die Kritikalität wird ferner anhand der weiteren Fahrzeugparameter bestimmt. Indem auch Daten über die Bewegungsdaten des Ego-Fahrzeugs hinaus berücksichtigt werden, kann die Kritikalität vorteilhafterweise besonders genau bewertet werden.

Neben den Bewegungsdaten des Ego-Fahrzeugs, das heißt insbesondere der Geschwindigkeit, können auch weitere Daten erfasst werden, die das sichere Durchfahren der Kurve und insbesondere den Kraftschluss zwischen den Reifen des Ego-Fahrzeugs und der Fahrbahnoberfläche beeinflussen. Hierzu gehören beispielsweise Daten über den Typ, die Beschaffenheit, den Zustand und das Alter der Reifen des Fahrzeugs oder Fahrwerkseinstellungen.

Die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bestimmte Kritikalität gibt insbesondere quantitativ an, mit welcher Dringlichkeit ein manueller Eingriff des Fahrers erforderlich ist, um eine sichere Fahrt zu gewährleisten. Beispielsweise kann es erforderlich sein, die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs manuell anzupassen und/oder ein bestimmtes Lenkmoment manuell aufzubringen. Dabei wird insbesondere ein physikalisches Modell verwendet, um zu bestimmen, ob bei einer Geschwindigkeit und dem bestimmten Krümmungsradius der Kurve Fliehkräfte auftreten, die zu einem Verlassen der Fahrspur beziehungsweise der geplanten Trajektorie führen würden. Dabei werden insbesondere zusätzliche Parameter beachtet, die sich beispielsweise auf die Kraftübertragung zwischen der Fahrbahn und dem Fahrzeug auswirken.

Zudem kann berücksichtigt werden, dass Normen und Vorschriften für Fahrerassistenzsysteme im Bereich der Quersteuerung Grenzwerte für das maximal automatisch aufzubringende Lenkmoment vorsehen. Das heißt, wenn der Radius einer Kurve und die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs dies erfordern, dann muss der Fahrer manuell ein zusätzliches Lenkmoment

aufbringen, um insgesamt ein Lenkmoment über dem Schwellenwert zu erreichen. Die Kritikalität hängt daher insbesondere von dem Lenkmoment ab, das aufgebracht werden muss, um die Kurve mit der aktuellen Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs sicher zu durchfahren. Dieses kann anhand eines physikalischen Modells in Abhängigkeit von dem Krümmungsradius der Kurve und der Geschwindigkeit sowie gegebenenfalls weiteren Parameter berechnet werden.

Die Kritikalität kann ferner von der Art der einzuleitenden Maßnahmen abhängen. Beispielsweise kann ein erster Wert der Kritikalität bestimmt werden, wenn eine Verzögerung des Fahrzeugs eingeleitet werden muss, um die Kurve mit einem unveränderten Grad an Unterstützung durch ein Fahrerassistenzsystem befahren zu können. Ein zweiter Wert der Kritikalität kann bestimmt werden, wenn ein Lenkeingriff erforderlich ist. Ferner kann ein dritter Wert der Kritikalität bestimmt werden, wenn sowohl eine Verzögerung als auch ein Lenkeingriff manuell erfolgen müssen, um die Kurve sicher zu durchfahren.

Das Hervorhebungsmerkmal des grafischen Fahrspurobjekts ist auf an sich bekannte Weise ausgebildet und kann eine hervorhebende Darstellung beispielsweise mittels Farbe, Helligkeit, Kontrast, Transparenz, Sättigung oder Form umfassen, wodurch die Aufmerksamkeit eines Nutzers auf ein bestimmtes Objekt gelenkt wird. Farben zur Hervorhebung, die typischerweise auch zum Ausgeben von Warnungen verwendet werden, können etwa Rot, Gelb und Grün sein. Im Unterschied dazu können bestimmte farbliche Darstellungen eine geringere Hervorhebung bewirken, etwa bei einer grauen, dunklen oder weniger stark gesättigten Farbgebung. Ferner kann eine Hervorhebung mittels einer zeitlich veränderlichen Darstellung des Fahrspurobjekts erfolgen, insbesondere durch eine periodische Veränderung der Darstellung, etwa durch Blinken oder Pulsieren, oder durch plötzliches Auftauchen oder Verschwinden. Eine zeitliche Veränderung der Darstellung kann sich auch auf eine Formgebung oder eine einmalige oder periodisch dargestellte Größenänderung des dargestellten grafischen Objekts beziehen. Das Hervorhebungsmerkmal kann auch als weiteres grafisches Objekt ausgebildet sein, etwa ein Rahmen oder eine Umrandung des Fahrspurobjekts.

Die Ausprägung des Hervorhebungsmerkmals hängt von der bestimmten Kritikalität ab. Beispielsweise kann bei einer niedrigeren Kritikalität das Hervorhebungsmerkmal so ausgebildet sein, dass es eine schwache Hervorhebung bewirkt, etwa eine Darstellung des Fahrspurobjekts ohne eine Umrandung, oder eine farbige Gestaltung, die umgebenden grafischen Objekten etwa in Helligkeit, Farbe und Kontrast ähnlich ausgebildet ist. Bei einer höheren Kritikalität kann eine Umrandung oder ein zusätzlich hervorhebendes Objekt angezeigt

werden oder die Darstellung des Fahrspurobjekts kann zur Hervorhebung abweichend von umgebenden grafischen Objekten erfolgen, etwa durch eine kontrastreiche Darstellung in Helligkeit und/oder Farbe oder durch die Verwendung einer Signalfarbe wie Gelb oder Rot.

Bei einer weiteren Ausbildung werden ferner Fahrbahnoberflächeneigenschaften erfasst und die Kritikalität wird ferner anhand der erfassten Fahrbahnoberflächeneigenschaften bestimmt. Dadurch kann die Kritikalität nicht nur anhand geometrischer Merkmale der Fahrbahn, sondern auch anhand weiterer relevanter Merkmale der Fahrbahnoberfläche zuverlässiger bestimmt werden.

Die Fahrbahnoberflächeneigenschaften betreffen insbesondere für die Kraftübertragung zwischen dem Fahrzeug und der Fahrbahnoberfläche relevante Parameter. Beispielsweise können Nässe, Schnee, Eis, Öl oder andere Verschmutzungen auf der Fahrbahn dazu führen, dass der Kraftschluss zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche verschlechtert wird und eine Kurve mit geringerer Geschwindigkeit durchfahren werden muss. Ferner kann die Art des Fahrbahnbelags eine in diesem Zusammenhang relevante Information darstellen.

Die Fahrbahnoberflächeneigenschaften werden auf an sich bekannte Weise erfasst. Beispielsweise können Sensoren des Ego-Fahrzeugs verwendet werden, etwa eine Kamera, ein Regensensor oder eine Sensorik zur Messung des Kraftschlusses zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche oder des an dieser Oberfläche auftretenden Radschlupfs. Alternativ oder zusätzlich können Nutzereingaben oder Daten einer externen Einrichtung erfasst werden, etwa Wetterdaten für die Position des Ego-Fahrzeugs beziehungsweise die Position der Kurve. Hierzu können insbesondere Daten über eine *Car2Infrastructure*-, *Car2X*- oder *Car2Car*-Kommunikation empfangen werden, wobei eine Verkehrsinfrastruktur, eine externe Einheit und/oder ein anderes Fahrzeug Daten über die Fahrbahnoberflächeneigenschaften erfasst und dem Ego-Fahrzeug bereitstellt.

Bei einer weiteren Ausbildung des Verfahrens weist das grafische Fahrspurobjekt ferner einen Darstellungsparameter auf, der in Abhängigkeit von den Fahrbahnoberflächeneigenschaften oder Wetterdaten gebildet wird. Dadurch kann der Fahrer vorteilhafterweise einfach erfassbar auf Umstände hingewiesen werden, die das Durchfahren der Kurve beeinträchtigen können und das Ergreifen bestimmter Maßnahmen erforderlich machen.

Die Wetterdaten können auf verschiedene Weise erfasst werden, etwa mittels Sensoren des Ego-Fahrzeugs wie ein Regensensor oder eine Kamera, oder durch Empfangen von Daten von

einer externen Einheit, etwa einem externen Server. Insbesondere kann die aktuelle Position des Ego-Fahrzeugs oder die Position der Kurve erfasst und zum Bereitstellen der Wetterdaten genutzt werden.

Der Darstellungsparameter kann eine Textur oder eine Hintergrundabbildung im Bereich des Fahrspurobjekts betreffen. Alternativ oder zusätzlich kann ein Randbereich des Fahrspurobjekts, etwa eine dargestellte Fahrbahnmarkierung, auf bestimmte Weise dargestellt werden, etwa in einer bestimmten Farbe. Beispielsweise kann erfasst werden, dass die Fahrbahn nass ist oder dass Regen aktuell fällt oder in der näheren Vergangenheit gefallen ist. Es kann dann eine Darstellungsform des grafischen Fahrspurobjekts erzeugt werden, die eine nasse Fahrbahn darstellt. Analog dazu kann eine grafische Darstellung einer verschneiten oder vereisten Fahrbahn erzeugt werden. Die Darstellung kann auch eine bestimmte Einfärbung oder Musterung aufweisen, etwa eine Schraffur. Zudem können bestimmte optische Merkmale anhand virtueller Objekte in der Anzeige dargestellt werden, etwa eine Spiegelung eines Objekts auf der Oberfläche des angezeigten Fahrspurobjekts.

Das erfindungsgemäße Fahrerinformationssystem in einem Ego-Fahrzeug umfasst eine Erfassungseinheit, die dazu eingerichtet ist, Umfelddaten in einem Umfeld des Ego-Fahrzeugs zu erfassen, und eine Auswertungseinheit, die dazu eingerichtet ist, anhand der Umfelddaten zu bestimmen, ob ein Spurwechsel des Ego-Fahrzeugs von einer aktuellen Fahrspur zu einer benachbarten weiteren Fahrspur sicher durchführbar ist. Es umfasst ferner eine Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, eine Fahrerinformationsanzeige zu erzeugen und auszugeben, wobei die Fahrerinformationsanzeige ein grafisches Nachbar-Fahrspurobjekt umfasst, das die benachbarte weitere Fahrspur repräsentiert. Dabei ist die Steuereinheit ferner dazu eingerichtet, ein grafisches Darstellungsmerkmal des Nachbar-Fahrspurobjekts in Abhängigkeit davon auszubilden wird, ob der Spurwechsel sicher durchführbar ist.

Das erfindungsgemäße Fahrerinformationssystem ist insbesondere ausgebildet, das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren zu implementieren. Das Fahrerinformationssystem weist somit dieselben Vorteile auf wie das erfindungsgemäße Verfahren.

Bei einer Ausbildung des erfindungsgemäßen Fahrerinformationssystems umfasst die Anzeigeeinheit eine Blickfeldanzeige zum Ausgeben der Fahrerinformationsanzeige. Die Anzeige kann so vorteilhafterweise besonders leicht vom Fahrer erfasst werden. Sie kann ferner besonders gut in Bezug zur physischen Umgebung des Ego-Fahrzeugs gesetzt werden.

Insbesondere kann ein *Head-up-Display* oder eine an sich bekannte Anzeigeeinrichtung aus dem Bereich der sogenannten „erweiterten Realität“ (englisch: *augmented reality*) verwendet werden. Beispielsweise sind Brillen bekannt, die eine grafische Darstellung so ins Auge eines Nutzers projizieren, dass die grafische Darstellung der natürlichen Wahrnehmung des Auges überlagert erscheint. Auf diese Weise können Zusatzinformationen besonders leicht erfassbar ausgegeben werden.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug zu den Zeichnungen erläutert.

