

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, ein Computer-Programm-Produkt zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 6, eine zentrale Steuerungseinheit zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 10 und ein Steuerungssystem zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 16.

[0002] Ein Gefahrenbereich im Straßenverkehr ist ein Bereich wo eine Gefährdung gegeben ist, die definiert wird als die Möglichkeit, dass eine Person, eine Sache, ein Tier, oder sogar eine natürliche Lebensgrundlage zumindest eines von zeitlich und räumlich auf eine Gefahrenquelle als potentielle Schadensquelle trifft. Dies ist in der Regel im Fahrbahnbereich der Fall, weshalb man auch von einem Fahrbahn-Gefahrenbereich spricht. Ausgehend von diesen Definitionen ist ein typischer wenngleich nicht der einzige Fahrbahn-Gefahrenbereich im Straßenverkehr der Bereich, wo eine oder mehrere Fahrbahnen sich treffen - die Fahrbahn-Kreuzung oder kurz die Kreuzung.

[0003] In oder an Kreuzungen kann es unter den Verkehrsteilnehmern, die die Kreuzung zur selben Zeit befahren wollen, zu Interessenskonflikten kommen. Es besteht also Regelungsbedarf. Aus diesem Grund sind Kreuzungen derzeit durch Verkehrszeichen, z.B. signalgebende Zeichen in Gestalt von Ampelanlagen, oder durch Verkehrsregeln geschützt.

[0004] FIGUR 1 zeigt in einem Prinzipschaubild die heutige Situation bei der Regelung eines Fahrbahnverkehrs, z.B. Straßenverkehrs, in Fahrbahn-Gefahrenbereichen FGB in Gestalt einer "Doppel-T"-Kreuzung KZ* oder "T"-Kreuzung KZ**. Zu sehen sind in dem Prinzipschaubild eine Anzahl m motorisierter Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_m$ mit z.B. $m=37$, die sich als Verkehrsteilnehmer mit weiteren Verkehrsteilnehmern, wie Fahrradfahrer und Fußgänger, im Straßenverkehr bewegen und dabei die Fahrbahn-Gefahrenbereiche bzw. Kreuzungen FGB, KZ*, KZ** passieren müssen. Um den Verkehrsfluss in diesen Fahrbahn-Gefahrenbereichen bzw. Kreuzungen FGB, KZ*, KZ** zu steuern, gibt es eine Vielzahl von aktueller Verkehrsregelungsmaßnahmen, wie z.B. die bereits vorstehend erwähnten Ampelanlagen, Verkehrsschilder, Zebrastreifen für Fußgänger, Überquerungsstreifen für Fußgänger/Fahrradfahrer, etc., von denen in der FIGUR 1 bis auf die Verkehrsschilder alle dargestellt

sind.

[0005] So können an der "Doppel-T"-Kreuzung KZ* alle Verkehrsteilnehmer, die sich in "NORD->SÜD- oder SÜD->NORD"-Richtung bewegen, die Kreuzung KZ* passieren, weil die Ampelanlagen für diese Verkehrsteilnehmer das grüne Signalzeichen zeigen, während alle Verkehrsteilnehmer, die sich in "WEST->OST- oder OST->WEST"-Richtung bewegen, die Kreuzung KZ* nicht passieren können, also z.B. an bzw. vor der Ampelanlage warten müssen, weil die Ampelanlagen für diese Verkehrsteilnehmer das rote Signalzeichen zeigen.

[0006] Anders verhält es sich an der "T"-Kreuzung KZ**. Dort sind die Verkehrsteilnehmer, die sich in "WEST->OST- oder OST->WEST"-Richtung oder in NORD-Richtung bewegen, aufgrund der Ampelanlagen mit grünem Signalzeichen oder keinem Signalzeichen (gilt für die Fahrzeuge FZ_{35} , FZ_{36} , die in NORD-Richtung unterwegs sind) berechtigt die Kreuzung zu passieren bzw. sich weiterzubewegen, wohingegen die Verkehrsteilnehmer, die in "SÜD"-Richtung unterwegs sind, an bzw. vor der Ampelanlage warten müssen, weil die Ampelanlagen für diese Verkehrsteilnehmer das rote Signalzeichen zeigen.

[0007] Was die Automatisierung der motorisierten Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_{37}$ in dem Prinzipschaubild anbetrifft, die z.B., wie dargestellt, als Personenkraftwagen und Lastkraftwagen mit unterschiedlichen Fahrzeuglängen und Motorleistungen sowie als Motorrad im Straßenverkehr unterwegs sind, so bleibt - Stand heute - vor dem Hintergrund der von der SAE International (ehemals: Society of Automotive Engineers) in der publizierten Spezifikation SAE J3016 definierten Autonomiestufen für motorisierte Straßenfahrzeuge mit Steuerungssystemen zum Autonomen Fahren, die in sechs SAE-Stufen (Stufe "0" bis Stufe "5") von keiner Automatisierung (Stufe "0"), Assistenzunterstützung (Stufe "1"), Teilautomatisierung (Stufe "2"), Bedingte Automatisierung (Stufe "3"), Hochautomatisierung (Stufe "4") bis Vollautomatisierung (Stufe "5") klassifiziert wird, festzustellen, dass die dargestellten Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_{36}$ fast ausnahmslos, bis auf wenige, die der Stufe "2" zugerechnet werden könnten, der Stufe "0" oder der Stufe "1" zuzuordnen sind.

[0008] Wenn nun im Sinne der Erfindung zumindest teilautomatisierte Fahrzeuge in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich FGB, KZ, KZ' gesteuert werden sollen, so kämen hierfür gemäß der SAE-Autonomiestufendefinition im Prinzip nur Fahrzeuge der Klassifizierungsstufen "3" bis "5" in Frage sowie gegebenenfalls auch solche der Stufe "2".

[0009] Wie könnte jetzt eine solche Fahrzeugsteuerung zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in Fahrbahn-Gefahrenbereichen im Straßenverkehr aussehen, wenn nicht mehr die genannten Verkehrsregelungsmaßnahmen, wie z.B. Ampelanlagen, die das Straßenbild im Industriezeitalter geprägt haben, maßgebend für ein zukünftiges Verkehrskonzept im Digitalen Zeitalter sind?

[0010] Gemäß einem Vorschlag des Autorenteam

"Tachet Remi; Santi, Paolo, Sobolevsky Stanislav; Reyes-Castro, Luis Ignacio; Frazzoli, Emilio, Helbing, Dirk; Ratti, Carlo" unter dem Titel "Revisiting Street Intersections Using Slot-Based Systems" publiziert March 16, 2016 im Online-Fachmagazin PLoS ONE 11(3): e0149607 und <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149607> soll der Verkehrsfluss von autonom fahrenden Fahrzeugen im zukünftigen Straßenverkehr reibungslos und weniger umweltbelastend (Stw.: Abgasausstoß) mit Hilfe eines smarten Steuerungssystems unter dem Namen "Light Traffic" intelligent im Kreuzungsbereich des Straßenverkehrs gesteuert werden, ohne dass dabei weiterhin Ampeln zum Einsatz kommen. Die Kernidee dieses "Light Traffic"-Vorschlages beruht auf dem Ansatz, jedem autonomen Fahrzeug einen Zeitschlitz zum Passieren der Kreuzung, z.B. einer V-erwegekennung, zuzuweisen. Auf diese Weise rücken die Fahrzeuge verzögerungslos genau dann im Kreuzungsbereich vor, wenn ein Zeitschlitz frei wird. Dadurch ließe sich nicht nur der Verkehrsfluss erhöhen, sondern es fände auch eine signifikant geringere CO₂-Emission statt, weil zum einen deutlich mehr Fahrzeuge (ca. doppelt so viele Fahrzeuge) im Vergleich zur herkömmlichen Ampel-Steuerung an einer Kreuzung diese passieren könnten und zum anderen bedingt dadurch nahezu keine Stand-Wartezeit mehr auftreten, wie sie noch an Ampeln herkömmlichen Ampel-Steuerungen von Kreuzungen entstehen.

[0011] Voraussetzung für ein derartiges Konzept ist allerdings, dass erstens die Verkehrsinfrastruktur angepasst wird, z.B. in Städten durch teure Baumaßnahmen (vgl. Beschreibung von FIGUR 2), und zweitens nahezu ausschließlich autonom betriebene Fahrzeuge am Verkehr teilnehmen, die zudem mit modernster Kommunikations- und Sensortechnologie ausgerüstet sind.

[0012] In der nachveröffentlichten DE-Patentanmeldung (Anmeldeaktenzeichen: 10 2018 209 790.9) ist eine Steuereinrichtung zum Steuern eines Fahrzeugs in einem Gefahrenbereich offenbart, die

- eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln, ob sich das Fahrzeug in dem Gefahrenbereich oder in einem an dem Gefahrenbereich angrenzenden Übergangsbereich befindet;
- eine Kommunikationseinheit zum Empfangen von Fahrzeugdaten von dem Fahrzeug, falls die Ermittlungseinheit ermittelt, dass sich das Fahrzeug in dem Gefahrenbereich oder in dem Übergangsbereich befindet; und
- eine Bestimmungseinheit zum Bestimmen einer Trajektorie für das Fahrzeug unter Berücksichtigung der empfangenen Fahrzeugdaten, um das Fahrzeug kollisionsfrei durch den Gefahrenbereich zu führen;
- eine dem Gefahrenbereich zugehörige Einrichtung ist, die die Steuerung der Fahrzeuge in dem Gefahrenbereich übernimmt, wodurch Kollisionen in dem Gefahrenbereich verhindert werden können.

[0013] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren, ein Computer-Programm-Produkt, eine zentrale Steuerungseinheit und ein Steuerungssystem zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr, anzugeben, bei dem bzw. der die Fahrzeuge derart gesteuert werden, dass diese in einem fließenden Fahrfluss ohne Anhalt-Anfahr-Unterbrechungen, wie sie beispielsweise durch zeichengebenden Anlagen, vorzugsweise Ampeln, entstehen, den Fahrbahn-Gefahrenbereich passieren können.

[0014] In der vorliegenden Patentanmeldung wird dabei von dem Normalfall ausgegangen, bei dem die zumindest teilautomatisierten Fahrzeuge den Fahrbahn-Gefahrenbereich bzw. die Kreuzung ohne jegliche Besonderheit, was die Fahrzeugeigenschaft und das Fahrverhalten im Gefahren-/Kreuzungsbereich anbetrifft, passieren. Liegt hingegen eine Besonderheit vor, weil z.B. - Spezialfall 1 - das zumindest teilautomatisierte Fahrzeug, was den Fahrbahn-Gefahrenbereich bzw. die Kreuzung passieren möchte, eine Fahrzeugüberlänge aufweist oder - Spezialfall 2 - das zumindest teilautomatisierte Fahrzeug, was den Fahrbahn-Gefahrenbereich bzw. die Kreuzung passieren möchte, die Fahrbahn im Gefahren-/Kreuzungsbereich beabsichtigt, zu wechseln, so bedarf es in den genannten Sonderfällen gegenüber dem in der vorliegenden Patentanmeldung behandelten Normalfall einer adaptierten Fahrzeugsteuerung. Wie diese Adaption in der Fahrzeugsteuerung für die beiden Spezialfälle aussieht, wird in zeitgleichen parallelen Patentanmeldungen behandelt.

[0015] Bezüglich des Spezialfalls 1 ist es die Patentanmeldung (Anmeldung-Nr.....) mit der Bezeichnung "Verfahren, Computer-Programm-Produkt, Zentrale Steuerungseinheit und Steuerungssystem zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge, anteilig mit Fahrzeugüberlängen, in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr", deren Inhalt hiermit in der vorliegenden Patentanmeldung inkludiert und offenbart ist.

[0016] Bezüglich des Spezialfalls 2 ist es die Patentanmeldung (Anmeldung-Nr.....) mit der Bezeichnung "Verfahren, Computer-Programm-Produkt, Zentrale Steuerungseinheit und Steuerungssystem zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge, anteilig mit Fahrbahnwechselabsichten, in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr", deren Inhalt hiermit in der vorliegenden Patentanmeldung inkludiert und offenbart ist.

[0017] Die vorstehend bezeichnete Aufgabe wird ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruches 1 definierten Verfahren durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0018] Darüber hinaus wird diese Aufgabe ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruches 6 definierten Computer-Programm-Produkt durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 6 angegebenen

Merkmale gelöst.

[0019] Weiterhin wird diese Aufgabe ausgehend von der im Oberbegriff des Patentanspruches 10 definierten, zentralen Steuerungseinheit durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 10 angegebenen Merkmale gelöst.

[0020] Außerdem wird diese Aufgabe ausgehend von dem im Oberbegriff des Patentanspruches 16 definierten Steuerungssystem durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 16 angegebenen Merkmale gelöst.

[0021] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee gemäß der in den Ansprüchen 1, 6, 10 und 16 jeweils angegebenen technischen Lehre besteht darin, dass zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr,

- die Fahrzeuge beim Sich-Nähern des Fahrbahn-Gefahrenbereichs zum Passieren desjenigen jeweils eine Fahrzeugverfügungsgewalt zur Fahrzeugsteuerung von dynamischen Fahraufgaben abgeben,
- mit dem Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalten durch die Fahrzeuge von einer zentralen Steuerungsinstanz ein digitaler Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling erzeugt wird, mittels dem infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten Fahrzeugbewegungen von jedem Fahrzeug der Fahrzeuge zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und kollisionsfrei gesteuert werden.

