



(10) **DE 10 2017 212 607 A1** 2019.01.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 212 607.8**

(22) Anmeldetag: **21.07.2017**

(43) Offenlegungstag: **24.01.2019**

(51) Int Cl.: **B60W 40/02 (2006.01)**

**B60W 40/04 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,  
US**

(74) Vertreter:  
**Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE**

(72) Erfinder:  
**Maus, Benjamin, 40215 Düsseldorf, DE; Steiger,  
Reid, Franklin, Mich., US; Meyer, Andreas, 51515  
Kürten, DE; Merz, Manuel, 56410 Montabaur, DE;  
Weitkus, Guido, 50859 Köln, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

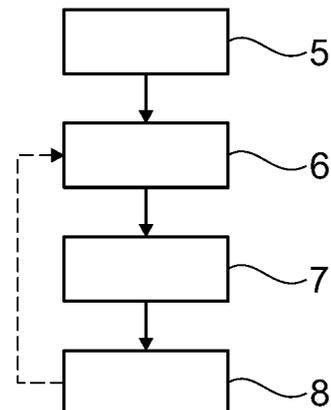
DE	10 2005 009 146	A1
DE	10 2015 010 270	A1
DE	10 2015 201 588	A1
US	9 238 467	B1
US	9 463 806	B2
US	2015 / 0 344 027	A1
US	2016 / 0 176 397	A1
US	2016 / 0 272 201	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur umgebungsbasierten Adaption von Fahrerassistenzsystem-Funktionen**

(57) Zusammenfassung: Es wird Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs (1) unter Verwendung eines Fahrerassistenzsystems (2) offenbart, welches die folgenden Schritte umfasst: für mindestens eine Fahrerassistenzsystem-Funktion wird mindestens ein auf die Fahrzeugumgebung bezogenes Kriterium für eine Adaption der Fahrerassistenzsystem-Funktion festgelegt (5), eine Anzahl an Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs wird detektiert (6), eine Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums wird auf der Grundlage einer Kombination der detektierten Merkmale abgeschätzt (7), und die Fahrerassistenzsystem-Funktion wird auf der Grundlage der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit adaptiert (8).



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs unter Verwendung eines Fahrerassistenzsystems. Die Erfindung betrifft zudem eine Vorrichtung zur Adaption einer Fahrerassistenzsystem-Funktion und ein Kraftfahrzeug.

**[0002]** Fahrerassistenzsysteme unterstützen den Fahrer um den Fahrkomfort und/oder die Sicherheit beim Fahren zu verbessern. Dabei sind die jeweiligen Umgebungsbedingungen und Eigenschaften der jeweiligen Fahrzeugumgebung wichtige Eingangsgrößen für einzelne zur Verfügung stehende Funktionen. Beispielsweise sollte ein Fahren, bei dem die Hände vom Lenkrad entfernt sein können, nur dann verfügbar sein, wenn sich keine Fußgänger in der Umgebung befinden. Weiterhin sollte das Fahrzeug nur dann von einem stehenden Zustand in eine Nutzung eines Abstandsregeltempomats übergehen, wenn die Fahrbahn vor dem Fahrzeug frei von Fußgängern oder Hindernissen ist.

**[0003]** Prinzipiell können Reaktionen von Fahrerassistenzfunktionen auf Umgebungssituationen durch ungewolltes Verhalten oder Risiken beeinflusst werden. So kann beispielsweise ein Fahrzeug in einen Fußgänger lenken, ohne dass der Fahrer hierzu Anlass gegeben hat. In einem anderen Beispiel kann der Abstandsregeltempomat dem anfänglichen Zielfahrzeug folgen, aber es erscheint ein Fußgänger auf der vor dem Fahrzeug befindlichen Fahrbahn und wird gefährdet.

**[0004]** Eine Möglichkeit um mit diesen Situationen umzugehen, ist die Verwendung von Electronic Horizon-(EH-)Informationen bzw. Informationen des elektronischen Horizonts bezüglich der Umgebung. Auf der Grundlage dieser Informationen können Annahmen gemacht werden, die eine Verwirklichung der genannten Risiken verringern. Beispielsweise ist die Wahrscheinlichkeit von Fußgängern auf einer Autobahn sehr gering, da Fußgänger auf einer Autobahn grundsätzlich nicht zugelassen sind.

**[0005]** Elektronische Horizont-Informationen haben allerdings konzeptionelle Nachteile. Der elektronische Horizont reagiert nicht auf kurzfristige Veränderungen der Umgebung, beispielsweise auf neu entstandene Baustellen. Weiterhin können die Qualität und die Zuverlässigkeit von elektronischen Horizont-Informationen sich für verschiedene Gebiete unterscheiden, insbesondere in den USA anders sein als beispielsweise in China. Darüber hinaus bewirkt der Einsatz eines elektronischen Horizont-Systems zusätzliche Kosten für das Fahrerassistenzprodukt.

**[0006]** Es besteht daher ein Bedarf an Lösungen, die eine Alternative zu einem elektronischen Hori-

zont-System eröffnen und die oben genannten Risiken ausschließen oder zumindest verringern.

**[0007]** Bisher bekannte Fahrerassistenzsysteme werden beispielsweise in US 2016/0272201 A1, US 9,238,467, US 2016/0176397 A1, US 9,463,806 und US 2015/0344027 A1 offenbart. Dabei werden in US 2016/0272201 A1 Umgebungsinformationen in Echtzeit akquiriert und Einstellungen der Steuerlogik des Fahrerassistenzsystems entsprechend verändert. Im Rahmen des Dokuments US 9,238,467 werden über eine Eingangsschnittstelle Daten, die einem oder mehreren Vorgängen zugeordnet sind, aufgenommen, das damit verbundene Risiko bewertet und entsprechende Zustandsänderungen des Fahrerassistenzsystems vorgenommen. In dem Dokument US 2016/0176397 A1 wird zur Vermeidung von Risiken die durch entgegenkommende Objekte entstehen, ein alternativer Fahrweg für das autonome Fahren bestimmt, wobei ein weiterhin sicheres autonomes Fahren beibehalten wird. Im Rahmen des Dokuments US 9,463,806 werden Entscheidungssignale durch Bewertungen von erfassten Sensorsignalen generiert und im Rahmen eines autonomen Fahrerassistenzsystems verarbeitet. Im Rahmen des Dokuments US 2015/0344027 A1 ist ein Umgebungsbeobachtungssystem zum Detektieren der Umgebung des Fahrbereichs implementiert. Dabei umfasst die Umgebungsdetektionseinheit einen Radarsensor und ein bildgebendes Gerät.

**[0008]** Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vorteilhaftes Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs unter Verwendung eines Fahrerassistenzsystems zur Verfügung zu stellen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine entsprechende Vorrichtung und ein entsprechend vorteilhaftes Kraftfahrzeug zur Verfügung zu stellen.

**[0009]** Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren nach Anspruch 1, eine Vorrichtung nach Anspruch 13 und ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 15 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs unter Verwendung eines Fahrerassistenzsystems umfasst die folgenden Schritte: Für mindestens eine Fahrerassistenzsystem-Funktion wird mindestens ein auf die Fahrzeugumgebung bezogenes Kriterium für die Adaption (z. B. Verfügbarkeit, Verhalten, Kalibrierung, Parametrisierung) der Fahrerassistenzsystem-Funktion festgelegt. Eine Anzahl an Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs wird detektiert. Eine Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums wird auf der Grundlage einer Kombination der detektierten Merkmale abgeschätzt. Anschließend wird die Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage der ab-

geschätzten Wahrscheinlichkeit adaptiert, zum Beispiel die Verfügbarkeit festgelegt.

**[0011]** Vorzugsweise wird die Fahrerassistenzsystem-Funktion adaptiert, zum Beispiel als verfügbar festgelegt, wenn die abgeschätzte Wahrscheinlichkeit einen Schwellenwert, zum Beispiel einen festgelegten Schwellenwert, unterschreitet oder überschreitet. Adaptieren kann insbesondere umfassen, dass die Fahrerassistenzsystem-Funktion als verfügbar festgelegt wird und/oder kalibriert wird und/oder konfiguriert wird, beispielsweise progressiver bzw. sensibler konfiguriert wird, und/oder vollständig oder teilweise deaktiviert wird.

**[0012]** Vorteilhafterweise umfasst das Fahrerassistenzsystem mindestens einen Sensor. Mindestens ein Merkmal der Umgebung des Kraftfahrzeugs kann durch den mindestens einen Sensor des Fahrerassistenzsystems detektiert werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können ein Ultraschallsensor, zum Beispiel Parksensoren, und/oder ein Radarsensor und/oder eine Kamera und/oder ein Lidarsensor und/oder ein Sonarsensor und/oder ein Mittel zum Erfassen von elektronischen Horizont-Informationen (electronic horizon information) zum Detektieren von Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs verwendet werden.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung beinhaltet mit anderen Worten einen Algorithmus zum Abschätzen von Charakteristiken bzw. Merkmalen in der Umgebung des Fahrzeugs, wobei vorteilhafterweise Daten verwendet werden, die durch bereits im Fahrzeug vorhandene Sensoren, insbesondere Kamera und Radar, erfasst werden. Eine Auswertung oder Einschätzung der Daten kann dann verwendet werden, um die Merkmale der Fahrzeugumgebung einzuschätzen oder/und um über eine Einstellung der Fahrerassistenzsystem-Funktionen zu entscheiden, bzw. diese einzustellen.

**[0014]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass verschiedene Merkmale verwendet werden und eine sinnvolle Kombination von Merkmalen erfolgt, um eine Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums, zum Beispiel eines Ausschlusskriteriums, abzuschätzen. Dadurch wird eine verlässlichere und realitätsnähere Abschätzung ermöglicht als es unter Berücksichtigung nur einzelner Merkmale oder Kriterien möglich wäre. Im Ergebnis kann also die Fahrerassistenzsystem-Funktion, insbesondere ihre Verfügbarkeit und ihre Eigenschaften, verlässlicher an die jeweilige Fahrzeugumgebung angepasst werden, als dies auf der Grundlage des bisherigen Standes der Technik möglich ist.

**[0015]** Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das mindestens eine auf die Fahrzeugumgebung bezogene Kriterium das Aufkommen von Ge-

genverkehr und/oder die Zulässigkeit von Fußgänger-verkehr auf der Fahrbahn und/oder das Vorhandensein von Fußgängern auf der Fahrbahn und/oder die Zulässigkeit von Zweiradverkehr auf der Fahrbahn und/oder das Vorhandensein von Zweirädern auf der Fahrbahn umfassen. Die genannten Kriterien sind beispielhaft, weitere Kriterien sind also ebenfalls möglich.

**[0016]** Im Rahmen des Kriteriums Aufkommen von Gegenverkehr wird vorzugsweise die Wahrscheinlichkeit von Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur, die nicht von der Fahrspur des betroffenen Fahrzeugs separiert ist, berücksichtigt. Im Rahmen des Kriteriums Zulässigkeit von Fußgänger-verkehr wird zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt, dass Fußgänger am Verkehr teilnehmen, also beispielsweise Fußgänger die Fahrbahn teilen oder das Gebiet um die Straße bzw. Fahrbahn mitbenutzen. Dies kann zum Beispiel in Form eines Fußwegs oder eines Fußgängerüberwegs der Fall sein. Im Rahmen des Kriteriums Vorhandensein von Fußgängern auf der Fahrbahn wird die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt, dass Fußgänger auf dem von dem Fahrzeug benutzten Weg bzw. der Fahrbahn auftauchen. Im Rahmen des Kriteriums Zulässigkeit von Zweiradverkehr wird die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt, dass Zweiräder die von dem Fahrzeug benutzte Straße bzw. Fahrbahn mit diesem teilen. Im Rahmen des Kriteriums Vorhandensein von Zweirädern auf der Fahrbahn wird die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt, dass Zweiräder auf der von dem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn auftauchen.

**[0017]** Im Rahmen der Erfindung kann die Anzahl an Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs folgende Merkmale umfassen: eine einen Schwellenwert überschreitende Geschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder eine einen Schwellenwert überschreitende Zielgeschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder Vorliegen von mindestens einem detektierten Fußgänger und/oder Vorliegen von mindestens einem detektierten Fahrrad und/oder Vorliegen von mindestens einem detektierten Motorrad und/oder Vorliegen von mindestens einem detektierten Moped und/oder Vorliegen von mindestens einem detektierten Motorroller und/oder Vorliegen von detektiertem Gegenverkehr und/oder Vorliegen eines einen Schwellenwert überschreitenden lateralen Abstandes zu Gegenverkehr und/oder Vorliegen einer strukturellen Trennung zwischen Fahrbahnen und/oder Vorliegen einer Straßenkante bzw. eines Straßenrandes bzw. einer Straßenbegrenzung und/oder Vorliegen einer belegten benachbarten Fahrspur und/oder Vorliegen einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung und/oder Vorliegen eines Autobahnstraßenschildes und/oder Vorliegen eines Geschwindigkeitsbegrenzungsschildes.