Figur 1 zeigt ein Fahrzeug mit einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrerinformationssystems,

Figur 2 zeigt eine Verkehrssituation mit Fahrzeugen auf einer Fahrbahn,

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer anhand des Verfahrens erzeugten Fahrerinformationsanzeige bei einer Kurvenfahrt,

Figuren 4A bis 4C zeigen weitere Ausführungsbeispiele von anhand des Verfahrens erzeugten Fahrerinformationsanzeigen unter Berücksichtigung von Wetterdaten,

Figuren 5A bis 5D zeigen weitere Ausführungsbeispiele von anhand des Verfahrens erzeugten Fahrerinformationsanzeigen unter Berücksichtigung verschiedener Arten von Fahrbahnmarkierungen,

Figuren 6A bis 6C zeigen weitere Ausführungsbeispiele von anhand des Verfahrens erzeugten Fahrerinformationsanzeigen für einen geplanten Spurwechsel und

Figuren 7A bis 7C zeigen weitere Ausführungsbeispiele von anhand des Verfahrens erzeugten Fahrerinformationsanzeigen unter Berücksichtigung gegebenenfalls drohenden Gegenverkehrs.

Mit Bezug zu Figur 1 wird ein Fahrzeug mit einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrerinformationssystems erläutert.

Ein Ego-Fahrzeug 1 umfasst eine Erfassungseinheit 2, die mit einer Steuereinheit 3 gekoppelt ist. Es umfasst ferner eine Anzeigeeinheit 4 und ein Fahrerassistenzsystem 6, die ebenfalls mit der Steuereinheit 3 gekoppelt sind. Die Steuereinheit 3 umfasst bei dem Ausführungsbeispiel eine Auswertungseinheit 5 und ist datentechnisch drahtlos mit einer externen Einheit 10, bei dem Ausführungsbeispiel ein externer Server 10, gekoppelt. Das Ego-Fahrzeug 1 umfasst

ferner eine Beleuchtungseinrichtung 7 sowie eine Anhängenvorrichtung 8, die ebenfalls mit der Steuereinheit 3 gekoppelt sind.

Die Erfassungseinheit 2 ist bei dem Ausführungsbeispiel auf an sich bekannte Weise ausgebildet und umfasst eine Kamera, die Bilddaten in einem Erfassungsbereich erfasst, der sich von dem Ego-Fahrzeug 1 aus mit einem bestimmten Winkel in Fahrtrichtung nach vorne erstreckt. Sie umfasst ferner vordere, seitliche und hintere Radarsensoren, die Daten in weiteren Erfassungsbereichen um das Ego-Fahrzeug 1 herum erfassen.

Die Anzeigeeinheit 4 ist ebenfalls auf an sich bekannte Weise ausgebildet und bei dem Ausführungsbeispiel als Display in ein Kombiinstrument des Ego-Fahrzeugs 1 integriert. Bei weiteren Ausführungsbeispielen umfasst die Anzeigeeinheit 4 ein *Head-up-Display*, das so eingerichtet ist, dass eine Anzeige so in das Blickfeld eines Fahrers des Ego-Fahrzeugs 1 projiziert wird, dass die Anzeige der natürlichen Wahrnehmung des Fahrers überlagert wird. Bei weiteren Ausführungsbeispielen sind ferner weitere Einrichtungen zur Ausgabe von Anzeigen vorgesehen, wie sie beispielsweise aus dem Bereich der erweiterten Realität bekannt sind. Alternativ oder zusätzlich kann die Anzeigeeinheit 4 ein Mitteldisplay im Bereich einer Mittelkonsole des Ego-Fahrzeugs 1 oder ein anderes Display im Ego-Fahrzeug 1 umfassen. Zudem kann die Anzeigeeinheit 4 mehrere Displays umfassen.

Das Fahrerassistenzsystem 6 umfasst mehrere Fahrerassistenzmodule, durch die der Fahrer des Ego-Fahrzeugs 1 auf unterschiedliche Weise beim Steuern des Ego-Fahrzeugs 1 unterstützt wird. Diese sind bei dem Ausführungsbeispiel nicht näher spezifiziert. Vorgesehen sind etwa Systeme zur Unterstützung der Längssteuerung, insbesondere ein Assistent zum Halten eines vorgegebenen Abstands zu einem vorausfahrenden Fahrzeug sowie zum Halten einer vorgegebenen Geschwindigkeit, sowie zur Unterstützung der Quersteuerung, insbesondere ein Assistent zum Halten einer befahrenen Fahrspur, etwa anhand von Fahrbahnmarkierungen oder durch eine Folgefahrt hinter einem vorausfahrenden Fahrzeug. Durch das Fahrerassistenzsystem 6 können Ausgaben erzeugt und beispielsweise mittels der Anzeigeeinheit 4 ausgegeben werden, insbesondere um dem Fahrer Warnhinweise oder empfohlene Fahrmanöver anzuzeigen. Ferner können verschiedene Fahrerassistenzmodule aktiv in Steuerungsvorrichtungen des Ego-Fahrzeugs 1 eingreifen.

Die Beleuchtungseinrichtung 7 umfasst verschiedene Einrichtungen, die einer von außerhalb des Ego-Fahrzeugs 1 erfassbaren Beleuchtung dienen. Bei dem Ausführungsbeispielen sind Scheinwerfer zum Erzeugen eines Tagfahrlichts, eines Abblendlichts, eines Fernlichts und

eines Standlichts umfasst. Ferner sind Fahrtrichtungsanzeiger sowie Seitenmarkierungsleuchten und weitere Signalleuchten umfasst. Es sind ferner Schlussleuchten, Bremsleuchten, Rückstrahler, Nebelschlussleuchten und Rückfahrscheinwerfer umfasst, die insbesondere am Heck des Ego-Fahrzeugs 1 so angeordnet sind, dass sie für den von hinten ankommenden Verkehr sichtbar sind.

Die Anhängervorrichtung 8 ist auf an sich bekannte Weise ausgebildet und umfasst Elemente, die zur Koppelung mit einer angehängten Vorrichtung geeignet sind. Dies kann insbesondere ein Anhänger sein. Hierzu sind auch elektrische Anschlüsse vorgesehen, durch die beispielsweise eine Beleuchtungsanlage eines Anhängers angesteuert werden kann. Die Anhängervorrichtung umfasst bei dem Ausführungsbeispiel ferner Sensoren, die eine aufliegende Masse sowie gegebenenfalls eine Zugkraft eines Anhängers detektieren, beispielsweise um das Vorhandensein eines Anhängers sowie gegebenenfalls seinen Typ zu bestimmen.

Mit Bezug zu Figur 2 wird ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens erläutert. Dabei wird von dem oben mit Bezug zu Figur 1 erläuterten Ego-Fahrzeug mit einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fahrerinformationssystems ausgegangen, welches durch die Beschreibung des Verfahrens weiter spezifiziert wird.

Ein Ego-Fahrzeug 21, das bei dem Ausführungsbeispiel dem in Figur 1 gezeigten Ego-Fahrzeug 1 entspricht, fährt in einer durch einen Pfeil 22 dargestellten Fahrtrichtung auf einer Fahrbahn 20, die zwei Fahrspuren 20a, 20b aufweist. Im Bereich der Fahrbahn 20 ist ein Verkehrsschild 25 angeordnet. Auf der gleichen Fahrspur 20b wie das Ego-Fahrzeug 21 befindet sich ein vorausfahrendes Fahrzeug 23, während sich auf der benachbarten Fahrspur 20a ein entgegenkommendes Fahrzeug 24 befindet. Die Fahrbahn 20 weist einen Fahrbahnverlauf mit Kurven auf, wobei sich bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel das Ego-Fahrzeug 1 auf eine Rechtskurve zubewegt, an die sich eine Linkskurve anschließt.

Das Ego-Fahrzeug 21 erfasst mittels der Erfassungseinheit 2 den in Fahrtrichtung vor ihm liegenden Fahrbahnverlauf. Bei dem Ausführungsbeispiel werden hierzu mittels der von der Erfassungseinheit 2 umfassten Kamera Bilddaten erfasst und in einem weiteren Schritt ausgewertet, um den Fahrbahnverlauf zu bestimmen. Hierzu wird insbesondere die geometrische Konfiguration der Fahrbahn 20 beziehungsweise der aktuell vom Ego-Fahrzeug 1 befahrenen Fahrspur 20b bestimmt. Bei weiteren Ausführungsbeispielen sind alternativ oder zusätzlich andere Sensoren des Ego-Fahrzeugs 1 zur Erfassung vorgesehen.

Anhand der von der Erfassungseinheit 2 erfassten Daten werden auch die Fahrbahnmarkierungen, welche die beiden Fahrspuren 20a, 20b voneinander trennen, erfasst. Zudem werden weitere, in Figur 2 nicht dargestellte Fahrbahnmarkierungen an den Rändern der Fahrbahn 20 erfasst. Für die Fahrbahnmarkierungen werden Abgrenzungsmarkierungs-Klassen bestimmt, im vorliegenden Fall „gestrichelte Linie“ und „durchgezogene Linie“ für verschiedene Bereiche der Mittellinie zwischen den Fahrspuren 20a, 20b und „durchgezogene Linie“ für die Randmarkierungen der Fahrbahn 20. Bei weiteren Ausführungsbeispielen kann auch eine Fahrbahnmarkierung der Abgrenzungsmarkierungs-Klasse „doppelte durchgezogene Linie“, „parallele gestrichelte und durchgezogene Linie“ oder eine ähnliche Konfiguration bestimmt werden. Auch ein Bordstein oder in Übergang von der Fahrbahn 20 zu einem daneben angeordneten Bankett kann als Abgrenzungsmarkierung erfasst und entsprechend klassifiziert werden.

Zusätzlich wird bei dem Ausführungsbeispiel die aktuelle Position des Ego-Fahrzeug 1 erfasst und anhand dieser Position werden Kartendaten bereitgestellt, die Informationen über den Fahrbahnverlauf umfassen. Es wird eine Fusion der Kartendaten sowie der erfassten Sensordaten durchgeführt und hieraus wird der tatsächlich in Fahrtrichtung vor dem Ego-Fahrzeug 1 liegenden Fahrbahnverlauf bestimmt.

Das Ego-Fahrzeug 21 erfasst mittels der Erfassungseinheit 2 zudem Wetterdaten. Bei dem Ausführungsbeispiel wird hierzu ein Regensensor verwendet sowie die Kamera. Bei weiteren Ausführungsbeispielen werden alternativ oder zusätzlich anhand der bestimmten Position des Ego-Fahrzeugs 21 relevante Wetterdaten von einer externen Einheit 10 abgerufen. Ferner können von einer Infrastruktur oder beispielsweise über Radiosender bereitgestellte Daten über das Wetter an der Position des Ego-Fahrzeugs 21 erfasst werden.