[0022] Mit einer derartig durchgeführten Steuerung von zumindest teilautomatisierten Fahrzeugen in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich braucht der Verkehr nicht mehr unterbrochen zu werden. Darüber hinaus sind keine Verkehrsregelungsmaßnahmen, wie z.B. Ampelanlagen, Verkehrsschilder, Zebrastreifen für Fußgänger, etc., mehr erforderlich. Weiterhin besteht keine Notwendigkeit für eine fest vorgegebene Fahrzeugbewegungsrichtung. Diese kann vielmehr genauso wie die Fahrzeuggeschwindigkeit beim Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs dynamisch je nach Verkehrssituation adaptiert werden.

[0023] Die Fahrzeugverfügungsgewalten werden dabei bevorzugt mit Hilfe von ersten Steuerungsdaten abgegeben, die jedes Fahrzeug beim Sich-Nähern des Fahrbahn-Gefahrenbereichs der zentralen Steuerungsinstanz übermittelt.

[0024] Das infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten Steuern der Fahrzeugbewegungen von jedem Fahrzeug der Fahrzeuge erfolgt bevorzugt mit Hilfe von zweiten Steuerungsdaten, die jedem Fahrzeug zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs von der zentralen Steuerungsinstanz übermittelt werden.

[0025] Die zentrale Steuerungsinstanz ist dabei vorzugsweise eine zentrale Steuerungseinheit bestehend aus Steuereinrichtung mit einem Computer-Programm-Produkt, das einen nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher,

in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbefehle eines die Fahrzeugsteuerung durchführenden Programm-Moduls gespeichert sind, und einem mit dem Speicher verbundenen Prozessor, der die Steuerprogrammbefehle des Programm-Moduls zur Fahrzeugsteuerung ausführt, einer Steuerschnittstelle und mindestens einer Kommunikationseinrichtung, die kommunikationstechnisch entweder mit der Steuereinrichtung und darin mit dem Computer-Programm-Produkt über die Steuerschnittstelle verbunden ist oder der Steuereinrichtung und dem Computer-Programm-Produkt darin zugeordnet ist.

[0026] Gemäß der "Oder"-Option ist die Steuereinrichtung vorzugsweise und in vorteilhafter Weise als eine offene Cloud Computing Plattform ausgebildet.

[0027] Die Kommunikationseinrichtung ist in beiden Fällen in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich derart angeordnet, dass diese zur Fahrzeugsteuerung jeweils mit einer in den Fahrzeugen jeweils enthaltenen Fahrzeug-Kommunikationsschnittstelle verbunden ist. Diese Verbindung ist bevorzugt funkttechnischer Natur, so z.B. ausgebildet nach einem Mobilfunkstandard der Generation 5G. Die Anzahl der Kommunikationseinrichtungen besteht in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich, z.B. in einer "Doppel-T"-Kreuzung (vgl. FIGUREN 1 und 2), vorzugsweise aus vier einzelnen Kommunikationseinrichtungen, die an allen vier Kreuzungsecken positioniert sind, um immer eine optimale Funkverbindung zu den Fahrzeugen bzw. der jeweiligen Fahrzeug-Kommunikationsschnittstelle zu haben.

[0028] Dynamisch, fahrzeugkoordiniert und kollisionsfrei im Kontext der Erfindung bedeutet dabei, dass die Fahrzeugbewegungen des jeweiligen Fahrzeugs mit Fahrbewegungen der übrigen Fahrzeuge in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich mittels des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings an jeden Ort und zu jedem Zeitpunkt so koordiniert werden, dass das jeweilige Fahrzeug ohne jegliche Kollision mit den übrigen Fahrzeugen den Fahrbahn-Gefahrenbereich passiert. Mit Hilfe des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings wird also jedes Fahrzeug nach Maßgabe eines räumlich-zeitlichen Bewegungsmusters in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich so bewegt, dass sichergestellt ist, dass alle Fahrzeuge in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich, die die Fahrzeugverfügungsgewalt zur Fahrzeugsteuerung der dynamischen Fahraufgaben abgeben haben, diesen kollisionsfrei passieren können.

[0029] Bei dieser Art der Fahrzeugsteuerung ist es gemäß einer Weiterbildung der Erfindung von Vorteil, dass bereits im Vorfeld (vgl. Ansprüche 2 und 11), wenn jedes Fahrzeug sich dem Fahrbahn-Gefahrenbereich nähert, das Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt mittels eines Handshake-Protokolls zwischen dem jeweiligen Fahrzeug und der zentralen Steuerungsinstanz vereinbart wird. Im Zuge dieses Handshake-Protokolls erfolgt dann auch die Übermittlung der ersten Steuerungsdaten.

[0030] Darüber hinaus ist es gemäß einer weiteren Weiterbildung der erfindungsgemäßen Fahrzeugsteuerung vorteilhaft (vgl. Ansprüche 3, 7 und 12), dass für die

Erzeugung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings zur Fahrzeugsteuerung infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalt von jedem Fahrzeug der Fahrzeuge Fahrzeugtrajektorie und Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt werden.

[0031] Darüber hinaus ist es für die Weiterbildung der erfindungsgemäßen Fahrzeugsteuerung zweckmäßig (vgl. Ansprüche 4, 8 und 13), dass mit der Erzeugung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings Fahrzeugfahrtinformationen, aus und in welche Fahrtrichtungen sich die Fahrzeuge zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs auf diesen zubewegen, in einem Rasterformat mit schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern digital repräsentiert werden.

[0032] Bei dieser vorteilhaften, schachbrettartigen Repräsentation, was die Koordination bei der Fahrzeugsteuerung anbetrifft, repräsentieren ein Kernbereich des Rasterformats den Fahrbahn-Gefahrenbereich sowie erste Formatfelder des Rasterformats formatfeldwechselabhängig entweder "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen und zweite Formatfelder des Rasterformats formatfeldwechselabhängig entweder "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro erstem Formatfeld bzw. zweitem Formatfeld.

[0033] Für die auf der Basis des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings durchgeführte Fahrzeugsteuerung wird jede Fahrzeugbewegung des Fahrzeugs zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs dadurch infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalt automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und - kollisionsfrei gesteuert, dass korrespondierend zu der Situation im Fahrbahn-Gefahrenbereich

das Fahrzeug im Kernbereich des Rasterformats gemäß einer Digitalbewegung mit einem START-Punkt und einem ZIEL-Punkt in dem Rasterformat, die auf einem Formatfeldwechsel beruht, entweder

von einem ersten Formatfeld der ersten Formatfelder als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes zweites Formatfeld der zweiten Formatfelder als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, daß kein Fahrzeug der Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist,

oder

von einem zweiten Formatfeld der zweiten Formatfelder als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes erstes Formatfeld der ersten Formatfelder als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, daß kein Fahrzeug der Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist,

digital bewegt wird.

[0034] Wenn mit einer letzten Digitalbewegung in dem Rasterformat das Fahrzeug digital den Kernbereich des Rasterformats verlässt und es damit den Fahrbahn-Ge-

fahrenbereich passiert hat, dann wird für die vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Fahrzeugsteuerung (vgl. Ansprüche 5, 9 und 14), dass die Fahrzeugverfügungsgewalt jedem Fahrzeug von der zentralen Steuerungsinstanz zurückgegeben. Dies kann auf einfache und in vorteilhafter Weise mit Hilfe eines weiteren Handshake-Protokolls erreicht werden. Im Zuge dieses weiteren Handshake-Protokolls werden dem Fahrzeug dann die Rückgabe der Fahrzeugverfügungsgewalt initiiierende, dritte Steuerungsdaten übermittelt.

[0035] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung ausgehend von der FIGUR 1, die einen Stand der Technik zur Fahrzeugsteuerung zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge Kreuzungsbereich des Straßenverkehrs, zeigt, anhand der FIGUREN 2 bis 6 erläutert. Diese zeigen:

FIGUR 2 auf der Basis von der FIGUR 1 ein Steuerungssystem zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr,

FIGUR 3 den prinzipiellen Aufbau einer Steuereinrichtung in einer Steuerungseinheit des in der FIGUR 2 dargestellten Steuerungssystems zur Fahrzeugsteuerung durch Erzeugung eines Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings,

FIGUR 4 eine durch den Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling, bei dessen Erzeugung in der Steuereinrichtung bzw. dem Computer-Programm-Produkt nach FIGUR 3, geschaffene erste Digitale Repräsentation einer ersten Verkehrssituation mit einem durch zumindest teilautomatisierte, motorisierte Fahrzeuge vollständig befahrenen und belegten Fahrbahn-Gefahrenbereich in Gestalt einer "Doppel-T"-Kreuzung,

FIGUR 5 eine durch den Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling, bei dessen Erzeugung in der Steuereinrichtung bzw. dem Computer-Programm-Produkt nach FIGUR 3, geschaffene zweite Digitale Repräsentation einer zweiten Verkehrssituation mit einem durch zumindest teilautomatisierte, motorisierte Fahrzeuge vollständig befahrenen und belegten Fahrbahn-Gefahrenbereich in Gestalt einer "Doppel-T"-Kreuzung,

FIGUR 6 eine durch den Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling, bei dessen Erzeugung in der Steuereinrichtung bzw. dem Computer-Programm-Produkt nach FIGUR 3, geschaffene dritte Digitale Repräsentation einer dritten Verkehrssituation mit einem durch zumindest teilautomatisierte, motorisierte Fahrzeuge vollständig befahrenen und belegten Fahrbahn-Gefahrenbereich in Gestalt einer "Dop-

pel-T"-Kreuzung.

FIGUR 2 zeigt auf der Basis von der FIGUR 1 die zukünftige, gegenüber der heutigen Situation modifizierte Situation bei der Regelung eines Fahrbahnverkehrs, z.B. Straßenverkehrs, in den Fahrbahn-Gefahrenbereichen FGB in Gestalt einer "Doppel-T"-Kreuzung KZ oder einer "T"-Kreuzung KZ'. Die Modifikation besteht darin, dass der Straßenverkehr in zumindest teilautomatisierte und motorisierte Verkehrsteilnehmer und solche, die nicht automatisiert sind und auch unter Umständen nicht motorisiert sind, unterteilt ist und die Regelung des Fahrbahn-/Straßenverkehrs in den Fahrbahn-Gefahrenbereichen bzw. Kreuzungen FGB, KZ, KZ' ohne jegliche Verkehrsregelungsmaßnahmen, wie z.B. Ampelanlagen, Verkehrsschilder, Zebrastreifen für Fußgänger, Überquerungsstreifen für Fußgänger/Fahrradfahrer, etc. auskommt. Um aber dennoch den Fahrbahn-/Straßenverkehr im Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ, KZ' regeln zu können ist gemäß der FIGUR 2 zu diesem Zweck ein Steuerungssystem STGS vorhanden. In diesem Steuerungssystem STGS werden die nicht automatisierten und bedingt motorisierten Verkehrsteilnehmer, wie Fußgänger, Radfahrer, Elektro-Radfahrer, etc., in den Fahrbahn-Gefahrenbereichen FGB, KZ, KZ' zur Fahrbahnüberquerung ober- oder unterhalb der Fahrbahnen für die zumindest teilautomatisierten und motorisierten Verkehrsteilnehmer geführt.

[0036] Gemäß der FIGUR 2 sind entsprechende Fahrrad- und Fußgängerüberquerungsstreifen unter die Fahrbahnen im Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ, KZ' gelegt und geführt, was durch entsprechend gestrichelte Streifenabschnitte in dem Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ, KZ' dargestellt ist. Diese Vorkehrungen sind z.B. Teil der teuren Baumaßnahmen, von denen im Beitrag des Online-Fachmagazin PLoS ONE 11(3): e0149607 und <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149607> die Rede ist.

[0037] Darüber hinaus enthält das in der FIGUR 2 dargestellte Steuerungssystem STGS zum Steuern einer Anzahl n zumindest teilautomatisierter, motorisierter Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_n$ mit z.B. $n=36$ in den Fahrbahn-Gefahrenbereichen bzw. Kreuzungen FGB, KZ, KZ' mindestens eine zentrale Steuerungseinheit STGE.

[0038] Die zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_{36}$ verteilen sich in der dargestellten Weise auf die als "Doppel-T"-Kreuzung KZ und als "T"-Kreuzung KZ' ausgestalteten Fahrbahn-Gefahrenbereiche FGB. Für die Fahrzeugsteuerung zumindest teilautomatisierter, motorisierter Fahrzeuge im Fahrbahn-Gefahrenbereich kommen gemäß der Ausführungen im Zusammenhang mit der Beschreibung der FIGUR 1 nur Fahrzeuge der Klassifizierungsstufen "3" bis "5" in Frage sowie gegebenenfalls auch solche der Stufe "2".

[0039] Die in der FIGUR 2 exemplarische dargestellte

zentrale Steuerungseinheit STGE des Steuerungssystems STGS ist gemäß dieser Darstellung ausschließlich für die Fahrzeugsteuerung zumindest teilautomatisierter, motorisierter Fahrzeuge im als "Doppel-T"-Kreuzung KZ ausgestalteten Fahrbahn-Gefahrenbereich FGB zuständig. Die Fahrzeugsteuerung des als "T"-Kreuzung KZ' ausgestalteten Fahrbahn-Gefahrenbereichs FGB und jedes weiteren Fahrbahn-Gefahrenbereichs FGB in dem Steuerungssystem STGS, beides in der FIGUR 2 nicht explizit dargestellt, kann entweder auch von der dargestellten Steuerungseinheit STGE oder aber jeweils von weiteren, nicht dargestellten Steuerungseinheiten übernommen werden.

