



(10) **DE 10 2014 207 541 A1** 2015.10.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 207 541.6**  
 (22) Anmeldetag: **22.04.2014**  
 (43) Offenlegungstag: **22.10.2015**

(51) Int Cl.: **B60W 30/12 (2006.01)**  
**B60W 40/02 (2006.01)**  
**B60W 50/14 (2012.01)**  
**G08G 1/0968 (2006.01)**  
**B60W 10/04 (2006.01)**  
**B60W 10/18 (2006.01)**  
**B60W 10/20 (2006.01)**  
**B60W 10/22 (2006.01)**  
**B60W 40/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
 80809 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**DE 10 2009 048 493 A1**  
**DE 10 2010 014 946 A1**  
**DE 10 2012 216 112 A1**

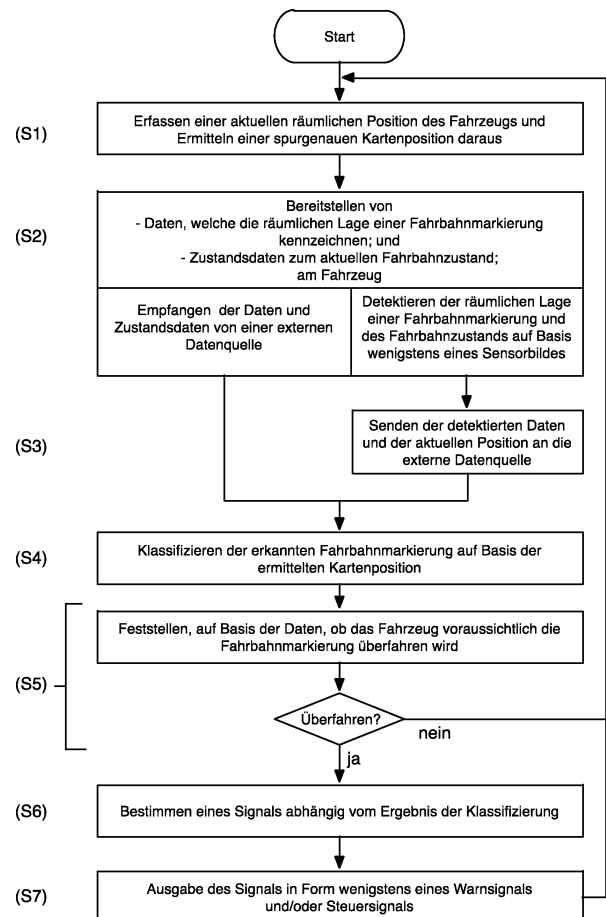
(72) Erfinder:  
**Bechler, Marc, Dr., 76316 Malsch, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Fahrbahnmarkierungsbezogene Fahrassistenz**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrassistenzverfahren für ein Straßenfahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, Dabei wird auf der Basis von Daten welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung im Fahrzeugvorfeld kennzeichnen, festgestellt, ob das Fahrzeug bei einem schon eingeleiteten oder geplanten Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeuggrad überfahren wird. Wenn dies der Fall ist, wird wenigstens eines der folgenden Signale am Fahrzeug ausgegeben: ein Warnsignal für den Fahrer; wenigstens ein Steuersignal an eine oder mehrere Fahrzeugkomponenten zur automatischen Beeinflussung des Fahrmanövers so, dass dabei die erkannte Fahrbahnmarkierung nicht oder nur in gegenüber dem Fall ohne eine solche Beeinflussung reduziertem Maße von einem Rad des Fahrzeugs überfahren wird. Die Erfindung umfasst auch entsprechendes Fahrassistenzsystem sowie ein damit ausgerüstetes Straßenfahrzeug.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Fahrassistenzverfahren und -systeme zur Verbesserung der Fahrsicherheit bei Straßenfahrzeugen, insbesondere bei Kraftfahrzeugen.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind bereits eine Reihe solcher elektronisch gesteuerter Systeme zur Verbesserung der Fahrsicherheit oder des Fahrkomforts bekannt. Dazu gehören beispielsweise Antiblockiersysteme (ABS) oder Stabilisierungssysteme wie z.B. DSC (Dynamic Stability Control).

**[0003]** Darüber hinaus sind Navigationssysteme, mit denen sich eine aktuelle Position des Fahrzeugs auf wenige Meter genau satellitengestützt bestimmen lässt, regelmäßig im Gebrauch, insbesondere bei Automobilen. Solche Navigationssysteme beruhen in der Regel auf dem sogenannten Global Positioning System (GPS) oder alternativen Lösungen, wie etwa dem europäischen „Galileo“-System oder dem russischen „GLONASS“-System. Die Navigationssysteme verfügen des Weiteren in der Regel über elektronisches Kartenmaterial, anhand dessen eine Routenbestimmung und -führung ermöglicht wird. Bei solchen bekannten Navigationslösungen kann es sich insbesondere um im Fahrzeug fest verbaute Systeme oder um fahrzeugexterne Lösungen, welche beispielsweise auf Smartphones oder tragbaren Computern als entsprechende Programme vorliegen, handeln. Allerdings sind derzeitige Navigationssysteme derzeit regelmäßig nicht in der Lage, die Position eines Fahrzeugs auf einer mehrspurigen Straße spurgenaue zu erfassen.

**[0004]** Des Weiteren ist es bekannt, Fahrzeuge zumindest zeitweise teilautonom oder vollautonom zu steuern. Dies bedeutet, dass die Steuerung des Fahrzeugs dann zumindest teilweise (teilautonom) oder vollständig (vollautonom) automatisch durch ein technisches System anstelle des Fahrers erfolgt. Dabei ist es insbesondere auch bekannt, einen vom Fahrzeug abzufahrenden Fahrweg durch solche Systeme zumindest für ein unmittelbar vorausliegendes Fahrstück eines Fahrwegs vor auszuplanen.

**[0005]** Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2009 033 124 A1 beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung eines Ein- oder Ausschervorgangs eines dem eigenen Kraftfahrzeug vorausfahrenden Fahrzeugs. Dabei weist das eigene Kraftfahrzeug ein der Längsführung dienendes Fahrassistenzsystem und eine das Fahrzeugvorfeld in Form zweidimensionaler Bilder aufnehmende Kamera auf, wobei in einem aufgenommenen Bild wenigstens eine die eigene befahrene Fahrspur begrenzende Fahrbahnmarkierung detektiert wird.

**[0006]** In der als WO 2010/099789 A1 veröffentlichten internationalen Patentanmeldung ist ein Fahrassistenzsystem beschrieben, bei dem die Umgebung eines Fahrzeugs mittels eines elektronischen Abbildes aufgenommen wird und dieses elektronische Abbild dazu verwendet wird, um einen Fahrstreifen oder eine Fahrbahn sowie Objekte in der Fahrzeugumgebung zu erkennen.

**[0007]** Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Fahrsicherheit und den Fahrkomfort für Straßenfahrzeuge, insbesondere für Kraftfahrzeuge, weiter zu verbessern.

**[0008]** Das wird erfindungsgemäß durch die Lehre der unabhängigen Ansprüche erreicht. Zu bevorzugende Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass Fahrbahnmarkierungen oftmals über eine gegenüber dem umliegenden Fahrbahnbelag verringerte Griffbarkeit für Räder bzw. Reifen von Straßenfahrzeugen verfügen. Dieses kann insbesondere bei Fahrbahnnaße oder -vereisung der Fall sein. Die Ursachen dafür können vor allem in dem gegenüber dem Fahrbahnbelag meist unterschiedlichen Material der Fahrbahnmarkierungen, deren meist glattere Oberflächenstruktur oder deren meist leichte Erhabenheit gegenüber der Oberfläche des sie umgebenden Fahrbahnbelags liegen. Die verringerte Griffbarkeit kann zu Fahrsituationen führen, bei denen die Haftung zwischen einem Fahrzeugrad und der Fahrbahn verringert ist oder sogar im Wesentlichen verloren geht, wenn das Fahrzeugrad eine Fahrbahnmarkierung überfährt.

**[0010]** Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrassistenzverfahren für ein Straßenfahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug. Dabei wird auf der Basis von Daten, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung im Fahrzeugvorfeld kennzeichnen, festgestellt, ob das Fahrzeug bei einem schon eingeleiteten oder geplanten Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad überfahren wird. Wenn dies der Fall ist, wird wenigstens eines der folgenden Signale ausgegeben: (i) ein Warnsignal für den Fahrer; (ii) wenigstens ein Steuersignal an eine oder mehrere Fahrzeugkomponenten zur automatischen Beeinflussung des Fahrmanövers, so dass dabei die erkannte Fahrbahnmarkierung nicht oder nur in gegenüber dem Fall ohne eine solche Beeinflussung reduziertem Maße von einem Rad des Fahrzeugs überfahren wird.

**[0011]** Unter einem „Straßenfahrzeug“ oder kurz „Fahrzeug“ im Sinne der Erfindung ist ein Radfahrzeug zu verstehen, welches für die Fahrt auf einer Straße geeignet, insbesondere vorgesehen ist. Da-

zu gehören insbesondere Kraftfahrzeuge wie Personenkraftwagen (PKW), Lastkraftwagen (LKW), Busse, und Motorräder jeder Art, sowie auch zumindest teilweise durch Muskelkraft angetriebene Fahrräder.