Die erfassten Wetterdaten umfassen Informationen über Regen und Schnee sowohl zum aktuellen Zeitpunkt als auch in der jüngeren Vergangenheit. Hieraus wird darauf geschlossen, ob der vor dem Ego-Fahrzeug 21 liegende Fahrbahnabschnitt nass ist oder Schneeglätte aufweist. Ferner betreffen die Wetterdaten die Gefahr einer Eisglätte. Insbesondere wird hierzu die aktuelle Temperatur der Luft oder der Fahrbahnoberfläche berücksichtigt; wenn die Temperatur unter dem Gefrierpunkt oder einem anderen Schwellenwert liegt, wird von einer vereisten Fahrbahn ausgegangen. Andere Arten von Niederschlag, etwa Hagel oder Graupel, werden ebenfalls berücksichtigt.

Ferner erfasst die Erfassungseinheit Bewegungsdaten des Ego-Fahrzeug 21, insbesondere seine aktuelle Geschwindigkeit und Beschleunigung. Bei weiteren Ausführungsbeispielen werden auch eine Geschwindigkeit und Beschleunigung des Ego-Fahrzeugs zu einem späteren Zeitpunkt prognostiziert, insbesondere für einen prognostizierten Zeitpunkt des Eintritts des Ego-Fahrzeugs 21 in eine Kurve. Bei weiteren Ausführungsbeispielen werden ferner weitere Daten über das Ego-Fahrzeug 21 erfasst, insbesondere über die Beschaffenheit seiner Reifen und Einstellungen seines Fahrwerks, die sich auf das Verhalten des Ego-Fahrzeugs bei einer Kurvenfahrt auswirken.

Die Auswertungseinheit 5 bestimmt auf der Grundlage des erfassten Fahrbahnverlaufs den Krümmungsradius der vor dem Ego-Fahrzeug 21 liegenden Kurve. Bei weiteren Ausführungsbeispielen können auch die Krümmungsradien weiterer Kurven bestimmt werden, insbesondere um eine weiter vorausschauende Fahrweise zu ermöglichen. Anschließend werden die Informationen über die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs 21 und den Krümmungsradius der vor dem Ego-Fahrzeug 21 liegenden Kurve verwendet, um einen Wert einer Kritikalität zu bestimmen.

Zum Bestimmen der Kritikalität wird das zum Durchfahren der Kurve bei der aktuellen oder prognostizierten Geschwindigkeit notwendige Lenkmoment für das Ego-Fahrzeug 21 bestimmt, insbesondere durch das Fahrerassistenzsystem 6. Das bestimmte Lenkmoment wird mit einem Schwellenwert verglichen, der bei dem Fahrerassistenzsystem 6 für ein maximales Lenkmoment zur automatischen Unterstützung beim Halten der Fahrspur 20b definiert ist. Wird dieser Schwellenwert überschritten, so kann das Fahrerassistenzsystem 6 nicht mit einem genügend großen Lenkmoment automatisch unterstützend eingreifen, um dem Ego-Fahrzeug 21 ein sicheres Durchfahren der Kurve zu ermöglichen. Das heißt, der Fahrer des Ego-Fahrzeugs 21 muss durch Aufbringen eines zusätzlichen Lenkmoment in die Steuerung des Ego-Fahrzeugs 21 eingreifen und/oder durch Verzögern des Ego-Fahrzeug 21 die Geschwindigkeit verringern.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen wird alternativ oder zusätzlich bestimmt, ob das Ego-Fahrzeug 1 bei der erfassten oder prognostizierten Geschwindigkeit die Kurve physikalisch sicher durchfahren kann. Wenn bestimmt wird, dass dies nicht möglich oder mit Risiken verbunden ist, wird dies als höhere Kritikalität definiert. Dabei wird insbesondere die physikalische mögliche Kraftübertragung zwischen den Reifen des Ego-Fahrzeugs 1 und der Fahrbahnoberfläche berücksichtigt. Bei einer höheren Kritikalität ist beispielsweise ein Abbremsen des Ego-Fahrzeugs 1 oder eine Wahl eines größeren Kurvenradius erforderlich.

Bei dem Ausführungsbeispiel können verschiedene Fahrerassistenzmodule des Fahrerassistenzsystems 6 aktiviert werden, wobei auch verschiedene Grade der Automatisierung erreicht werden. Der Fahrer kann beispielsweise eine niedrige Automatisierungsstufe wählen, bei der die Längs- und Quersteuerung des Ego-Fahrzeugs 1 im Wesentlichen manuell erfolgt. Er kann Module hinzuschalten, die Warnungen oder Empfehlungen für die Steuerung ausgeben; dies entspricht einer niedrigen Automatisierungsstufe. Des Weiteren kann er Module aktivieren, die einzelne Aufgaben der Längs- und Quersteuerung übernehmen; dies entspricht einer höheren Automatisierungsstufe. Ferner kann der Fahrer Fahrerassistenzmodule aktivieren, welche sowohl die Längssteuerung als auch die Quersteuerung automatisch unterstützen; dies entspricht einer noch höheren Automatisierungsstufen. Der Schwellenwert für das Lenkmoment, welches ein Fahrerassistenzmodul zur Quersteuerung aufbringen kann, kann von dem konkreten Modul oder dem Fahrerassistenzsystem 6 abhängen.

Während der Fahrt erzeugt die Steuereinheit 3 eine Fahrerinformationsanzeige, die durch die Anzeigeeinheit 4 ausgegeben wird. Ein Ausführungsbeispiel einer solchen Anzeige ist beispielhaft in Figur 3 gezeigt.

Die Fahrerinformationsanzeige umfasst ein Ego-Objekt 31, das als perspektivische Ansicht des Ego-Fahrzeugs 21 von hinten aus einer leicht erhöhten virtuellen Position so ausgebildet ist, dass ein vor dem Ego-Fahrzeug 21 liegender Bereich ebenfalls darstellbar ist. Die Anzeige umfasst ferner ein Fahrspurobjekt 30, das so angeordnet ist, dass das Ego-Objekt 31 darauf angezeigt wird. Das Fahrspurobjekt 30 repräsentiert die aktuell tatsächlich vom Ego-Fahrzeug 21 befahrene Fahrspur 20b auf der Fahrbahn 20.

In weiteren Ausführungsbeispielen werden für weitere und insbesondere benachbarte Fahrspuren weitere grafische Objekte angezeigt, welche beispielsweise analog zu dem gezeigten Fahrspurobjekt 30 ausgebildet sind.

Bei dem Ausführungsbeispiel wird das Fahrspurobjekt 30 durch eine gestrichelte linke 30a und eine durchgezogene rechte Fahrbahnmarkierung 30b begrenzt. Die dargestellten Markierungstypen entsprechen den tatsächlich auf der Fahrspur 20a vorhandenen Markierungen gemäß den zuvor bestimmten Abgrenzungsmarkierungs-Klassen. Bei weiteren Ausführungsbeispielen können die Fahrbahnmarkierungen anhand anderer Kriterien gebildet

werden, etwa um zu symbolisieren, ob ein Fahrspurwechsel in Richtung einer Fahrbahnmarkierung erlaubt und möglich ist.

Das Fahrspurobjekt 30 repräsentiert den erfassten Verlauf der physischen Fahrspur 20b, auf der sich das Ego-Fahrzeug 21 aktuell befindet. Eine vor dem Ego-Fahrzeug 21 befindliche Kurve wird durch einen Kurvenbereich 32 des Fahrspurobjekts 30 repräsentiert. Dieser ist in seiner geometrischen Form so gebildet, dass er den tatsächlichen Krümmungsradius der Kurve in der perspektivischen Darstellung wiedergibt.

Das Fahrspurobjekt 30 wird mit dem Kurvenbereich 32 in Abhängigkeit von der für die Kurve bestimmten Kritikalität gebildet. Bei dem Ausführungsbeispiel sind die Fahrbahnmarkierungen 32a, 32b, welche die dargestellte Fahrspur im Kurvenbereich 32 seitlich begrenzen, so ausgebildet, dass der Fahrer auf einen notwendigen manuellen Eingriff hingewiesen wird. Dies erfolgt hier durch Darstellung in einer bestimmten Farbe, etwa rot, wenn der Wert der bestimmten Kritikalität einen Schwellenwert überschreitet. Bei dem Ausführungsbeispiel werden die Fahrbahnmarkierungen 32a, 32b im Kurvenbereich 32 dann nicht mehr so gebildet, dass sie die tatsächlichen Markierungen auf der Fahrspur 20b wiedergeben, sondern sie werden durchgezogen dargestellt, um den Fahrer auf ihre Bedeutung in der Kurve hinzuweisen.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen weist das Fahrspurobjekt 30 andere Hervorhebungsmerkmale als die Farbe der Fahrbahnmarkierungen 32a, 32b im Kurvenbereich 32 auf, etwa eine Farbe der Oberfläche der dargestellten Fahrspur 32, sodass die Hervorhebung großflächig erfolgt. Bei weiteren Ausführungsbeispielen können je nach dem Wert der Kritikalität andere Darstellungen erzeugt werden, etwa mit anderen Farben, die anhand des Kritikalitätswerts und einer Skala bestimmt werden. Ferner können dynamische Darstellungen erzeugt werden, etwa mit blinkenden Objekten.

Bei dem Ausführungsbeispiel umfasst die Fahrerinformationsanzeige ferner Darstellungen von Verkehrsschildern 33a, 33b, die eine Geschwindigkeitsbegrenzung und ein Überholverbot im Bereich der Kurve signalisieren. Diese Verkehrsschilder 33a, 33b können auch im Bereich des Fahrspurobjekts 30 so angezeigt werden, dass sie auf seiner Oberfläche erscheinen, oder sie können wie tatsächliche Verkehrsschilder 25 am Rand des Fahrspurobjekts 30 angezeigt werden. Die Verkehrsschilder 33a, 33b entsprechen bei dem Ausführungsbeispiel einem tatsächlich am Rand der Fahrbahn 20 angeordneten Verkehrsschild 25, bei weiteren Ausführungsbeispielen können jedoch auch Verkehrsschilder anhand von Fahrempfehlungen des Fahrerassistenzsystems 6 gebildet werden, etwa wenn eine bestimmte

Höchstgeschwindigkeit für das sichere Durchfahren einer Kurve bestimmt wurde oder wenn der Bereich der Kurve als nicht sicher zum Überholen bewertet wird.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen können in Abhängigkeit von der Kritikalität ferner akustisch und/oder haptisch erfassbare Warnmeldungen ausgegeben werden. Ferner können zusätzlich andere optische Warnmeldungen angezeigt werden, etwa mittels eines Warnsymbols.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Fahrerassistenzsystem 6 dazu eingerichtet, zu bestimmen, ob beim Eintritt in die Kurve eine Geschwindigkeit erreicht wird, die ein sicheres Durchfahren der Kurve erlaubt. Wenn der Fahrer trotz der Hervorhebung des Kurvenabschnitts 32 der Fahrerinformationsanzeige keine geeigneten Maßnahmen einleitet, können automatisch Sicherheitsmaßnahmen eingeleitet werden, um das Ego-Fahrzeug 1, 21 in einen sicheren Zustand zu bringen. So kann etwa eine Bremsung durchgeführt werden, die das Ego-Fahrzeug 1, 21 auf eine sichere Geschwindigkeit bringt.