[0040] Im Folgenden soll für die generelle Fahrzeugsteuerung zumindest teilautomatisierter, motorisierter Fahrzeuge in Fahrbahn-Gefahrenbereichen des Steuerungssystems STGS stellvertretend der als "Doppel-T"-Kreuzung KZ ausgestaltete Fahrbahn-Gefahrenbereich FGB näher betrachtet werden. Im Unterschied zu der "Doppel-T"-Kreuzung KZ* in der FIGUR 1 bewegt sich eine sich dynamisch verändernde und kontinuierlich bewegende Anzahl von Fahrzeugen der zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_{36}$, die wieder als Personenkraftwagen und Lastkraftwagen mit unterschiedlichen Fahrzeuglängen und Motorleistungen sowie als Motorrad in "WEST->OST- oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen sowie "NORD->SÜD- oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen unterwegs sind, auf die "Doppel-T"-Kreuzung KZ zu, an der "Doppel-T"-Kreuzung KZ, in der "Doppel-T"-Kreuzung KZ und von der "Doppel-T"-Kreuzung KZ weg und zwar ohne jegliche Steuerung durch Ampelanlagen, Verkehrszeichen, etc. und ohne hierdurch entstehende Anhalt-Anfahr-Unterbrechungen des Verkehrsfluss wie noch bei der Verkehrsregelung gemäß der FIGUR 1. Diese Steuerung in dem Steuerungssystem STGS soll jetzt durch die zentrale Steuerungseinheit STGE erfolgen.

[0041] Die zentralen Steuerungseinheit STGE weist für diese Fahrzeugsteuerung eine Steuereinrichtung STER und mindestens eine Kommunikationseinrichtung KOER auf, die kommunikationstechnisch entweder miteinander verbunden oder einander zugeordnet sind.

[0042] Gemäß der "Oder"-Option ist die Steuereinrichtung STER vorzugsweise und in vorteilhafter Weise als eine offene Cloud Computing Plattform ausgebildet.

[0043] Die Kommunikationseinrichtung KOER ist vorzugsweise eine für den Mobilfunkstandard der 5. Generation (5G) ausgelegte Funkkommunikationseinrichtung und ist in beiden Fällen ("Entweder"-Option und "Oder"-Option) in dem als "Doppel-T"-Kreuzung KZ ausgestaltete Fahrbahn-Gefahrenbereich FGB anzahlmäßig und anordnungstechnisch derart angeordnet, dass der Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ funktechnisch optimal abgedeckt ist und zwar so, dass die sich in dem Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ befindenden, zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge jederzeit zur Fahrzeugsteuerung via Funk erreich- und an-

sprechbar sind. Für den dargestellten Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ sind es beispielsweise vier einzelne Kommunikationseinrichtungen bzw. Funkkommunikationseinrichtungen KOER, die an allen vier Kreuzungsecken positioniert sind, um immer eine optimale Funkverbindung zu den Fahrzeugen im Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ zu haben.

[0044] Stellvertretend für alle Fahrzeuge FZ_i , die zur Fahrzeugsteuerung im Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB erreichbar und ansprechbar sein müssen, sollen im Weiteren für die Erläuterung der Fahrzeugsteuerung durch die zentrale Steuerungseinheit STGE Fahrzeuge FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} der zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_{36}$ betrachtet werden. Für die Erreich- und Ansprechbarkeit der betrachteten Fahrzeuge FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} weisen diese jeweils eine Fahrzeug-Kommunikationsschnittstelle FZKS auf, die vorzugsweise, wie die Funkkommunikationseinrichtung KOER, eine für den Mobilfunkstandard der 5. Generation (5G) ausgelegte Fahrzeug-Funkkommunikationsschnittstelle ist.

[0045] Jedes Fahrzeug FZ_i - im Allgemeinen - und die betrachteten Fahrzeuge FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} - im Besonderen - der zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge $FZ_1 \dots FZ_{36}$ gibt bzw. geben dann, wenn es bzw. sie sich dem Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs FGB bzw. der "Doppel-T"-Kreuzung KZ nähert bzw. nähern, eine Fahrzeugverfügungsgewalt zur Fahrzeugsteuerung von dynamischen Fahraufgaben in dem jeweiligen Fahrzeug ab.

[0046] Durch das temporäre Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs FGB bzw. der "DoppelT"-Kreuzung KZ tritt das besagte Fahrzeug die Steuerungshoheit in Bezug auf das Überqueren des Gefahren-/Kreuzungsbereichs FGB, KZ an eine externe zentrale Steuerungsinanz, hier die zentrale Steuerungseinheit STGE, ab. Je nach Autonomielevel fürs Autonome Fahren bedeutet dies, dass der Fahrer des die Steuerungshoheit abtretenden Fahrzeugs keine Macht und Kontrolle mehr über sein Fahrzeug KZ hat und er bestenfalls nur noch Erfüllungshilfe ist, was die Fahrzeugsteuerung der dynamischen Fahraufgaben im Fahrzeug zum Überqueren des Gefahren-/Kreuzungsbereichs FGB, KZ anbetrifft.

[0047] Mit dem Ausdruck "sich nähern" ist gemeint, dass das Fahrzeug rechtzeitig vor dem Eintritt des Fahrzeugs in den Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ die Fahrzeugverfügungsgewalt abgegeben haben muss, weil ansonsten eine kollisionsfreie Fahrzeugsteuerung in dem Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ nicht sichergestellt werden kann. Um die Pufferzone für das Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt zu erweitern, ist es vorteilhaft, wenn bereits im Vorfeld des Sich-Näherns das Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt mittels eines Handshake-Protokolls zwischen jedem Fahrzeug FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} und der zentralen Steuerungsinanz bzw. der Steuerungseinheit

STGE vereinbart wird. Diese "Handshake-Protokoll"-mäßige Vereinbarung erfolgt kommunikationstechnisch einerseits über die Funkverbindung zwischen der Fahrzeug-Kommunikationsschnittstelle bzw. Fahrzeug-Funkkommunikationsschnittstelle FZKS und der Kommunikationseinrichtung bzw. Funkkommunikationseinrichtung KOER und andererseits zwischen der Kommunikationseinrichtung KOER und der Steuereinrichtung STER.

[0048] Die Fahrzeugverfügungsgewalt wird dabei jeweils bevorzugt mit Hilfe von ersten Steuerungsdaten $STGD_1$ abgegeben, die jedes Fahrzeug FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} beim Sich-Nähern des Gefahren-/Kreuzungsbereichs FGB, KZ oder im Vorfeld des Sich-Näherns kommunikationstechnisch, über den vorstehend aufgezeigten Übertragungsweg der Steuereinrichtung STER in der zentralen Steuerungseinheit STGE übermittelt. Diese ersten Steuerungsdaten $STGD_1$ werden, wenn bereits im Vorfeld des Sich-Näherns das Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt vereinbart wird, im Zuge des Handshake-Protokolls der Steuereinrichtung STER in der zentralen Steuerungseinheit STGE übermittelt.

[0049] FIGUR 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Steuereinrichtung STER in der Steuerungseinheit STGE des in der FIGUR 2 dargestellten Steuerungssystems STGS zur Fahrzeugsteuerung durch Erzeugung eines Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings FGBZ. Die Steuereinrichtung STER weist eine Steuerschnittstelle STSS und ein Computer-Programm-Produkt CPP zur Fahrzeugsteuerung der zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} in dem Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ auf. Das Computer-Programm-Produkt CPP enthält einen nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher SP, in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbefehle eines die Fahrzeugsteuerung durchführenden Programm-Moduls PGM gespeichert sind, und einen mit dem Speicher SP verbundenen Prozessor PZ, der die Steuerprogrammbefehle des Programm-Moduls PGM zur Fahrzeugsteuerung ausführt und mit der Steuerschnittstelle STSS verbunden ist.

[0050] Mit der Abgabe der Fahrzeugverfügungsgewalt durch die Fahrzeuge FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} gelangen die dazu korrespondierenden, von den Fahrzeugen FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} generierten und der Steuereinrichtung STER übermittelten ersten Steuerungsdaten $STGD_1$ über die Kommunikationseinrichtung KOER und die Steuerschnittstelle STSS in den Prozessor PZ. Der Prozessor PZ erzeugt daraufhin mit dem Erhalt der ersten Steuerungsdaten $STGD_1$ und der Abgabe der Fahrzeugverfügungsgewalt durch die Fahrzeuge FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} den digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FGBZ, mittels dem infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalt Fahrzeugbewegungen der Fahrzeuge FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31} zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs

FGB bzw. der "Doppel-T"-Kreuzung KZ automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert werden.

[0051] Zu diesem Zweck generiert der Prozessor PZ auf der Basis des erzeugten digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FGBZ zweite Steuerungsdaten STGD₂, die über die Steuerschnittstelle STSS in die Kommunikationseinrichtung KOER bzw. die Funkkommunikationseinrichtung KOER gelangen und von dort gemäß der Darstellung in der FIGUR 2 über die Fahrzeug-Kommunikationsschnittstelle bzw. Fahrzeug-Funkkommunikationsschnittstelle FZKS letztendlich in die Fahrzeuge FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁ gelangen, womit diese zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs FGB bzw. der "Doppel-T"-Kreuzung KZ gesteuert werden.

[0052] Für die Erzeugung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FGBZ zur Fahrzeugsteuerung werden von dem Prozessor PZ bei der Ausführung des Programm-Modul PGM von jedem Fahrzeug FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁ infolge der von den Fahrzeugen FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁ abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten und unter Nutzung des Kommunikationspfads zwischen diesen Fahrzeugen und der Steuereinrichtung STER bzw. dem Computer-Programm-Produkt CPP Fahrzeugtrajektorie und Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt.

[0053] Mit Hilfe des erzeugten, digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FGBZ zur Fahrzeugsteuerung wird von dem Prozessor PZ bei der Ausführung des Programm-Modul PGM ermittelt, welche Fahrzeuge den Fahrbahn-Gefahrenbereich FGB bzw. die "Doppel-T"-Kreuzung KZ passiert haben. Gemäß der Darstellung in der FIGUR 2 sind dies die Fahrzeuge FZ_i, FZ₃, FZ₁₆. Die von diesen Fahrzeuge FZ_i, FZ₃, FZ₁₆ zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs FGB bzw. der "Doppel-T"-Kreuzung KZ abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten werden jedem Fahrzeug FZ_i, FZ₃, FZ₁₆ durch von dem Prozessor PZ erzeugte, über den bestehenden Kommunikationspfad zwischen diesen Fahrzeugen und der Steuereinrichtung STER bzw. dem Computer-Programm-Produkt CPP übertragene, dritte Steuerungsdaten STGD₃ zurückgegeben. Das Übertragen der dritte Steuerungsdaten STGD₃ passiert dabei bevorzugt im Zuge eines weiteren Handshake-Protokolls zwischen der Steuereinrichtung STER via der Kommunikationseinrichtung KOER und dem Fahrzeug FZ_i, FZ₃, FZ₁₆.

[0054] Wie nun mit Hilfe des erzeugten, digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FGBZ zur Fahrzeugsteuerung zunächst die Fahrzeugbewegungen der Fahrzeuge FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁ zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs FGB bzw. der "Doppel-T"-Kreuzung KZ automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert werden und dann im Weiteren erkannt und ermittelt wird, wann ein Fahrzeug den Fahrbahn-Gefahrenbereich FGB bzw. die "Doppel-T"-Kreuzung KZ passiert hat, wird im Folgenden anhand von FIGUR 4 erläutert.

[0055] FIGUR 4 zeigt eine durch den Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FGBZ, bei dessen Erzeugung in der Steuereinrichtung STER bzw. dem Computer-Programm-Produkt CPP, geschaffene erste Digitale Repräsentation DRP1 einer ersten Verkehrssituation mit einem durch zumindest teilautomatisierte, motorisierte Fahrzeuge vollständig befahrenen und belegten Fahrbahn-Gefahrenbereich in Gestalt einer "Doppel-T"-Kreuzung.

[0056] Die erste Verkehrssituation hat dabei nichts mit der Verkehrssituation in dem in der FIGUR 2 dargestellten Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ zu tun. Mit der in der FIGUR 4 dargestellten ersten Digitalen Repräsentation DRP1 soll vielmehr ganz allgemein erläutert werden, wie Fahrzeugbewegungen der zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge, die die "Doppel-T"-Kreuzung vollständig befahren und belegen, zum Passieren dieser automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert werden.

[0057] Die erste Digitale Repräsentation DRP1 ist ein Rasterformat RF mit schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern FF1, FF2, bei der

- ein Kernbereich KB des Rasterformats RF die "Doppel-T"-Kreuzung repräsentiert,
- erste Formatfelder FF1 des Rasterformats RF formatfeldwechselabhängig entweder "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro erstem Formatfeld FF1 repräsentieren und
- zweite Formatfelder FF2 des Rasterformats RF formatfeldwechselabhängig entweder "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro zweitem Formatfeld FF2 repräsentieren.