**[0018]** Prinzipiell können die genannten Merkmale in Abhängigkeit von der betroffenen Fahrerassistenz-

system-Funktion, die für die jeweilige Fahrzeugumgebung adaptiert werden soll, zum Beispiel zugelassen oder ausgeschlossen oder verändert werden soll, ausgewählt und miteinander kombiniert werden.

**[0019]** Bei der mindestens einen Fahrerassistenzsystem-Funktion kann es sich beispielsweise um einen Stau-Assistenten (englisch: traffic jam assistant) und/oder einen Autobahnassistenten (englisch: highway assistant) und/oder einen Abstandsregeltempomat (englisch: ACC stop and go) und/oder einen Fernlicht-Assistenten (englisch: active high beam) handeln bzw. eine der genannten Funktionen kann von dem erfindungsgemäßen Verfahren umfasst sein.

**[0020]** In einer weiteren Variante kann die Fahrerassistenzsystem-Funktion das Fahren ohne Hände am Lenkrad erlauben (englisch: hands off driving). Es kann also beispielsweise im Rahmen des Verfahrens festgelegt werden, wann bzw. in welchen Fahrsituationen diese Funktion zur Verfügung steht oder nicht zur Verfügung steht. Dem Fahrer kann zum Beispiel ein Warnsignal angezeigt werden, welches dem Fahrer das Ende der Verfügbarkeit der Funktion, beispielsweise der Funktion des Fahrens ohne Hände am Lenkrad, mitteilt. In Abhängigkeit von der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines ausgewählten Ausschlusskriteriums kann beispielsweise die Zeit zwischen der Anzeige einzelner Warnsignale verlängert werden oder verkürzt werden.

**[0021]** In einer weiteren Variante kann eine Adaption, zum Beispiel für eine Entscheidung über die Verfügbarkeit oder Ausprägung, eines Stau-Assistenten und/oder eines Autobahn-Assistenten bzw. der damit verbundenen Funktionen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Gegenverkehr und/oder das Auftreten von Fußgängern als Kriterium, insbesondere als Bewertungskriterium, festgelegt werden. Zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen eines der genannten Kriterien oder einer Kombination aus diesen können beispielsweise die Merkmale Vorliegen von mindestens einem detektierten Fußgänger und kein Vorliegen von detektiertem Gegenverkehr und Vorliegen eines über einem Schwellenwert liegenden lateralen Abstandes des Fahrzeugs zu Gegenverkehr und Vorliegen einer strukturellen Trennung zwischen Fahrbahnen und/oder Vorliegen einer Straßenkante bzw. eines Straßenrandes oder einer Straßenbegrenzung und Vorliegen einer belegten benachbarten Fahrspur miteinander kombiniert werden. Dabei handelt es sich um eine beispielhafte Auswahl von Merkmalen zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Gegenverkehr und/oder für das Auftreten von Fußgängern. Eine andere Auswahl und Kombination von Merkmalen ist ebenfalls möglich.

**[0022]** In einer weiteren vorteilhaften Variante wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens für eine Adaption einer Abstandsregeltempomat-Funktion die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Zweirädern und/oder das Auftreten von Fußgängern vor dem Kraftfahrzeug berücksichtigt. Dazu können die Merkmale Vorliegen von mindestens einem detektierten Fußgänger und Vorliegen von mindestens einem detektierten Fahrrad und Vorliegen von mindestens einem detektierten Motorrad und/oder Moped und/oder Motorroller und/oder Cityroller und Vorliegen von mindestens einem detektierten Autobahnschild miteinander kombiniert werden. Eine andere Auswahl und Kombination ist wiederum möglich.

**[0023]** In einer weiteren vorteilhaften Variante kann für eine Adaption einer Fernlichtassistenten-Funktion eine Kombination von Merkmalen erfolgen, um zwischen Umgebungen des Kraftfahrzeugs zu unterscheiden, die sich innerhalb oder außerhalb einer Ortschaft befinden. Grundsätzlich erfolgt die Auswahl der Kriterien und der in diesem Rahmen zu berücksichtigenden Merkmale der Fahrzeugumgebung im Hinblick auf die Funktion, die zur Verfügung gestellt oder ausgeschlossen werden soll.

**[0024]** Die Erfindung hat den Vorteil, dass eine Vielzahl von Merkmalen und Kriterien, insbesondere Ausschlusskriterien, jeweils flexibel ausgewählt und berücksichtigt werden können. Auf diese Weise können eine Vielzahl von Situationen im Rahmen der Fahrzeugumgebung in die jeweilige Adaption, insbesondere die Entscheidung über die Verfügbarkeit oder Ausprägung, einer Fahrerassistenzsystem-Funktion einbezogen werden. Dadurch wird die Sicherheit im Zusammenhang mit der Verwendung von Fahrerassistenzsystemen deutlich erhöht.

**[0025]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Adaption mindestens einer Fahrerassistenz-Funktion eines Kraftfahrzeugs auf der Grundlage von Eigenschaften der Umgebung des Kraftfahrzeugs ist dazu ausgelegt, ein zuvor beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann beispielsweise mindestens einen Sensor zum Detektieren von Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs, ein Mittel zum Abschätzen einer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums für eine Adaption der Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage einer Kombination detektierter Merkmale und ein Mittel zur Adaption der Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit umfassen.

**[0026]** Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug umfasst mindestens eine Fahrerassistenzsystem-Funktion und eine zuvor beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung. Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug haben grund-

sätzlich dieselben Eigenschaften, Merkmale und Vorteile wie das zuvor beschriebene erfindungsgemäße Verfahren. Bei dem Kraftfahrzeug kann es sich prinzipiell um einen Personenkraftwagen, einen Lastkraftwagen, ein Motorrad, ein Moped oder ein beliebiges anderes Fahrzeug handeln.

**[0027]** Im Folgenden werden Beispiele beschrieben, die zeigen, welche Schlussfolgerungen in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit bestimmter Kriterien aus konkreten Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs gemacht werden können. Es kann zum Beispiel eine hohe bzw. einen Schwellenwert überschreitende Fahrzeuggeschwindigkeit oder eine einen Schwellenwert überschreitende Zielgeschwindigkeit des Fahrzeugs detektiert werden, beispielsweise mit Hilfe von in dem Fahrzeug vorhandenen Daten. Dieses Merkmal kann anzeigen, dass sich das Fahrzeug nicht innerhalb eines bewohnten Gebiets bzw. einer geschlossenen Ortschaft befindet, sondern stattdessen außerhalb einer Stadt oder auf einer Autobahn. Wenn sich das Fahrzeug nicht in einer geschlossenen Ortschaft bzw. einer bewohnten Gegend befindet, so kann daraus geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit von Fußgängern oder langsamen Zweirädern im Verkehr gering ist, insbesondere einen Schwellenwert unterschreitet.

**[0028]** In einer weiteren Variante können Fußgänger detektiert worden sein. Ein detektierter Fußgänger kann anzeigen, dass sich das Fahrzeug in einem bewohnten Gebiet bzw. einer geschlossenen Ortschaft befindet. Die Position des Fußgängers kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein Fußgänger am Verkehr teilnimmt oder sich auf der Straße befindet. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit einer Teilnahme von Fußgängern und/oder Zweiradfahrern am Verkehr hoch ist, insbesondere einen Schwellenwert überschreitet.

**[0029]** In einer weiteren Variante wurde ein Fahrrad detektiert. Ein detektiertes Fahrrad kann anzeigen, dass sich das Fahrzeug in einem bewohnten Gebiet bzw. innerhalb einer geschlossenen Ortschaft befindet. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit einer Teilnahme von Zweirädern am Verkehr hoch ist. Wenn ein Fahrrad detektiert wurde, steigt ebenfalls die Wahrscheinlichkeit, dass sich Zweiräder auf der Fahrbahn befinden.

**[0030]** Ein detektierter Motorroller oder ein detektiertes Motorrad zeigen an, dass es wahrscheinlich ist, dass es Fahrzeuge gibt, die möglicherweise nicht auf bestimmte Fahrspuren festgelegt sind, sondern Fahrspuren gegebenenfalls auch wechseln. Wenn Motorräder oder Motorroller detektiert wurden, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Zweiräder am Verkehr teilnehmen bzw. sich auf einer Fahrspur befinden.

**[0031]** In einer weiteren Variante wurde kein Gegenverkehr detektiert. Kein detektierter Gegenverkehr in einer benachbarten Fahrspur zeigt an, dass entweder die benachbarte Fahrspur keine Gegenverkehrspur ist oder dass Gegenverkehr nur unregelmäßig auf der benachbarten Fahrspur auftritt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit für Gegenverkehr in der benachbarten Spur gering ist bzw. einen Schwellenwert unterschreitet. Dies gilt insbesondere, wenn für eine bestimmte Zeit oder eine bestimmte zurückgelegte Wegstrecke kein Gegenverkehr detektiert wurde. Die Detektion kann beispielsweise mit Hilfe von Radar-Sensoren oder einer Kamera erfolgen.

**[0032]** Falls Gegenverkehr in einem großen seitlichen Abstand bzw. in einem einen Schwellenwert übersteigenden seitlichen Abstand zu dem Fahrzeug detektiert wurde, ohne dass entsprechende Detektionen in einem kleineren lateralen Abstand erfolgten, so kennzeichnet dies, dass entweder die benachbarte Fahrspur nicht für Gegenverkehr vorgesehen ist oder dass nur sehr selten Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur auftritt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit von Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur gering ist, insbesondere wenn der Gegenverkehr in einem gleichbleibend hohen lateralen Abstand detektiert wurde.

**[0033]** In einer weiteren Variante wurde eine strukturelle Separation oder eine Straßenkante detektiert. Eine Detektion einer strukturellen Separation bzw. Trennung zwischen der von dem Fahrzeug benutzten Fahrspur und der benachbarten Fahrspur in der Richtung des Gegenverkehrs kennzeichnet, dass das Fahrzeug nicht in den Gegenverkehr hineinfahren kann. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit eines Steuerns in den Gegenverkehr gering ist bzw. einen Schwellenwert unterschreitet, insbesondere wenn eine strukturelle Trennung zwischen dem Fahrzeug und der benachbarten Fahrspur detektiert wurde.

**[0034]** In einer weiteren Variante ist die benachbarte Fahrspur besetzt. Eine Detektion von in die gleiche Richtung wie das Fahrzeug fahrendem Verkehr in der benachbarten Fahrspur kennzeichnet, dass es keinen Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur gibt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit für Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur gering ist bzw. einen Schwellenwert unterschreitet, insbesondere falls in die gleiche Richtung wie das Fahrzeug fahrender Verkehr in der benachbarten Fahrspur detektiert wurde.

**[0035]** In einer weiteren Variante wurde eine doppelte Fahrspurmarkierung detektiert. Eine doppelte Fahrspurmarkierung zur benachbarten Fahrspur kennzeichnet, dass die benachbarte Fahrspur für Ge-

genverkehr vorgesehen ist. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit für Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur hoch ist bzw. einen Schwellenwert überschreitet, insbesondere wenn eine doppelte Fahrspurmarkierung zur benachbarten Fahrspur detektiert wurde.

**[0036]** In einer weiteren Variante wurde ein Autobahnschild detektiert. Ein Autobahnschild kennzeichnet, dass es keinen Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur gibt und dass es keine Fußgänger im Verkehr gibt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit von Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur gering ist bzw. einen Schwellenwert unterschreitet. Weiterhin kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit von Fußgängern und von Fahrrädern im Verkehr gering ist bzw. einen Schwellenwert unterschreitet.

**[0037]** In einer weiteren Variante ist ein Höchstgeschwindigkeitszeichen detektiert worden. Ein Höchstgeschwindigkeitszeichen kann abhängig von der angezeigten Höchstgeschwindigkeit kennzeichnen, dass sich das Fahrzeug nicht in einer geschlossenen Ortschaft befindet. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Wahrscheinlichkeit von Fußgängern und langsamen Zweiradfahrern bzw. Zweirädern, wie beispielsweise Motorrollern oder Mopeds im Verkehr geringer ist bzw. einen Schwellenwert unterschreitet, insbesondere wenn sich das Fahrzeug nicht in einer geschlossenen Ortschaft befindet.

**[0038]** Ein Autobahnschild oder ein Höchstgeschwindigkeitszeichen kann beispielsweise mit Hilfe einer Kamera detektiert werden.