**[0012]** Unter einem „Fahrmanöver“ eines Fahrzeugs im Sinne der Erfindung ist eine Bewegung des Fahrzeugs gegenüber bzw. auf einer Verkehrsfläche zu verstehen. Insbesondere sind die folgenden Fahrzeugbewegungen Fahrmanöver im Sinne der Erfindung: Einfahren in eine Verkehrsfläche, insbesondere in eine Straße oder Fahrspur, Anfahren, Überholen, Vorbeifahren oder Ausweichen an einem Hindernis oder einem anderen Fahrzeug, Abbiegen, Wenden oder Spurwechsel. Ein Fahrmanöver ist im Sinne der Erfindung „geplant“, wenn ein zur teilautonomen oder vollautonomen Steuerung des Fahrzeugs vorgesehenes System das vom Fahrzeug durchzuführende Fahrmanöver bestimmt oder ausgewählt hat.

**[0013]** Unter einer „Beeinflussung des Fahrmanövers“ bzw. „Fahrmanöverbeeinflussung“ im Sinne der Erfindung ist dabei die Beeinflussung, insbesondere Warnung, des Fahrers eines Fahrzeugs, um diesen zu einer ein Fahrmanöver beeinflussenden Reaktion zu verleiten und/oder die Steuerung von geeigneten Fahrzeugkomponenten zur direkten technischen Beeinflussung eines Fahrmanövers zu verstehen.

**[0014]** Unter dem „Fahrzeugvorfeld“ eines Fahrzeugs ist im Sinne der Erfindung das in Fahrtrichtung gesehen vor dem Fahrzeug liegende Fahrzeugumfeld, insbesondere ein in diesem Fahrzeugumfeld liegender Bereich einer Fahrbahn, zu verstehen.

**[0015]** Unter einer „Fahrbahnmarkierung“ im Sinne der Erfindung ist eine – meist farbliche – Kennzeichnung auf der Oberfläche von Verkehrsflächen des Straßenverkehrs zu verstehen, wobei die Kennzeichnung der Verkehrsführung oder Kategorisierung verschiedener Verkehrsflächen oder als Verkehrszeichen dient. Eine Fahrbahnmarkierung kann dabei mittels spezieller Fahrbahnmarkierungsfarbe auf die Oberfläche einer Verkehrsfläche, insbesondere einer Straße, aufgebracht oder in dieselbe eingebracht sein oder aber auch durch Auf- oder Einbringen von Fahrbahnmarkierungsvorrichtungen (zum Beispiel von temporären Markierungsstreifen oder Metallkappen) auf die Oberfläche der Verkehrsfläche aufgebracht sein.

**[0016]** Unter „Überfahren“ einer Fahrbahnmarkierung ist im Sinne der Erfindung ein zumindest teilweise Überqueren wenigstens eines Flächenelementes der Fahrbahnmarkierung durch wenigstens ein Fahrzeugrad zu verstehen, wobei das Fahrzeugrad in unmittelbarem Kontakt mit der Fahrbahnmarkierung kommt. Dementsprechend wird eine Fahrsituation, bei der zwar ein Fahrzeugrad einen Zwischenraum zwischen verschiedenen Flächenelementen dersel-

ben Fahrbahnmarkierung (z.B. unterbrochene Fahrbahnmarkierung) durchquert, ohne dabei wenigstens eines der Flächenelementen zu berühren, im Sinne der Erfindung nicht als „Überfahren“ einer Fahrbahnmarkierung durch dieses Rad verstanden.

**[0017]** Unter einem „Warnsignal“ im Sinne der Erfindung ist ein Signal zu verstehen, welches für den Fahrer erfassbar, also mittels eines menschlichen Sinnes detektiert werden kann, und welches dazu vorgesehen ist, den Fahrer auf eine bestimmte Situation hinzuweisen oder ihn davor zu warnen. Das Signal kann insbesondere ein akustisches, visuelles, haptisches oder kinästhetisches Signal oder eine Kombination mehrerer solcher Signale sein, welche von einem oder mehreren entsprechenden Signalgebern im Umfeld des Fahrers, insbesondere am Fahrzeug oder gegebenenfalls im Fahrzeuginneren ausgesandt werden.

**[0018]** Unter einem „Steuersignal“ im Sinne der Erfindung ist ein technisches Signal, insbesondere ein elektrisches, optisches oder mechanisches Signal, zu verstehen, mittels dessen wenigstens eine Fahrzeugkomponente angesteuert werden kann. Das Signal kann insbesondere auch ein Funksignal sein.

**[0019]** So wird gemäß dieses Verfahrens eine Fahrbahnrandmarkierung im Vorfeld des Fahrzeugs vor deren Überquerung erkannt, und mittels der Fahrmanöverbeeinflussung einem Überfahren derselben durch ein oder mehrere Räder des Fahrzeugs entgegengewirkt. Auf diese Weise kann zum einen die Wahrscheinlichkeit für eine Bodenhaftungsverringeringung oder gar einen zumindest weitgehenden Haftungsverlust zwischen dem Fahrzeugrad und der Verkehrsfläche, insbesondere bei ungünstigen Fahrbahnverhältnissen, verringert werden. Dies kann vor allem auch dann von Vorteil sein, wenn es sich bei dem Fahrzeug um ein Zweirad, insbesondere um ein Motorrad handelt, und so die Gefahr eines Sturzes durch „Ausrutschen“ gemindert werden kann. Ein ähnlicher Sicherheitsgewinn lässt sich auch bei zwei- oder mehrspurigen Fahrzeugen, etwa bei PKWs oder LKWs erreichen, wenn sich diese in Fahrsituationen im Grenzbereich befinden, bei denen ein Bodenhaftungsverlust droht, etwa bei einem Ausweichmanöver oder wenn zum Überholen eines vorausfahrenden Fahrzeugs unter Vornahme eines Spurwechsels sehr schnell beschleunigt werden muss. Das Fahrzeug kann somit einen Fahrweg wählen, bei dem die Haftung gegenüber einem unbeeinflussten Fahrmanöver verbessert ist. Dadurch kann insbesondere auch ein ungewolltes Schlingern des Fahrzeugs oder ein verlängerter Bremsweg vermieden werden. Zum anderen kann auch der Komfort für den Fahrer und gegebenenfalls andere Fahrzeuginsassen erhöht werden, da Erschütterungen oder Geräusche, welche beim Überfahren einer Fahrbahnmarkierung

auftreten können, vermieden oder jedenfalls verringert werden können. Somit wird die Aufgabe gelöst.

**[0020]** Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Verfahrens beschrieben, die jeweils, soweit dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird, beliebig miteinander sowie mit den im Weiteren beschriebenen anderen Aspekten der Erfindung kombiniert werden können.

**[0021]** Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform werden die Daten, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung im Fahrzeugvorfeld kennzeichnen, durch wenigstens einen der folgenden Schritte (Varianten) am Fahrzeug bereitgestellt: (i) Automatisches Detektieren der räumlichen Lage der Fahrbahnmarkierung auf Basis wenigstens eines Sensorbildes, welches die Fahrbahn im Fahrzeugvorfeld zumindest ausschnittsweise darstellt; (ii) Empfangen der Daten über eine Datenverbindung von einer fahrzeugexternen Informationsquelle.

**[0022]** Dabei kann bei der ersten vorgenannten Variante dieser Ausführungsform das wenigstens eine Sensorbild insbesondere ein Kamerabild sein, bevorzugt eine Serie von Kamerabildern, wie dies etwa bei einer Videosequenz der Fall ist. Alternativ oder zusätzlich sind auch andere Sensoren, welche eine Fahrbahnmarkierung von ihrer Umgebung unterscheiden können, vorstellbar. Das Detektieren der räumlichen Lage des Abbilds der Fahrbahnmarkierung innerhalb des Fahrzeugvorfelds bzw. der Sensorbilder kann dann mittels bekannter Bildanalysealgorithmen zur Identifikation von Bildobjekten erfolgen. Daraus wiederum kann mit Kenntnis der Lage und Orientierung des Bildsensors am Fahrzeug mit bekannten Verfahren auf die tatsächliche räumliche Lage der Fahrbahnmarkierung relativ zum Fahrzeug zu einem gegebenen Zeitpunkt geschlossen werden. Diese Berechnungen können bevorzugt mittels wenigstens eines im Fahrzeug vorgesehenen und entsprechend programmierten Mikroprozessors vorgenommen werden. Auf diese Weise kann das Fahrzeug autonom Fahrbahnmarkierungen in seinem Vorfeld erkennen und eine entsprechende Fahrmanöverbeeinflussung vornehmen, ohne dass dazu fahrzeugexterne Systeme vonnöten wären.