[0058] In dem Rasterformat RF mit den schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern FF1, FF2 werden Fahrzeugfahrtinformationen zur ersten Verkehrssituation, aus und in welche Fahrtrichtungen sich die Fahrzeuge zum Passieren der "Doppel-T"-Kreuzung auf diese zubewegen digital repräsentiert.

[0059] Gemäß der in der FIGUR 4 dargestellten ersten Verkehrssituation bewegen sich 30 Fahrzeuge, dargestellt durch weiße Kreise in den ersten Formatfeldern FF1, digital und unidirektional in OST->WEST-Richtung und 22 Fahrzeuge, dargestellt durch schwarze Kreise in den zweiten Formatfeldern FF2, digital und unidirektional in NORD->SÜD-Richtung und das einheitlich in dem gesamten Rasterformat RF, wobei die Doppelpfeile an den weißen Kreisen und die Pfeile an den schwarzen Kreisen immer die jeweilige Bewegungsrichtung angeben.

[0060] Bezogen auf den "Doppel-T"-Kreuzungsver-

kehr in der FIGUR 2 bedeutet dies, dass die 52 Fahrzeuge, 30 in OST->WEST-Richtung und 22 in NORD->SÜD-Richtung, alle geradeaus fahren und nicht abbiegen und die Fahrbahn und Fahrtrichtung wechseln, so z.B. aus der NORD->SÜD-Richtung kommend in die OST->WEST-Richtung wechseln, also links abbiegen.

[0061] Das Abbiegen von Fahrzeugen sind Sonderfälle bezüglich der besagten Fahrzeugsteuerung im Gefahren-/Kreuzungsbereich, die in der Parallel-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr.....) mit der Bezeichnung "Verfahren, Computer-Programm-Produkt, Zentrale Steuerungseinheit und Steuerungssystem zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge, anteilig mit Fahrbahnwechselabsichten, in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr", behandelt werden.

[0062] Die Formatfelder FF1, FF2 des Rasterformats RF der ersten Digitalen Repräsentation DRP1 sind so gewählt, dass Fahrzeuge mit normaler, üblicher und definierter Fahrzeuglänge im Ruhe- und Bewegungszustand ohne sich gegenseitig zu berühren in den Feldern digital repräsentiert werden.

[0063] Fahrzeuge, die diese normale, übliche und definierte Fahrzeuglänge überschreiten, also größer sind, stellen weitere Sonderfälle bezüglich der besagten Fahrzeugsteuerung Gefahren-/Kreuzungsbereich dar. Diese Sonderfälle werden in der Parallel-Patentanmeldung (Anmeldung-Nr.....) mit der Bezeichnung "Verfahren, Computer-Programm-Produkt, Zentrale Steuerungseinheit und Steuerungssystem zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge, anteilig mit Fahrzeugüberlängen, in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr", behandelt.

[0064] Die erste Verkehrssituation gemäß der FIGUR 4, übertragen auf den "Doppel-T"-Kreuzungsverkehr in der FIGUR 2, bedeutet, dass zwei Fahrbahnrichtungen mit jeweils 6 parallelen Fahrspuren, Fahrbahn mit 6 parallelen Fahrspuren in OST->WEST-Richtung und Fahrbahn mit 6 parallelen Fahrspuren in NORD->SÜD-Richtung, sich kreuzen und im Kreuzungsbereich, entspricht dem Kernbereich KB des Rasterformats RF (Schachbrett mit 36 Feldern), jeweils 18 Fahrzeuge in OST->WEST-Richtung und NORD->SÜD-Richtung unterwegs sind.

[0065] Zur Fahrzeugsteuerung in dem "Doppel-T"-Kreuzungsverkehr wird jede Fahrzeugbewegung der 36 Fahrzeuge zum Passieren der "Doppel-T"-Kreuzung automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert, indem dazu korrespondierend jedes Fahrzeug der 36 Fahrzeuge in dem Kernbereich KB des Rasterformats RF gemäß einer Digitalbewegung mit einem START-Punkt und einem ZIEL-Punkt in dem Rasterformat RF, die auf einem Formatfeldwechsel beruht, entweder

von einem ersten Formatfeld der ersten Formatfelder FF1 als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes zweites Formatfeld der zweiten Formatfelder FF2 als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das

kein Fahrzeug der 36 Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, oder von einem zweiten Formatfeld der zweiten Formatfelder FF2 als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes erstes Formatfeld der ersten Formatfelder FF1 als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, daß kein Fahrzeug der 36 Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, digital bewegt wird.

[0066] Es findet also in Bezug auf die 36 Fahrzeuge in dem Kernbereich KB eine endliche Kettenreaktion von aufeinanderfolgenden Digitalbewegungen statt, die ihren Beginn, z.B. auf der Basis der FIGUR 4, mit einer ersten Digitalbewegung von einem Formatfeld FF1_x der ersten Formatfelder FF1, das ein Fahrzeug FZ_x repräsentiert, als START-Punkt zu einem Formatfeld FF2_y der zweiten Formatfelder FF2 als ZIEL-Punkt, das kein Fahrzeug repräsentiert, also digital frei ist, hat und die ihr Ende dann hat, wenn alle 36 Fahrzeuge, die zu Beginn im Kernbereich KB des Rasterformats RF waren, den Kernbereich KB des Rasterformats RF verlassen haben.

[0067] In diesem Zustand, wenn mit einer letzten Digitalbewegung in dem Rasterformat RF die 36 Fahrzeuge digital den Kernbereich KB des Rasterformats RF verlassen haben und damit die "Doppel-T"-Kreuzung passiert haben, wird jedem Fahrzeug die Fahrzeugverfügungsgewalt zurückgegeben, indem gemäß der FIGUR 3 die Steuereinrichtung STER bzw. das Computer-Programm-Produkt CPP die dritten Steuerungsdaten STGD₃ über den beschriebenen Kommunikationspfad an das jeweilige Fahrzeug überträgt.

[0068] Dies kann gemäß der Beschreibung zur FIGUR 3 auf einfache und in vorteilhafter Weise mit Hilfe des weiteren Handshake-Protokolls erreicht werden.

[0069] FIGUR 5 zeigt - wie in der FIGUR 4 - eine durch den Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FGBZ, bei dessen Erzeugung in der Steuereinrichtung STER bzw. dem Computer-Programm-Produkt CPP nach FIGUR 3, geschaffene zweite Digitale Repräsentation DRP2 einer zweiten Verkehrssituation mit einem durch zumindest teilautomatisierte, motorisierte Fahrzeuge vollständig befahrenen und belegten Fahrbahn-Gefahrenbereich in Gestalt einer "Doppel-T"-Kreuzung.

[0070] Auch die zweite Verkehrssituation hat nichts mit der Verkehrssituation in dem in der FIGUR 2 dargestellten Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ zu tun. Mit der in der FIGUR 5 dargestellten zweiten Digitalen Repräsentation DRP2 soll auch wieder ganz allgemein erläutert werden, wie Fahrzeugbewegungen der zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge, die die "Doppel-T"-Kreuzung vollständig befahren und belegen, zum Passieren dieser automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert werden.

[0071] Die zweite Digitale Repräsentation DRP2 weist auch wieder das Rasterformat RF mit den schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern FF1, FF2, bei der

- der Kernbereich KB des Rasterformats RF die "Doppel-T"-Kreuzung repräsentiert,

- die ersten Formatfelder FF1 des Rasterformats RF formatfeldwechselabhängig entweder die "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder die "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils wieder höchstens einem Fahrzeug pro erstem Formatfeld FF1 repräsentieren und
- die zweiten Formatfelder FF2 des Rasterformats RF formatfeldwechselabhängig entweder die "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder die "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils wieder höchstens einem Fahrzeug pro zweitem Formatfeld FF2 repräsentieren.

[0072] In dem Rasterformat RF mit den schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern FF1, FF2 werden Fahrzeugfahrtinformationen zur zweiten Verkehrssituation, aus und in welche Fahrtrichtungen sich die Fahrzeuge zum Passieren der "Doppel-T"-Kreuzung auf diese zubewegen digital repräsentiert.

[0073] Gemäß der in der FIGUR 5 dargestellten zweiten Verkehrssituation bewegen sich 32 Fahrzeuge, dargestellt durch weiße Kreise in den ersten Formatfeldern FF1, digital und bidirektional davon 17 Fahrzeuge in OST->WEST-Richtung sowie 15 Fahrzeuge in WEST->OST-Richtung und 21 Fahrzeuge, dargestellt durch schwarze Kreise in den zweiten Formatfeldern FF2, digital und bidirektional davon 11 Fahrzeuge in NORD->SÜD-Richtung sowie 10 Fahrzeuge in SÜD->NORD-Richtung und das einheitlich in dem gesamten Rasterformat RF, wobei die Doppelpfeile an den weißen Kreisen und die Pfeile an den schwarzen Kreisen immer die jeweilige Bewegungsrichtung angeben. Bezogen auf den "Doppel-T"-Kreuzungsverkehr in der FIGUR 2 bedeutet dies, dass die 53 Fahrzeuge, 32 in OST-<->WEST-Richtung und 21 in NORD-<->SÜD-Richtung, alle - wie die 51 Fahrzeuge in der FIGUR 4 - geradeaus fahren und nicht abbiegen und die Fahrbahn und Fahrtrichtung wechseln, so z.B. aus der NORD->SÜD-Richtung kommend in die OST->WEST-Richtung wechseln, also links abbiegen. Bezüglich Abbiege- und Fahrzeuglängen-Problematik wird auf die besagten Parallel-Patentanmeldungen verwiesen.

[0074] Im Unterschied zu der ersten Verkehrssituation in der FIGUR 4 ist die zweite Verkehrssituation in der FIGUR 5 durch vier Fahrbahnrichtungen mit jeweils 3 parallelen, nebeneinanderliegenden Fahrspuren - eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nebeneinanderliegenden Fahrspuren in OST->WEST-Richtung, eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nebeneinanderliegenden Fahrspuren in der Gegenrichtung, in WEST->OST-Richtung, eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nebeneinanderliegenden Fahrspuren in NORD->SÜD-Richtung und eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nebeneinanderliegenden Fahrspuren in der Gegenrichtung, in SÜD->NORD-Richtung - ge-

kennzeichnet, die sich kreuzen, und bei der im Kreuzungsbereich - entspricht dem Kernbereich KB des Rasterformats RF (Schachbrett mit 36 Feldern) - jeweils 9 Fahrzeuge in OST->WEST-Richtung, in WEST->OST-Richtung, in NORD->SÜD-Richtung und SÜD->NORD-Richtung unterwegs sind.

[0075] Zur Fahrzeugsteuerung in dem "Doppel-T"-Kreuzungsverkehr wird wieder jede Fahrzeugbewegung der 36 Fahrzeuge zum Passieren der "Doppel-T"-Kreuzung automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert, indem dazu korrespondierend jedes Fahrzeug der 36 Fahrzeuge in dem Kernbereich KB des Rasterformats RF gemäß der Digitalbewegung mit dem START-Punkt und dem ZIEL-Punkt in dem Rasterformat RF, die auf dem Formatfeldwechsel beruht, entweder

von dem ersten Formatfeld der ersten Formatfelder FF1 als den START-Punkt der Digitalbewegung auf das benachbarte zweite Formatfeld der zweiten Formatfelder FF2 als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der 36 Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, oder

von dem zweiten Formatfeld der zweiten Formatfelder FF2 als den START-Punkt der Digitalbewegung auf das benachbarte erste Formatfeld der ersten Formatfelder FF1 als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der 36 Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, digital bewegt wird.

[0076] Es findet also in Bezug auf die 36 Fahrzeuge in dem Kernbereich KB wieder die endliche Kettenreaktion von aufeinanderfolgenden Digitalbewegungen statt, die ihren Beginn, z.B. auf der Basis der FIGUR 5, mit der ersten Digitalbewegung von dem Formatfeld FF1_x der ersten Formatfelder FF1, das das Fahrzeug FZ_x repräsentiert, als START-Punkt zu dem Formatfeld FF2_y der zweiten Formatfelder FF2 als ZIEL-Punkt, das kein Fahrzeug repräsentiert, also digital frei ist, hat und die ihr Ende dann hat, wenn alle 36 Fahrzeuge, die zu Beginn im Kernbereich KB des Rasterformats RF waren, den Kernbereich KB des Rasterformats RF verlassen haben.

[0077] In diesem Zustand, wenn mit einer letzten Digitalbewegung in dem Rasterformat RF die 36 Fahrzeuge digital den Kernbereich KB des Rasterformats RF verlassen haben und damit die "Doppel-T"-Kreuzung passiert haben, wird wieder jedem Fahrzeug die Fahrzeugverfügungsgewalt zurückgegeben, indem gemäß der FIGUR 3 die Steuereinrichtung STER bzw. das Computer-Programm-Produkt CPP die dritten Steuerungsdaten STGD₃ über den beschriebenen Kommunikationspfad an das jeweilige Fahrzeug überträgt.

[0078] Dies kann gemäß der Beschreibung zur FIGUR 3 wieder auf einfache und in vorteilhafter Weise mit Hilfe des weiteren Handshake-Protokolls erreicht werden.

[0079] FIGUR 6 zeigt - wie in den FIGUREN 4 und 5 - eine durch den Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling FG-BZ, bei dessen Erzeugung in der Steuereinrichtung STER bzw. dem Computer-Programm-Produkt CPP

nach FIGUR 3, geschaffene dritte Digitale Repräsentation DRP3 einer dritten Verkehrssituation mit einem durch zumindest teilautomatisierte, motorisierte Fahrzeuge vollständig befahrenen und belegten Fahrbahn-Gefahrenbereich in Gestalt einer "Doppel-T"-Kreuzung.