**[0039]** Die genannten Varianten können auf vielfältige Weise miteinander kombiniert werden. Um verlässliche Resultate von den Sensordaten abzuleiten, sollten eine bestimmte Anzahl von Merkmalen miteinander kombiniert werden. Die Kombination von Merkmalen kann auf verschiedene Weisen erfolgen. Sie kann grundsätzlich angepasst an die Anforderungen der jeweils zu adaptierenden Funktion, beispielsweise zu kalibrierenden oder zuzulassenden oder auszuschließenden Funktion, und angepasst an vorhandene Sensoren oder die gewünschte Zuverlässigkeit erfolgen. Falls beispielsweise ausschließlich ein Radarsensor zur Verfügung steht, kann zur Erzielung einer Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur eine Kombination der Detektion von entgegenkommenden Objekten mit einer Detektion von Leitplanken erfolgen. Falls in einem anderen Beispiel eine zuverlässige Abschätzung von erlaubtem Gegenverkehr erfolgen soll, so kann eine Kombination von miteinander verbundenen Signalen einer Detektion einer strukturellen Trennung von Fahrspuren, von einer Gegenverkehrsdetektion und einer Detektion einer benachbarten besetzten Fahrspur erfolgen, um eine verlässli-

che Abschätzung der Wahrscheinlichkeit dafür, dass Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur zugelassen ist, zu erzielen.

**[0040]** Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher beschrieben. Alle bisher und im Folgenden beschriebenen Merkmale sind dabei sowohl einzeln als auch in einer beliebigen Kombination miteinander vorteilhaft. Die im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich Beispiele dar, welche den Gegenstand der Erfindung jedoch nicht beschränken.

**Fig. 1** zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug.

**Fig. 2** zeigt schematisch eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Flussdiagramms.

**Fig. 3** zeigt schematisch eine Draufsicht auf eine Fahrbahn.

**Fig. 4-13** zeigen jeweils schematisch eine Draufsicht auf eine Fahrbahn.

**Fig. 14** zeigt schematisch einen Algorithmus in Form eines Baumdiagramms.

**Fig. 15** zeigt schematisch Draufsichten auf Fahrbahnen zur Veranschaulichung einzelner Punkte des Baumdiagramms.

**[0041]** Die **Fig. 1** zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug **1** umfasst ein Fahrerassistenzsystem **2** bzw. ein Mittel zum Anwenden mindestens einer Fahrerassistenzsystem-Funktion. Es umfasst zudem mindestens einen Sensor **4** zum Detektieren von Merkmalen der Umgebung des Kraftfahrzeugs **1**. Weiterhin umfasst es ein Mittel **3** zum Abschätzen einer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Ausschlusskriteriums auf der Grundlage einer Kombination detektierter Merkmale und ein Mittel **3** zum Festlegen der Verfügbarkeit der Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit. In der vorliegenden Ausführungsvariante wird das Abschätzen einer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums, zum Beispiel eines Ausschlusskriteriums, und das Adaptieren, zum Beispiel das Festlegen der Verfügbarkeit, der Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage abgeschätzten Wahrscheinlichkeit mit ein und demselben Mittel **3** realisiert. Es besteht auch die Möglichkeit einerseits ein Mittel zum Abschätzen der Wahrscheinlichkeit und ein weiteres Mittel zum Adaptieren, zum Beispiel zum Festlegen der Verfügbarkeit, der Fahrerassistenzsystem-Funktion vorzusehen.

**[0042]** Bei dem mindestens einen Sensor **4** kann es sich beispielsweise um einen Radarsensor und/oder einen Ultraschallsensor und/oder eine Kamera und/oder einen Lidarsensor und/oder einen Sonarsensor und/oder ein Mittel zum Erfassen von elektronischen Horizont-Informationen handeln.

**[0043]** Das Fahrerassistenzsystem kann beispielsweise eine Stauassistenten-Funktion und/oder eine Autobahnassistenten-Funktion und/oder einen Abstandsregeltempomat und/oder einen Fernlichtassistenten umfassen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Fahrzeug **1** sind dazu ausgelegt, ein im Folgenden beschriebenes Verfahren auszuführen.

**[0044]** Die **Fig. 2** zeigt schematisch eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Flussdiagramms. Im Rahmen des Verfahrens zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs unter Verwendung eines Fahrerassistenzsystems wird in einem ersten Schritt **5** für mindestens eine Fahrerassistenzsystem-Funktion mindestens ein auf die Fahrzeugumgebung bezogenes Adaptionskriterium, zum Beispiel Ausschlusskriterium für die Verfügbarkeit der Funktion, festgelegt.

**[0045]** Anschließend wird in Schritt **6** eine Anzahl an Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs detektiert. Vorzugsweise werden mehrere Merkmale mit Hilfe von Sensoren **4** detektiert. Zum Beispiel können Sensoren genutzt werden, welche bereits in dem Kraftfahrzeug vorhanden sind.

**[0046]** In Schritt **7** wird auf der Grundlage einer Kombination der detektierten Merkmale eine Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums abgeschätzt.

**[0047]** In Schritt **8** wird die Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit adaptiert. Zum Beispiel kann die Verfügbarkeit der Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit festgelegt werden. Vorzugsweise wird eine Fahrerassistenzsystem-Funktion adaptiert, wenn die abgeschätzte Wahrscheinlichkeit einen Schwellenwert für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums unterschreitet oder überschreitet. Insbesondere kann eine Fahrerassistenzsystem-Funktion als nicht verfügbar festgelegt werden, wenn die abgeschätzte Wahrscheinlichkeit einen Schwellenwert für das Vorliegen mindestens eines Ausschlusskriteriums überschreitet.

**[0048]** Im Anschluss an die Adaption der Fahrerassistenzsystem-Funktion in Schritt **8** kann das Verfahren enden. Alternativ dazu kann das Verfahren mit Schritt **6** fortgesetzt werden, also insbesondere in Form eines Regelungsverfahrens ausgeführt wer-

den. Dies ist durch einen gestrichelten Pfeil gekennzeichnet.

**[0049]** Im Folgenden wird eine Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben, bei der als Ausschlusskriterium das Vorhandensein von Fußgängern oder Zweirädern, insbesondere Fahrradfahrern, auf der Fahrbahn festgelegt wird. Bei der betroffenen Fahrerassistenzsystem-Funktion kann es sich beispielsweise um eine Funktion handeln, bei der ein Fahren ohne Hände am Lenkrad ermöglicht wird. In dieser Variante können folgende Randbedingungen berücksichtigt werden: Es sind Informationen verfügbar über den Straßentyp, beispielsweise über elektronische Horizontinformationen, Fußgänger werden mittels einer Kamera detektiert. Weitere Informationen über die Straße sind mittels Radar und/oder Kamera verfügbar, beispielsweise Informationen zum Vorhandensein von Objekten auf der Straße, zu Hindernissen oder zu vorhandenen Fahrspuren.

**[0050]** Nun wird gefragt, ob die aus dem elektronischen Horizont gewonnene Information, dass es sich bei dem Straßentyp beispielsweise um eine mehrspurige Straße handelt, die potentielle Gefährdung durch ein Fahren ohne Hände am Lenkrad, im Folgenden auch als Freihandfahren bezeichnet, hinreichend reduziert wird? Falls Ja, reduziert die Detektion durch eine Kamera und/oder einen Radarsensor, dass ein Hindernis oder eine benachbarte Spur in derselben Richtung vorhanden sind, die Gefährdung hinreichend? Falls nicht, sollte falls Fußgänger vorhanden sind, ein Algorithmus implementiert werden, der eine Zeit für Freihandfahren reduziert. Dieser kann umfassen, dass falls ein Fußgänger in dem Fahrweg des Fahrzeugs detektiert wurde, für die nächsten 200 Meter keine erweiterte Freihandfahrzeit verfügbar ist.

**[0051]** In einem ersten Schritt kann, falls kein Fußgänger in der Nähe der benutzten Fahrspur vorhanden ist, erweitertes Freihandfahren verfügbar sein. Allerdings kann es sich bei der erweiterten Freihandfahrzeit, beispielsweise 120 Sekunden, um eine Zeit handeln, die mehr ist als Sensoren vorausschauen können. Ob Fußgänger vorhanden sind oder nicht, muss daher aus Informationen, die aus vorangegangenen Messungen resultieren, abgeleitet werden. In fußgängerbezogenen Verkehrssituationen bezieht sich die Vergangenheit mehr auf von dem Fahrzeug zurückgelegte Distanzen als auf gefahrene Zeitabstände. Da die Annahmen in Bezug auf Fußgänger vor allem in Städten oder geschlossenen Ortschaften relevant sind, sollte sich die maßgebliche Distanz auf städtische Strukturen, wie Gebäudestrukturen bzw. Baustrukturen, beziehen. Daher könnte beispielsweise die Länge eines langen Gebäudeblocks, beispielsweise 200 m, als Maßstab verwendet werden.

**[0052]** In einem zweiten Schritt kann erweitertes Freihandfahren verfügbar sein, falls in den letzten 200 m der zurückgelegten Fahrstrecke kein Fußgänger in der Nähe der von dem Fahrzeug benutzten Fahrspur vorhanden war. Der bisher beschriebene Algorithmus ist jedoch nicht die einzige Indikation, um eine erweiterte Freihandfahrzeit zu erlauben. Es handelt sich um ein Eingangssignal, welches anzeigt, dass in von Fußgängern benutzten Gebieten Freihandfahren reduziert wird. Daher ist die Schnittstelle des Algorithmus „Fußgänger anwesend“ und die Bedingung muss neu formuliert werden.

**[0053]** In einem dritten Schritt wird festgestellt, ob sich das Fahrzeug in einem von Fußgängern benutzten Gebiet befindet. Dies ist der Fall, wenn innerhalb der letzten 200 m der zurückgelegten Fahrstrecke ein Fußgänger in der Nähe der Fahrspur vorhanden war. Der Begriff „in der Nähe der Fahrspur“ kann individuell spezifiziert werden. Der Fahrer sollte grundsätzlich lernen, nicht freihändig in Gebieten zu fahren, wo Fußgänger und Fahrzeuge auf der Straße oder dem Fußweg sind oder potenziell sind.

**[0054]** In einem vierten Schritt wird festgestellt, ob Fußgänger anwesend sind. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn für die letzten 200 m der zurückgelegten Wegstrecke ein Fußgänger seitlich bzw. in Querrichtung weniger als 15 m und in Fahrtrichtung bzw. Längsrichtung weniger als 60 m vor dem Fahrzeug entfernt beobachtet wurde. Die angegebenen Distanzen sind lediglich Beispiele und können auch anders festgelegt werden.

**[0055]** Im Folgenden wird eine Ausführungsvariante beschrieben, die das Merkmal betrifft, dass eine benachbarte Fahrspur belegt ist. Für einen entsprechenden Algorithmus wird definiert: Es gibt keinen Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur, wenn diese durch Fahrzeuge belegt ist, die stehen oder in dieselbe Richtung wie das betroffene Fahrzeug, also das Fahrzeug, welches das erfindungsgemäße Verfahren verwendet, fahren. Eine benachbarte Fahrspur ist eine Spur neben der von dem betroffenen Fahrzeug benutzten Spur, beispielsweise links von der benutzten Fahrspur für Rechtsverkehr bzw. rechts für Linksverkehr. Belegt bedeutet, dass die Fahrspur belegt ist, wenn Gegenverkehr nicht in die Lücke zwischen zwei Fahrzeugen oder einem detektierten Fahrzeug und dem betroffenen Fahrzeug hineinpasst. Gleiche Richtung bedeutet, der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor des betroffenen Fahrzeugs und dem Geschwindigkeitsvektor des Zielfahrzeugs ist kleiner als 20 Grad, beträgt also bevorzugt  $0^\circ \pm 10^\circ$ .

**[0056]** In Bezug auf das Merkmal „belegt“ wird die grundsätzliche Annahme gemacht, dass solange das beobachtete Fahrzeug in die gleiche Richtung wie das betroffene Fahrzeug fährt oder in der benachbar-

ten Spur ein stationäres Ziel beobachtet wird, so gibt es keinen Gegenverkehr. Diese Annahme ist allerdings ungeeignet für Motorräder oder Motorroller, die in der Regel schmaler sind als das Fahrzeug und sehr dynamisch zwischen verschiedenen Spuren wechseln können.

**[0057]** Fig. 3 veranschaulicht dies in einer Draufsicht auf eine befahrene Straße. Das betroffene Fahrzeug 10 benutzt die Fahrspur 11. Die benachbarte Fahrspur 12 wird als belegt und damit ohne Gegenverkehr betrachtet, wenn auf ihr lediglich ein Fahrzeug, welches in gleiche Richtung wie das betroffene Fahrzeug 10 fährt. Dies ist in der Fig. 3 für das Fahrzeug 13 der Fall. Ein entgegenkommendes Fahrzeug, wie das Fahrzeug 14 in der Fig. 3, darf nicht beobachtet worden sein.

**[0058]** Hinsichtlich der Geometrie kann das zu berücksichtigende Gebiet, welches im Hinblick auf Objekte in benachbarten Fahrspuren überprüft wird wie folgt definiert werden: Die minimale Breite (min), also die relevante Distanz in lateraler Richtung, kann festgelegt werden als Summe aus einer halben Fahrzeugbreite plus dem Abstand des betroffenen Fahrzeugs zur Fahrspurmarkierung plus dem Abstand des beobachteten Objekts zur Fahrspurmarkierung, zum Beispiel  $\text{min} = 1 \text{ m} + 0,5 \text{ m} + 0,5 \text{ m}$ . Die maximale Breite (max) kann als Summe aus einer halben Fahrzeugbreite plus dem Abstand des Fahrzeugs zur Fahrspurmarkierung plus dem Abstand des beobachteten Objekts zur Fahrspurmarkierung plus der minimalen Fahrsprungbreite festgelegt werden, beispielsweise  $\text{max} = 1 \text{ m} + 0,5 \text{ m} + 3,05 \text{ m} = 4,55 \text{ m}$ .