Bei dem Ausführungsbeispiel ist ferner vorgesehen, dass die grafische Darstellung des Ego-Fahrzeugs 31 in der Fahrerinformationsanzeige an einer festen Position angeordnet ist. Die Darstellung entspricht daher einer Perspektive von einem relativ zum Ego-Fahrzeug 21 festen Punkt, insbesondere von einer Position des Fahrers oder einer oberhalb des Ego-Fahrzeugs 21 angeordneten Position. Die Darstellung wird so erzeugt, dass bei der Fahrt eine Bewegung so dargestellt wird, dass sich andere Objekte, welche die Umgebung des Ego-Fahrzeugs 21 präsentieren, relativ zu dem dargestellten Ego-Objekt 31 bewegen. Beispielsweise dargestellt, dass sich die Fahrbahnmarkierungen 30A, 30B relativ zum Ego-Objekt 31 bewegen und dass sich auch die Anordnung des Fahrspurobjektes 30 relativ zum Ego-Objekt 31 verändert. Beispielsweise verändert sich das Fahrspurobjekt 30 während des Durchfahrens der Kurve so, dass seine Krümmung veränderlich dargestellt wird und das Fahrspurobjekt 30 etwa am Ausgang des kurvigen Bereichs wieder vollständig gerade beziehungsweise mit einem veränderten, erfassten Krümmungsradius verläuft.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel werden andere Verkehrsteilnehmer erfasst und als Verkehrsteilnehmer-Objekte in der Fahrerinformationsanzeige ausgegeben. Die Verkehrsteilnehmer-Objekte werden relativ zum Ego-Objekt 31 so angezeigt, dass die physische Position und Geschwindigkeit der zugeordneten Verkehrsteilnehmer aus der Anzeige entnehmbar ist. Die Verkehrsteilnehmer-Objekte werden dabei auch entsprechend dem Fahrbahnverlauf gedreht dargestellt, sodass sie beispielsweise von schräg seitlich sichtbar sind,

wenn sie einen Bereich der Fahrbahn befahren, der gegenüber der Ausrichtung des Ego-Fahrzeugs 21 gekrümmt ist.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst die Anzeigeeinheit 4 ein *Head-up-Display* und zumindest das Fahrspurobjekt 30 der Fahrerinformationsanzeige wird auf diese Weise angezeigt. Es kann insbesondere so angezeigt werden, dass es den tatsächlich von der Position des Fahrers aus wahrgenommenen Fahrspur 20b überlagert erscheint. Der Kurvenbereich 32 wird dann so hervorgehoben, dass der Fahrer die Kritikalität im vor ihm liegenden Bereich bewerten und erkennen kann, dass eine manuelle Verringerung der Geschwindigkeit oder ein zusätzliches Aufbringen eines Lenkmoments zum sicheren Durchfahren der Kurve notwendig ist.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Fahrerinformationsanzeige, die bei dem Verfahren unter Berücksichtigung von Wetterdaten gebildet und ausgegeben wird, wird nachfolgend mit Bezug zu den Figuren 4A, 4B und 4C erläutert. Die Anzeige ähnelt der oben mit Bezug zu Figur 3 erläuterten Anzeige. Es werden daher lediglich zusätzliche Merkmale erläutert. Vergleichbare Objekte werden mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Fahrerinformationsanzeige ferner grafische Elemente 40a, 40b für benachbarte Fahrspuren. Diese sind seitlich neben dem Fahrspurobjekt 30, auf dem das Ego-Objekt 31 angeordnet ist, positioniert und setzen die Fahrbahn perspektivisch dargestellt zur Seite hin fort. Bei dem Ausführungsbeispiel werden lediglich Fahrbahnmarkierungen 30a, 30b an den Rändern des Fahrspurobjekts 30 für die fahrzeugeigene Fahrspur 20b angezeigt. Die dargestellten Markierungstypen entsprechen auch hier den tatsächlich auf der Fahrbahn 20 vorhandenen Markierungen gemäß den zuvor bestimmten Abgrenzungsmarkierungs-Klassen.

Bei dem in Figur 4A gezeigten Fall wurde detektiert, dass die Oberfläche der Fahrbahn trocken ist. Die Fahrobjekte 30, 40a, 40b werden ohne Strukturierung dargestellt, beispielsweise einheitlich schwarz oder grau.

Bei dem in Figur 4B gezeigten Fall wurde detektiert, dass die Oberfläche der Fahrbahn nass ist. Die grafischen Objekte zur Darstellung der eigenen Fahrspur 30 sowie der links 30a und rechts 30b benachbarten Fahrspuren werden mit einem Muster dargestellt, das in dem Beispiel Regentropfen darstellt. Bei anderen Ausführungsbeispielen können andere Strukturierungen dargestellt werden, ferner sind auch dynamische Darstellungen, etwa sich bewegende

Strukturen im Bereich der grafischen Objekte 30, 40a, 40b denkbar. Einem weiteren Ausführungsbeispiel werden zudem andere Objekte dargestellt, etwa weitere Verkehrsteilnehmer, deren Spiegelbilder auf der als Regen nass dargestellten Fahrbahn dargestellt werden. Ferner kann Gischt im Bereich von Verkehrsteilnehmer-Objekten dargestellt werden, die sich über die Fahrbahn bewegen.

Bei dem in Figur 4C gezeigten Fall wurde detektiert, dass die Fahrbahn zumindest teilweise mit Schnee bedeckt ist. Analog zu dem in Figur 4B gezeigten Fall werden auch hier die Objekte für die Fahrspuren 30, 30a, 30b strukturiert dargestellt, wobei ein Muster einer Schneeoberfläche gezeigt wird. Auch hier sind andere Strukturierungen sowie dynamische Darstellungen denkbar.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen werden die grafischen Objekte für die Fahrspuren 30, 40a, 40b so dargestellt, dass andere Merkmale ihrer Oberfläche repräsentiert werden. Dies können beispielsweise Verschmutzungen, Öl oder Markierungen auf der Fahrbahn sein.

Mit Bezug zu den Figuren 5A bis 5D werden weitere Anzeigen erläutert, die bei dem Verfahren unter Berücksichtigung verschiedener Arten von Fahrbahnmarkierungen erzeugt und ausgegeben werden können. Auch hier wird von dem oben mit Bezug zu Figur 1 erläuterten Fahrerinformationssystem ausgegangen und die Objekte werden, soweit möglich, mit den bereits oben verwendeten Bezugszeichen bezeichnet.

Bei dem in Figur 5A gezeigten Fall wurden keine Fahrbahnmarkierungen auf der Fahrbahn 20 erkannt. Es wird lediglich das Ego-Objekt 31, welches das Ego-Fahrzeug 21 repräsentiert, dargestellt sowie ein Fahrspurobjekt 30, das bei dem Ausführungsbeispiel gleichmäßig grau gezeigt ist. Bei weiteren Ausführungsbeispielen sind andere Darstellungen möglich, jedoch erfolgt die Anzeige so, dass keine einer Fahrbahnmarkierung vergleichbaren Objekte angezeigt werden. Der Fahrer kann dieser Anzeige entnehmen, dass die Fahrt des Ego-Fahrzeugs 21 ohne Orientierung an erkannten Fahrbahnmarkierungen erfolgt, sodass beispielsweise Fahrerassistenzsysteme zur Quersteuerung nur eingeschränkt oder nicht verwendet werden können.

Bei dem in Figur 5B gezeigten Fall wurde erkannt, dass die Fahrspur 20b, auf der sich das Ego-Fahrzeug 21 befindet, links und rechts von Fahrbahnmarkierungen begrenzt wird. Diese wurden den Abgrenzungsmarkierungs-Klassen „gestrichelte Fahrbahnmarkierung“ beziehungsweise „durchgezogene Fahrbahnmarkierung“ zugeordnet. Ferner wurden benachbarte Fahrspuren erkannt. Die Fahrerinformationsanzeige umfasst neben dem Ego-Objekt 31 und dem

Fahrspurobjekt 30, welches die aktuell benutzte Fahrspur 20b repräsentiert, auch grafische Objekte für die links 40a und rechts 40b benachbarten Fahrspuren sowie Fahrbahnmarkierungen 30a, 30b, die gemäß den erfassten Abgrenzungsmarkierungs-Klassen gebildet sind und die wesentlichen Charakteristika, das heißt die gestrichelte beziehungsweise durchgezogene Ausbildung, entsprechend den tatsächlichen Fahrbahnmarkierungen wiedergeben.

Bei dem in Figur 5C gezeigten Fall wurde erkannt, dass – anders als bei dem in Figur 5B gezeigten Fall, die eigene Fahrspur 20b des Ego-Fahrzeugs 21 nicht von einer rechten Fahrspurmarkierung begrenzt wird. Stattdessen wurde ein Übergang von der Fahrbahn zu einem Bankettbereich detektiert. In der Fahrerinformationsanzeige wird dies im Unterschied zur dem in Figur 5B gezeigten Fall dadurch ausgegeben, dass das grafische Objekt 40b für die rechte benachbarte Spur einen Bankettbereich darstellt, der an das Fahrspurobjekt 30 mit dem Ego-Objekt 31 angrenzt.

Der in Figur 5D gezeigte Fall unterscheidet sich von demjenigen der Figur 5B dadurch, dass die aktuelle Fahrspur 20b des Ego-Fahrzeugs 21 rechts von einem Bordstein begrenzt wird. Dies wird in der Fahrerinformationsanzeige dadurch angezeigt, dass rechts neben dem Fahrspurobjekt 30 ein grafisches Abgrenzungsobjekt 30b dargestellt wird, das einen Bordstein repräsentiert.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen können Fahrbahnmarkierungen auch Leitplanken, eine Vegetation oder Randbebauung oder andere Abgrenzungsmarkierungen und Strukturen gemäß den verschiedenen Abgrenzungsmarkierungs-Klassen umfassen.

Mit Bezug zu den Figuren 6A bis 6C werden weitere Anzeigen erläutert, die bei dem Verfahren für einen geplanten Spurwechsel erzeugt und ausgegeben werden können. Auch hier wird von dem oben mit Bezug zu Figur 1 erläuterten Fahrerinformationssystem ausgegangen und die Objekte werden, soweit möglich, mit den bereits oben verwendeten Bezugszeichen bezeichnet.

Die Figuren 6A bis 6C umfassen jeweils ein Ego-Objekt 31, welches das Ego-Fahrzeug 21 repräsentiert. Dieses ist statisch gezeigt und stets an der gleichen Position innerhalb der Fahrerinformationsanzeige angeordnet. Die Bewegung des Ego-Fahrzeugs 21 wird dadurch dargestellt, dass die dargestellte Umgebung sich so gegenüber dem Ego-Objekt 31 bewegt, wie dies aus dem Koordinatensystem des Ego-Fahrzeugs 21 erscheint. Insbesondere bewegen sich Strukturen der Fahrbahn gegenüber dem statischen Ego-Objekt 31, einschließlich

gekrümmte Bereiche sowie Fahrbahnmarkierungen 30a, 30b, entsprechend der tatsächlichen Eigenbewegung des Ego-Fahrzeugs 21 auf der Fahrbahn 20.

Die Anzeige wird perspektivisch aus einer Position leicht hinter und oberhalb des virtuellen Ego-Objekts 31 gebildet. Die Anzeige umfasst jeweils ein Fahrspurobjekt 30, welches die aktuell genutzte Fahrspur 20b des Ego-Fahrzeugs 21 repräsentiert, sowie Nachbar-Fahrspurobjekte 40a, 40b für benachbarte Fahrspuren 20a.