[0080] Auch die dritte Verkehrssituation hat - wie die erste und zweite Verkehrssituation - nichts mit der Verkehrssituation in dem in der FIGUR 2 dargestellten Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ zu tun. Mit der in der FIGUR 6 dargestellten dritten Digitalen Repräsentation DRP3 soll auch wieder ganz allgemein erläutert werden, wie Fahrzeugbewegungen der zumindest teilautomatisierten, motorisierten Fahrzeuge, die die "Doppel-T"-Kreuzung vollständig befahren und belegen, zum Passieren dieser automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert werden.

[0081] Die dritte Digitale Repräsentation DRP3 weist auch wieder das Rasterformat RF mit den schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern FF1, FF2 auf, bei der

- der Kernbereich KB des Rasterformats RF die "Doppel-T"-Kreuzung repräsentiert,
- die ersten Formatfelder FF1 des Rasterformats RF formatfeldwechselabhängig entweder die "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder die "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils wieder höchstens einem Fahrzeug pro erstem Formatfeld FF1 repräsentieren und
- die zweiten Formatfelder FF2 des Rasterformats RF formatfeldwechselabhängig entweder die "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder die "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils wieder höchstens einem Fahrzeug pro zweitem Formatfeld FF2 repräsentieren.

[0082] In dem Rasterformat RF mit den schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern FF1, FF2 werden Fahrzeugfahrtinformationen zur zweiten Verkehrssituation, aus und in welche Fahrtrichtungen sich die Fahrzeuge zum Passieren der "Doppel-T"-Kreuzung auf diese zubewegen digital repräsentiert.

[0083] Gemäß der in der FIGUR 6 dargestellten dritten Verkehrssituation bewegen sich - wie in der FIGUR 4 - 26 Fahrzeuge, dargestellt durch weiße Kreise in den ersten Formatfeldern FF1, digital und bidirektional davon 15 Fahrzeuge in OST->WEST-Richtung sowie 11 Fahrzeuge in WEST->OST-Richtung und 19 Fahrzeuge, dargestellt durch schwarze Kreise in den zweiten Formatfeldern FF2, digital und bidirektional davon 11 Fahrzeuge in NORD->SÜD-Richtung sowie 8 Fahrzeuge in SÜD->NORD-Richtung und das einheitlich in dem gesamten Rasterformat RF, wobei die Doppelpfeile an den weißen Kreisen und die Pfeile an den schwarzen Kreisen immer die jeweilige Bewegungsrichtung angeben. Bezogen auf

den "Doppel-T"-Kreuzungsverkehr in der FIGUR 2 bedeutet dies, dass die 45 Fahrzeuge, 26 in OST->WEST-Richtung und 19 in NORD->SÜD-Richtung, alle - wie die 51 Fahrzeuge in der FIGUR 4 und die 53 Fahrzeuge in der FIGUR 5 - geradeaus fahren und nicht abbiegen und die Fahrbahn und Fahrtrichtung wechseln, so z.B. aus der NORD->SÜD-Richtung kommend in die OST->WEST-Richtung wechseln, also links abbiegen. Bezüglich Abbiege- und Fahrzeuglängen-Problematik wird auf die besagten Parallel-Patentanmeldungen verwiesen.

[0084] Im Unterschied zu der zweiten Verkehrssituation in der FIGUR 5 ist die dritte Verkehrssituation in der FIGUR 6 durch vier Fahrbahnrichtungen mit jeweils 3 parallelen, nicht alle nebeneinanderliegenden Fahrspuren - eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nicht alle nebeneinanderliegenden Fahrspuren in OST->WEST-Richtung, eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nicht alle nebeneinanderliegenden Fahrspuren in der Gegenrichtung, in WEST->OST-Richtung, eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nicht alle nebeneinanderliegenden Fahrspuren in NORD->SÜD-Richtung und eine Fahrbahn mit 3 parallelen, nicht alle nebeneinanderliegenden Fahrspuren in der Gegenrichtung, in SÜD->NORD-Richtung - gekennzeichnet, die sich kreuzen, und bei der im Kreuzungsbereich - entspricht dem Kernbereich KB des Rasterformats RF (Schachbrett mit 36 Feldern) - 9 Fahrzeuge in OST->WEST-Richtung, 6 Fahrzeuge in WEST->OST-Richtung, 9 Fahrzeuge in NORD->SÜD-Richtung und 6 Fahrzeuge SÜD->NORD-Richtung unterwegs sind.

[0085] Ein weiterer Unterschied zu der zweiten Verkehrssituation mit der zweiten Digitalen Repräsentation DRP2 in der FIGUR 5 besteht darin, dass bei der dritten Digitalen Repräsentation DRP6 gemäß der FIGUR 6 für eine Fahrspur der drei Fahrspuren in SÜD->NORD-Richtung und eine Fahrspur der drei Fahrspuren in WEST->OST-Richtung jeweils ein Richtungswechsel vorbereitet wird, indem in dem Kernbereich KB der dritten Digitalen Repräsentation DRP6 die Formatfelder FF1, FF2 für die jeweilige Fahrspur mit dem Fahrzeugverkehr in SÜD->NORD-Richtung bzw. WEST->OST-Richtung frei gemacht werden (gestrichelte Pfeile in der FIGUR 6) und sobald sich auch außerhalb des Kernbereichs KB kein Fahrzeug mehr befindet - bezogen auf die Situation in der FIGUR 2 sich in die korrespondierenden Fahrspuren außerhalb des Gefahren-/Kreuzungsbereich FGB, KZ keine Fahrzeuge mehr befinden - der Richtungswechsel jeweils in Richtung des gestrichelten Pfeils von SÜD->NORD nach NORD->SÜD bzw. von WEST->OST nach OST->WEST in der dritten Digitalen Repräsentation DRP6 vollzogen wird.

[0086] Zur Fahrzeugsteuerung in dem "Doppel-T"-Kreuzungsverkehr wird wieder jede Fahrzeugbewegung der 30 Fahrzeuge zum Passieren der "Doppel-T"-Kreuzung automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert, indem dazu korrespondierend wieder

jedes Fahrzeug der 30 Fahrzeuge in dem Kernbereich KB des Rasterformats RF gemäß der Digitalbewegung

mit dem START-Punkt und dem ZIEL-Punkt in dem Rasterformat RF, die auf dem Formatfeldwechsel beruht, entweder

von dem ersten Formatfeld der ersten Formatfelder FF1 als den START-Punkt der Digitalbewegung auf das benachbarte zweite Formatfeld der zweiten Formatfelder FF2 als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der 30 Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, oder
von dem zweiten Formatfeld der zweiten Formatfelder FF2 als den START-Punkt der Digitalbewegung auf das benachbarte erste Formatfeld der ersten Formatfelder FF1 als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der 30 Fahrzeuge repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, digital bewegt wird.

[0087] Es findet also in Bezug auf die 30 Fahrzeuge in dem Kernbereich KB wieder die endliche Kettenreaktion von aufeinanderfolgenden Digitalbewegungen statt, die ihren Beginn, z.B. auf der Basis der FIGUR 6, mit der ersten Digitalbewegung von dem Formatfeld FF1_x der ersten Formatfelder FF1, das das Fahrzeug FZ_x repräsentiert, als START-Punkt zu dem Formatfeld FF2_y der zweiten Formatfelder FF2 als ZIEL-Punkt, das kein Fahrzeug repräsentiert, also digital frei ist, hat und die ihr Ende dann hat, wenn alle 30 Fahrzeuge, die zu Beginn im Kernbereich KB des Rasterformats RF waren, den Kernbereich KB des Rasterformats RF verlassen haben.

[0088] In diesem Zustand, wenn mit einer letzten Digitalbewegung in dem Rasterformat RF die 30 Fahrzeuge digital den Kernbereich KB des Rasterformats RF verlassen haben und damit die "Doppel-T"-Kreuzung passiert haben, wird wieder jedem Fahrzeug die Fahrzeugverfügungsgewalt zurückgegeben, indem gemäß der FIGUR 3 die Steuereinrichtung STER bzw. das Computer-Programm-Produkt CPP die dritten Steuerungsdaten STGD₃ über den beschriebenen Kommunikationspfad an das jeweilige Fahrzeug überträgt.

[0089] Dies kann gemäß der Beschreibung zur FIGUR 3 auch wieder auf einfache und in vorteilhafter Weise mit Hilfe des weiteren Handshake-Protokolls erreicht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB), insbesondere Kreuzungen (KZ, KZ') von Fahrbahnen im Straßenverkehr, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) jedes Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) der Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) beim Sich-Nähern des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') zum Passieren desjenigen eine Fahrzeugverfügungsgewalt zur Fahrzeugsteuerung von dynamischen Fahraufgaben abgibt,

b) mit der Abgabe der Fahrzeugverfügungsgewalten durch die Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) von einer zentralen Steuerungsinstanz (STGE, STER, CPP, PZ, SP, PGM) ein digitaler Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling (FGBZ) erzeugt wird, mittels dem infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten Fahrzeugbewegungen des Fahrzeugs (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

im Vorfeld des Sich-Näherns des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') das Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt mittels eines Handshake-Protokolls zwischen jedem Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) und der zentralen Steuerungsinstanz (STGE, STER, CPP, PZ, SP, PGM) vereinbart wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

für die Erzeugung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings (FGBZ) zur Fahrzeugsteuerung infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten von jedem Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) Fahrzeugtrajektorie und Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) mit der Erzeugung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings (FGBZ) Fahrzeugfahrtinformationen, aus und in welche Fahrtrichtungen sich die Fahrzeuge (FZ_i, FZ₁...FZ_n) zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') auf diesen zubewegen, in einem Rasterformat (RF) mit schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern (FF1, FF2) digital repräsentiert werden, wobei

a1) ein Kernbereich (KB) des Rasterformats (RF) den Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') repräsentiert,

a2) erste Formatfelder (FF1) des Rasterformats (RF) formatfeldwechselabhängig entweder

"WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro erstem Formatfeld (FF1) repräsentieren und

a3) zweite Formatfelder (FF2) des Raster-

- formats (RF) formatfeldwechselabhängig
entweder
"NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-
Fahrzeugbewegungsrichtungen oder
"WEST->OST- und/oder OST->WEST"-
Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils
höchstens einem Fahrzeug pro zweitem
Formatfeld (FF2) repräsentieren; und
- b)** jede Fahrzeugbewegung des Fahrzeugs
(FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₂₃, FZ₃₂) zum
Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs
(FGB, KZ, KZ') automatisch, dynamisch, fahr-
zeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert
wird, indem dazu korrespondierend
das Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈,
FZ₂₂, FZ₃₁) im Kernbereich (KB) des Rasterfor-
mats (RF) gemäß einer Digitalbewegung mit ei-
nem START-Punkt und einem ZIEL-Punkt in
dem Rasterformat (RF), die auf einem Format-
feldwechsel beruht, entweder
von einem ersten Formatfeld der ersten Format-
felder (FF1) als den START-Punkt der Digital-
bewegung auf ein benachbartes zweites For-
matfeld der zweiten Formatfelder (FF2) als den
ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahr-
zeug der Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) repräsentiert -
also digital frei für die Digitalbewegung ist, oder
von einem zweiten Formatfeld der zweiten For-
matfelder (FF2) als den START-Punkt der Digi-
talbewegung auf ein benachbartes erstes For-
matfeld der ersten Formatfelder (FF1) als den
ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahr-
zeug der Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) repräsentiert -
also digital frei für die Digitalbewegung ist,
digital bewegt wird.
- 5.** Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass**
die Fahrzeugverfügungsgewalt jedem Fahrzeug
(FZ_i, FZ₃, FZ₁₆) von der zentralen Steuerungs-
instanz (STGE, STER, CPP, PZ, SP, PGM), insbeson-
dere mittels eines weiteren Handshake-Protokolls,
zurückgegeben wird, wenn mit einer letzten Digital-
bewegung in dem Rasterformat (RF) das Fahrzeug
(FZ_i, FZ₃, FZ₁₆) digital den Kernbereich (KB) des
Rasterformats (RF) verlässt und es damit den Fahr-
bahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') passiert hat.
- 6.** Computer-Programm-Produkt (CPP) zum Steuern
zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n)
in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich, insbesondere
Kreuzungen von Fahrbahnen im Straßenverkehr,
mit einem nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher (SP),
in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbefehle
eines die Fahrzeugsteuerung durchführenden Pro-
gramm-Moduls (PGM) gespeichert sind, und einem
mit dem Speicher (SP) verbundenen Prozessor
- (PZ), der die Steuerprogrammbefehle des Pro-
gramm-Moduls (PGM) zur Fahrzeugsteuerung aus-
führt,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Prozessor (PZ)
- a)** erste Steuerungsdaten (STGD₁) erhält, mit
denen jedes Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄,
FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) der Fahrzeuge
(FZ₁...FZ_n) beim Sich-Nähern des Fahrbahn-
Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') zum Passie-
ren desjenigen eine Fahrzeugverfügungsgewalt
zur Fahrzeugsteuerung von dynamischen Fahr-
aufgaben abgibt,
- b)** mit dem Erhalt der ersten Steuerungsdaten
(STGD₁) und der Abgabe der Fahrzeugverfü-
gungsgewalten durch die Fahrzeuge
(FZ₁...FZ_n) einen digitalen Fahrbahn-Gefahren-
bereich-Zwilling (FGBZ) erzeugt, mittels dem in-
folge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgew-
alten und durch zweite Steuerungsdaten
(STGD₂) Fahrzeugbewegungen des Fahrzeugs
(FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁)
zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbe-
reichs (FGB, KZ, KZ') automatisch, dynamisch,
fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei steuerbar
sind.
- 7.** Computer-Programm-Produkt (CPP) nach An-
spruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Prozessor (PZ) und das Programm-Modul
(PGM) derart ausgebildet sind, dass für die Erzeu-
gung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwil-
lings (FGBZ) zur Fahrzeugsteuerung infolge der ab-
gegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten von je-
dem Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈,
FZ₂₂, FZ₃₁) Fahrzeugtrajektorie und Fahrzeugge-
schwindigkeit ermittelt werden.
- 8.** Computer-Programm-Produkt (CPP) nach An-
spruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Prozessor (PZ) und das Programm-Modul
(PGM) derart ausgebildet sind, dass
- a)** mit der Erzeugung des digitalen Fahrbahn-
Gefahrenbereich-Zwillings (FGBZ) Fahrzeug-
fahrtinformationen, aus und in welche Fahrtrich-
tungen sich die Fahrzeuge (FZ_i, FZ₁...FZ_n) zum
Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs
(FGB, KZ, KZ') auf diesen zubewegen, in einem
Rasterformat (RF) mit schachbrettartig abwech-
selnden Formatfeldern (FF1, FF2) digital reprä-
sentiert werden, wobei
- a1)** ein Kernbereich (KB) des Rasterformats
(RF) den Fahrbahn-Gefahrenbereich
(FGB, KZ, KZ') repräsentiert,
a2) erste Formatfelder (FF1) des Rasterfor-

