



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.05.2021 Patentblatt 2021/20

(51) Int Cl.:
G08G 1/01 (2006.01) **G08G 1/017** (2006.01)
G08G 1/04 (2006.01) **G08G 1/052** (2006.01)
G08G 1/056 (2006.01) **G08G 1/0967** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19208638.7**

(22) Anmeldetag: **12.11.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME KH MA MD TN

(72) Erfinder: **van den Berge, Fridtjof**
53227 Bonn-Oberkassel (DE)

(74) Vertreter: **Raible Deissler Lehmann Patentanwälte PartG mbB**
Senefelderstrasse 26
70176 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **Deutsche Telekom AG**
53113 Bonn (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **SYSTEM UND VERFAHREN ZUM STEUERN EINES STRASSENVERKEHRS**

(57) Verfahren zum Steuern eines Straßenverkehrs, bei dem ein an einem Fahrbahnabschnitt eines Straßennetzes angeordneter stationärer Sensor den Fahrbahn-

abschnitt sensorisch überwacht, sowie System zum Steuern eines Straßenverkehrs.

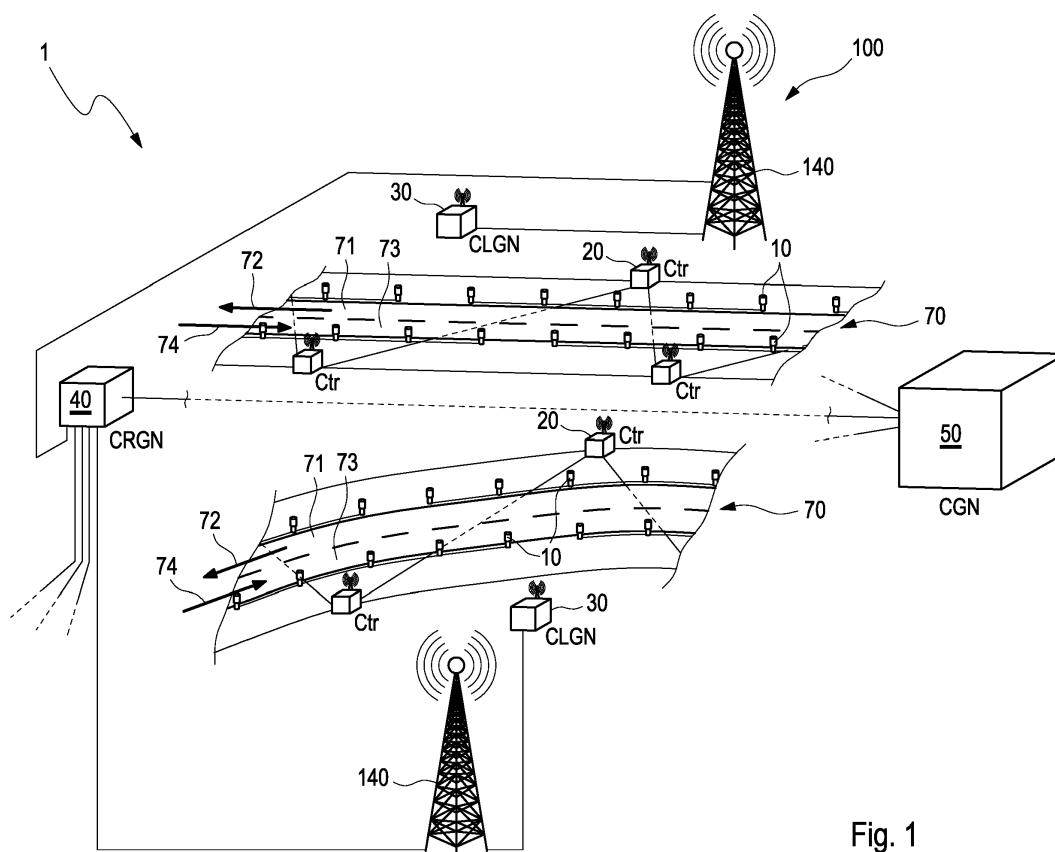


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Straßenverkehrs, bei dem ein an einem Fahrbahnabschnitt eines Straßennetzes angeordneter stationärer Sensor den Fahrbahnabschnitt sensorisch überwacht. Ferner betrifft die Erfindung ein System zum Steuern eines Straßenverkehrs.