In allen Fällen wurde zudem ein vorausfahrendes Fahrzeug 23 detektiert, das nunmehr durch ein Verkehrsteilnehmerobjekt 61, das in der Darstellung vor dem Ego-Objekt 31 angeordnet ist, repräsentiert wird. Die Darstellung wird dabei so erzeugt, dass der angezeigte Abstand zwischen dem Ego-Objekt 31 und dem Objekt des vorausfahrenden Fahrzeugs 61 den tatsächlichen Abstand der Fahrzeuge repräsentiert. Das heißt, der Fahrer kann anhand der Anzeige den tatsächlichen Abstand erfassen und insbesondere Änderungen wahrnehmen.

Der weitere Verkehrsteilnehmer wird durch das virtuelle Verkehrsteilnehmerobjekt 61 so dargestellt, dass wesentliche darstellungsrelevante Merkmale seines realen Erscheinungsbildes in der Anzeige wiedergegeben werden. Bei dem Ausführungsbeispiel werden hierzu der Fahrzeugtyp und die Farbe des weiteren Verkehrsteilnehmers 23 erfasst. Die Erfassung erfolgt mittels einer Kamera des Ego-Fahrzeugs 1. Bei weiteren Ausführungsbeispielen wird alternativ oder zusätzlich eine datentechnische Verbindung zu dem weiteren Verkehrsteilnehmer 23 hergestellt, insbesondere mittels *Car2Car*-Kommunikation. Das dem vorausfahrenden Verkehrsteilnehmer 23 zugeordnete grafische Verkehrsteilnehmer-Objekt 61 wird dann so gebildet, dass es die Darstellung den Fahrzeugtyp und die Farbe korrekt wiedergibt. Bei anderen Ausführungsbeispielen können alternativ oder zusätzlich andere Merkmale des vorausfahrenden Fahrzeugs 23 bei der Darstellung des entsprechenden grafischen Verkehrsteilnehmerobjekts 63 wiedergegeben werden.

Die Figuren 6A bis 6C umfassen ferner eine vor dem Ego-Objekt 31 auf dem Fahrspur Objekt 30 angeordnete waagrechte Linie, die einen eingestellten Mindestabstand des Ego-Fahrzeug 21 von dem vorausfahrenden Fahrzeug 23 darstellt.

Bei dem in Figur 6A gezeigten Fall wurde erfasst, dass die aktuelle Fahrspur 20b rechts von einer durchgezogenen und links von einer durchbrochenen Linie begrenzt wird. Die erfassten Fahrbahnmarkierungen wurden entsprechenden Abgrenzungsmarkierungs-Klassen zugeordnet

und die Abgrenzungsmarkierungen werden durch Darstellungen entsprechender Fahrbahnmarkierungen 30a, 30b wiedergegeben.

Ferner wurde ein weiterer Verkehrsteilnehmer auf einer links benachbarten Fahrspur erfasst, der sich etwa auf der Höhe des Ego-Fahrzeugs 21 befindet. Die Anzeige umfasst ein entsprechendes grafisches Verkehrsteilnehmer-Objekt 62 auf einem linken Nachbar-Fahrspurobjekt 40a, das die reale Anordnung der Fahrzeuge wiedergibt. In dieser Fahrsituation wurde bestimmt, dass das Ego-Fahrzeug 21 nicht sicher auf die links benachbarte Fahrspur wechseln kann. Das linke Nachbar-Fahrspur Objekt 40a ist daher nicht hervorgehoben, sondern gleichmäßig grau gefärbt.

Bei dem in Figur 6B gezeigten Fall wurde ebenfalls ein weiterer Verkehrsteilnehmer auf einer benachbarten Fahrspur detektiert, diesmal jedoch auf der rechts benachbarten Fahrspur. Die Fahrerinformationsanzeige umfasst daher ein Verkehrsteilnehmer-Objekt 63 im Bereich des rechten Nachbar-Fahrspurobjekts 40b. Es wurde bestimmt, dass ein Spurwechsel auf die links benachbarte Fahrspur sicher durchgeführt werden kann. Das linke Nachbar-Fahrspur Objekt 40a ist daher hervorgehoben dargestellt. Bei diesen und weiteren Ausführungsbeispielen können verschiedene Hervorhebungen genutzt werden, beispielsweise mittels einer Schraffur, Farbe, Helligkeit oder durch einen dynamischen Effekt, beispielsweise ein Blinken.

Bei dem in Figur 6C gezeigten Fall wurde, ausgehend von dem oben mit Bezug zu Figur 6B erläuterten Fall, ferner detektiert, dass der Fahrer das Ego-Fahrzeug 21 einen Blinker nach links aktiviert hat. Er signalisiert dadurch, dass er einen Spurwechsel nach links durchführen will. Das Ego-Objekt 31 wird in der Darstellung mit leuchtendem Blinklicht ausgegeben. Da in der dargestellten Fahrsituation der Spurwechsel nach links sicher durchgeführt werden kann, wird zusätzlich zu der Hervorhebung des linken Nachbar-Fahrspurobjekts 40a ein Pfeil 65 als Signal-Objekt 65 angezeigt. Der Fall ist insbesondere farblich grün gestaltet. Bei weiteren Ausführungsbeispielen kann die Farbe davon abhängen, ob der Spurwechsel sicher durchgeführt werden kann; der Pfeil 65 kann etwa rot gefärbt sein, wenn dies nicht der Fall ist. Ferner kann das Signal-Objekt 65 auch anders ausgebildet sein, zum Beispiel nach Art eines Lauflichts oder mit einem anderen Symbol.

Bei dem in Figur 6C gezeigten Fall wurde ferner erfasst, dass die links benachbarte Fahrspur durch eine durchgezogene Linie nach links hin begrenzt wird. Zudem wird nun die aktuelle Fahrspur 20b des Ego-Fahrzeugs 21 nach rechts hindurch eine durchgezogene Linie begrenzt.

Diese Fahrbahnmarkierungen werden entsprechend in Figur 6C anhand von Abgrenzungsobjekten 30a, 30b, 66 angezeigt.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen wird erfasst, dass der weitere Verkehrsteilnehmer 23 ein bestimmtes Fahrmanöver plant. Hierzu werden Lichtsignale eines Fahrtrichtungsanzeigers ausgewertet oder Informationen über eine *Car2Car*-Verbindung empfangen. Es wird ein Fahrmanöver-Objekt bei dem Verkehrsteilnehmer-Objekt 61 angezeigt, das signalisiert, dass das vorausfahrende Fahrzeug 23 beispielsweise einen Spurwechsel plant.

Mit Bezug zu den Figuren 7A bis 7C werden weitere Anzeigen erläutert, die bei dem Verfahren unter Berücksichtigung gegebenenfalls drohenden Gegenverkehrs erzeugt und ausgegeben werden können. Auch hier wird von dem oben mit Bezug zu Figur 1 erläuterten Fahrerinformationssystem ausgegangen und die Objekte werden, soweit möglich, mit den bereits oben verwendeten Bezugszeichen bezeichnet.

Bei dem in Figur 7A gezeigten Fall wurde kein Gegenverkehr auf der Fahrs pur des Ego-Fahrzeugs 21 sowie auf den benachbarten Fahrspuren detektiert. Die Darstellung umfasst in diesem Fall das Fahrspurobjekt 30 sowie rechts und links angrenzende Nachbar-Fahrspurobjekte 40a, 40b. Ferner werden ein Ego-Objekt 31 sowie ein vorausfahrendes Fahrzeug 23 durch ein Verkehrsteilnehmer-Objekt 61 dargestellt.

Bei den in den Figuren 7B und 7C gezeigten Fällen wurde erkannt, dass auf der in Fahrtrichtung links neben der aktuellen Fahrs pur des Ego-Fahrzeugs 21 angeordneten Fahrs pur 20a mit Gegenverkehr zu rechnen ist. Die Darstellungen unterscheiden sich von der oben mit Bezug zu Figur 7A dargestellten Darstellung durch ein grafisches Gegenverkehr-Warnobjekt 71, 72, dass auf dem Nachbar-Fahrspurobjekt 40a angeordnet ist. Die Darstellung erfolgt insbesondere wie bei einer auf der Fahrbahnoberfläche angebrachten Fahrbahnmarkierung.

Bei dem Ausführungsbeispiel bewegt sich das Gegenverkehr-Warnobjekt 71, 72 mit dem Ego-Objekt 31. Bei weiteren Ausführungsbeispielen kann das Gegenverkehr-Warnobjekt 71, 72 im Koordinatensystem der dargestellten Fahrbahnoberfläche statisch sein, sodass sich das Ego-Objekt 31 an dem Gegenverkehr-Warnobjekt 71, 72 vorbei zu bewegen scheint. In diesem Fall kann das Gegenverkehr-Warnobjekt 71, 72 in mehrfacher Ausführung, etwa in periodischen Abständen immer wieder auftauchen, solange auf der benachbarten Fahrs pur 20a mit Gegenverkehr zu rechnen ist.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen wird alternativ oder zusätzlich ein entgegenkommendes Verkehrsteilnehmer-Objekt im Bereich eines Fahrspurobjekts dargestellt, wenn bestimmt wurde, dass auf der Fahrspur mit Gegenverkehr zu rechnen ist. Das entgegenkommende Verkehrsteilnehmer-Objekt kann dabei so ausgebildet sein, dass es einen tatsächlich entgegenkommenden Verkehrsteilnehmer darstellt. Es kann ferner angezeigt werden, auch wenn kein anderer Verkehrsteilnehmer detektiert wurde, um den Fahrer vor dem potentiellen Auftreten von Gegenverkehr zu warnen. Die Darstellung des entgegenkommenden Verkehrsteilnehmer-Objekts kann sich danach unterscheiden, ob es einen tatsächlich detektierten Verkehrsteilnehmer repräsentiert oder ob es nur zur Warnung angezeigt wird.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel werden Zustände der Beleuchtungsanlage 7 des Ego-Fahrzeugs 1 erfasst und die Darstellung des Ego-Objekts 31 in der Fahrerinformationsanzeige wird so gebildet, dass sie die Zustände verschiedener Elemente der Beleuchtungseinrichtung 7 wiedergibt. Zum Beispiel können rückwärtige Leuchten und Scheinwerfer entsprechend den erfassten Zuständen beleuchtet oder unbeleuchtet angezeigt werden.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein Betriebszustand einer Anhängervorrichtung des Ego-Fahrzeugs 1 erfasst. Einer Anhängervorrichtung des Ego-Fahrzeugs 1 erfasst. Wenn erfasst wird, dass sich ein Anhängerobjekt an der Anhängervorrichtung befindet, dann wird das Ego-Objekt 31 in Kombination mit einer grafischen Anhängerdarstellung gebildet.

Die Anzeige erfolgt dabei so, dass das Ego-Objekt 31 mit der grafischen Anhängerdarstellung perspektivisch so von hinten angezeigt wird, dass ein in der Darstellung vor dem Ego-Objekt 31 liegender Fahrbahnabschnitt des Fahrbahnobjekts 30 sichtbar ist.

Die Anhängerdarstellung kann sich je nach dem Typ des Anhängerobjekts unterscheiden, beispielsweise durch seine Größe, Form und Farbe. Insbesondere wird durch die grafische Anhängerdarstellung ein schematisch vereinfachtes Abbild des realen Anhängerobjekts wiedergegeben.

Die oben erläuterten Ausführungsbeispiele verdeutlichen gemäß den Patentansprüchen notwendige oder optionale Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die in separaten Ausführungsbeispielen erläuterten Merkmale können beliebig kombiniert werden, insbesondere um die Erfindung in einem umfassenden Verfahren oder System zu verwirklichen.