- mats (RF) formatfeldwechselabhängig entweder
 "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder
 "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro erstem Formatfeld (FF1) repräsentieren und
a3) zweite Formatfelder (FF2) des Rasterformats (RF) formatfeldwechselabhängig entweder
 "NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder
 "WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro zweitem Formatfeld (FF2) repräsentieren; und
- b)** jede Fahrzeugbewegung des Fahrzeugs (FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31}) zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei gesteuert wird, indem dazu korrespondierend das Fahrzeug (FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31}) im Kernbereich (KB) des Rasterformats (RF) gemäß einer Digitalbewegung mit einem START-Punkt und einem ZIEL-Punkt in dem Rasterformat (RF), die auf einem Formatfeldwechsel beruht, entweder von einem ersten Formatfeld der ersten Formatfelder (FF1) als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes zweites Formatfeld der zweiten Formatfelder (FF2) als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der Fahrzeuge ($FZ_1...FZ_n$) repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, oder von einem zweiten Formatfeld der zweiten Formatfelder (FF2) als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes erstes Formatfeld der ersten Formatfelder (FF1) als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der Fahrzeuge ($FZ_1...FZ_n$) repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, digital bewegt wird.
- 9.** Computer-Programm-Produkt (CPP) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prozessor (PZ) und das Programm-Modul (PGM) derart ausgebildet sind, dass die Fahrzeugverfügungsgewalt jedem Fahrzeug (FZ_i , FZ_3 , FZ_{16}) durch dritte Steuerungsdaten (STGD₃) zurückgegeben wird, wenn mit einer letzten Digitalbewegung in dem Rasterformat (RF) das Fahrzeug (FZ_i , FZ_3 , FZ_{16}) digital den Kernbereich (KB) des Rasterformats (RF) verlässt und es damit den Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') passiert hat.

- 10.** Zentrale Steuerungseinheit (STGE) zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge ($FZ_1...FZ_n$) in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB), insbesondere Kreuzungen (KZ, KZ') von Fahrbahnen im Straßenverkehr,

gekennzeichnet durch

- eine Steuereinrichtung (STER) mit einem Computer-Programm-Produkt (CPP), das einen nicht-flüchtigen, lesbaren Speicher (SP), in dem prozessorlesbare Steuerprogrammbefehle eines die Fahrzeugsteuerung durchführenden Programm-Moduls (PGM) gespeichert sind, und einem mit dem Speicher (SP) verbundenen Prozessor (PZ), der die Steuerprogrammbefehle des Programm-Moduls (PGM) zur Fahrzeugsteuerung ausführt, aufweist, und einer Steuerschnittstelle (STSS) und
- mindestens eine Kommunikationseinrichtung (KOER), die kommunikationstechnisch mit der Steuereinrichtung (STER) und darin mit dem Computer-Programm-Produkt (CPP) über die Steuerschnittstelle (STSS) verbunden oder der Steuereinrichtung (STER) und dem Computer-Programm-Produkt (CPP) darin zugeordnet ist, wobei die Steuereinrichtung (STER) und die Kommunikationseinrichtung (KOER) derart in Bezug auf die Fahrzeugsteuerung zusammenwirken und ausgebildet sind, dass

a) die Kommunikationseinrichtung (KOER) von jedem Fahrzeug (FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31}) der Fahrzeuge ($FZ_1...FZ_n$), wenn es sich dem Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') zum Passieren desjenigen nähert, erste Steuerungsdaten (STGD₁) zwecks Abgeben einer Fahrzeugverfügungsgewalt zur Fahrzeugsteuerung von dynamischen Fahraufgaben empfängt und an die die Steuereinrichtung (STER) weiterleitet,

b) die Steuereinrichtung (STER) mit dem Empfangen der ersten Steuerungsdaten (STGD₁) und der dadurch abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten durch die Fahrzeuge ($FZ_1...FZ_n$) einen digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwilling (FGBZ) erzeugt, mittels dem infolge der abgegebenen Fahrzeugverfügungsgewalten die Steuereinrichtung (STER) durch zweite Steuerungsdaten (STGD₂) via der Kommunikationseinrichtung (KOER) Fahrzeugbewegungen des Fahrzeugs (FZ_i , FZ_2 , FZ_{11} , FZ_{14} , FZ_{15} , FZ_{18} , FZ_{22} , FZ_{31}) zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und - kollisionsfrei steuert.

11. Zentrale Steuerungseinheit (STGE) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinrichtung (STER) und die Kommunikationseinrichtung (KOER) derart zusammenwirken und ausgebildet sind, dass im Vorfeld, wenn sich jedes Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) dem Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') nähert, mittels eines Handshake-Protokolls zwischen dem jeweiligen Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) und der Steuereinrichtung (STER) via der Kommunikationseinrichtung (KOER) das Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt und das Senden der Nachricht zum Abgeben der Fahrzeugverfügungsgewalt vereinbart wird.

12. Zentrale Steuerungseinheit (STGE) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinrichtung (STER) und die Kommunikationseinrichtung (KOER) derart zusammenwirken und ausgebildet sind, dass die Steuereinrichtung (STER) für die Erzeugung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings (FGBZ) zur Fahrzeugsteuerung infolge der Fahrzeugverfügungsgewalten via der Kommunikationseinrichtung (KOER) von jedem Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) Fahrzeugtrajektorie und Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt.

13. Zentrale Steuerungseinheit (STGE) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinrichtung (STER) und die Kommunikationseinrichtung (KOER) derart zusammenwirken und ausgebildet sind, dass die Steuereinrichtung (STER)

a) mit der Erzeugung des digitalen Fahrbahn-Gefahrenbereich-Zwillings (FGBZ) Fahrzeugfahrtinformationen, aus und in welche Fahrrichtungen sich die Fahrzeuge (FZ_i, FZ₁...FZ_n) zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') auf diesen zubewegen, in einem Rasterformat (RF) mit schachbrettartig abwechselnden Formatfeldern (FF1, FF2) digital repräsentiert, wobei

a1) ein Kernbereich (KB) des Rasterformats (RF) den Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') repräsentiert,

a2) erste Formatfelder (FF1) des Rasterformats (RF) formatfeldwechselabhängig entweder

"WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder

"NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro erstem Formatfeld (FF1) repräsentieren und

a3) zweite Formatfelder (FF2) des Rasterformats (RF) formatfeldwechselabhängig entweder

"NORD->SÜD- und/oder SÜD->NORD"-Fahrzeugbewegungsrichtungen oder

"WEST->OST- und/oder OST->WEST"-Fahrzeugbewegungsrichtungen mit jeweils höchstens einem Fahrzeug pro zweitem Formatfeld (FF2) repräsentieren; und

b) jede Fahrzeugbewegung des Fahrzeugs (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) zum Passieren des Fahrbahn-Gefahrenbereichs (FGB, KZ, KZ') automatisch, dynamisch, fahrzeugkoordiniert und -kollisionsfrei steuert, indem dazu korrespondierend

das Fahrzeug (FZ_i, FZ₂, FZ₁₁, FZ₁₄, FZ₁₅, FZ₁₈, FZ₂₂, FZ₃₁) im Kernbereich (KB) des Rasterformats (RF) gemäß einer Digitalbewegung mit einem START-Punkt und einem ZIEL-Punkt in dem Rasterformat (RF), die auf einem Formatfeldwechsel beruht, entweder

von einem ersten Formatfeld der ersten Formatfelder (FF1) als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes zweites Formatfeld der zweiten Formatfelder (FF2) als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, oder von einem zweiten Formatfeld der zweiten Formatfelder (FF2) als den START-Punkt der Digitalbewegung auf ein benachbartes erstes Formatfeld der ersten Formatfelder (FF1) als den ZIEL-Punkt der Digitalbewegung, das kein Fahrzeug der Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) repräsentiert - also digital frei für die Digitalbewegung ist, digital bewegt wird.

14. Zentrale Steuerungseinheit (STGE) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinrichtung (STER) und die Kommunikationseinrichtung (KOER) derart zusammenwirken und ausgebildet sind, dass die Steuereinrichtung (STER) via der Kommunikationseinrichtung (KOER) durch dritte Steuerungsdaten (STGD₃) die Fahrzeugverfügungsgewalt jedem Fahrzeug (FZ_i, FZ₃, FZ₁₆), insbesondere mittels eines weiteren Handshake-Protokolls, zurückgibt, wenn mit einer letzten Digitalbewegung in dem Rasterformat (RF) das Fahrzeug (FZ_i, FZ₃, FZ₁₆) digital den Kernbereich (KB) des Rasterformats (RF) verlässt und es damit den Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') passiert hat.

15. Zentrale Steuerungseinheit (STGE) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (STER) als eine offene Cloud Computing Plattform ausgebildet ist.

16. Steuerungssystem (STGS) zum Steuern zumindest teilautomatisierter Fahrzeuge (FZ₁...FZ_n) in einem Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB), insbesondere Kreuzungen (KZ, KZ') von Fahrbahnen im Straßenverkehr, mit mindestens einer zentralen Steuerungseinheit (STGE), die zur Fahrzeugsteuerung jeweils eine Steuereinrichtung (STER) und jeweils mindestens eine Kommunikationseinrichtung (KOER) enthält, insbesondere jeweils nach einem der Ansprüche 10 bis 15, und einer in den Fahrzeugen (FZ₁...FZ_n) jeweils enthaltenen Fahrzeug-Kommunikationsschnittstelle (FZKS), die zur Fahrzeugsteuerung mit der Kommunikationseinrichtung (KOER) verbunden ist, das zur Fahrzeugsteuerung in dem Fahrbahn-Gefahrenbereich (FGB, KZ, KZ') derart ausgebildet ist, dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchführbar ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1 Stand der Technik