**[0059]** Hinsichtlich der Länge, also der relevanten Distanz in longitudinaler Richtung, kann der Abstand für eine zuverlässige Detektion festgelegt werden. Da das betroffene Fahrzeug und das beobachtete Fahrzeug oder andere beobachtete Objekte nicht notwendigerweise geradeaus fahren, wird der laterale Abstand  $d_y$  bevorzugt mit dem Schnittpunkt mit der Trajektorie 46 des betroffenen Fahrzeugs verglichen. Es besteht in der Regel kein Erfordernis für weiter als eine bestimmte Distanz vor dem Fahrzeug Detektion vorzunehmen, da beispielsweise im Falle von Verkehrsstaus die Sicht durch vorherfahrende Fahrzeuge blockiert ist. Die Länge sollte in Bezug auf falsche positive Detektionen in Kurven konfiguriert werden.

**[0060]** Die geometrischen Festlegungen sind in den Fig. 4 und Fig. 5 veranschaulicht. Die Bezugsziffer 15 kennzeichnet den Abstand des betroffenen Fahrzeugs zur Fahrspurmarkierung. Die Bezugsziffer 16 kennzeichnet den Abstand des beobachteten Fahrzeugs zur Fahrspurmarkierung. Die Bezugsziffer 17 kennzeichnet die minimale Spurbreite. Die Bezugsziffer 18 kennzeichnet die Distanz in Fahrtrichtung bzw. in longitudinaler Richtung für eine verlässliche Detektion.

**[0061]** Eine benachbarte Fahrspur kann besetzt angesehen werden, falls es ein Objekt gibt für das gilt, dass der Winkel zur Fahrspur kleiner als z.B. 10 Grad ist und der longitudinale Abstand kleiner als 100 m und der laterale Abstand zwischen 1,5 m und 4,55 m von der Trajektorie ist.

**[0062]** Nachdem das relevante beobachtete Ziel verschwunden ist, wird die besetzte Fahrspur vorzugsweise für 1,6 Sekunden und 30 m zusätzlich beobachtet bzw. begutachtet. Es ist bekannt, dass ein Fahrzeugmanöver, welches innerhalb einer Zeitspanne von weniger als 1,6 Sekunden erfolgt als sportlich angesehen werden kann. Unter der Annahme, dass es eine geringe Wahrscheinlichkeit für sportliche oder gefährliche Ausweichmanöver durch Gegenverkehr gibt, kann angenommen werden, dass zumindest 1,6 Sekunden nachdem das letzte relevante die Fahrspur besetzende Objekt detektiert wurde, kein Gegenverkehr auftreten wird. Die beiden sich daraus ergebenden Fälle sind in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellt. Die Bezugsziffer **19** kennzeichnet die Wegstrecke, die innerhalb von mehr als 1,6 Sekunden zurückgelegt werden kann. Mögliche Ausweichmanöver sind durch die Bezugsziffern **20** gekennzeichnet. In dem in der **Fig. 6** gezeigten Fall wechselt ein beobachtetes Fahrzeug **13**, welches in dieselbe Richtung wie das betroffene Fahrzeug fährt, die Fahrspur. In der in **Fig. 7** gezeigten Variante wechselt ein entgegenkommendes Fahrzeug die Fahrspur.

**[0063]** Im Folgenden wird ein Konzept für einen Algorithmus beschrieben, welches das Merkmal betrifft, dass in der benachbarten Fahrspur kein Gegenverkehr vorhanden ist. Dem liegt die Idee zugrunde, dass ein ausgedehntes Freihandfahren reduziert werden sollte, wenn in der benachbarten Fahrspur Gegenverkehr zulässig ist. Dabei können folgende Annahmen gemacht werden: Wenn kein Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur für eine bestimmte Zeitperiode oder eine bestimmte Distanz bzw. zurückgelegte Wegstrecke vorhanden war, dann ist es weniger wahrscheinlich, dass regelmäßiger Gegenverkehr aufkommt, zumindest bis der nächste Gegenverkehr detektiert wurde. Diese Annahme kann gemacht werden, da kein Gegenverkehr in der benachbarten Fahrspur impliziert, dass Gegenverkehr auf dieser Fahrspur nicht erlaubt ist, es sich beispielsweise um eine Autobahn oder ähnliches handelt, oder dass es nur unregelmäßigen Gegenverkehr gibt, beispielsweise nächtliches Fahren auf einer Landstraße.

**[0064]** Für einen Algorithmus können folgende Definitionen vorgenommen werden: Gegenverkehr wird detektiert, wenn ein motorisiertes Fahrzeug detektiert wurde, welches in einem geringeren als einem kontrollierbaren lateralen Abstand detektiert wurde, welches in entgegengesetzter Richtung zu dem betroffenen Fahrzeug fährt. Ein motorisiertes Fahrzeug ist ein

Kraftfahrzeug, zum Beispiel ein Personenkraftwagen, Motorrad oder Lastkraftwagen. Der kontrollierbare laterale Abstand ist der Abstand zwischen dem betroffenen Fahrzeug und dem beobachteten Fahrzeug, der kleiner ist als zweimal die Standardspurbreite. Fahren bedeutet, dass sich das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit von mehr als 10 km/h fortbewegt. Entgegengesetzte Richtung bedeutet, dass der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor des betroffenen Fahrzeugs und dem Geschwindigkeitsvektor des beobachteten Fahrzeugs in der Ebene (2d)  $180^\circ \pm 10^\circ$  beträgt.

**[0065]** Es kann geschlussfolgert werden, dass Gegenverkehr beobachtet wird, wenn ein entgegenkommendes Fahrzeug in einem lateralen Abstand von weniger als zwei Spurbreiten von dem betroffenen Fahrzeug detektiert wurde. Dies ist in der **Fig. 8** in verschiedenen Varianten dargestellt. Dabei wird angenommen, dass eine Fahrspurbreite als Überholraum für Gegenverkehr betrachtet wird. Dies ist mit der Bezugsziffer **20** gekennzeichnet. Eine zusätzliche Spur wird als kontrollierbarer Raum zwischen dem betroffenen und dem potentiell überholenden Fahrzeug angesehen. Dies ist mit der Bezugsziffer **21** gekennzeichnet. Die in der **Fig. 8** mit einem Kreis **22** markierten Situationen kennzeichnen, dass kein benachbarter Gegenverkehr detektiert wurde. Die mit Quadraten **23** gekennzeichneten Fahrsituationen kennzeichnen, dass benachbarter Gegenverkehr detektiert wurde.

**[0066]** Ein Algorithmus kann beispielsweise auf einem Modell wie in der **Fig. 9** schematisch gezeigt, basieren. Die Fahrtrichtung des entgegenkommenden Fahrzeugs **13** ist mit einem Pfeil **24** gekennzeichnet. In dem gezeigten Fall wird ein entgegenkommendes Fahrzeug oder Objekt in einem Bereich von einem longitudinalen Abstand zwischen 0 m und 20 m ( $0 \text{ m} < dx < 20 \text{ m}$ ) und einem lateralen Abstand von kleiner als 6 m ( $|dy| < 6 \text{ m}$ ) detektiert. Dies hat die Vorteile, dass ein solches Modell leicht implementiert werden kann und zuverlässige Ergebnisse für entsprechend kleine Bereiche liefert. Ein Nachteil ist allerdings eine tendenziell sehr späte Detektion.

**[0067]** Eine alternative oder zusätzliche Variante ist in **Fig. 10** gezeigt. In diesem Fall wird der Schnittpunkt zwischen einer verlängerten Frontallinie **26** des betroffenen Fahrzeugs **10** in lateraler Richtung und einem Frontalrichtungsvektor **25** des beobachteten Fahrzeugs **13** bestimmt. Dieser Schnittpunkt sollte weniger als 6 m von dem betroffenen Fahrzeug **10** in lateraler Richtung entfernt liegen.

**[0068]** Die in der **Fig. 10** veranschaulichte Variante hat den Vorteil, dass eine frühe Detektion möglich ist und das Ergebnis die Positionen repräsentiert, in denen eine Gefahr auch tatsächlich aufzutreten droht. Nachteile sind hingegen mögliche Fehler die daraus

resultieren, dass der Weg des beobachteten Fahrzeugs nur mit einem großen Fehler bestimmt werden kann. Falls sich das beobachtete Fahrzeug in einer Kurve bewegt, ergibt sich ein weiter Bereich von dy-Werten. Darüber hinaus handelt es sich um eine mitelmäßig komplexe Implementierung.

**[0069]** Ein weiterer Ansatz ist in der **Fig. 11** schematisch dargestellt. Dabei wird der minimale laterale Abstand **29** zwischen der Trajektorie **28** bzw. dem Weg des beobachteten Fahrzeugs **13** und der Trajektorie **27** des betroffenen Fahrzeugs **10** untersucht. Dieser Abstand **29** sollte kleiner sein als 6 m (min (SPP, target path) < 6 m). Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass eine frühe Detektion möglich ist und im Vergleich zu der in der **Fig. 10** gezeigten Variante weniger falsche Detektionen auftreten. Ein Nachteil ist hingegen, dass es sich um einen sehr komplexen Ansatz handelt, insbesondere im Hinblick auf die Bestimmung des Weges des beobachteten Fahrzeugs.

**[0070]** Grundsätzlich ist es das Ziel nicht nur das einzelne Auftreten von Gegenverkehr zu betrachten, sondern eine Gesamtwahrscheinlichkeit für ein Ausschlusskriterium für eine Verfügbarkeit einer Fahrerassistenzsystem-Funktion, beispielsweise Freihandfahrfunktion, zu bestimmen. Dabei ist eine frühe Detektion schwierig, da bei größeren Abständen größere Unsicherheiten in Bezug auf eine Vorhersage des Weges des betroffenen und des beobachteten Fahrzeugs auftreten. Eine frühe Detektion von Gegenverkehr kann nicht sichergestellt werden, da die Sicht möglicherweise durch das vor dem betroffenen Fahrzeug vorherfahrende beobachtete Fahrzeug blockiert sein kann. Daraus folgt, dass eine frühe Bestimmung nur für nicht weit von dem betroffenen Fahrzeug entfernte Objekte geeignet ist. Nach einer positiven Detektion kann beispielsweise der Gegenverkehr für 400 m oder 30 Sekunden lang beobachtet werden. Andere Werte können ebenfalls festgesetzt werden. Falls in dieser Zeitspanne oder diesem Abstand kein Gegenverkehr beobachtet wurde, ist Gegenverkehr entweder nicht zugelassen oder tritt nur sehr unregelmäßig auf, was die Wahrscheinlichkeit für ein entsprechendes Auftreten verringert. Da die genannten Werte vergleichsweise hoch angesetzt sind, kann falls Gegenverkehr detektiert wird, das Signal entsprechend zurückgesetzt werden.

**[0071]** Dies ist beispielsweise in der **Fig. 12** schematisch dargestellt. Der Abstand **30** kennzeichnet entweder eine Wegstrecke von 400 m oder eine innerhalb von 30 Sekunden zurückgelegte Wegstrecke. In dem unten gezeigten Diagramm wurde bei Punkt **31** Gegenverkehr detektiert. Es wird daher für die Wegstrecke **30**, also bis zu Punkt **32**, angenommen, dass Gegenverkehr auftritt. Falls in diesem Zeitraum, also während des Zurücklegens der Wegstrecke **30**, keine weitere Detektion erfolgt, wird das Signal zurückgesetzt.

**[0072]** Im Folgenden wird eine Ausführungsvariante im Zusammenhang mit einem Stauassistenten beschrieben. Dabei können zunächst drei Situationen unterschieden werden, nämlich 1. die Situation, dass die benachbarte Fahrspur von der betroffenen Fahrspur separiert ist, 2. dass auf der benachbarten Fahrspur kein Gegenverkehr stattfindet oder 3. dass die benachbarte Fahrspur besetzt ist. Im Fall des Vorliegens einer dieser Situationen kann zum Beispiel ein Stauassistent zur Anwendung kommen oder Parameter angepasst werden, insbesondere Freihandfahren zugelassen werden. Die drei genannten Fahrsituationen können mit drei unabhängigen Algorithmen charakterisiert werden. Jede der genannten Straßensituationen schließt das Aufkommen von Gegenverkehr aus. Eine Berücksichtigung von nur diesen drei Fahrsituationen stellt eine schnelle und günstige Lösung dar. Diese zeichnet sich zudem durch eine hohe Zuverlässigkeit aus, da es drei Möglichkeiten gibt, die Funktion auszuschließen. Dieser Ansatz ist robust, wobei beispielsweise durch Filter oder Statistiken jeweils eine minimal 30 m lange Separation beobachtet werden kann, die auf der gleichen Fahrspur in gleicher Richtung fahrenden Fahrzeuge entweder oft oder lange beobachtet werden können und naher Gegenverkehr nicht durch die Separation zwischen den Fahrspuren verdeckt wird, also gut sichtbar ist. In dem zuletzt genannten Fall steigt damit die Wahrscheinlichkeit der Erkennung um das Zwei- bis Dreifache und erreicht damit nahezu 100 %.