**[0023]** Gemäß der zweiten vorgenannten Variante dieser Ausführungsform können die Daten jedoch stattdessen oder zusätzlich auch von einer fahrzeugexternen Informationsquelle, insbesondere über eine mobile Datenverbindung, empfangen werden. Die fahrzeugexterne Informationsquelle kann insbesondere ein Server sein, auf dem Daten zur räumlichen Lage der Fahrbahnmarkierung im Umfeld der Fahrzeugposition vorliegen. Diese Daten können insbesondere vorausgehend von anderen Fahrzeugen erfasst und an den Server übermittelt worden sein. Dementsprechend kann das Verfahren in einer Wei-

terbildung auch einen Schritt umfassen, bei dem Daten, welche die (gemäß der ersten Variante) auf Basis des Sensorbildes detektierte räumliche Lage der Fahrbahnmarkierung kennzeichnen, über eine Datenverbindung an die fahrzeugexterne Informationsquelle gesendet werden. Der Einsatz der zweiten Variante kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn die Erfassung der Daten gemäß der ersten Variante mangels eines entsprechenden Sensors im Fahrzeug entweder gar nicht vorgesehen ist oder aber der Sensor zumindest temporär in seiner Funktion gestört ist. Dies kann insbesondere auch dann der Fall sein, wenn der Sensor selbst zwar intakt ist, das Sensorbild aber durch eine verschmutzte oder beschädigte Fahrzeugscheibe hindurch aufzunehmen ist, so dass es zu Beeinträchtigungen bei der Bildaufnahme und in der Folge zu Problemen bei der Erkennung der Fahrbahnmarkierung kommt. Auch eine Kombination beider Varianten, insbesondere zur Erhöhung der Verfügbarkeit oder Erkennungsrate der Daten, kann vorgesehen sein.

**[0024]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren als weitere Schritte ein Erfassen einer aktuellen räumlichen Position des Fahrzeugs, ein Ermitteln einer spurgenaue Kartenposition des Fahrzeugs durch Verknüpfen der aktuellen Position mit spurgenaue Kartendaten, ein Klassifizieren der erkannten Fahrbahnmarkierung auf Basis der ermittelten Kartenposition und ein Bestimmen wenigstens eines der auszugebenden Signale in Abhängigkeit von einem Ergebnis der Klassifizierung auf. Auf diese Weise können aus den Kartendaten Informationen zur Art der in diesen Verkehrsflächenbereich vorhandenen Fahrbahnmarkierungen entnommen und eine entsprechende Klassifizierung vorgenommen werden. Dabei kann das Klassifizieren ein Zuordnen der erkannten Fahrbahnmarkierung zu wenigstens einer der folgenden Klassen umfassen: eine durchgezogene Linie, eine unterbrochene Linie, ein Richtungspfeil, eine Mittelmarkierung zwischen zwei Spuren, eine Fahrbahnrandmarkierung, eine sonstige Fahrbahnmarkierung. Dies kann den Vorteil mit sich bringen, dass das auszugebende Signal abhängig von der Art der erkannten Fahrbahnmarkierung gewählt werden kann, so dass sich eine noch höhere Erfolgswahrscheinlichkeit für die Fahrmanöverbeeinflussung zur Vermeidung des Überfahrens von Fahrbahnmarkierungen erreichen lässt. Handelt es sich beispielsweise bei der erkannten Fahrbahnmarkierungen um eine Fahrbahnrandmarkierung, so kann zur Vermeidung eines besonders gefährlichen Verlassens der Fahrbahn das für die Fahrmanöverbeeinflussung auszugebende Signal im Sinne eines stärkeren Eingriffs anders gewählt werden, als wenn es sich bei der erkannten Fahrbahnmarkierung nur um eine unterbrochene Linie oder einen Richtungspfeil in Spurmitte handelt. In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform kann das Klassifizieren zusätzlich auch auf Basis der mittels eines Bildsensors ermittel-

ten Daten erfolgen, welche die räumliche Lage der Fahrbahnmarkierung kennzeichnen. Dies kann zum einen zur Erhöhung der Treffsicherheit der Klassifizierung eingesetzt werden. Zum anderen können die Daten aber auch verwendet werden, um bei Fahrbahnmarkierungen, welche Zwischenräume aufweisen, zum Beispiel bei unterbrochenen Linien, diese Zwischenräume möglichst genau zu lokalisieren um eine entsprechende Fahrmanöverbeeinflussung, bei der ein Fahrzeuggrad diesen Zwischenraum durchqueren soll, genauer bestimmen zu können. Außerdem können für den Fall, dass die Daten, welche die räumliche Lage der erkannten Fahrbahnmarkierung kennzeichnen, an eine fahrzeugexterne Informationsquelle gesendet werden sollen, durch die Kombination der Daten zur aktuellen Position des Fahrzeugs und der Daten zur räumlichen Lage der erkannten Fahrbahnmarkierung für andere Fahrzeuge im Sinne des Verfahrens (siehe zweite Variante (ii) zur ersten Ausführungsform oben) wiederverwendbare Informationen bzw. Daten an die externe Informationsquelle gesendet werden und dort für andere Fahrzeuge zur Verfügung stehen.

**[0025]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das wenigstens eine Steuersignal so ausgestaltet, dass dadurch das Fahrmanöver so beeinflusst wird, dass dabei wenigstens ein Rad des Fahrzeugs bei dem Fahrmanöver einen Zwischenraum zwischen zwei separaten Flächenelementen, insbesondere Markierungsstreifen der Fahrbahnmarkierung, durchquert. Die Fahrbahnmarkierung kann dabei insbesondere eine unterbrochene Linie, etwa eine Fahrbahnmittelmarkierung, sein. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass das Rad bei einem Überqueren einer solchen mehrteiligen Fahrbahnmarkierung Teile derselben überfährt. Das kann insbesondere bei Überholvorgängen oder Ausweichmanövern oder Spurwechseln vorteilhaft sein, da dabei regelmäßig eine aus Markierungsstreifen bestehende Fahrbahnmittelmarkierung überquert werden muss, um auf eine benachbarte Spur zu wechseln. Gerade bei einspurigen Fahrzeugen, insbesondere bei Motorrädern, kann sich auf diese Weise die Fahr-sicherheit erhöhen lassen. Zumindest in Grenzbereichen gilt dies auch für mehrspurige Fahrzeuge, insbesondere für vier- oder mehrrädige Kraftfahrzeuge. Jedenfalls kann sich aber auch für diese ein Komfortgewinn erreichen lassen, da keine mit dem Überfahren der Fahrbahnmarkierung durch das Rad verbundene Ungleichmäßigkeiten in der Fahrbahnoberfläche zum Tragen kommen, so dass keine zusätzlichen Geräusch- oder Erschütterungseffekte auftreten.

**[0026]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird das wenigstens eine auszugebende Signal in Abhängigkeit von Zustandsdaten, aus denen Rückschlüsse auf den aktuellen Fahrbahnzustand, insbesondere dessen Griffbarkeit, im Um-

feld des Fahrzeugs ableitbar sind, bestimmt. Bei den Zustandsdaten kann es sich insbesondere um Wetterdaten oder aber auch um sensorisch erfasste, den aktuellen Zustand der Fahrbahnoberfläche kennzeichnende physikalische Parameter handeln. So kann aus Wetterdaten, insbesondere zu Niederschlag, Temperatur oder Luftfeuchtigkeit etwa auf Nässe, eine Schneeeauflage oder eine mögliche Vereisung der Fahrbahn geschlossen werden. Ähnlich kann dies aus entsprechenden sensorisch erfassten physikalischen Parametern, wie etwa bei optischen Bildaufnahmen der Fahrbahn oder bei Temperaturmessungen erfolgen. Auf diese Weise können die Zustandsdaten zum aktuellen Fahrbahnzustand zur Bestimmung des auszugebenden Signals berücksichtigt werden, insbesondere so, dass das auszugebende Signal derart ausgestaltet wird, dass es einer Sicherheitsgefährdung auch bei den aktuellen Fahrbahnbedingungen optimal entgegenwirken kann.

**[0027]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform steuert das wenigstens eine Steuersignal eine Radbremse des Fahrzeugs so, dass diese während eines Überfahrens der Fahrbahnmarkierung durch das zugehörige Fahrzeugrad gar nicht oder zumindest gegenüber dem Fall ohne eine solche Beeinflussung nur mit reduzierter Bremskraft wirkt. Auf diese Weise kann ein Sicherheitsgewinn auch in solchen Situationen erreicht werden, bei denen ein Überfahren der Fahrbahnmarkierung nicht vollständig verhindert werden kann. Durch das Schwächen oder gar Vermeiden der Bremswirkung kann insbesondere ein Schlittern oder Rutschen des Rades auf der Fahrbahnmarkierung vermieden, jedenfalls reduziert werden. Neben einem dadurch bedingten Sicherheitsgewinn kann dies auch zu einer Komforterhöhung beitragen, da ein Rutschen des Fahrzeugs in aller Regel als unangenehm empfunden wird.

**[0028]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform steuert das wenigstens eine Steuersignal eine Bremse des Fahrzeugs so, dass ein berechneter oder geplanter Zeitpunkt für ein bevorstehendes Bremsmanöver automatisch modifiziert wird. Hierbei handelt es sich um eine mögliche vorteilhafte Ausgestaltung einer Fahrmanöverbeeinflussung während eines Bremsvorgangs. So kann der Bremsvorgang so angepasst werden, dass dabei ein Überfahren einer Fahrbahnmarkierung wieder vermieden werden kann, jedenfalls ein solches Überfahren aber nur zu einem geringeren Grad auftritt, als dies ohne die Beeinflussung durch das Steuersignal der Fall wäre. Insbesondere können die durch das Steuersignal ausgelösten Modifikationen des Bremsmanövers so fein und/oder über einen Zeitraum hinweg dosiert bzw. vorgenommen werden, dass dabei ein im wesentlichen kontinuierlicher Brems effekt ohne plötzliche Bremskraftänderungen („Ruckeln“) auftritt.