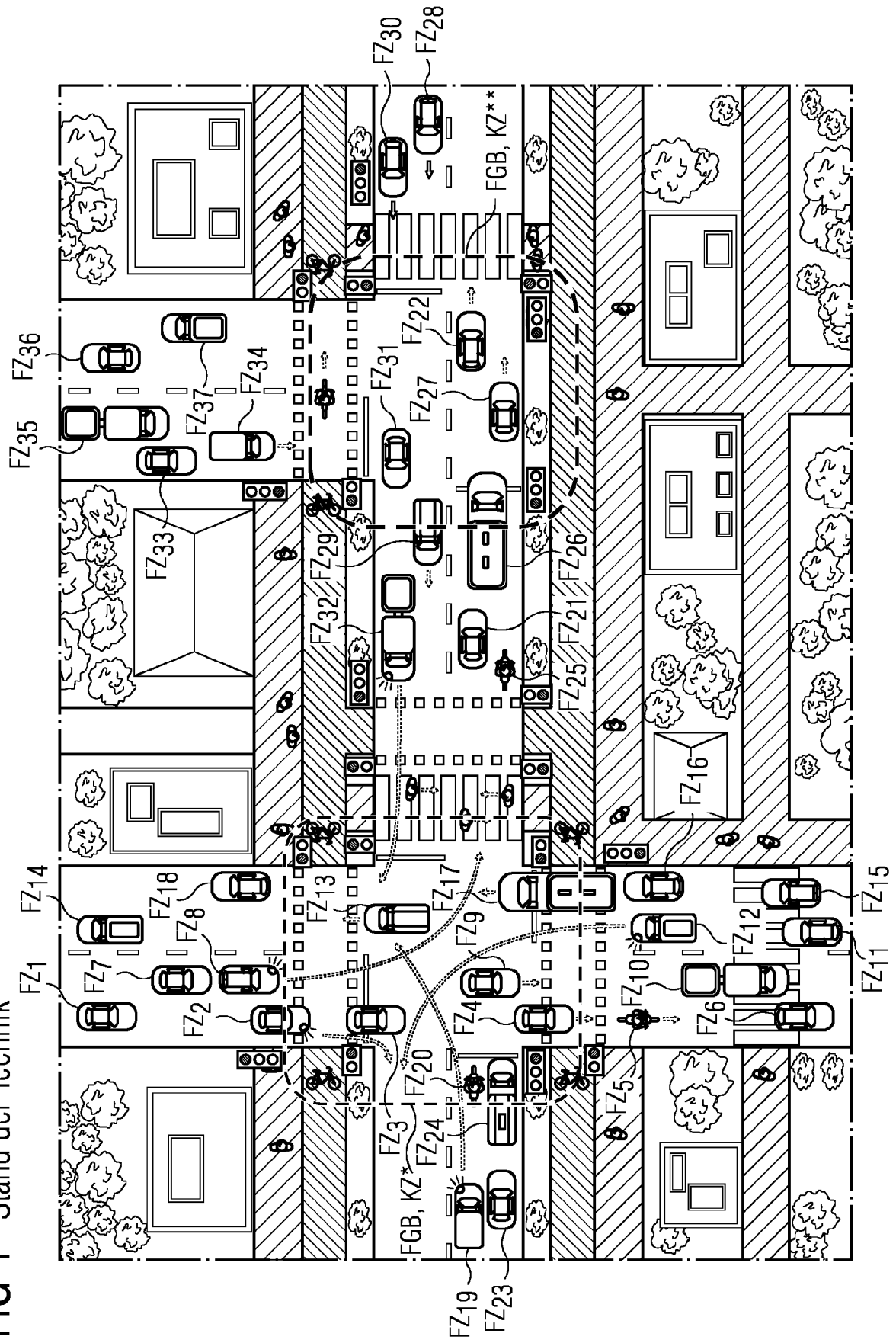


FIG 2

FIG 2A FIG 2B

FIG 2A

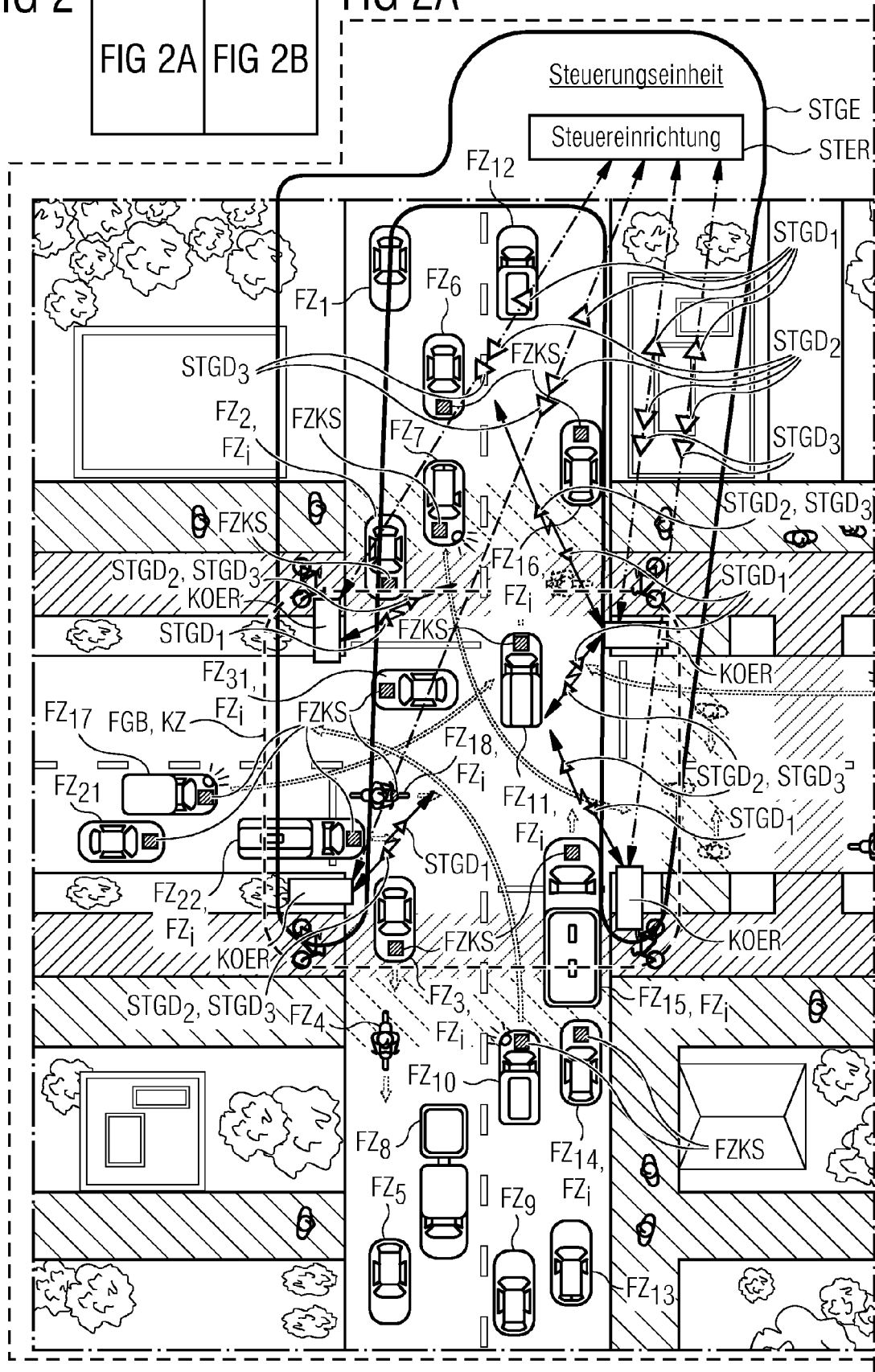


FIG 2B

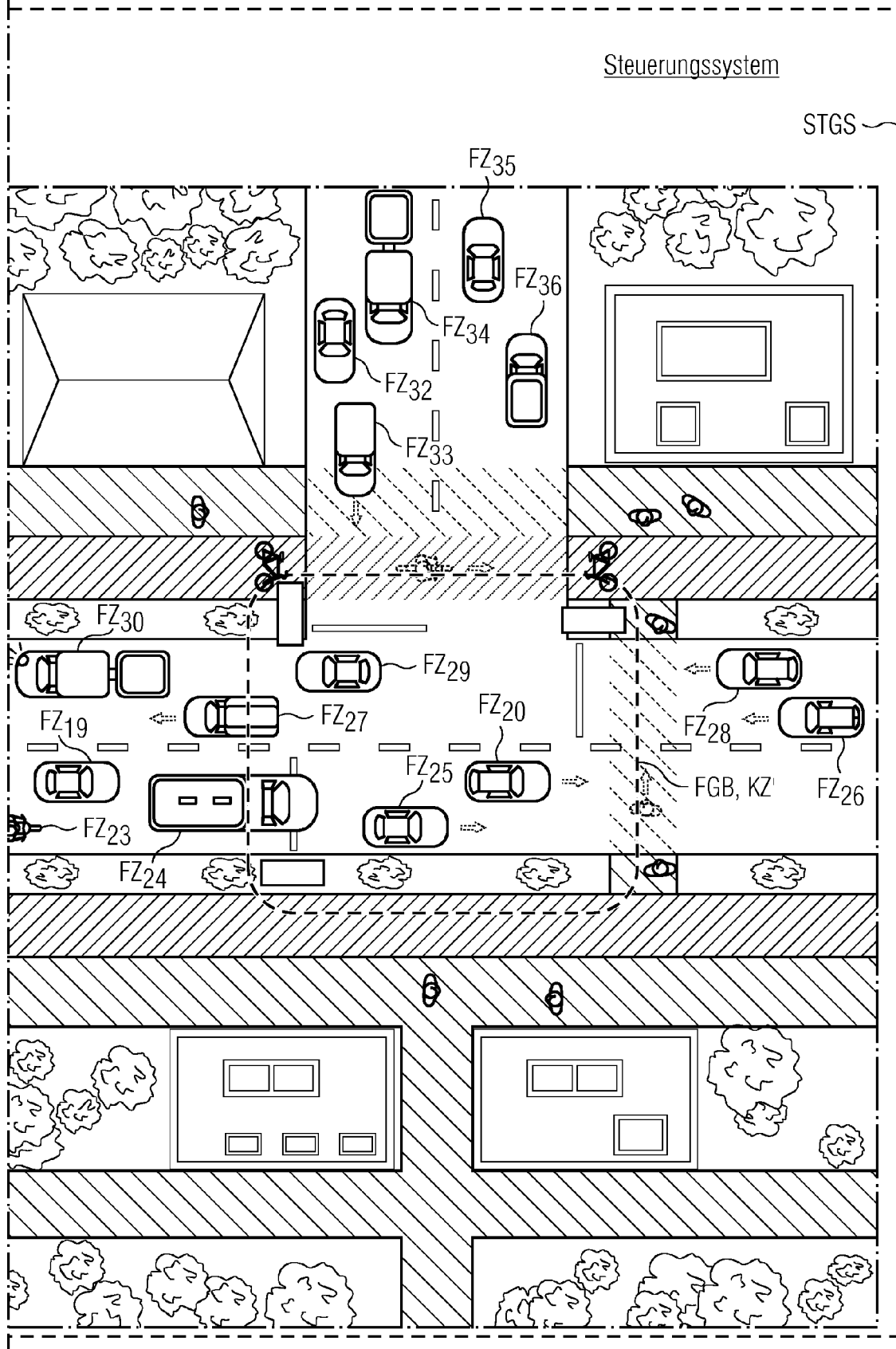


FIG 3

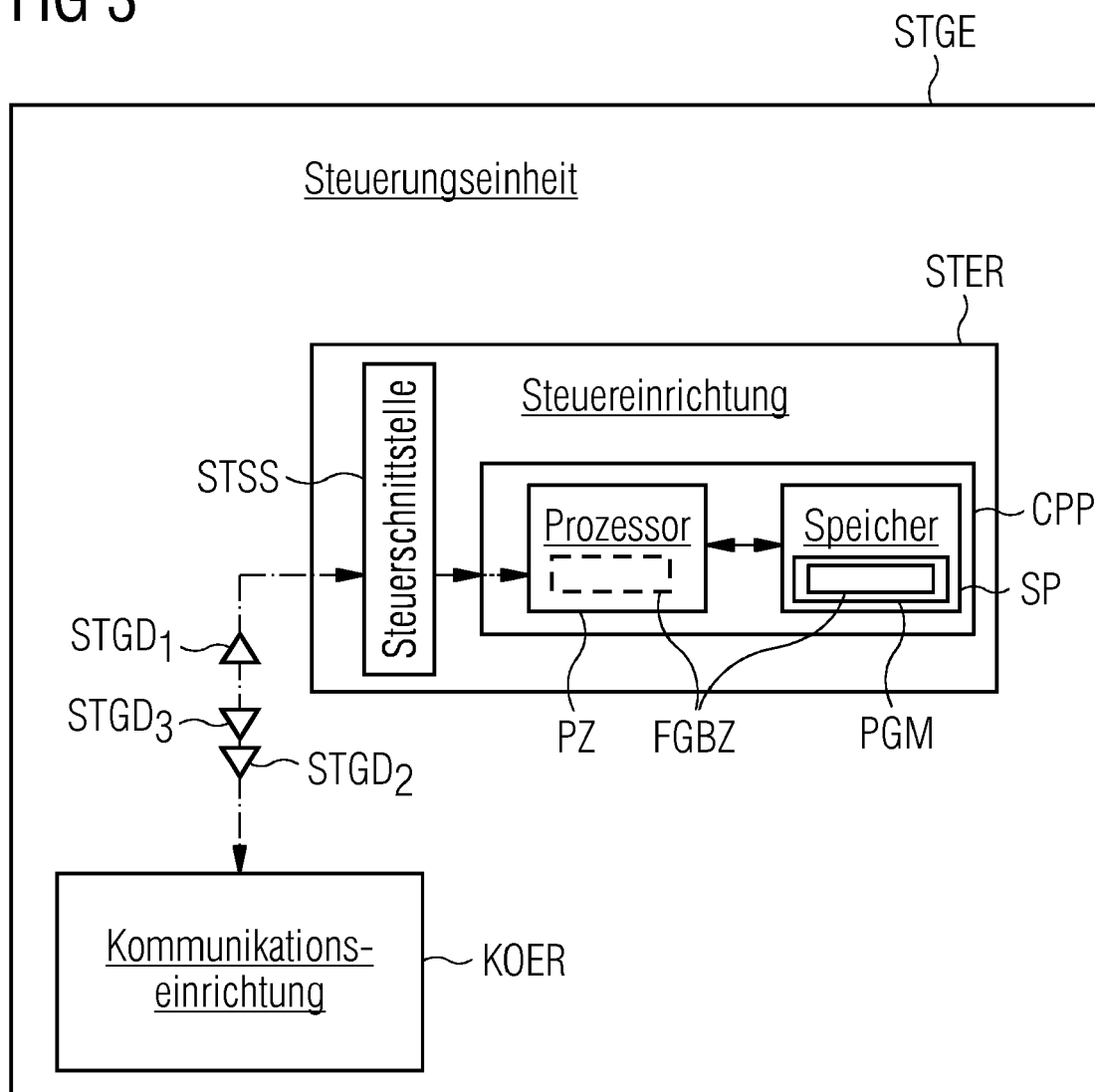


FIG 4

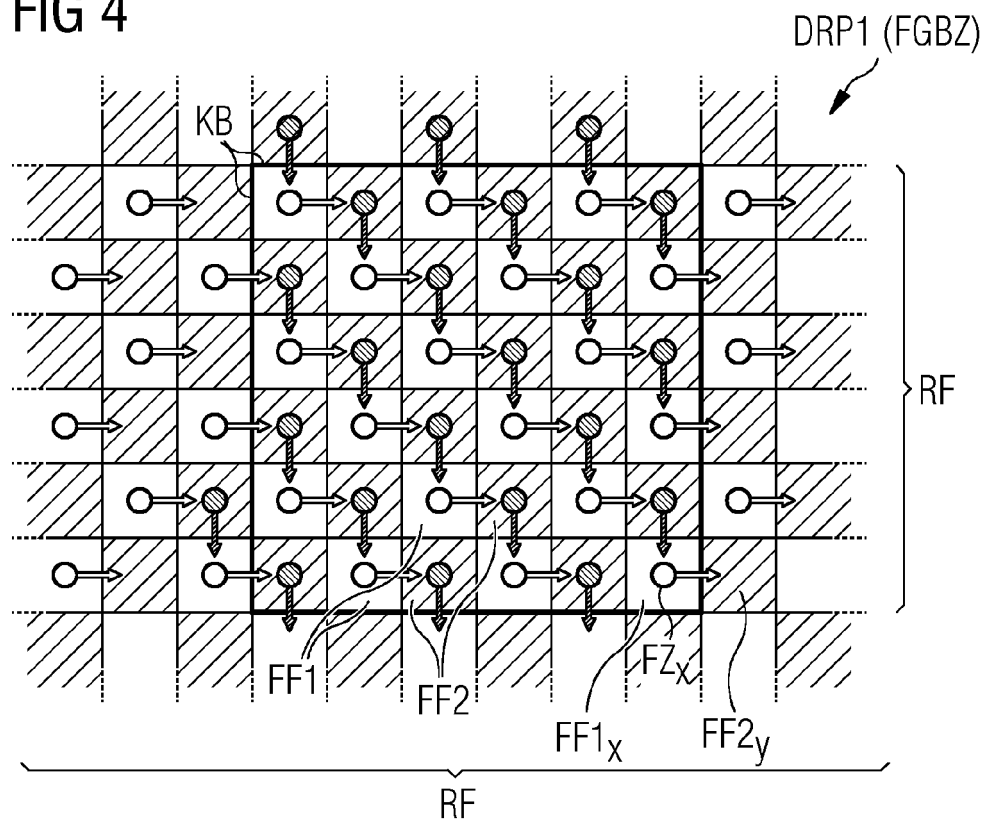


FIG 5

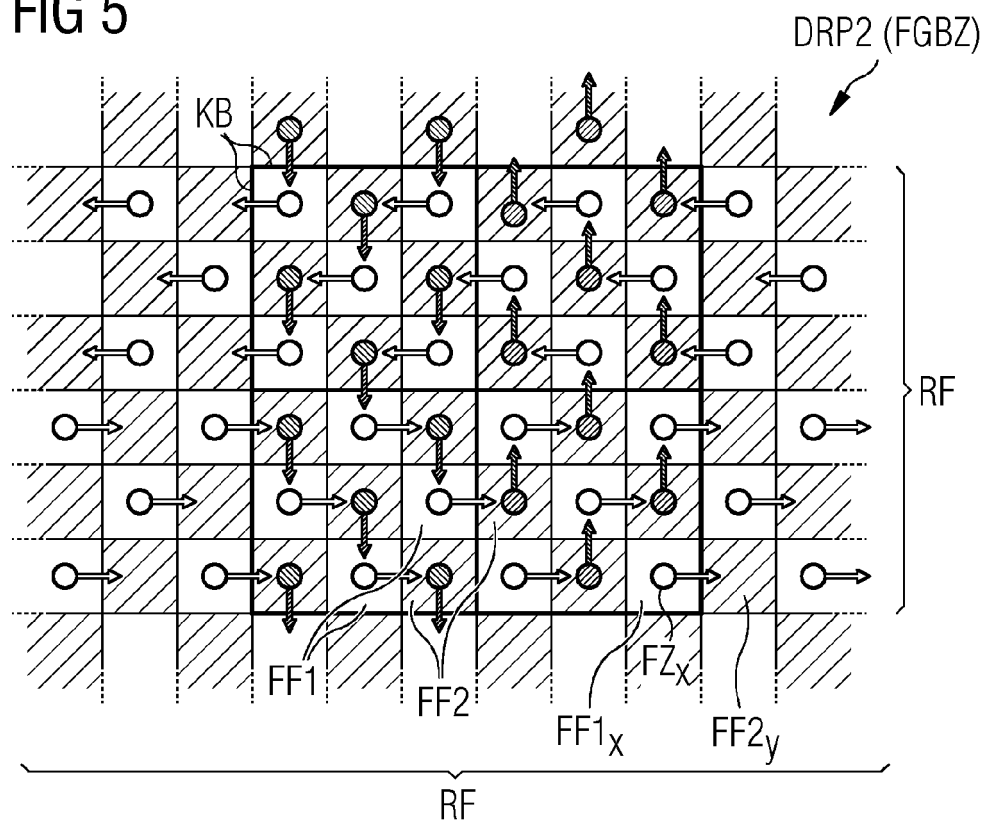
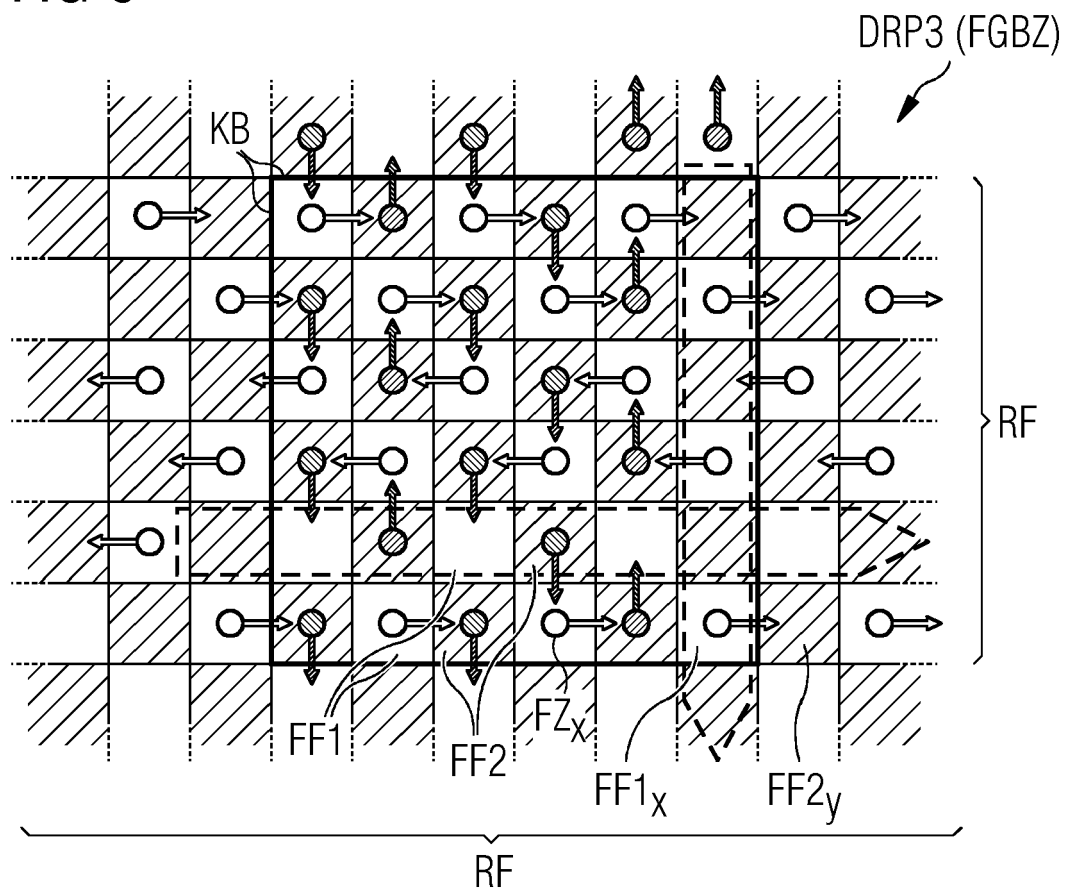


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 4063

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 10 2015 002405 A1 (AUDI AG) 25. August 2016 (2016-08-25) * Zusammenfassung * * Absätze [0006] - [0010], [0012] - [0015], [0018], [0019], [0031] - [0037], [0042], [0043] * * Ansprüche 1-15 * * Abbildung 1 * -----	1-3,6,7, 10-12,16 4,5,8,9, 13-15	INV. G08G1/017 B60W30/18 G08G1/16 G05D1/02
X A	US 2013/304279 A1 (MUDALIGE UPALI PRIYANTHA [US] ET AL) 14. November 2013 (2013-11-14) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-4,6-9 * * Absätze [0010], [0023], [0024], [0027] - [0031], [0035], [0036] * * Ansprüche 1-5,10-16 * -----	1-14,16 15	
X A	DE 10 2016 200217 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Juli 2017 (2017-07-13) * Zusammenfassung * * Absätze [0003], [0007] - [0009], [0024], [0025], [0027], [0031] - [0033], [0036] * * Ansprüche 1-15 * * Abbildungen 3-5 * -----	1-3,6,7, 10-12, 15,16 4,5,8,9, 13,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08G B60W G05D
X	ABDELHAMEED MAGDY M ET AL: "Development and evaluation of a multi-agent autonomous vehicles intersection control system", 2014 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ICET), IEEE, 19. April 2014 (2014-04-19), Seiten 1-6, XP032725758, DOI: 10.1109/ICENGTECHNOL.2014.7016754 [gefunden am 2015-01-20] * das ganze Dokument * ----- -/--	1-3,6,7, 10-12,16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2019	Prüfer Quartier, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 4063

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 2014/278029 A1 (TONGUZ OZAN [US] ET AL) 18. September 2014 (2014-09-18) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * * Absätze [0002], [0004], [0005], [0019], [0021], [0023], [0025], [0035], [0043], [0047], [0061], [0068] * * Ansprüche 1-20 *	1-3,6,7, 10-12,16 4,5,8,9, 13-15	
X A	DE 10 2012 021282 A1 (AUDI AG [DE]) 30. April 2014 (2014-04-30) * Zusammenfassung * * Absätze [0008], [0009], [0012] - [0016], [0020], [0030], [0031], [0035], [0069] - [0072] * * Ansprüche 1-19 * * Abbildungen 4-6 *	1-3,6,7, 10-12,16 4,5,8,9, 13-15	