**[0073]** Im Folgenden wird eine Ausführungsvariante näher erläutert, welche das Merkmal, dass eine strukturelle Trennung zwischen Fahrbahnen vorliegt bzw. detektiert wird, berücksichtigt. Für eine Entscheidung für eine Zulässigkeit einer erweiterten Freihandfah-Zeit ist es erforderlich, dass eine Umgebung bzw. eine Verkehrssituation detektiert wurde, welche schwierige Verkehrssituationen, beispielsweise Gegenverkehr oder Fußgänger, ausschließt bzw. sehr unwahrscheinlich erscheinen lässt. Das Auftreten von Gegenverkehr einer benachbarten Fahrspur kann ausgeschlossen werden, wenn eine strukturelle Trennung zwischen den betroffenen Fahrspuren vorhanden ist und kein Gegenverkehr zwischen das betroffene Fahrzeug und die strukturelle Trennung passt. Entsprechende Strukturen können beispielsweise mit Hilfe eines Radar-Kamera Sensorsystems detektiert werden. Dabei können beispielsweise sichtbare Straßenkanten bzw. Straßenbegrenzungen oder Leitplanken mit optischen Mitteln oder mit Hilfe von Radar detektiert werden.

**[0074]** Zur Entscheidung, ob Gegenverkehr in der benachbarten Spur möglich ist oder nicht, wird im Folgenden ein Modell definiert. In diesem Rahmen kann unterschieden werden zwischen folgenden Situationen: 1. beidseitige Fahrspurmarkierungen und ein Hindernis, 2. linke Spurmarkierung und Hindernis, 3. rechte Spurmarkierung und Hindernis, 4. keine

Spurmarkierung und Hindernis, 5. kein Hindernis, 6. keine Spurmarkierungen und kein Hindernis.

**[0075]** Es kann zudem definiert werden, dass eine benachbarte Fahrspur separiert ist, wenn eine strukturelle Trennung zwischen der benachbarten Spur und der von dem betroffenen Fahrzeug benutzten Fahrspur vorhanden ist. Ein Hindernis muss eine bestimmte Länge aufweisen, um als strukturelle Trennung angesehen zu werden. Beispielsweise stellen Fußgängerinseln oder ähnliches keine strukturelle Trennung dar. Eine Fußgängerinsel ist typischerweise etwa 10 m lang. Es gibt keine definierte Länge für eine strukturelle Trennung, weshalb die minimale Länge zum Beispiel unter Verwendung der Länge von Fußgängerinseln definiert wird. Als eine minimale Länge einer strukturellen Trennung kann vorzugsweise die dreifache Länge einer Fußgängerinsel, also  $3 \times 10 \text{ m} = 30 \text{ m}$  angenommen werden.

**[0076]** Kleine Unterbrechungen, zum Beispiel Übergänge oder Kreuzungen in strukturellen Trennungen, bedeuten noch nicht, dass die benachbarte Fahrspur nicht mehr strukturell getrennt ist. Um derartige Überbrückungsdurchgänge zu definieren werden im Folgenden Annahmen gemacht. Eine Wendespur (U-turn) definiert nicht das Ende einer strukturellen Trennung. Eine Kreuzung beendet keine strukturelle Trennung, insbesondere wenn die Trennung der Fahrspuren über die Kreuzung hinweg beibehalten wird. Um die Mehrzahl der relevanten Kreuzungen zu erfassen, werden fünf Fahrspuren in jeder Richtung zugrunde gelegt. Die minimale Spurbreite wird als 3,05 m angenommen (siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenquerschnitt>). Dies entspricht einer Standardspurbreite. Wenn die Separation bzw. Trennung nicht auch an dem Straßenrand angeordnet ist, so können 5 m pro Trennung hinzugefügt werden. Die Breite von Trennungen, auf denen sich Fußgänger aufhalten können, ist mindestens 2 m. Eine Kreuzungslänge beträgt damit beispielsweise  $10 \times 3,05 \text{ m} + 2 \times 5 \text{ m} + 2 \text{ m}$ , also insgesamt 42,5 m.

**[0077]** Im Folgenden wird ein Algorithmus-Filter für getrennte Fahrspuren anhand der **Fig. 13** näher erläutert. Die x-Achse kennzeichnet den Weg, die y-Achse kennzeichnet bei Null, dass die benachbarten Fahrspuren nicht separiert sind und bei Eins, dass die benachbarten Fahrspuren separiert sind, also strukturell voneinander getrennt sind. Dabei wird angenommen, dass benachbarte Fahrspuren strukturell voneinander getrennt sind, wenn die Länge der strukturellen Trennung, beispielsweise in Fahrtrichtung, größer ist, als eine minimale Länge für eine strukturelle Trennung. Die minimale Länge einer strukturellen Trennung kann festgelegt werden, beispielsweise als ein Wert von 30 m. Weiterhin wird eine benachbarte Fahrspur als nicht strukturell getrennt angesehen, wenn die Länge der Fahrspur, die keine strukturelle Trennung aufweist, größer ist als eine minima-

le Länge für eine nicht vorhandene strukturelle Trennung. Die minimale Länge für eine nicht strukturelle Trennung kann individuell festgelegt werden. Vorteilhafterweise wird sie als typische Kreuzungslänge festgelegt, beispielsweise als ein Wert von 42 m.

**[0078]** Die in der **Fig. 13** gezeigte Straße umfasst eine in x-Richtung verlaufende Fahrbahn mit zwei Fahrspuren **41** und **42**, sowie einer Kreuzung **40**. Die Fahrspuren **41** und **42** sind an drei Wegstrecken durch strukturelle Trennungen **33**, **34** und **35** voneinander separiert. Der Abstand in x-Richtung zwischen der ersten strukturellen Trennung **33** und der zweiten strukturellen Trennung **34** ist durch die Bezugsziffer **36** gekennzeichnet. Der Abstand ist kleiner als 42 m. Zwischen der zweiten strukturellen Trennung **34** und der dritten strukturellen Trennung **35** befindet sich eine Unterbrechung in x-Richtung. Diese ist länger als 42 m lang. Die Länge von 42 m ist durch die Bezugsziffer **37** gekennzeichnet. Die Bezugsziffer **38** kennzeichnet eine Länge von 30 m ab Beginn der dritten strukturellen Trennung **35** in x-Richtung.

**[0079]** Das Diagramm unten in der **Fig. 13** zeigt anhand der Kurve **43** an, zu welchem Ergebnis der Algorithmus-Filter an den jeweiligen Orten in x-Richtung gelangt. Von links kommend werden die Fahrspuren **41** und **42** zunächst als strukturell getrennt angesehen. Der Abstand zwischen der ersten strukturellen Trennung **33** und der zweiten strukturellen Trennung **34**, der durch die Bezugsziffer **36** gekennzeichnet ist, ist zu gering um eine Unterbrechung der strukturellen Trennung zu bewirken. Am Ende der zweiten strukturellen Trennung **34** wird zunächst die festgelegte Kreuzungslänge, die durch die Bezugsziffer **37** gekennzeichnet ist, hinzuaddiert. Daher wird erst an dem mit der Bezugsziffer **44** gekennzeichneten x-Wert keine strukturelle Trennung zwischen den benachbarten Fahrspuren **41** und **42** angesehen. Ab dem Beginn der dritten strukturellen Trennung **35** wird zunächst die minimale Länge, die für eine strukturelle Trennung festgelegt wurde, die mit der Bezugsziffer **38** gekennzeichnet ist und vorliegend 30 m beträgt, berücksichtigt. Anschließend wird ab dem mit der Bezugsziffer **45** gekennzeichneten Punkt auf der x-Achse eine strukturelle Trennung der Fahrspuren angenommen.

**[0080]** Im Folgenden wird als Ansatz für einen Algorithmus ein Baumdiagramm anhand der **Fig. 14** näher erläutert. In der **Fig. 15** werden einzelne Punkte des Baumdiagramms veranschaulicht.

**[0081]** Als Basis bzw. Wurzel des Baumdiagramms **50** soll entschieden werden, ob Gegenverkehr möglich ist. Dabei erfolgt die Darstellung für Rechtsverkehr. Linksverkehr kann mit den entsprechenden Änderungen in Bezug auf die Seitenangaben analog behandelt werden. Auf der nächsten Stufe wird untersucht, ob eine Straßenkante detektiert wurde. Bei

Blatt **51** wurde keine Straßenkante detektiert. Bei Blatt **52** wurde eine Straßenkante detektiert. Falls, wie in Blatt **51**, keine Straßenkante detektiert wurde, wird im Folgenden untersucht, ob die benachbarte Fahrspur besetzt ist oder nicht. Bei Blatt **54** ist sie besetzt, bei Blatt **53** ist sie nicht besetzt. Ist sie bei Blatt **53** nicht besetzt, so ist Gegenverkehr möglich. Ist sie bei Blatt **54** besetzt, ist Gegenverkehr nicht möglich. Das Ergebnis, dass kein Gegenverkehr möglich ist, ist in der **Fig. 14** durch einen Haken gekennzeichnet. Das Ergebnis, dass Gegenverkehr möglich ist, ist in der **Fig. 14** durch ein Kreuz bzw. X gekennzeichnet.

**[0082]** Wurde bei Blatt **52** eine Straßenkante detektiert, so wird im Folgenden untersucht, ob und welche Fahrspurmarkierungen vorhanden sind. Bei Blatt **55** wurde keine Fahrspurmarkierung beobachtet, bei Blatt **56** wurde nur eine rechte Fahrspurmarkierung erkannt, bei Blatt **57** wurde nur eine linke Fahrspurmarkierung erkannt und bei Blatt **58** wurden beide Fahrspurmarkierungen als vorliegend erkannt.

**[0083]** Falls keine Fahrspurmarkierungen vorhanden sind, wird untersucht, ob der Abstand zur Straßenkante größer oder kleiner ist als die Fahrzeugbreite. Bei Blatt **59** ist der Abstand zur Fahrzeugkante kleiner als die Fahrzeugbreite, damit ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **60** ist der Abstand zur Straßenkante größer als die Fahrzeugbreite. Ist dies der Fall, so wird im Folgenden untersucht, ob eine zweite Straßenkante detektiert wurde. Bei Blatt **60** ist dies der Fall. Bei Blatt **62** ist keine zweite Straßenkante detektiert worden, damit ist Gegenverkehr möglich. Falls bei Blatt **61** eine zweite Straßenkante detektiert wurde, wird im Folgenden untersucht, ob der Abstand zwischen den Straßenkanten größer oder kleiner als die doppelte minimale Spurbreite ist. Bei Blatt **63** ist der Abstand zwischen den Straßenkanten kleiner als die doppelte Spurbreite, damit ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **64** ist der Abstand zwischen den Straßenkanten größer als die doppelte Spurbreite, damit ist Gegenverkehr möglich.

**[0084]** Im Anschluss an Blatt **56** wird untersucht, ob der Abstand zwischen der detektierten rechten Spurmarkierung zur Straßenkante größer oder kleiner als die doppelte minimale Spurbreite ist. Bei Blatt **66** ist der Abstand kleiner als die doppelte Spurbreite, damit ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **65** ist der Abstand größer als die doppelte Spurbreite. In diesem Fall wird untersucht, ob der Abstand zur Straßenkante größer oder kleiner als die Fahrzeugbreite ist. Bei Blatt **67** ist der Abstand zur Straßenkante kleiner als die Fahrzeugbreite, damit ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **68** ist der Abstand zur Straßenkante größer als die Fahrzeugbreite. Damit ist Gegenverkehr möglich.

**[0085]** Falls bei Blatt **57** nur eine linke Fahrspurmarkierung detektiert wurde, wird anschließend unter-

sucht, ob eine zweite Straßenkante detektiert wurde. Bei Blatt **69** wurde keine zweite Straßenkante detektiert. Bei Blatt **70** wurde eine zweite Straßenkante detektiert. Im Anschluss an Blatt **69** wird untersucht, ob der Abstand der linken Fahrspurmarkierung zur Straßenkante größer oder kleiner als die Spurbreite ist. Bei Blatt **71** ist der Abstand zwischen der linken Fahrspurmarkierung und der Straßenkante kleiner als die Spurbreite. Bei Blatt **72** ist der Abstand der linken Fahrspurmarkierung zur Straßenkante größer als die Spurbreite, damit ist Gegenverkehr möglich.