**[0029]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform steuert das Steuersignal wenigstens eine der folgenden Fahrzeugkomponenten des Fahrzeugs zur automatischen Beeinflussung des Fahrmanövers an: eine Bremsanlage, einen Antriebsstrang, eine Lenkanlage, das Fahrwerk, ein Stabilitätssystem (insbesondere ESP), eine Dämpfung (insbesondere Stoßdämpfung oder Lenkungsdämpfung). Insbesondere kann es auch vorteilhaft sein, die vorzunehmende Fahrmanöverbeeinflussung durch ein oder mehrere Steuersignale zu erreichen, welche zwei oder mehr der vorgenannten Fahrzeugkomponenten so ansteuern, so dass sich durch deren Zusammenwirken insgesamt die vorgesehene Fahrmanöverbeeinflussung ergibt. Auf diese Weise lässt sich ein breites Spektrum verschiedener Fahrmanöverbeeinflussungen realisieren, wodurch sich eine effektive Anpassung an verschiedenste Situationen und Fahrbahnzustände erreichen lässt.

**[0030]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird das Fahrzeug teilautonom oder vollautonom durch wenigstens eine Steuerungsvorrichtung gesteuert. Insbesondere kann dies in Kombination mit dem vorausgehend beschriebenen Verfahren im Rahmen einer Überhol- oder Ausweichassistentenfunktion des Fahrzeugs, bei der ein derartiges Fahrmanöver teil- bzw. vollautomatisch erfolgt, zum Einsatz kommen. Auf diese Weise können auch automatisierte Fahrmanöver im Hinblick auf Fahrsicherheit und/oder Fahrkomfort verbessert werden.

**[0031]** Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrassistenzsystem für ein Straßenfahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug. Das System weist dabei eine Datenschnittstelle zum Empfang von Daten auf, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung im Fahrzeugvorfeld kennzeichnen. Des Weiteren ist eine Analyseeinheit vorgesehen, die dazu angepasst ist, festzustellen, ob das Fahrzeug bei einem schon eingeleiteten oder geplanten Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad überfahren wird. Darüber hinaus ist eine Signalisierungseinheit vorgesehen, die so angepasst ist, dass sie, wenn die Analyseeinheit feststellt, dass bei dem Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad überfahren wird, wenigstens eines der folgenden Signale ausgibt: (i) ein Warnsignal für den Fahrer, (ii) wenigstens ein Steuersignal an eine oder mehrere Fahrzeugkomponenten des Fahrzeugs zur automatischen Beeinflussung des Fahrmanövers so, dass dabei die Fahrbahnmarkierung nicht oder nur in gegenüber dem Fall ohne eine solche Beeinflussung reduziertem Maße von einem Rad des Fahrzeugs überfahren wird.

**[0032]** Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Fahrassistenzsystems beschrieben, die jeweils, soweit dies

nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird, beliebig miteinander sowie mit den anderen Aspekten der Erfindung kombiniert werden können.

**[0033]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Datenschnittstelle dazu angepasst, Daten über eine Datenverbindung zu einer externen Datenquelle, die insbesondere ein Sensor, etwa eine Kamera oder ein Sensor zur Erfassung von physikalischen Parametern des Fahrbahnzustand sein kann, zu empfangen.

**[0034]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind zwei oder mehr der vorgenannten Systemkomponenten innerhalb einer einzigen Funktionseinheit integriert. Alternativ kann das System aber auch aus diskreten Systemkomponenten aufgebaut sein.

**[0035]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das System des Weiteren eine Detektionseinheit auf, die angepasst ist, die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung im Fahrzeugvorfeld auf Basis wenigstens eines Sensorbildes, welches die Fahrbahn im Fahrzeugvorfeld wenigstens ausschnittsweise darstellt, automatisch zu detektieren. Die Detektionseinheit kann insbesondere wenigstens einen Mikroprozessor sowie einen Speicher aufweisen, in dem ein entsprechendes Programm zum Ablauf auf dem wenigstens einen Mikroprozessor abgelegt ist.

**[0036]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind ein oder mehrere Sensoren zur Erfassung eines Sensorbildes selbst Teil des Systems.

**[0037]** Das System kann gemäß weiterer bevorzugter Ausführungsformen dazu geeignet sein, das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, insbesondere gemäß einer oder mehrerer seiner Ausführungsformen oder Varianten davon, auszuführen.

**[0038]** Dementsprechend kann die Funktionalität des Systems als Ganzes sowie seiner Systemkomponenten insbesondere den vorausgehend beschriebenen, korrespondierenden Verfahrensschritten entnommen werden.

**[0039]** Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft schließlich ein Straßenfahrzeug, welches ein Fahrassistenzsystem gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung, insbesondere gemäß einer oder mehrerer seiner Ausführungsformen oder Varianten aufweist.

**[0040]** Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren.

**[0041]** Dabei zeigt:

**[0042]** Fig. 1 schematisch ein Straßenfahrzeug gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf einer Fahrbahn mit Fahrbahnmarkierungen;

**[0043]** Fig. 2 schematisch ein Fahrassistenzsystem und seine Verbindung zu verschiedenen Datenquellen sowie zu durch das System anzusteuern den Fahrzeugkomponenten, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0044]** Fig. 3 ein Flussdiagramm zu einem Fahrassistenzverfahren gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0045]** Fig. 4 eine beispielhafte schematische Darstellung eines Spurwechsels oder Ausweichmanövers bei Verwendung des Fahrassistenzverfahrens bzw. -systems, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einem Motorrad als Fahrzeug;

**[0046]** Fig. 5 eine beispielhafte schematische Darstellung eines Bremsmanövers an einer Ampelanlage oder Abzweigung bei Verwendung des Fahrassistenzverfahrens bzw. -systems, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einem Motorrad als Fahrzeug;

**[0047]** In Fig. 1 ist exemplarisch und schematisch ein Straßenfahrzeug **1** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Dabei befindet sich das Fahrzeug **1** auf einer Fahrbahn mit verschiedenen Fahrbahnmarkierungen **4**. Auf der rechten Seite ist eine durchgezogene Linie, auf der linken Seite eine unterbrochene Linie mit Flächenelementen **4a**, **4b** und **4c**, und in der Mitte ein Richtungspfeil, jeweils als Fahrbahnmarkierung **4** gezeigt. Das Fahrzeug **1** bewegt sich dabei in Richtung des Richtungspfeils der Fahrbahnmarkierung und das zugehörige Fahrzeugvorfeld **3** ist als gestrichelte Linie skizziert. Im dargestellten Fall handelt es sich bei dem Fahrzeug **1** um ein Kraftfahrzeug mit vier Rädern **5**. Schematisch sind des Weiteren auch Bremsen, bzw. eine Bremsanlage **19**, ein Antriebsstrang **20**, eine Lenkanlage **21** sowie ein Fahrwerk **22** als Fahrzeugkomponenten gezeigt. Zusätzlich verfügt das Fahrzeug über wenigstens einen Sensor **9**, welche insbesondere eine Kamera sein kann, welche zum Aufnehmen von Bildern der Fahrbahnoberfläche, insbesondere im Fahrzeugvorfeld **3**, geeignet und angeordnet ist. Aus dem durch den Sensor **9** gelieferten Sensorbild bzw. aus mehreren entsprechenden Sensorbildern können Rückschlüsse auf die räumliche Lage der Fahrbahnmarkierungen **4** sowie des Fahrbahnzustands gezogen werden. Des Weiteren ist in dem Fahrzeug **1** eine Steuerungsvorrichtung **2** zum teilautonomen oder vollautonomen Steuern des Fahrzeugs **1** vorgesehen. Schließlich enthält das Fahrzeug **1** noch ein erfindungsgemäßes Fahrerassis-

tenzsystem **8**, welches über eine Datenverbindung **7** mit einer fahrzeugexternen Informationsquelle **6** verbunden ist.