Bezugszeichenliste

- 1 Ego-Fahrzeug
- 2 Erfassungseinheit; Sensor
- 3 Steuereinheit
- 4 Anzeigeeinheit
- 5 Auswertungseinheit
- 6 Fahrerassistenzsystem
- 7 Beleuchtungseinrichtung
- 8 Anhängervorrichtung
- 10 Externe Einheit; externer Server
- 20 Fahrbahn
- 20a Fahrspur
- 20b Fahrspur
- 20c Fahrbahnmarkierung
- 21 Ego-Fahrzeug
- 22 Pfeil
- 23 Vorfahrendes Fahrzeug
- 24 Entgegenkommendes Fahrzeug
- 25 Verkehrsschild
- 30 Fahrspurobjekt
- 30a, 30b Fahrbahnmarkierung (Darstellung)
- 31 Ego-Fahrzeug (Darstellung)
- 32 Kurvenbereich (Darstellung)
- 32a, 32b Fahrbahnmarkierung im Kurvenbereich (Darstellung)
- 33a, 33b Verkehrsschild (Darstellung)
- 40a, 40b Benachbarte Fahrspur (Darstellung)
- 61 Verkehrsteilnehmer-Objekt, vorfahrendes Fahrzeug (Darstellung)
- 62, 63 Verkehrsteilnehmer-Objekt, Fahrzeug auf benachbarter Fahrspur (Darstellung)
- 65 Signal-Objekt, Pfeil
- 71, 72 Gegenverkehr-Warnobjekt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrerinformationssystems in einem Ego-Fahrzeug (1);
bei dem
 Umfelddaten in einem Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1) erfasst werden;
 anhand der Umfelddaten bestimmt wird, ob ein Spurwechsel des Ego-Fahrzeugs (1)
von einer aktuellen Fahrspur (20b) zu einer benachbarten weiteren Fahrspur (20a) sicher
durchführbar ist;
 eine Fahrerinformationsanzeige erzeugt und ausgegeben wird; wobei
 die Fahrerinformationsanzeige ein grafisches Nachbar-Fahrspurobjekt (40a, 40b)
umfasst, das die benachbarte weitere Fahrspur (20a) repräsentiert; wobei
 das Nachbar-Fahrspurobjekt (40a, 40b) ein grafisches Darstellungsmerkmal
aufweist, das in Abhängigkeit davon gebildet wird, ob der Spurwechsel sicher
durchführbar ist.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 eine Position des Ego-Fahrzeugs (1) bestimmt wird; und
 mittels Kartendaten bestimmt wird, ob der Spurwechsel sicher durchführbar ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Umfelddaten mittels Sensoren des Ego-Fahrzeugs (1) detektiert werden.
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das grafische Darstellungsmerkmal des Nachbar-Fahrspurobjekts (40a, 40b) eine
Helligkeit, Farbe, Transparenz, einen Kontrast oder ein Muster betrifft.
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Fahrerinformationsanzeige ferner ein grafisches Verkehrsschild-Objekt (33a,
33b) umfasst; wobei

das Verkehrsschildobjekt (33a, 33b) insbesondere auf dem Fahrspurobjekt (30) oder an seinem Rand angeordnet ist.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Nachbar-Fahrspurobjekt (40a, 40b) so gebildet wird, dass es einer perspektivischen Darstellung eines vor dem Ego-Fahrzeug (1) liegenden Fahrbahnverlaufs entspricht und einen Krümmungsradius so umfasst, dass der tatsächliche Krümmungsradius einer Kurve des Fahrbahnverlaufs ausgegeben wird.
7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
ein Krümmungsradius einer vor dem Ego-Fahrzeug (1) liegenden Kurve bestimmt wird;
Bewegungsdaten des Ego-Fahrzeugs (1) erfasst werden;
anhand der erfassten Bewegungsdaten und des detektierten Krümmungsradius' eine Kritikalität bestimmt wird; und
ein grafisches Fahrspurobjekt (30) mit einem Hervorhebungsmerkmal gebildet wird, das in Abhängigkeit von der bestimmten Kritikalität gebildet wird.
8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
ferner Fahrbahnoberflächeneigenschaften erfasst werden; und
die Kritikalität ferner anhand der erfassten Fahrbahnoberflächeneigenschaften bestimmt wird.
9. Fahrerinformationssystem in einem Ego-Fahrzeug (1), mit
einer Erfassungseinheit (2), die dazu eingerichtet ist, Umfelddaten in einem Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1) zu erfassen;
einer Auswertungseinheit (5), die dazu eingerichtet ist, anhand der Umfelddaten zu bestimmen, ob ein Spurwechsel des Ego-Fahrzeugs (1) von einer aktuellen Fahrspur (20b) zu einer benachbarten weiteren Fahrspur (20a) sicher durchführbar ist;
einer Steuereinheit (3), die dazu eingerichtet ist, eine Fahrerinformationsanzeige zu erzeugen und auszugeben; wobei
die Fahrerinformationsanzeige ein grafisches Nachbar-Fahrspurobjekt (40a, 40b) umfasst, das die benachbarte weitere Fahrspur (20a) repräsentiert; wobei

die Steuereinheit (3) ferner dazu eingerichtet ist, ein grafisches Darstellungsmerkmal des Nachbar-Fahrspurobjekts (40a, 40b) in Abhängigkeit davon auszubilden wird, ob der Spurwechsel sicher durchführbar ist.

10. Fahrerinformationssystem gemäß Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Anzeigeeinheit (4) eine Blickfeldanzeige zum Ausgeben der Fahrerinformationsanzeige umfasst.