**[0086]** Im Anschluss an Blatt **71** wird untersucht, ob der Abstand zur Straßenkante größer oder kleiner als die Fahrzeugbreite ist. Bei Blatt **74** ist der Abstand zur Straßenkante kleiner als die Fahrzeugbreite, damit ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **73** ist der Abstand zur Straßenkante größer als die Fahrzeugbreite. Im Anschluss daran wird untersucht, ob der Abstand zur Straßenkante größer oder kleiner ist als die Spurbreite. Bei Blatt **76** ist der Abstand zur Straßenkante größer als die Spurbreite, damit ist Gegenverkehr möglich.

**[0087]** Bei Blatt **75** ist der Abstand zur Straßenkante kleiner als die Spurbreite. In diesem Fall wird im Folgenden untersucht, ob das betroffene Fahrzeug nah oder entfernt von der Spur fährt. Diese Entscheidung kann mittels einer Schwellendistanz getroffen werden. Bei Blatt **77** fährt das Fahrzeug dicht an der Fahrspurmarkierung, damit ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **78** fährt das Fahrzeug entfernt von der Fahrspurmarkierung, damit ist Gegenverkehr möglich.

**[0088]** Im Anschluss an Blatt **70** wird untersucht, ob der Abstand zwischen den beiden Straßenkanten größer oder kleiner als die doppelte minimale Spurbreite ist. Bei Blatt **79** ist der Abstand zwischen den Straßenkanten kleiner als die doppelte minimale Spurbreite, damit ist kein Gegenverkehr möglich. In Blatt **80** ist der Abstand zwischen den Straßenkanten größer als die doppelte minimale Spurbreite. In diesem Fall wird das Entscheidungsverfahren bei Blatt **56** fortgesetzt.

**[0089]** Im Anschluss an Blatt **58**, also die Detektion von beiden Fahrspurmarkierungen, wird untersucht, ob die Spurbreite korrekt ist. Bei Blatt **81** ist die Spurbreite nicht korrekt. Bei Blatt **82** ist die Spurbreite korrekt. Im Anschluss an Blatt **82** wird geprüft, ob der Abstand von der linken Fahrspurmarkierung zur rechten Straßenkante größer ist als die Spurbreite. Bei Blatt **90** ist der Abstand der linken Fahrspurmarkierung zur Straßenkante kleiner als die Spurbreite, damit ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **91** ist der Abstand der linken Fahrspurmarkierung zur Straßenkante größer als die Spurbreite, damit ist Gegenverkehr möglich.

**[0090]** Im Anschluss an Blatt **81**, also im Falle nicht korrekter Spurbreite wird untersucht, ob die Fahrspur zu eng oder zu breit ist. Bei Blatt **83** ist die Spur zu eng, das Verfahren wird in diesem Fall bei Blatt **57** fortgesetzt. Bei Blatt **84** ist die Spur zu breit. In diesem Fall wird im Folgenden überprüft, ob das Fahrzeug in der Nähe einer der Fahrspurmarkierungen fährt. Bei Blatt **86** fährt das Fahrzeug nahe der linken Fahrspurmarkierung, in diesem Fall wird das Verfahren bei Blatt **56** fortgesetzt. Bei Blatt **87** befindet sich das Fahrzeug nahe der linken Fahrspurmarkierung. In diesem Fall wird das Verfahren bei Blatt **57** fortgesetzt.

**[0091]** Bei Blatt **85** befindet sich das Fahrzeug nicht in der Nähe einer Fahrspurmarkierung. In diesem Fall wird im Folgenden überprüft, ob der Abstand zur Straßenkante größer oder kleiner als die Fahrzeugbreite ist. Bei Blatt **88** ist der Abstand kleiner als die Fahrzeugbreite, in diesem Fall ist kein Gegenverkehr möglich. Bei Blatt **89** ist der Abstand zur Straßenkante größer als die Fahrzeugbreite, in diesem Fall ist Gegenverkehr möglich.

**[0092]** Die **Fig. 15** illustriert einzelne in dem in der **Fig. 14** gezeigten Baumdiagramm vorkommende Fahrsituationen. Die obere Zeile betrifft dabei die Situation, dass beide Fahrspurmarkierungen vorhanden sind. Die zweite Zeile betrifft die Situation, dass nur eine linke Fahrspurmarkierung vorhanden ist. Die dritte Zeile betrifft die Situation, dass nur eine rechte Fahrspurmarkierung vorhanden ist und die vierte Zeile betrifft die Situation, dass keine Fahrspurmarkierung vorhanden ist. Die minimale Spurbreite wird dabei als min LW bezeichnet und kann unter Berücksichtigung einer Sicherheitsmarge von 0,3 m festgelegt werden als  $2,6 \text{ m} - 0,3 \text{ m}$ . Die maximale Spurbreite ist gekennzeichnet durch max LW und wird im folgenden Beispiel auf 4,6 m festgelegt. Die tatsächliche Spurbreite wird als Ego LW bezeichnet. Sie entspricht der gemessenen Spurbreite abzüglich einer Sicherheitsmarge von 0,3 m. Als Fahrzeugbreite kann beispielsweise eine Breite von 1,8 m festgelegt werden.

**[0093]** Prinzipiell hängt die relevante bzw. entgegengesetzte Seite von der Verkehrsrichtung, also ob es sich um Rechtsverkehr oder Linksverkehr handelt, ab. Bei Rechtsverkehr gilt: die relevante Seite ist die rechte Seite, die entgegengesetzte Seite ist die linke Seite (relevant = right, opposite = left). Bei Linksverkehr bezeichnet die relevante Seite die linke Seite, die entgegengesetzte Seite die rechte Seite (relevant = left, opposite = right).

**[0094]** Als korrekte Spurbreite kann eine Spurbreite LW zwischen 2,6 und 4,4 m ( $2,6 \text{ m} < LW < 4,4 \text{ m}$ ) festgelegt werden. Als minimale Spurbreite kann eine Breite von 3,05 m, gegebenenfalls abzüglich eines Reduktionsfaktors, festgelegt werden. Als Fahrzeugbreite kann eine Breite von 1,8 m festgelegt werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2016/0272201 A1 [0007]
- US 9238467 [0007]
- US 2016/0176397 A1 [0007]
- US 9463806 [0007]
- US 2015/0344027 A1 [0007]

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs (1) unter Verwendung eines Fahrerassistenzsystems (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- für mindestens eine Fahrerassistenzsystem-Funktion wird mindestens ein auf die Fahrzeugumgebung bezogenes Kriterium für eine Adaption der Fahrerassistenzsystem-Funktion festgelegt (5),
- eine Anzahl an Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs wird detektiert (6),
- eine Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums wird auf der Grundlage einer Kombination der detektierten Merkmale abgeschätzt (7), und
- die der Fahrerassistenzsystem-Funktion wird auf der Grundlage der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit adaptiert(8).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fahrerassistenzsystem-Funktion adaptiert wird, wenn die abgeschätzte Wahrscheinlichkeit einen Schwellenwert unterschreitet oder überschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Adaptieren umfasst, dass die Fahrerassistenzsystem-Funktion als verfügbar festgelegt wird und/oder kalibriert wird und/oder konfiguriert wird und/oder vollständig oder teilweise deaktiviert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fahrerassistenzsystem (2) mindestens einen Sensor (4) umfasst und mindestens ein Merkmal der Umgebung des Kraftfahrzeugs durch den mindestens einen Sensor (4) des Fahrerassistenzsystems detektiert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ultraschallsensor und/oder ein Radarsensor und/oder eine Kamera und/oder ein Lidarsensor und/oder ein Sonarsensor und/oder ein Mittel zum Erfassen von elektronischen Horizont-Informationen zum Detektieren von Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs verwendet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Kriterium umfasst:

- Aufkommen von Gegenverkehr und/oder
- Zulässigkeit von Fußgängerverkehr auf der Fahrbahn und/oder
- Vorhandensein von Fußgängern auf der Fahrbahn und/oder
- Zulässigkeit von Zweiradverkehr auf der Fahrbahn und/oder
- Vorhandensein von Zweirädern auf der Fahrbahn.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl an Merkmalen der Umgebung des Fahrzeugs umfassen:

- eine einen Schwellenwert überschreitende Geschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder
- eine einen Schwellenwert überschreitende Zielgeschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Fußgänger und/oder
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Fahrrad und/oder
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Motorrad und/oder
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Moped und/oder
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Motorroller und/oder
- Vorliegen von detektiertem Gegenverkehr und/oder
- Vorliegen eines einen Schwellenwert überschreitenden lateralen Abstandes des Fahrzeugs zu Gegenverkehr und/oder
- Vorliegen einer strukturellen Trennung zwischen Fahrbahnen und/oder
- Vorliegen einer Straßenkante und/oder
- Vorliegen einer belegten benachbarten Fahrspur und/oder
- Vorliegen einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung und/oder
- Vorliegen eines detektierten Autobahnstraßenschildes und/oder
- Vorliegen eines detektierten Geschwindigkeitsbegrenzungsschildes.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Fahrerassistenzsystem-Funktion eine Stauassistenz-Funktion umfasst und/oder eine Autobahn-Assistenz-Funktion umfasst und/oder eine Abstandsregeltempomat-Funktion umfasst und/oder eine Fernlicht-Assistenz-Funktion umfasst und/oder das Fahren ohne Hände am Lenkrad (Hands off driving) erlaubt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Fahrer ein Warnsignal angezeigt wird, welches dem Fahrer das Ende der Verfügbarkeit der Funktion des Fahrens ohne Hände am Lenkrad mitteilt, und im Rahmen des Verfahrens die Zeit zwischen der Anzeige einzelner Warnsignale verlängert wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass für eine Adaption einer Stauassistenz-Funktion und/oder einer Autobahn-Assistenz-Funktion die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Gegenverkehr und/oder das Auftreten von Fußgängern die Merkmale:

- Vorliegen von mindestens einem detektierten Fußgänger,
- kein Vorliegen von detektiertem Gegenverkehr,

- Vorliegen eines einen Schwellenwert überschreitenden lateralen Abstandes des Fahrzeugs zu Gegenverkehr,
- Vorliegen einer strukturellen Trennung zwischen Fahrbahnen und/oder
- Vorliegen einer Straßenkante, und
- Vorliegen einer belegten benachbarten Fahrspur miteinander kombiniert werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass für eine Adaption einer Abstandsregeltempomat-Funktion die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Zweirädern und/oder das Auftreten von Fußgängern vor dem Kraftfahrzeug die Merkmale:

- Vorliegen von mindestens einem detektierten Fußgänger,
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Fahrrad,
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Motorrad und/oder Moped und/oder Motorroller und/oder Cityroller, und
- Vorliegen von mindestens einem detektierten Autobahnschild miteinander kombiniert werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass für eine Adaption einer Fernlicht-Assistenz-Funktion eine Kombination von Merkmalen erfolgt um zwischen Umgebungen des Kraftfahrzeugs zu unterscheiden, die sich innerhalb oder außerhalb einer Ortschaft befinden.

13. Vorrichtung zur Adaption mindestens einer Fahrerassistenzsystem-Funktion eines Kraftfahrzeugs (1) auf der Grundlage von Eigenschaften der Umgebung des Kraftfahrzeugs (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung dazu ausgelegt ist ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 auszuführen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung

- mindestens einen Sensor (4) zum Detektieren von Merkmalen der Umgebung des Kraftfahrzeugs,
- ein Mittel (3) zum Abschätzen einer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen mindestens eines Kriteriums für eine Adaption der Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage einer Kombination detektierter Merkmale und
- ein Mittel (3) zur Adaption der Fahrerassistenzsystem-Funktion auf der Grundlage der abgeschätzten Wahrscheinlichkeit umfasst.