**[0048]** In Fig. 2 sind schematisch das Fahrassistenzsystem **8** selbst und seine Verbindung zu verschiedenen Datenquellen sowie zu durch das Fahrassistenzsystem **8** anzusteuern den Fahrzeugkomponenten **18** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Dabei weist das Fahrassistenzsystem **8** eine Datenschnittstelle **10**, eine Detektionseinheit **11**, eine Analyseeinheit **13**, sowie eine Signalisierungseinheit **14** auf, die miteinander insbesondere über einen Bus, etwa einen CAN-Bus, verbunden sind, um Daten austauschen zu können. Über die Datenschnittstelle **10** und entsprechende Datenverbindungen **7** ist das Fahrassistenzsystem **8** mit wenigstens einem Sensor **9**, einer Positionsbestimmungseinheit **12**, insbesondere einem Navigationssystem, der Steuervorrichtung **2**, und einer oder mehreren externen Datenquellen **6** zur Bereitstellung von Zustandsdaten **15**, welche den Fahrbahnzustand charakterisieren, sowie von Daten **16**, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung kennzeichnen, verbunden. Zusätzlich oder alternativ können solche Daten durch den Sensor **9** erfasst und bereitgestellt werden. Die Analyseeinheit **13** ist dabei dazu vorgesehen und angepasst, festzustellen, ob das Fahrzeug **1** bei einem schon eingeleiteten oder geplanten Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung **4** voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad **5** überfahren wird. Die mit der Analyseeinheit **13** verbundene Signalisierungseinheit **14** ist so angepasst, dass sie, wenn die Analyseeinheit **13** feststellt, dass bei dem Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad **5** überfahren wird, wenigstens ein Signal **17** ausgibt. Bei dem Signal **17** kann es sich dabei um ein Warnsignal **17a** an den Fahrer, z.B. ein akustisches, optisches oder kinästhetisches Signal, oder um ein Steuersignal **17b** für eine oder mehrere Fahrzeugkomponenten **18**, oder um eine Kombination aus beidem handeln. Die Fahrzeugkomponenten **18** können dabei wie schon vorausgehend beschrieben, insbesondere eine Bremse bzw. Bremsanlage **19**, ein Antriebsstrang **20**, eine Lenkanlage **21** oder das Fahrwerk **22** bzw. einzelne Funktionseinheiten davon sein.

**[0049]** In Fig. 3 ist ein Flussdiagramm zur Illustration eines Fahrassistenzverfahrens gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Bei dem Verfahren wird in einem ersten Schritt S1 eine aktuelle räumliche Position des Fahrzeugs **1** erfasst. Dies kann insbesondere mittels eines satellitengestützten Navigationssystems erfolgen. Mithilfe dieser Position kann dann auf Basis eines entsprechenden elektronischen Kartenmaterials, welches die Position des Fahrzeugs **1** abdeckt, eine Kartenposition für das Fahrzeug **1** ermittelt werden.

Dabei enthält das Kartenmaterial ein fahrspurgenaues Straßenmodell, und die Positionierung ist ebenfalls so genau, dass die aktuelle Position des Fahrzeugs **1** spurgenau erfasst werden kann.

**[0050]** In einem weiteren Schritt S2 werden zum einen Daten **16**, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung **4** kennzeichnen und zum anderen Zustandsdaten **15** zum aktuellen Fahrbahnzustand, insbesondere zu dessen Temperatur und Feuchtigkeit oder anderen physikalischen Parametern, welche seine Griffigkeit beeinflussen können, bereitgestellt. Diese Daten und Zustandsdaten können insbesondere über eine entsprechende Datenverbindung **7** von einer externen Datenquelle **6** empfangen werden. Alternativ oder zusätzlich können die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung **4** sowie der Fahrbahnzustand auch am Fahrzeug selbst auf Basis wenigstens eines Sensorbildes detektiert werden. Der Sensor **9** zur Erfassung eines solchen Sensorbildes kann dabei insbesondere eine Kamera sein, aber auch Temperaturfühler oder Infrarotsensoren oder andere zweckmäßige Sensortypen können zusätzlich oder alternativ verwendet werden. Insbesondere bei einer Kombination, bei der sowohl das Kartenmaterial als auch ein ausreichend aufgelöstes Sensorbild, insbesondere ein oder mehrere Kamerabilder, verwendet werden, kann die räumliche Lage von erkannten Fahrbahnmarkierungen **4** relativ zur aktuellen Fahrzeugposition mit hoher Genauigkeit, insbesondere zentimetergenau, bestimmt werden.

**[0051]** Solche am Fahrzeug selbst mittels wenigstens eines Sensors **9** detektierte Daten sowie die aktuelle Position des Fahrzeugs **1** können in einem weiteren Schritt S3 an die vorzugsweise eine externe Datenquelle, etwa einen Server, zurückgesendet werden, um dort als positionsbezogene Daten auch für andere Fahrzeuge abrufbar zur Verfügung zu stehen.

**[0052]** In einem weiteren Schritt S4 wird die erkannte Fahrbahnmarkierung **4** auf Basis der ermittelten Kartenposition und, soweit verfügbar, auf Basis des Sensorbildes klassifiziert. Dabei kann beispielsweise zwischen durchgezogenen Markierungslinien am Fahrbahnrand, durchgezogenen Trennlinien zwischen Spuren, welche ein Überholverbot kennzeichnen, oder unterbrochenen Linien zur Separierung von verschiedenen Fahrspuren unterschieden werden. Auch andere Fahrbahnmarkierungen wie etwa schraffierte Bereiche oder Richtungspfeile können so erkannt und entsprechend klassifiziert werden.

**[0053]** In einem nachfolgenden Schritt S5 wird dann auf Basis der verfügbaren Daten festgestellt, ob das Fahrzeug **1** voraussichtlich die erkannte Fahrbahnmarkierung **4** überfahren wird. Dazu können auch entsprechende weitere Fahrzeugdaten, insbesondere Geschwindigkeit, Stellung der Lenkung, Gaspe-

dalstellung oder Ähnliches zusätzlich verwendet werden.

**[0054]** Wird dabei festgestellt, dass die Fahrbahnmarkierung voraussichtlich von keinem Rad **5** des Fahrzeugs **1** überfahren wird (S5 – nein), so wird zum Schritt S1 zurückgesprungen und ein neuer Durchlauf kann beginnen. Andernfalls, d.h. wenn ein voraussichtliches Überfahren festgestellt wird (S5 – ja), erfolgt ein weiterer Schritt S6, bei dem abhängig vom Ergebnis der Klassifizierung ein entsprechendes Signal **17** bestimmt oder ausgewählt wird.

**[0055]** Das Signal **17** wird schließlich in einem weiteren Schritt S7 in Form wenigstens eines Warnsignals **17a** und/oder wenigstens eines Steuersignals **17b** oder einer Kombination aus beidem ausgegeben. Anschließend kann das Verfahren wieder zum Schritt S1 zurückspringen.

**[0056]** In einem nachfolgenden Schritt S5 wird dann auf Basis der verfügbaren Daten festgestellt, ob das Fahrzeug **1** voraussichtlich die erkannte Fahrbahnmarkierung **4** überfahren wird. Dazu können auch entsprechende weitere Fahrzeugdaten, insbesondere Geschwindigkeit, Stellung der Lenkung, Gaspedalstellung oder Ähnliches zusätzlich verwendet werden.

**[0057]** In Fig. 4 ist eine beispielhafte schematische Darstellung eines Spurwechsels oder Ausweichmanövers bei Verwendung des Fahrassistenzverfahrens bzw. -systems, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einem Motorrad als Fahrzeug **1** gezeigt. Dabei ist eine zweispurige Straße mit seitlich begrenzenden Fahrbahnmarkierungen **4**, welche als durchgezogene Linien ausgebildet sind, und mit einer als unterbrochene Fahrbahnmarkierungslinie ausgebildeten Mittellinie zur Spurmarkierung, welche unter anderem die einzelnen Flächenelemente **4a** und **4b** aufweist, gezeigt. Insbesondere beim voll- bzw. teilautomatisierten Fahren werden Spurwechsel normalerweise vorab von der entsprechenden Steuerungsvorrichtung **2** zur autonomen Steuerung des Fahrzeugs **1** geplant. Wenn nun die genaue Fahrzeugposition sowie die räumliche Lage der Spurmarkierung verfügbar sind, lässt sich das Fahrzeug bei einem Fahrspurwechsel automatisch so steuern, dass seine Räder **5** jeweils zwischen einzelnen Flächenelementen, bei einem einspurigen Fahrzeug insbesondere auch denselben Flächenelementen **4a** und **4b**, der Mittelmarkierung hindurch fahren, ohne dabei diese Flächenelemente selbst zu berühren. In Fig. 4 ist dies mittels der durchgezogenen Linie **25**, welche den Fahrweg des Motorrads bei Verwendung des erfindungsgemäßen Fahrassistenzsystems bzw. -Verfahrens zeigt, dargestellt. Die gestrichelte Linie **24** stellt dagegen zum Vergleich den fiktiven Fahrweg ohne Verwendung des Fahrassistenzsystems, bzw.

-verfahrens dar. Auch im Falle von Kurven, welche vom Fahrer falsch eingeschätzt wurden, so dass ein Überfahren der Mittellinie unvermeidbar ist, kann das Fahrassistenzsystem bzw. -verfahren dafür sorgen, das beim Überqueren der Mittellinie die Räder **5** des Fahrzeugs **1**, insbesondere eines Motorrads, nicht die Fahrbahnmarkierung selbst überfahren, sondern zwischen einzelnen Flächenelementen **4a**, **4b** davon hindurch durchfahren. So kann gerade bei einspurigen Fahrzeugen das Unfall- bzw. Sturzrisiko verringert werden.