[0002] Ein Straßenverkehr im Sinne der Erfindung umfasst eine Mehrzahl von Fahrzeugen, welche auf Fahrbahnen eines Straßennetzes angeordnet sind die Fahrbahnen des Straßennetzes befahren. Eine Fahrbahn kann eine oder mehrere Fahrspuren aufweisen, welche jeweils einer vorbestimmten Fahrtrichtung zugeordnet sind und üblicherweise durch eine auf der Fahrbahn angebrachte linienförmige Markierung definiert sind. Bezogen auf die Fahrtrichtung kann eine Fahrbahn eine Mehrzahl von Fahrbahnabschnitten aufweisen.

[0003] Beispielsweise umfasst eine Bundesautobahn üblicherweise zwei zueinander beabstandet angeordnete, durch einen Mittelstreifen getrennte im Wesentlichen parallele Fahrbahnen, welche jeweils zwei oder mehr Fahrspuren aufweisen. Dabei sind alle Fahrspuren einer ersten Fahrbahn einer ersten vorbestimmten Fahrtrichtung zugeordnet, während alle Fahrspuren einer zweiten Fahrbahn einer zu der ersten vorbestimmten Fahrtrichtung entgegengesetzten zweiten vorbestimmten Fahrtrichtung zugeordnet sind. Fahrbahnabschnitte der Bundesautobahn können beispielsweise jeweils zwischen zwei Abfahrten oder Auffahrten der Bundesbahn definiert sein.

[0004] Dagegen umfasst eine Landstraße oder eine Straße innerhalb einer Stadt gewöhnlich eine einzige Fahrbahn mit zwei oder mehr Fahrspuren, von denen eine erste Fahrspur einer ersten vorbestimmten Fahrtrichtung und eine zweite Fahrspur einer zu der ersten vorbestimmten Fahrtrichtung entgegengesetzten zweiten vorbestimmten Fahrtrichtung zugeordnet sind. Fahrbahnabschnitte der Landstraße können beispielsweise jeweils zwischen zwei Kreuzungen der Landstraße mit weiteren Straßen definiert sein.

[0005] Ein Fahrzeug des Straßenverkehrs, welches auf einer Fahrbahn entgegen der zugeordneten vorbestimmten Fahrtrichtung fährt, hat in der Regel ein besonders hohes Unfallrisiko, mit einem auf der Fahrbahn in der vorbestimmten Fahrtrichtung fahrenden weiteren Fahrzeug zu kollidieren. Dies gilt insbesondere für die Bundesautobahnen, welche ein Wechseln eines entgegen der vorbestimmten Fahrtrichtung fahrenden Fahrzeugs auf die der Fahrtrichtung des Fahrzeugs zugeordnete Fahrbahn mit konstruktiven Mitteln, beispielsweise mittels eines lückenlos mit Leitplanken versehenen Mittelstreifens, fast überall ausschließen und zudem mit hoher Geschwindigkeit befahren werden. Für solche auf Bundesautobahnen fahrenden Fahrzeuge sind die Bezeichnungen Falschfahrer oder Geisterfahrer gebräuchlich.

[0006] Weitere häufige Unfallrisiken des Fahrzeugs re-

sultieren aus einer unangemessen hohen Geschwindigkeit des Fahrzeugs, aus einem unangemessen geringen Abstand des Fahrzeugs zu einem auf derselben Fahrspur vorausfahrenden weiteren Fahrzeug, oder aus einem Wechseln des Fahrzeugs zwischen Fahrspuren mit derselben vorbestimmten Fahrtrichtung, beispielsweise bei einem Überholen, einem Abfahren von der Fahrbahn und einem Auffahren auf die Fahrbahn.

[0007] Noch umfasst der Straßenverkehr ausschließlich Fahrzeuge, welche jeweils von einem Fahrer des Fahrzeugs manuell gesteuert werden. Zu diesen Fahrzeugen gehören auch Fahrzeuge mit Fahrerassistenzsystemen, welche bestimmte Fahrfunktionen des Fahrzeugs automatisch bereitstellen. Derartige Fahrerassistenzsysteme umfassen ein Spurhaltesystem, ein Abstandhaltesystem, einen Geschwindigkeitshaltesystem (Tempomat), ein automatisches Einparksystem und dergleichen. Sie entlasten den Fahrer des Fahrzeugs zwar von einzelnen Steueraufgaben, entbinden ihn jedoch von einem manuellen Steuern des Fahrzeugs nicht vollständig.