15. Kraftfahrzeug (1), welches mindestens eine Fahrerassistenzsystem-Funktion und eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14 umfasst.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

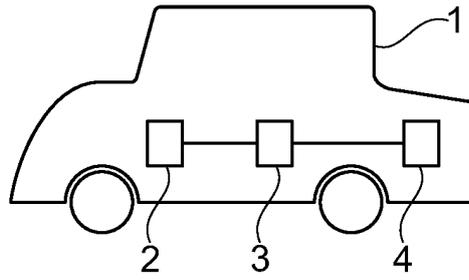


Fig. 1

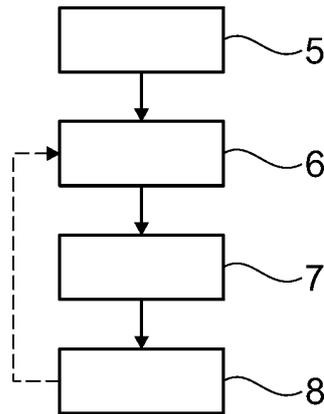


Fig. 2

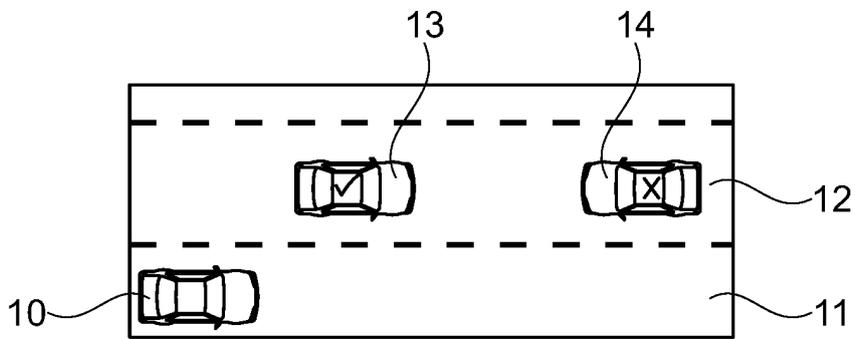


Fig. 3

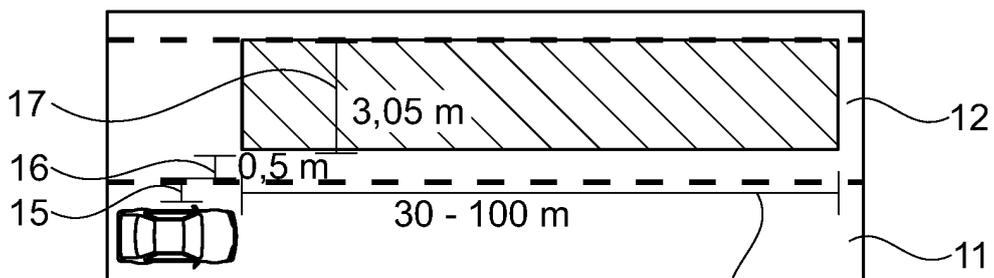


Fig. 4

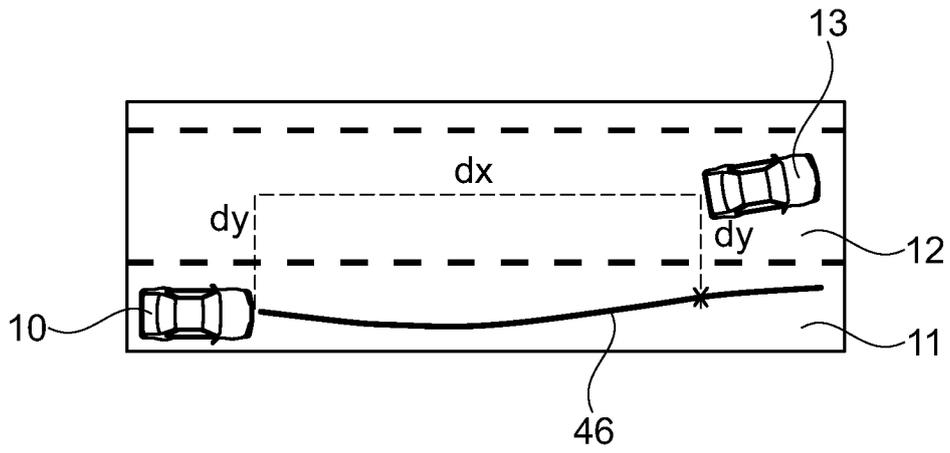


Fig. 5

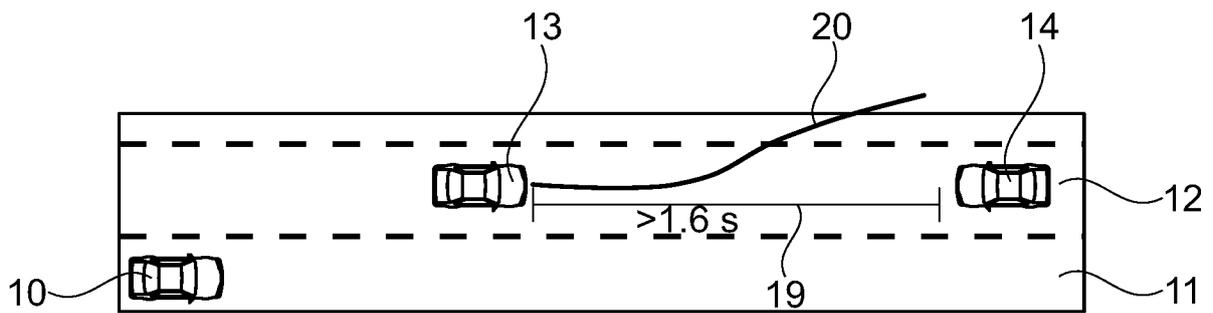