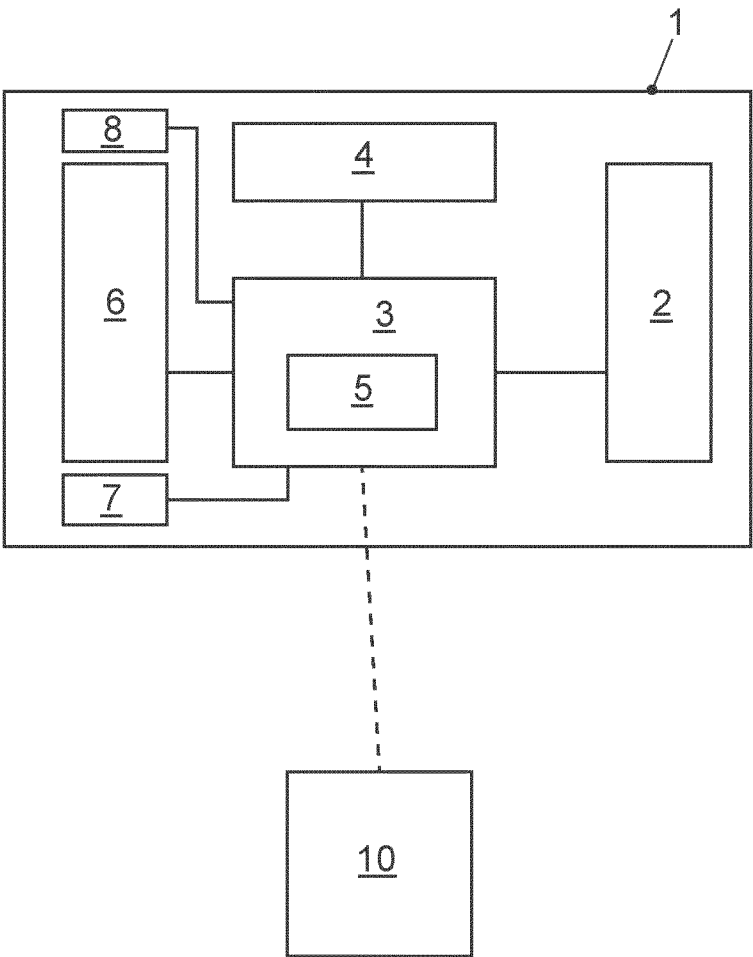


FIG. 1

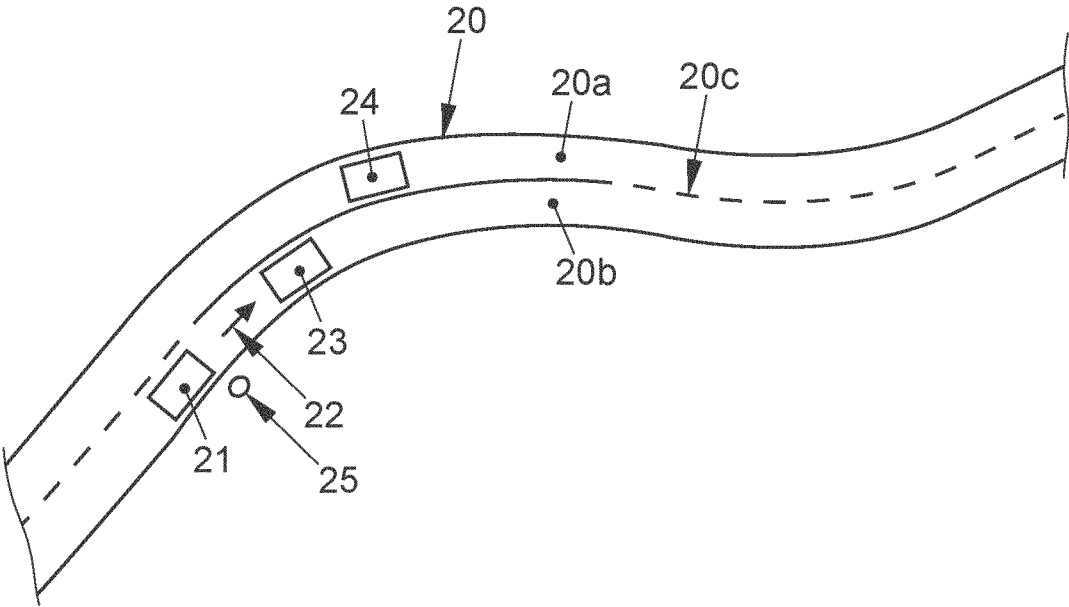


FIG. 2

3/7

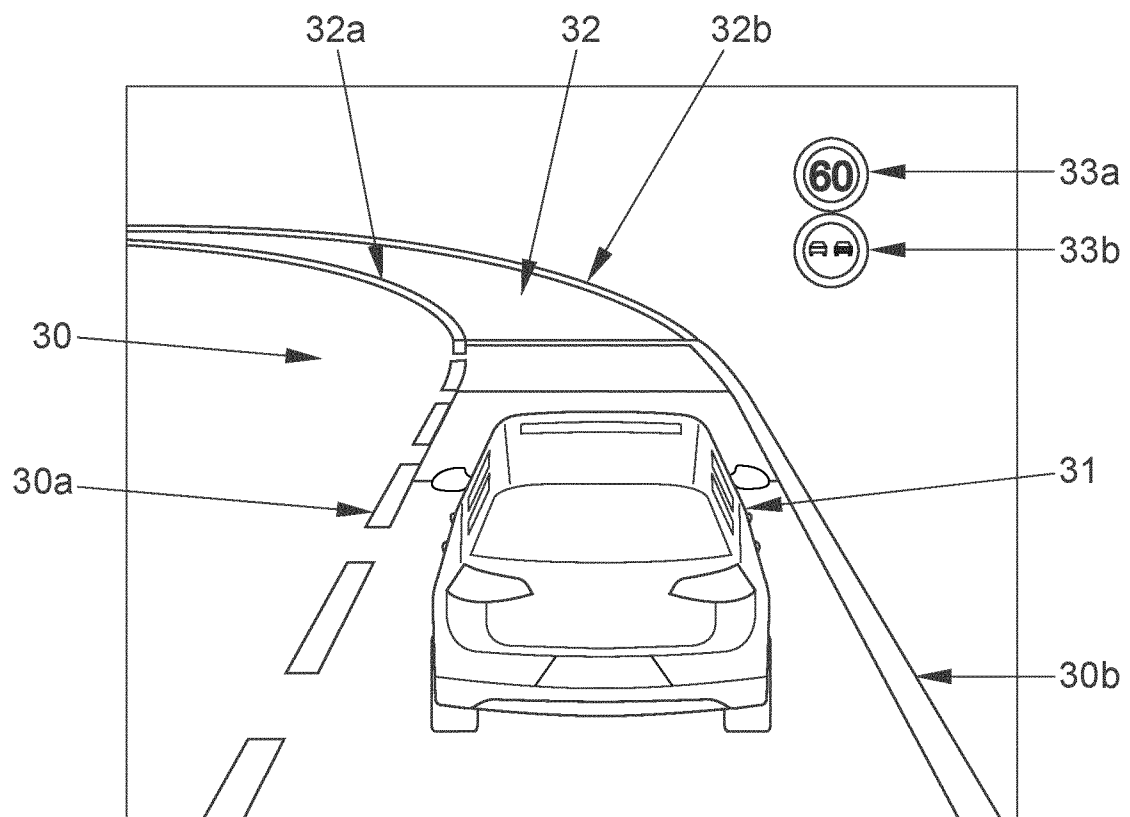


FIG. 3

4/7

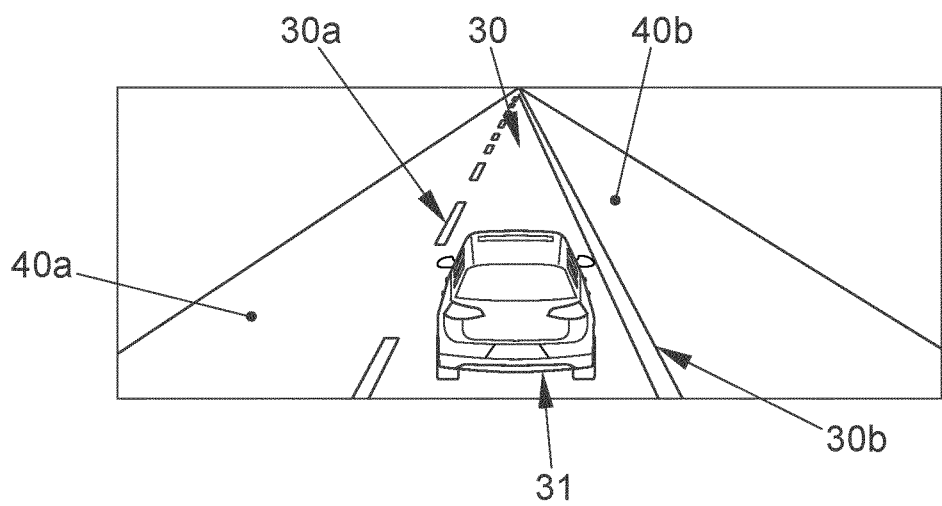


FIG. 4A

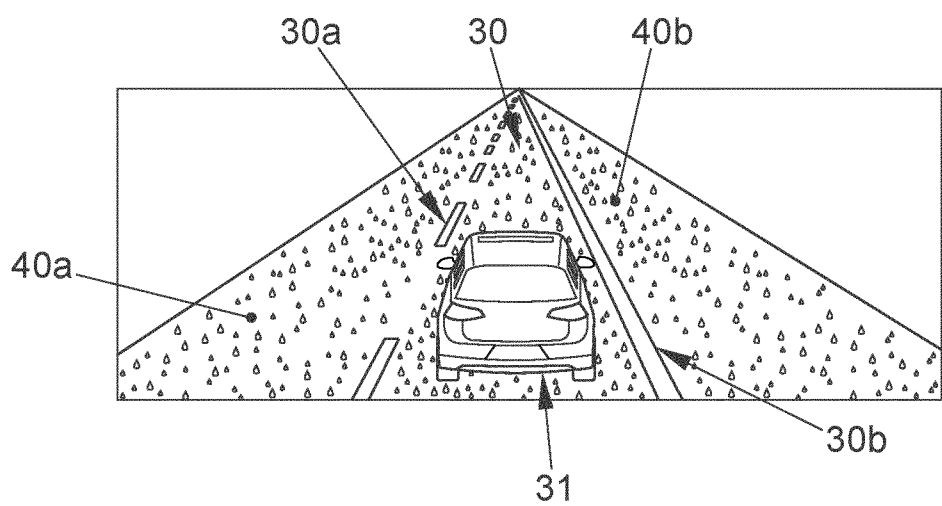


FIG. 4B

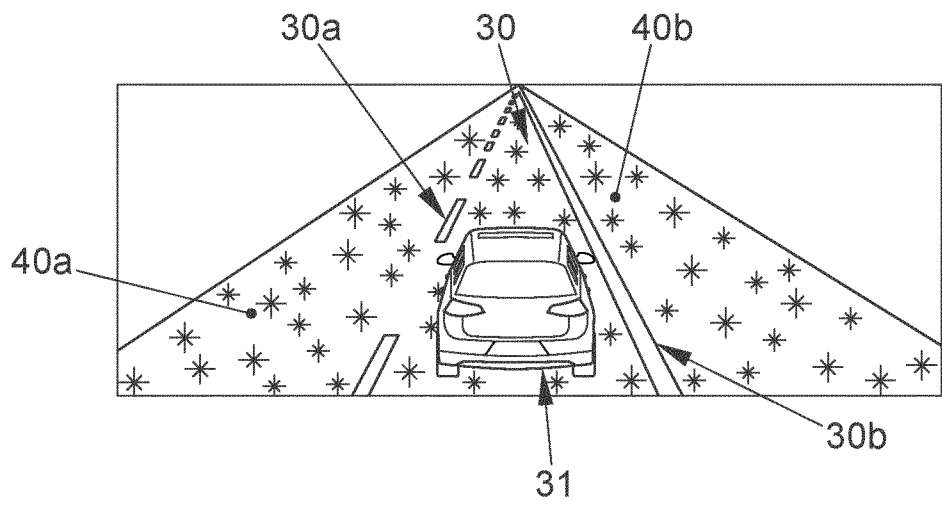


FIG. 4C

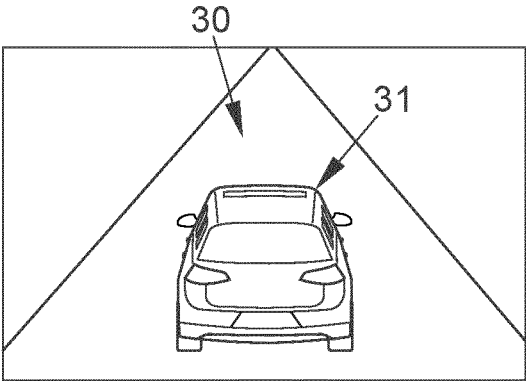


FIG. 5A

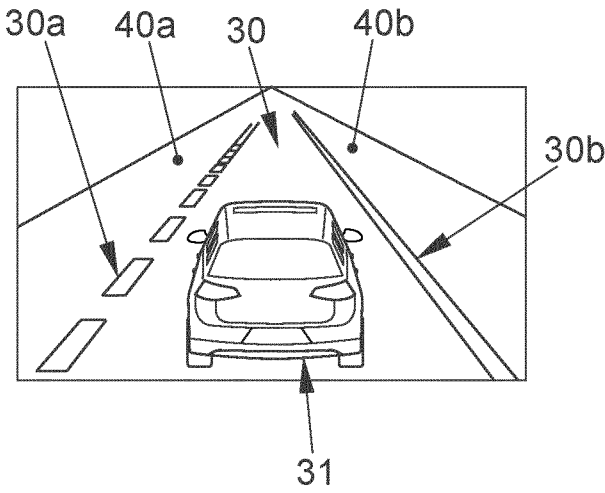


FIG. 5B

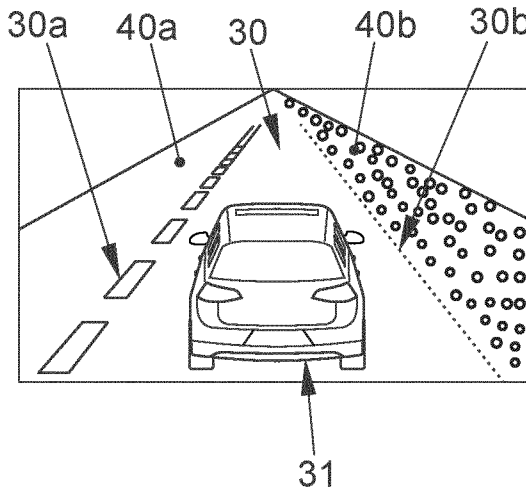


FIG. 5C

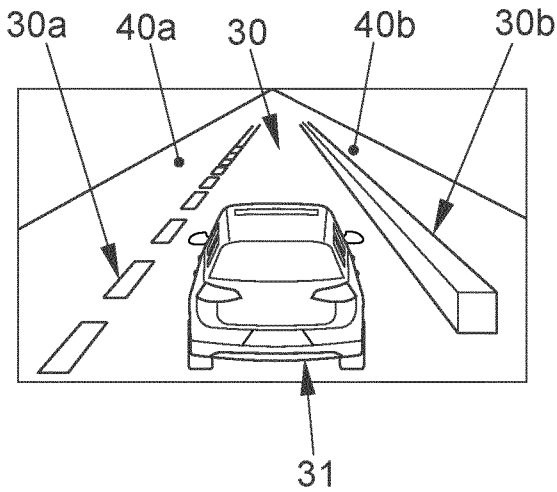


FIG. 5D

6/7

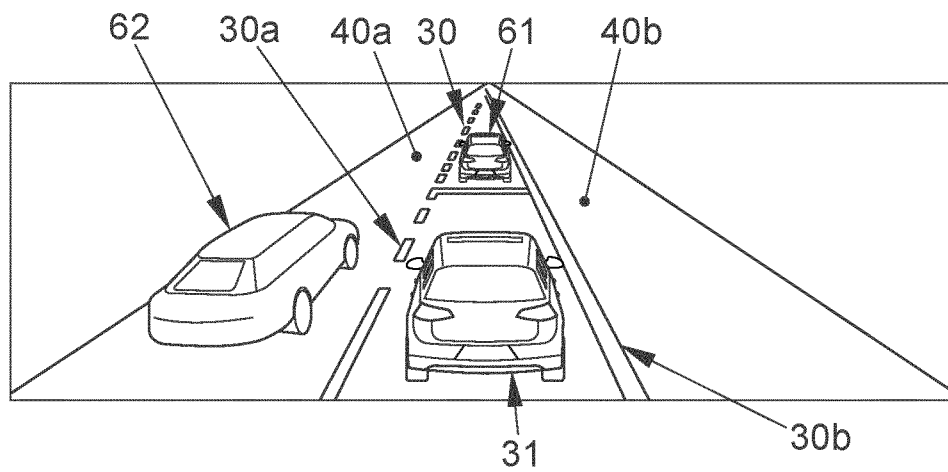


FIG. 6A

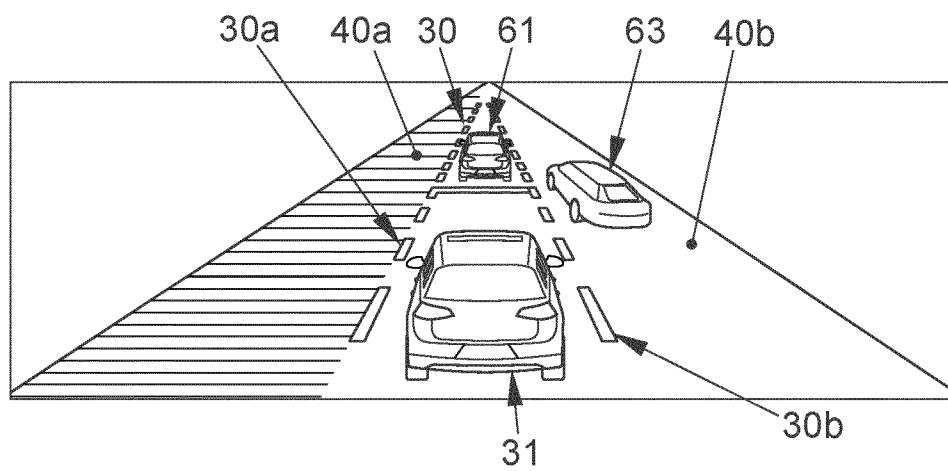


FIG. 6B

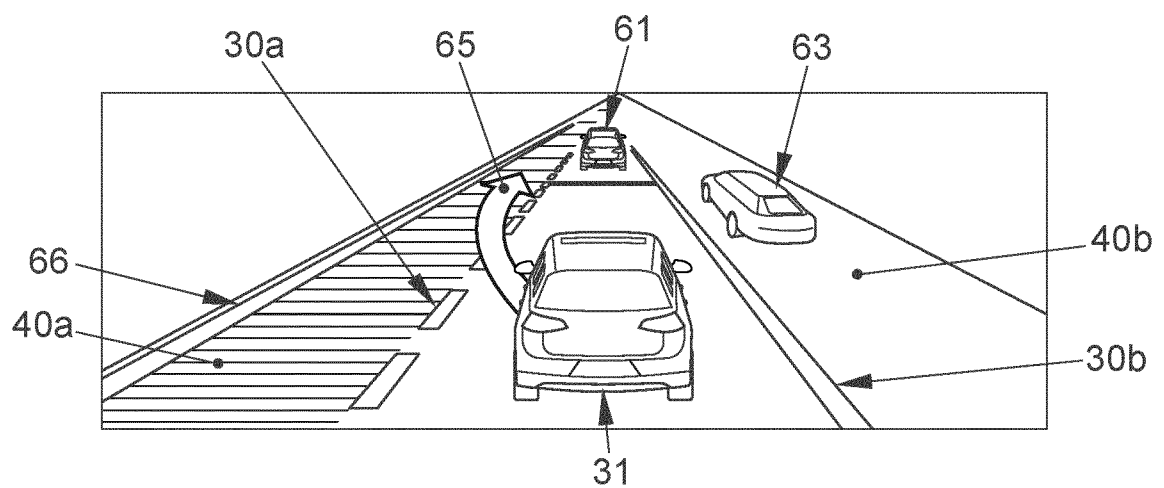


FIG. 6C

7/17

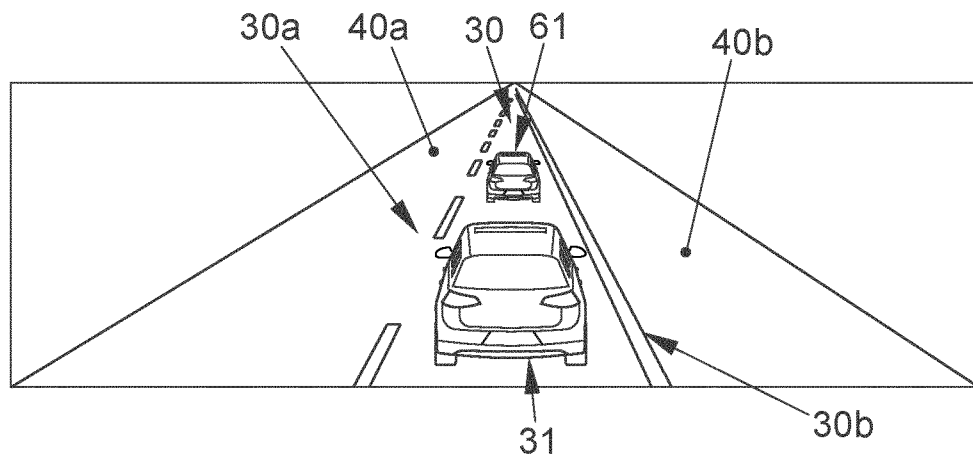


FIG. 7A

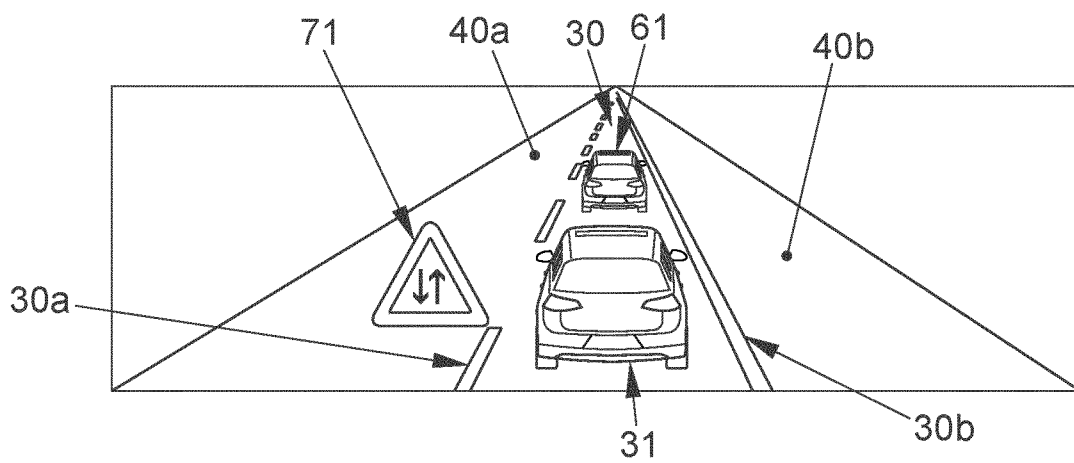


FIG. 7B

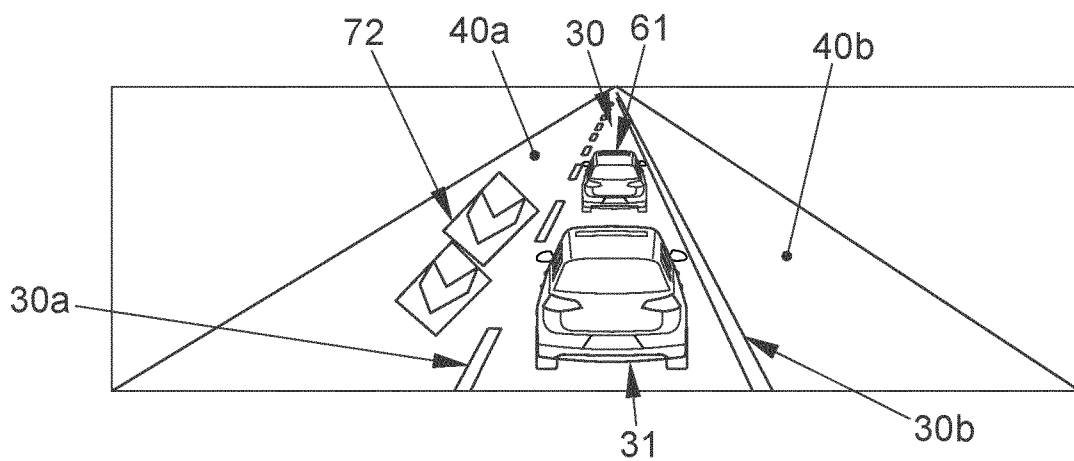


FIG. 7C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/054315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60K 37/06**(2006.01); **B60K 35/00**(2006.01)n; **B60W 50/14**(2020.01)n; **B60W 30/18**(2012.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60K; B60W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102010049721 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 26 April 2012 (2012-04-26)	1-4,6,7,9,10
Y	paragraphs [0060] - [0074]; figures	5,8
X	EP 3269579 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 17 January 2018 (2018-01-17)	1-7,9,10
Y	paragraphs [0076], [0081]; figures 2d,5	8
Y	DE 102008028374 A1 (AUDI AG [DE]) 17 December 2009 (2009-12-17)	5
	paragraph [0031]; figure 2	
Y	US 2017285647 A1 (SAITO HIROTAKA [JP] ET AL) 05 October 2017 (2017-10-05)	8
	paragraph [0077]; figure 3	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 2020

Date of mailing of the international search report

08 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Schombacher, Hanno

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/054315

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102010049721	A1	26 April 2012	NONE			