**[0058]** Auf ähnliche Weise können auch Ausweichmanöver durchgeführt werden. Bei einer gefährlichen Situation im teil- oder vollautonomen Betrieb ist ein Modus vorgesehen, bei dem das Fahrzeug **1** die Fahrspur wechselt, um zum Beispiel nicht auf ein Hindernis aufzufahren oder einer plötzlich auftretenden Gefahrenquelle (zum Beispiel ein Ball **23** rollt auf die Straße) auszuweichen. Erfindungsgemäß kann auch hier das Fahrzeug **1** automatisch so gesteuert werden, dass es auf den sichersten Fahrweg ausweicht, und dabei so weit möglich ein Überfahren von Fahrbahnmarkierungen **4** bzw. **4a**, **4b** vermeidet. Somit können auch gegebenenfalls zusätzlich verfügbare Regeleingriffe von Antiblockiersystemen (ABS) oder Stabilitätssystemen (z.B. ESP) möglicherweise minimiert werden, da die Bodenhaftung deutlich besser ist, als wenn das Fahrzeug **1** auf einer Fahrbahnmarkierungsfläche bremsen oder gar lenken müsste, um das Ausweichmanöver durchzuführen.

**[0059]** Ähnliches kann auch in anderen Verkehrssituationen gelten. So ist in **Fig. 5** eine beispielhafte schematische Darstellung eines Bremsmanövers an einer Ampelanlage oder Abzweigung bei Verwendung des Fahrassistenzverfahrens bzw. -systems, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einem Motorrad als Fahrzeug, gezeigt. Hier liegt eine zweispurige Fahrbahn für eine gegebene Fahrtrichtung vor und die einzelnen Spuren dieser Fahrbahn sind durch entsprechende Fahrbahnmarkierungen **4** in Form von Richtungspfeilen an einer Kreuzung gekennzeichnet. In diesem Fall kann der Fahrweg des Fahrzeugs **1**, wenn es sich der Kreuzung nähert, so beeinflusst werden, dass es, wenn es an der Kreuzung an einem Haltepunkt **25a** anhält, so positioniert ist, dass keines seiner Räder **5** auf einem der Richtungspfeile zu stehen kommt. Insbesondere kann der Fahrweg **25** so gewählt werden, dass davor auch keiner der Richtungspfeile oder eine sonstige Fahrbahnmarkierung **4** von irgendeinem Rad **5** des Fahrzeugs **1** überfahren werden. Auf diese Weise kann zum einen der Bremsweg verkürzt werden, was insbesondere im Falle einer Notbremsung, etwa beim unerwarteten Umschalten einer Ampelanlage auf „Rot“, oder bei einem zu späten Erkennen von Querverkehr an der Kreuzung sicherheitsrelevant sein kann. Zum anderen kann so auch einem Durchdrehen oder Schleudern der Räder

beim nachfolgenden Anfahren entgegengewirkt werden. Zum Vergleich ist auch hier wieder der fiktive Fahrweg **24** des Fahrzeugs **1** sowie der entsprechende Haltepunkt **24a** ohne Verwendung des Fahrassistenzsystems **8** bzw. -Verfahrens dargestellt.

**[0060]** Während vorausgehend wenigstens eine beispielhafte Ausführungsform beschrieben wurde, ist zu bemerken, dass eine große Anzahl von Variationen dazu existiert. Es ist dabei auch zu beachten, dass die beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen nur nichtlimitierende Beispiele darstellen, und es nicht beabsichtigt ist, dadurch den Umfang, die Anwendbarkeit oder die Konfiguration der hier beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren zu beschränken. Vielmehr wird die vorausgehende Beschreibung dem Fachmann eine Anleitung zur Implementierung mindestens einer beispielhaften Ausführungsform liefern, wobei es sich versteht, dass verschiedene Änderungen in der Funktionsweise und der Anordnung der in einer beispielhaften Ausführungsform beschriebenen Elemente vorgenommen werden können, ohne dass dabei von dem in den angehängten Ansprüchen jeweils festgelegten Gegenstand sowie seinen rechtlichen Äquivalenten abgewichen wird.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Straßenfahrzeug bzw. kurz Fahrzeug
<b>2</b>	Steuerungsvorrichtung
<b>3</b>	Fahrzeugvorfeld
<b>4</b>	Fahrbahnmarkierungen
<b>4a–c</b>	Flächenelemente einer Fahrbahnmarkierung
<b>5</b>	Fahrzeugrad
<b>6</b>	fahrzeugexterne Informationsquelle
<b>7</b>	Datenverbindung
<b>8</b>	Fahrassistenzsystem
<b>9</b>	Sensor
<b>10</b>	Datenschnittstelle
<b>11</b>	Detektionseinheit
<b>12</b>	Positionsbestimmungseinheit
<b>13</b>	Analyseeinheit
<b>14</b>	Signalisierungseinheit
<b>15</b>	Zustandsdaten
<b>16</b>	Daten, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung kennzeichnen
<b>17</b>	Signal
<b>17a</b>	Warnsignal
<b>17b</b>	Steuersignal
<b>18</b>	Fahrzeugkomponenten
<b>19</b>	Bremse bzw. Bremsanlage, insbesondere Radbremse
<b>20</b>	Antriebsstrang
<b>21</b>	Lenkanlage
<b>22</b>	Fahrwerk
<b>23</b>	Hindernis
<b>24</b>	Fahrweg ohne Fahrassistenz

- 24a** Haltepunkt des Fahrzeugs ohne Fahrassis-  
tenz
- 25** Fahrweg mit Fahrassistenz
- 25a** Haltepunkt des Fahrzeugs mit Fahrassis-  
tenz

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102009033124 A1 [0005]
- WO 2010/099789 A1 [0006]

## Patentansprüche

1. Fahrassistenzverfahren für ein Straßenfahrzeug (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit den Schritten:

Feststellen (S5), auf der Basis von Daten, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung (4) im Fahrzeugvorfeld (3) kennzeichnen, ob das Fahrzeug (1) bei einem schon eingeleiteten oder geplanten Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung (4) voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad (5) überfahren wird; und

(S6) wenn dies der Fall ist, Ausgeben wenigstens eines der folgenden Signale (17):

- ein Warnsignal (17a) für den Fahrer;
- wenigstens ein Steuersignal (17b) an eine oder mehrere Fahrzeugkomponenten (18) zur automatischen Beeinflussung des Fahrmanövers so, dass dabei die erkannte Fahrbahnmarkierung (4) nicht oder nur in gegenüber dem Fall ohne eine solche Beeinflussung reduziertem Maße von einem Rad (5) des Fahrzeugs (1) überfahren wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Daten, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung (4) im Fahrzeugvorfeld (3) kennzeichnen, durch wenigstens einen der folgenden Schritte (S2) am Fahrzeug (1) bereitgestellt werden:

- Automatisches Detektieren der räumlichen Lage der Fahrbahnmarkierung (4) auf Basis wenigstens eines Sensorbildes, welches die Fahrbahn im Fahrzeugvorfeld (3) zumindest ausschnittsweise darstellt;
- Empfangen der Daten über eine Datenverbindung (7) von einer fahrzeugexternen Informationsquelle (6).

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei Daten, welche die auf Basis des Sensorbildes detektierte räumliche Lage der Fahrbahnmarkierung (4) kennzeichnen, über eine Datenverbindung (7) an die fahrzeugexterne Informationsquelle (6) gesendet werden (S3).

4. Verfahren gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche, mit den weiteren Schritten:

Erfassen (S1) einer aktuellen räumlichen Position des Fahrzeugs (1) und Ermitteln einer spurgenaue Kartenposition des Fahrzeugs (1) durch Verknüpfen der aktuellen Position mit spurgenaue Kartendaten; Klassifizieren (S4) der erkannten Fahrbahnmarkierung (4) auf Basis der ermittelten Kartenposition und Bestimmen (S6) wenigstens eines der auszugehenden Signale (17) in Abhängigkeit von einem Ergebnis der Klassifizierung.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei das Klassifizieren ein Zuordnen der erkannten Fahrbahnmarkierung (4) zu wenigstens einer der folgenden Klassen umfasst:

- eine durchgezogene Linie;

- eine unterbrochene Linie;
- ein Richtungspfeil;
- eine Mittelmarkierung zwischen zwei Spuren;
- eine Fahrbahnrandmarkierung
- eine sonstige Fahrbahnmarkierung.

6. Verfahren gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Steuersignal (17b) so ausgestaltet ist, dass dadurch das Fahrmanöver so beeinflusst wird, dass dabei wenigstens ein Rad (5) des Fahrzeugs (1) bei dem Fahrmanöver einen Zwischenraum zwischen zwei separaten Flächenelementen (4a–c), insbesondere Markierungsstreifen, der Fahrbahnmarkierung (4) durchquert.

7. Verfahren gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine auszugehende Signal (17) in Abhängigkeit von Zustandsdaten (15), aus denen Rückschlüsse auf den aktuellen Fahrbahnzustand im Umfeld des Fahrzeugs (1) ableitbar sind, bestimmt wird.

8. Verfahren gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Steuersignal (17b) eine Radbremse (19) des Fahrzeugs (1) so steuert, dass diese während eines Überfahrens der Fahrbahnmarkierung (4) durch das zugehörige Fahrzeugrad (5) gar nicht oder zumindest gegenüber dem Fall ohne eine solche Beeinflussung nur mit reduzierter Bremskraft wirkt.