Fig. 6

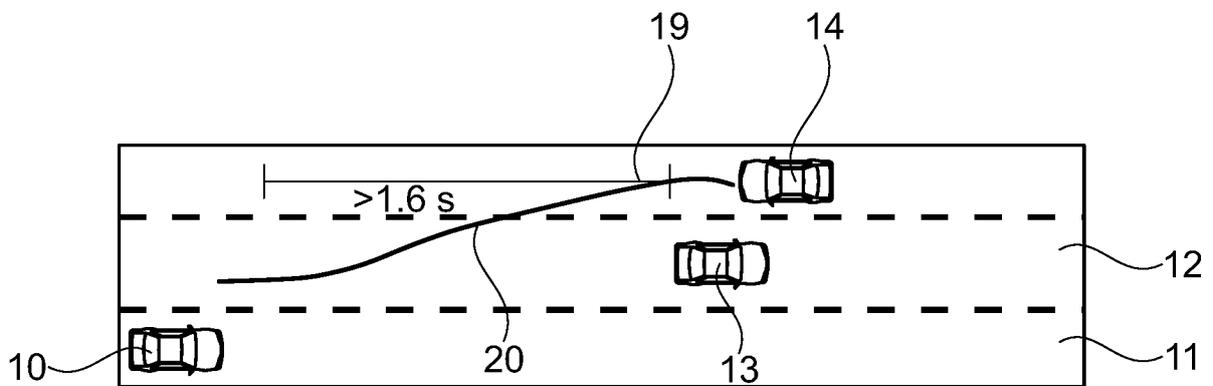


Fig. 7

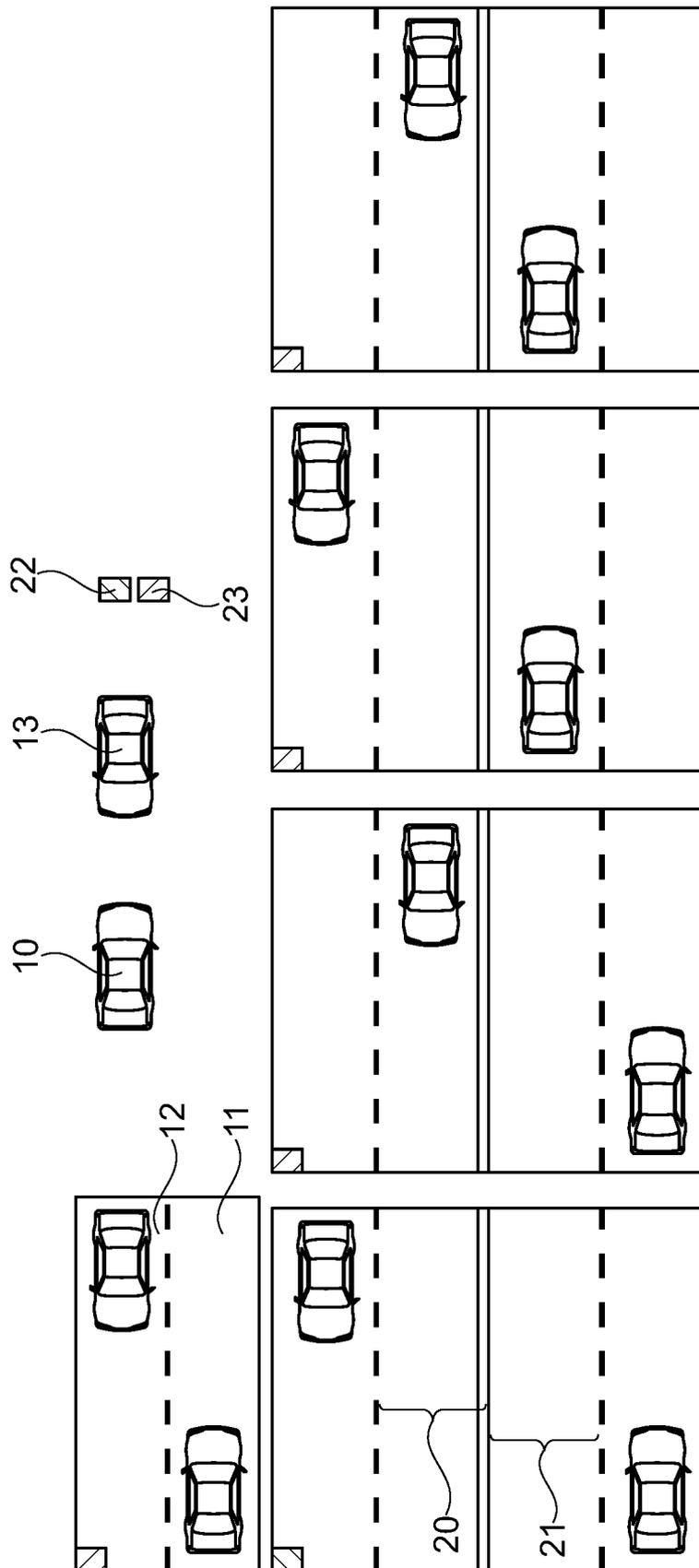


Fig. 8

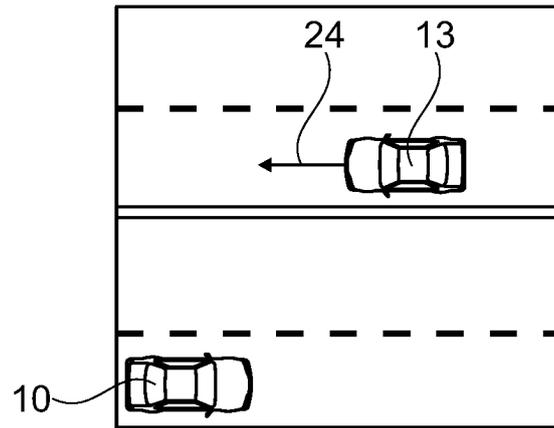


Fig. 9

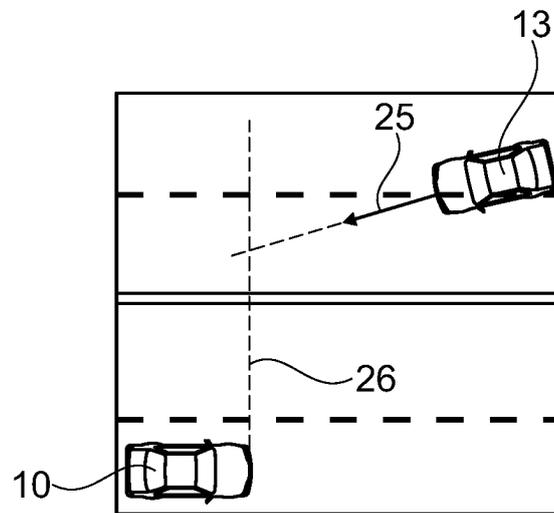


Fig. 10

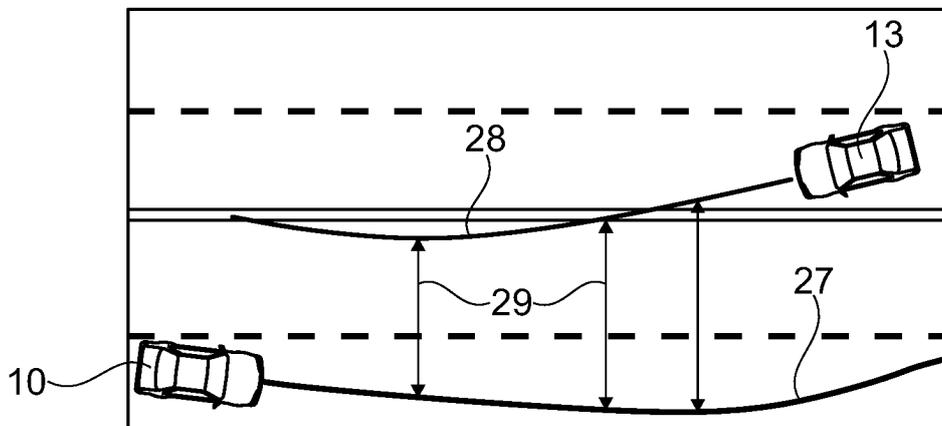


Fig. 11

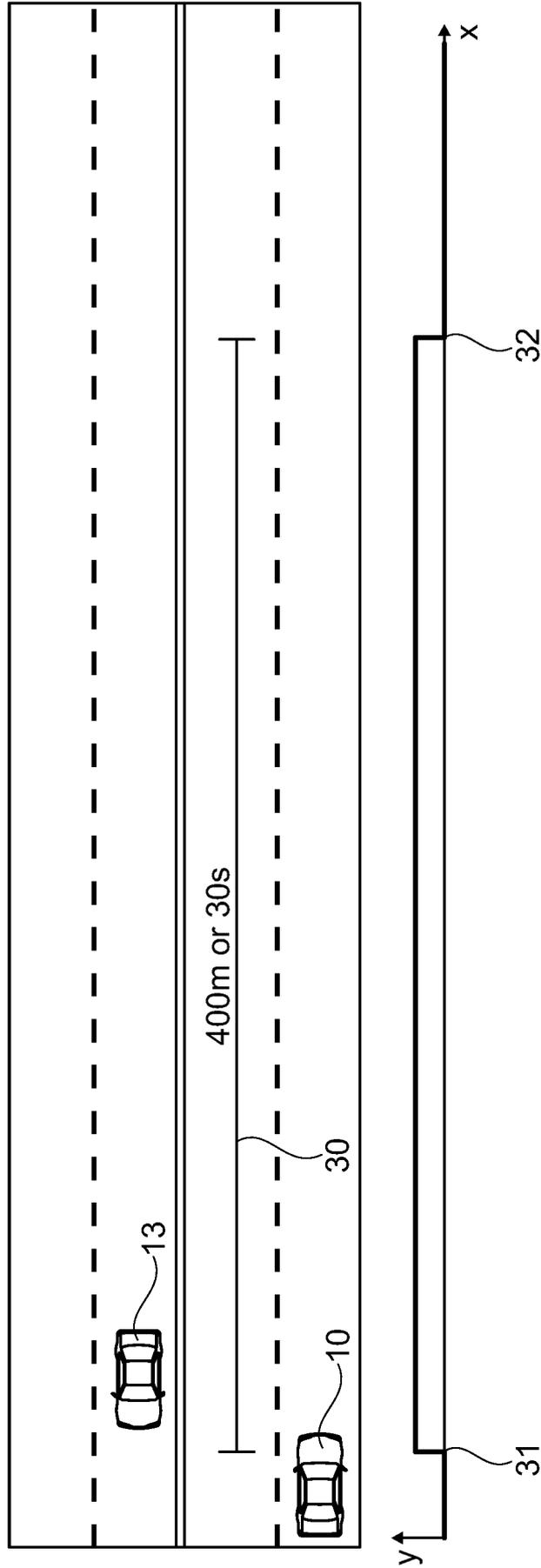


Fig. 12

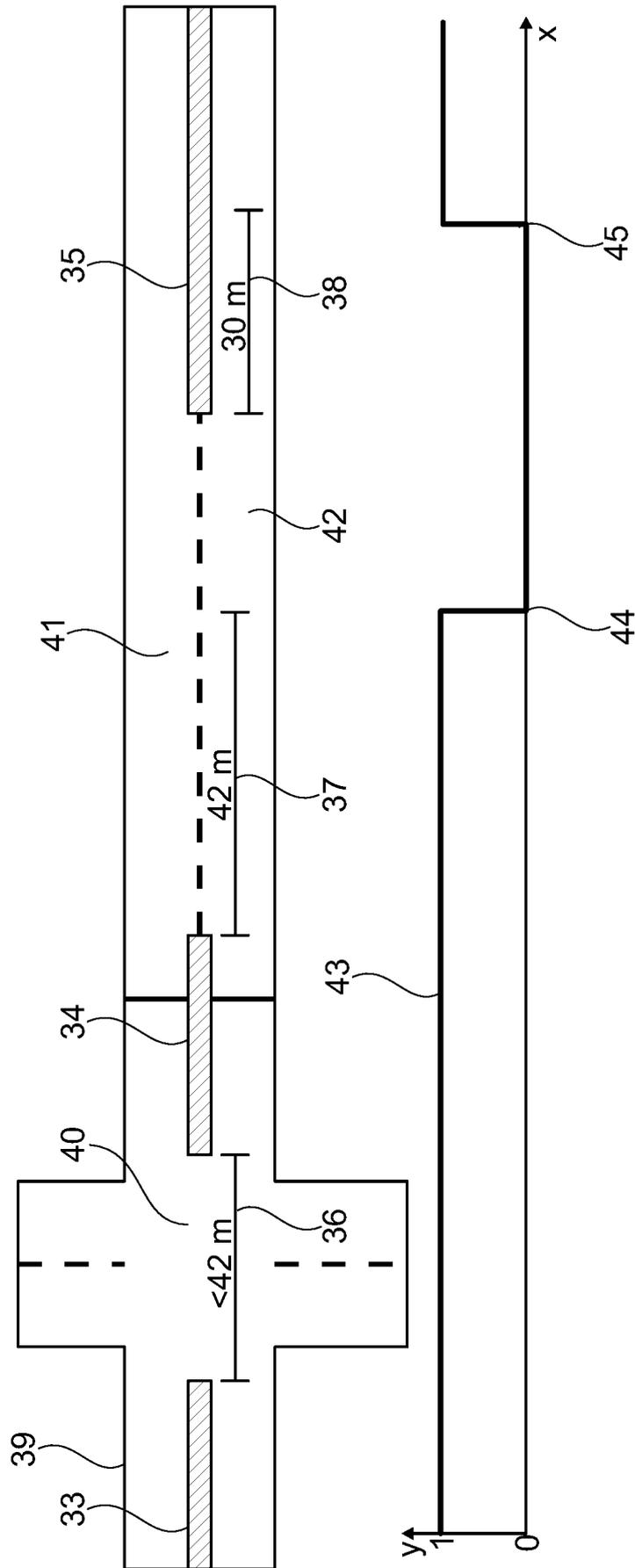


Fig. 13

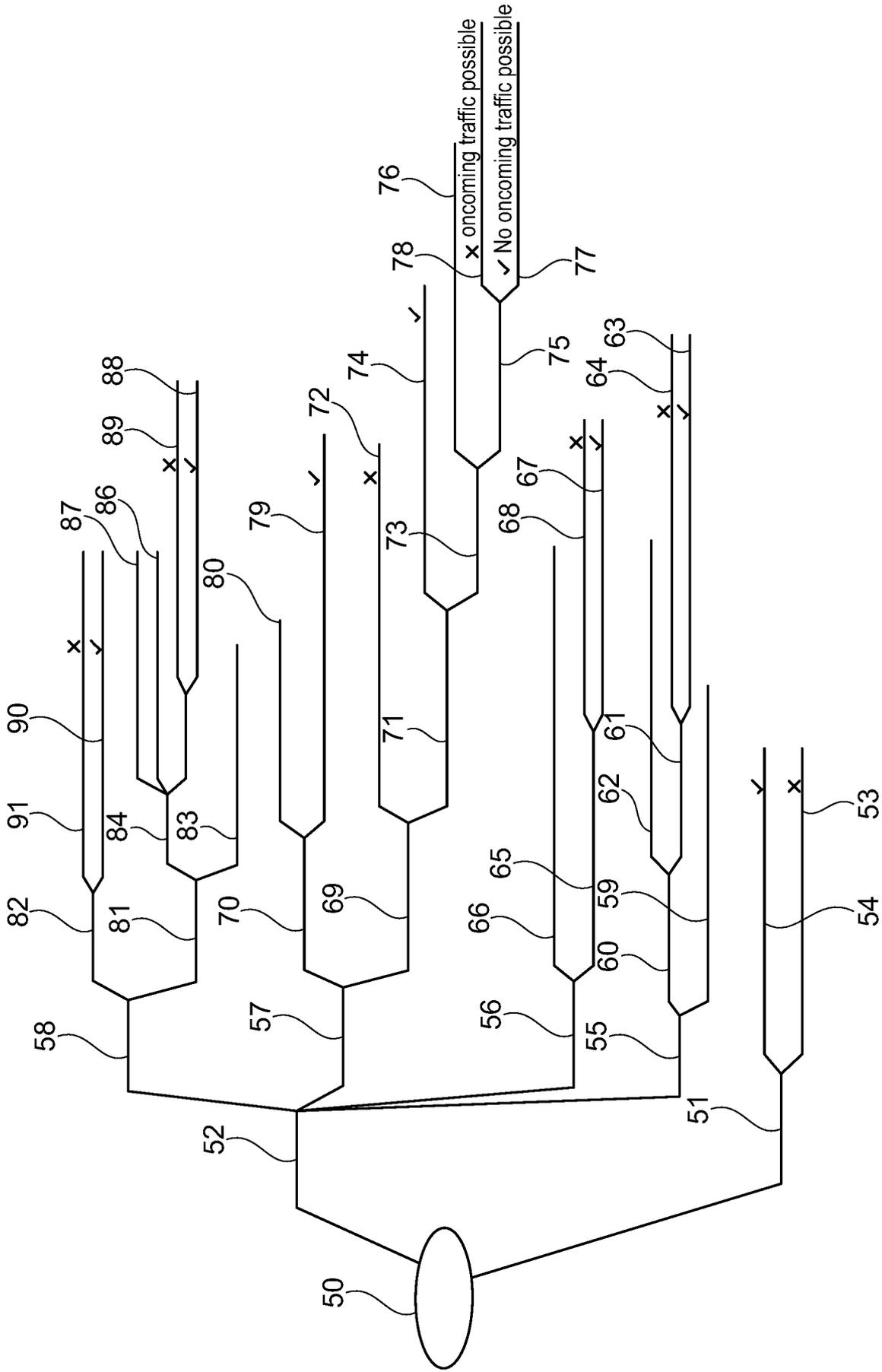


Fig. 14

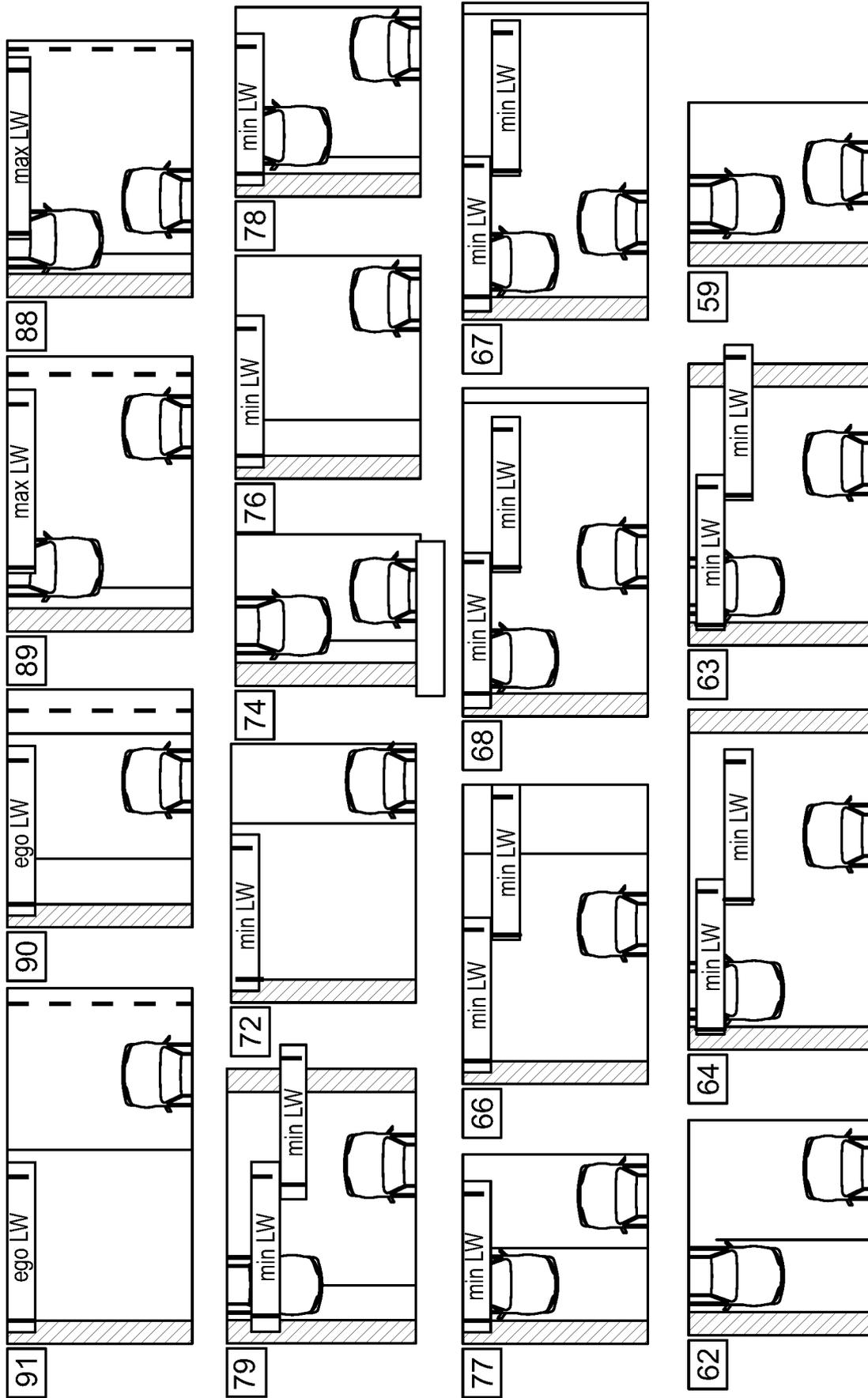


Fig. 15