X A	DE 10 2015 219467 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 14. April 2016 (2016-04-14) * Zusammenfassung * * Absätze [0006], [0007], [0014], [0019], [0023] - [0025], [0032], [0046], [0055], [0062], [0075], [0076], [0081], [0083], [0090] - [0092] * * Absätze [0098], [0099] * * Ansprüche 1-29 * * Abbildung 1 *	1-3,6,7, 10-12,16 4,5,8,9, 13-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2019	Prüfer Quartier, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 4063

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	CHEN LEI ET AL: "Cooperative Intersection Management: A Survey", IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. 17, Nr. 2, 1. Februar 2016 (2016-02-01), Seiten 570-586, XP011597405, ISSN: 1524-9050, DOI: 10.1109/TITS.2015.2471812 [gefunden am 2016-01-29] * das ganze Dokument * -----	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2019	Prüfer Quartier, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 6
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 21 4063

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-07-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015002405 A1	25-08-2016	CN 107257994 A	17-10-2017
		DE 102015002405 A1	25-08-2016
		EP 3170163 A1	24-05-2017
		US 2018053422 A1	22-02-2018
		WO 2016134827 A1	01-09-2016

US 2013304279 A1	14-11-2013	CN 103390354 A	13-11-2013
		US 2013304279 A1	14-11-2013

DE 102016200217 A1	13-07-2017	KEINE	

US 2014278029 A1	18-09-2014	US 2014278029 A1	18-09-2014
		US 2017110011 A1	20-04-2017

DE 102012021282 A1	30-04-2014	CN 104755343 A	01-07-2015
		DE 102012021282 A1	30-04-2014
		EP 2911926 A2	02-09-2015
		US 2015286219 A1	08-10-2015
		WO 2014067638 A2	08-05-2014

DE 102015219467 A1	14-04-2016	CN 107111946 A	29-08-2017
		DE 102015219467 A1	14-04-2016
		EP 3204927 A1	16-08-2017
		US 2017278390 A1	28-09-2017
		WO 2016055560 A1	14-04-2016

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102018209790 [0012]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- SANTI, PAOLO ; SOBOLEVSKY STANISLAV ; REYES-CASTRO ; LUIS IGNACIO ; FRAZZOLI, EMILIO ; HELBING, DIRK ; RATTI, CARLO. Revisiting Street Intersections Using Slot-Based Systems. *Online-Fachmagazin PLoS ONE*, 16. März 2016, vol. 11 (3), e0149607, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149607> [0010]