9. Verfahren gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Steuersignal (17b) eine Bremse (19) des Fahrzeugs (1) so steuert, dass ein berechneter oder geplanter Zeitpunkt für ein bevorstehendes Bremsmanöver automatisch modifiziert wird.

10. Verfahren gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das Steuersignal (17b) wenigstens eine der folgenden Fahrzeugkomponenten (18) des Fahrzeugs (1) zur automatischen Beeinflussung des Fahrmanövers ansteuert:

- eine Bremsanlage (19);
- einen Antriebsstrang (20);
- eine Lenkanlage (21);
- das Fahrwerk (22);
- ein Stabilitätssystem, insbesondere ESP;
- eine Dämpfung, insbesondere Stoßdämpfung;

11. Verfahren gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das Fahrzeug (1) teilautonom oder vollautonom durch wenigstens eine Steuerungsvorrichtung gesteuert wird.

12. Fahrassistenzsystem für ein Straßenfahrzeug (1), insbesondere ein Kraftfahrzeug, aufweisend: eine Datenschnittstelle (7) zum Empfang von Daten, welche die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung (4) im Fahrzeugvorfeld (3) kennzeichnen;

eine Analyseeinheit (13), die dazu angepasst ist, festzustellen, ob das Fahrzeug (1) bei einem schon eingeleiteten oder geplanten Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung (4) voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad (5) überfahren wird; und eine Signalisierungseinheit (14), die so angepasst ist, dass sie, wenn die Analyseeinheit (13) feststellt, dass bei dem Fahrmanöver die Fahrbahnmarkierung (4) voraussichtlich mit wenigstens einem Fahrzeugrad (5) überfahren wird, wenigstens eines der folgenden Signale (17) ausgibt:

- ein Warnsignal (17a) für den Fahrer;
- wenigstens ein Steuersignal (17b) an eine oder mehrere Fahrzeugkomponenten (18) des Fahrzeugs (1) zur automatischen Beeinflussung des Fahrmanövers so, dass dabei die Fahrbahnmarkierung (4) nicht oder nur in gegenüber dem Fall ohne eine solche Beeinflussung reduziertem Maße von einem Rad (5) des Fahrzeugs (1) überfahren wird.

13. Fahrassistenzsystem gemäß Anspruch 12, des Weiteren aufweisend:

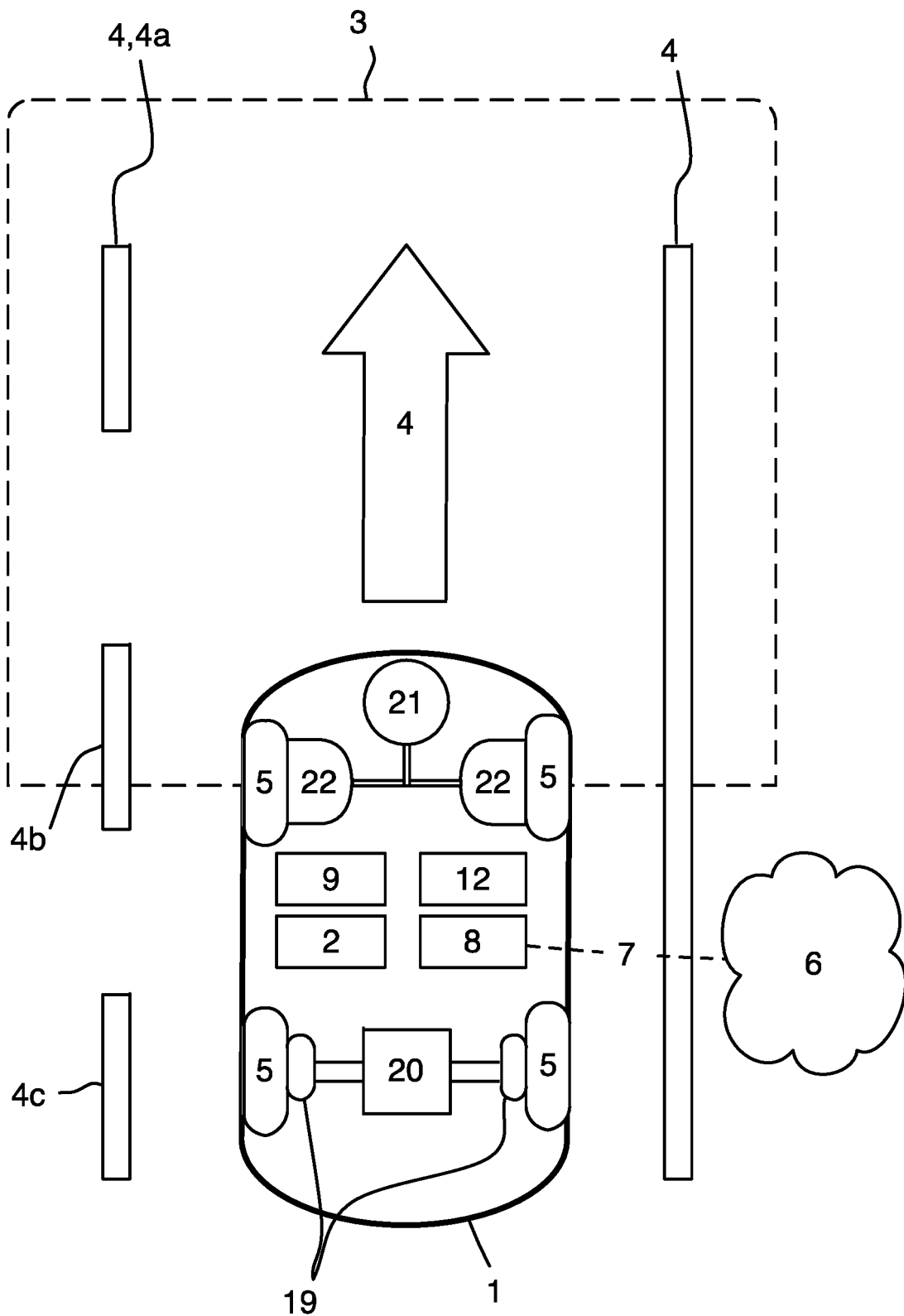
eine Detektionseinheit (11), die angepasst ist, die räumliche Lage einer Fahrbahnmarkierung (4) im Fahrzeugvorfeld (3) auf Basis wenigstens eines Sensorbildes, welches die Fahrbahn im Fahrzeugvorfeld (3) wenigstens ausschnittsweise darstellt, automatisch zu detektieren.

14. Fahrassistenzsystem gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei die Vorrichtung des Weiteren dazu angepasst ist, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 2 bis 11 auszuführen.

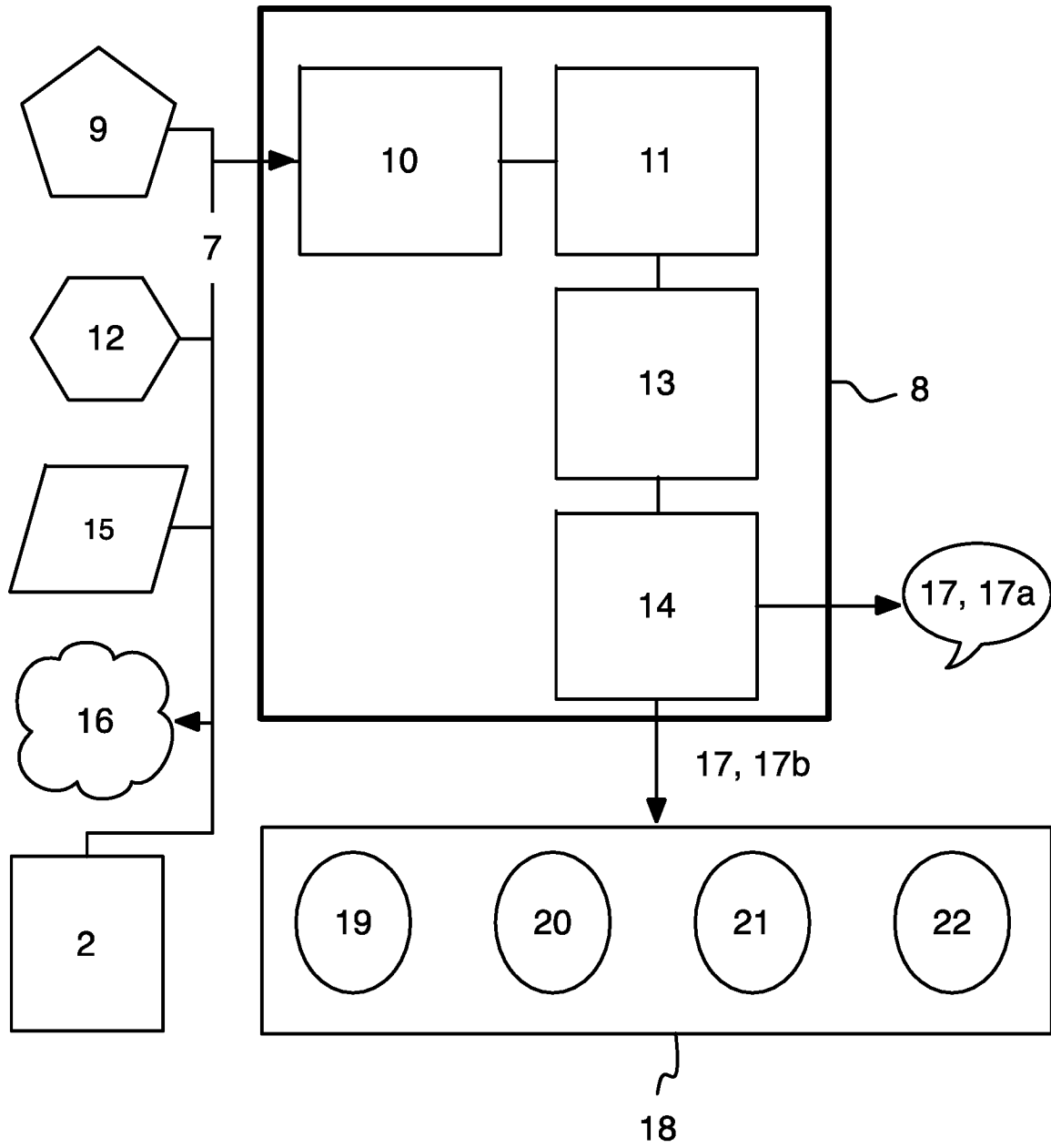
15. Straßenfahrzeug (1), aufweisend ein Fahrassistenzsystem gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