EP	3269579	A1	17 January 2018	CN	107618513	A	23 January 2018
				EP	3269579	A1	17 January 2018
				KR	20180008314	A	24 January 2018
				KR	20190008393	A	23 January 2019
DE	102008028374	A1	17 December 2009	AT	525716	T	15 October 2011
				DE	102008028374	A1	17 December 2009
				EP	2289058	A1	02 March 2011
				WO	2009149960	A1	17 December 2009
US	2017285647	A1	05 October 2017	CN	107274719	A	20 October 2017
				DE	102017105221	A1	05 October 2017
				JP	6294905	B2	14 March 2018
				JP	2017178166	A	05 October 2017
				US	2017285647	A1	05 October 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60K37/06 ADD. B60K35/00 B60W50/14 B60W30/18		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60K B60W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 049721 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 26. April 2012 (2012-04-26)	1-4,6,7,9,10
Y	Absätze [0060] - [0074]; Abbildungen	5,8
X	EP 3 269 579 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 17. Januar 2018 (2018-01-17)	1-7,9,10
Y	Absätze [0076], [0081]; Abbildungen 2d,5	8
Y	DE 10 2008 028374 A1 (AUDI AG [DE]) 17. Dezember 2009 (2009-12-17)	5
Y	Absatz [0031]; Abbildung 2	
Y	US 2017/285647 A1 (SAITO HIROTAKE [JP] ET AL) 5. Oktober 2017 (2017-10-05)	8
	Absatz [0077]; Abbildung 3	
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. April 2020		08/05/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schombacher, Hanno

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/054315

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010049721 A1	26-04-2012	KEINE	
EP 3269579 A1	17-01-2018	CN 107618513 A	23-01-2018
		EP 3269579 A1	17-01-2018
		KR 20180008314 A	24-01-2018
		KR 20190008393 A	23-01-2019
DE 102008028374 A1	17-12-2009	AT 525716 T	15-10-2011
		DE 102008028374 A1	17-12-2009
		EP 2289058 A1	02-03-2011
		WO 2009149960 A1	17-12-2009
US 2017285647 A1	05-10-2017	CN 107274719 A	20-10-2017
		DE 102017105221 A1	05-10-2017
		JP 6294905 B2	14-03-2018
		JP 2017178166 A	05-10-2017
		US 2017285647 A1	05-10-2017