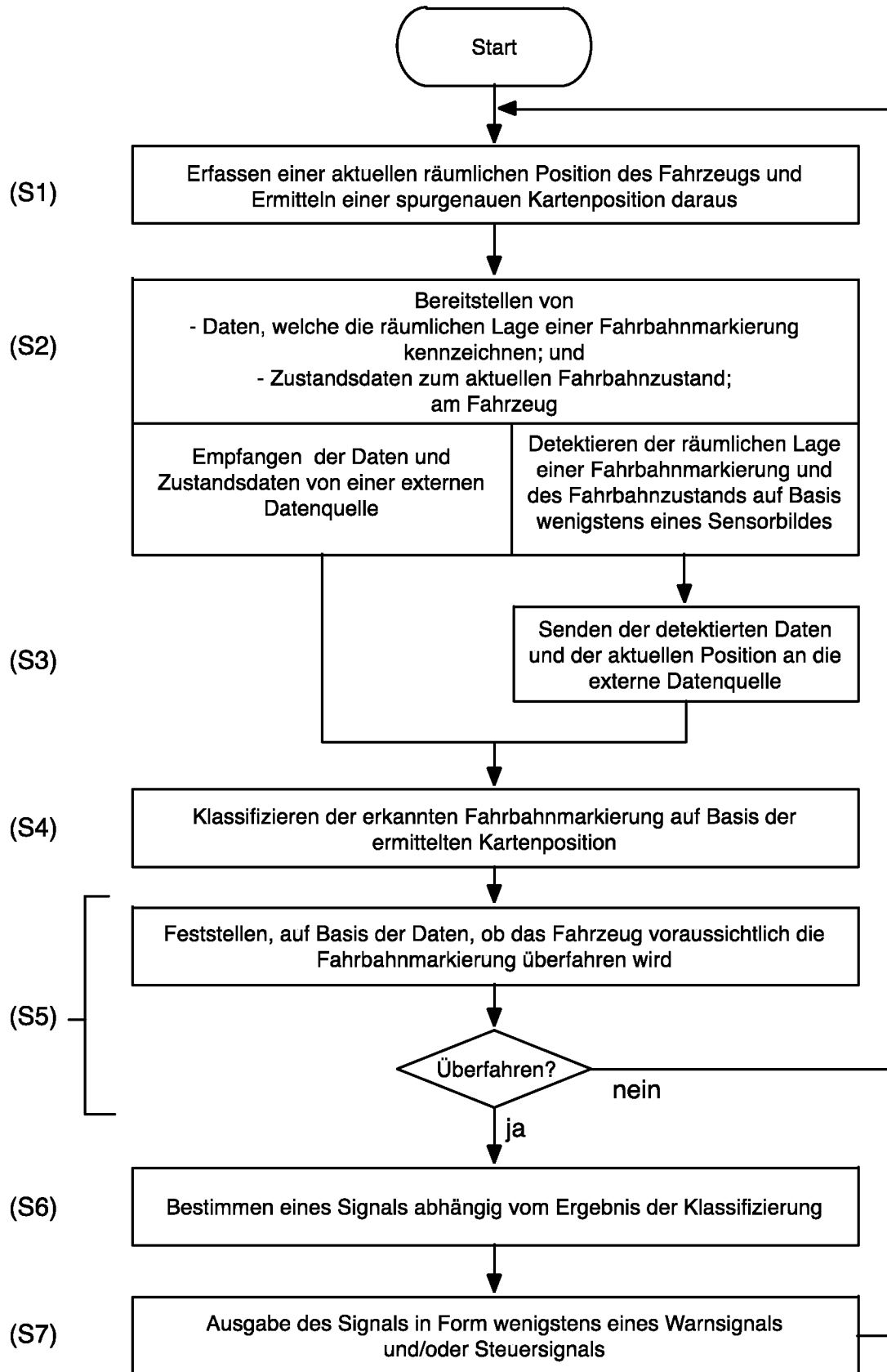
Anhängende Zeichnungen



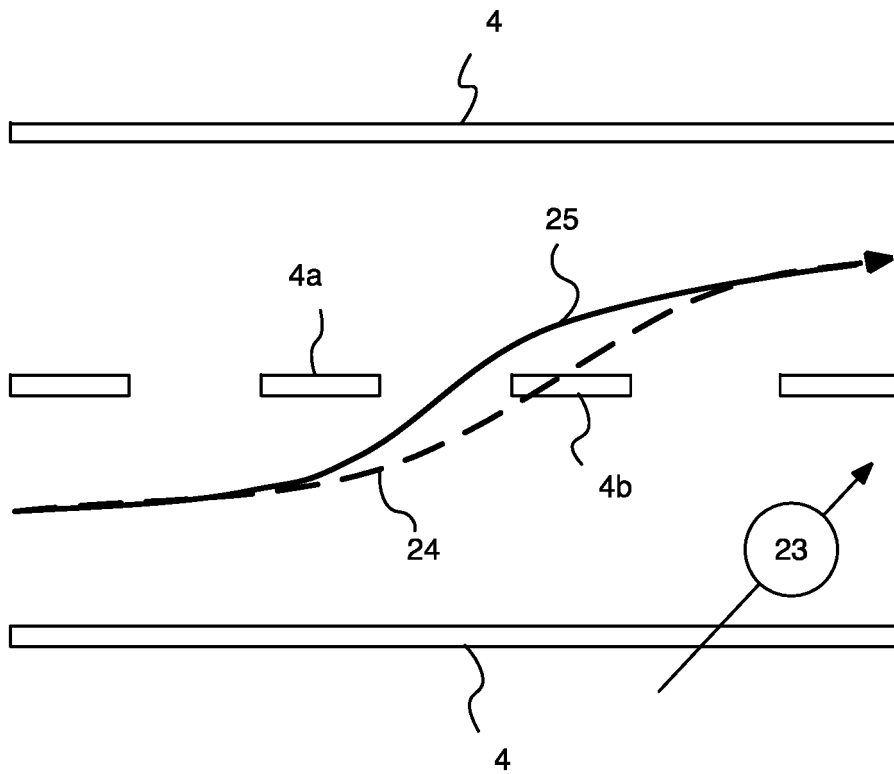
**FIG. 1**



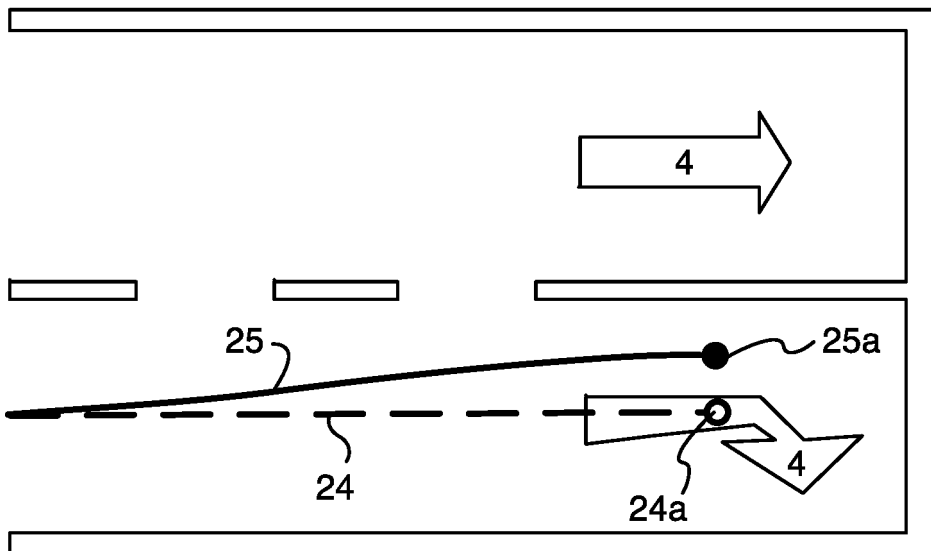
**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**