[0008] Entsprechend sind bei diesen Fahrzeugen in erster Linie die Fahrer der Fahrzeuge für die vorstehend beispielhaft aufgeführten Unfallrisiken verantwortlich. Dabei werden die Unfallrisiken von den Fahrern irrtümlich oder leichtsinnig geschaffen.

[0009] Ein Irrtum eines Fahrers kann darauf basieren, dass eine Ampel oder ein Straßenschild für den Fahrer in einer Verkehrssituation nicht sichtbar ist, beispielsweise vorübergehend von einem auf der Fahrbahn angeordneten weiteren Fahrzeug, insbesondere einem Lastkraftwagen, oder Nebel oder dauerhaft von einer zu der Fahrbahn benachbarten Vegetation verdeckt ist, oder dass eine Fahrbahnkonstruktion im Bereich einer Auffahrt und einer Abfahrt oder eine Beschilderung eine Ambivalenz, d.h. missverständliche Uneindeutigkeit, aufweisen.

[0010] Dagegen kann ein Leichtsinn eines Fahrers darauf zurückgehen, dass der Fahrer eine altersbedingte Verkehrsuntauglichkeit missachtet, wegen eines Zeitdrucks oder anderer Gründe unaufmerksam oder abgelenkt ist oder Verkehrsregeln leichtfertig verletzt und ein damit verbundenes Unfallrisiko des Fahrzeugs unterschätzt.

[0011] Um einem Irrtum oder einem Leichtsinn des Fahrers entgegenzuwirken, kann an einem Fahrbahnabschnitt des Straßennetzes ein stationärer Sensor angeordnet sein, welcher den Fahrbahnabschnitt sensorisch überwacht. Beispielsweise sind an Fahrbahnen mancher Ortsdurchfahrten oder Tempo-30-Zonen Geschwindigkeitssensoren mit einer Anzeigeeinheit angeordnet, welche eine Geschwindigkeit eines Fahrzeugs erfassen und mittels der Anzeigeeinheit für den Fahrer des Fahrzeugs sichtbar, insbesondere blinkend, anzeigen.

[0012] Derzeit sind Fahrzeuge, welche autonom, d.h. vollautomatisch ohne ein Mitwirken oder Eingreifen eines Fahrers, fahren, nur auf von dem Straßennetz separaten Fahrbahnen zugelassen. Künftig wird aber auch der Stra-

ßenverkehr eine relativ zunehmende Anzahl derartiger vollautonomer Fahrzeuge umfasst. Vollautonome Fahrfunktionen der Fahrzeuge werden von den Fahrzeugherstellern mangels standardisierter technischer Lösungen unterschiedlich implementiert. Entsprechend können die genannten Unfallrisiken auch aus fehlerhaften oder zueinander inkompatiblen Implementierungen der vollautonomen Fahrfunktionen resultieren.

[0013] Hinzu kommt, dass vollautonome Fahrzeuge abweichend von manuell gesteuerten Fahrzeugen agieren können, wodurch Fahrer von manuell gesteuerten Fahrzeugen verunsichert oder überfordert sein können. Im Ergebnis wird ein Unfallrisiko aller Fahrzeuge in dem Straßenverkehr infolge der vollautonomen Fahrzeuge zunehmen.

[0014] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Steuern eines Straßenverkehrs vorzuschlagen, welches ein Unfallrisiko für jedes von dem Straßenverkehr umfasste Fahrzeug minimiert. Ferner ist Aufgabe der Erfindung, ein System zum Steuern eines Straßenverkehrs bereitzustellen.

[0015] Gegenstände der Erfindung sind in den selbständigen bzw. nebengeordneten Ansprüchen formuliert. Die abhängigen Ansprüche geben jeweils vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindungsgegenstände an.

[0016] Ein Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Steuern eines Straßenverkehrs. Bei dem Verfahren überwacht ein an einem Fahrbahnabschnitt eines Straßennetzes angeordneter stationärer Sensor den Fahrbahnabschnitt sensorisch. Die sensorische Überwachung erfasst jedes auf dem Fahrbahnabschnitt fahrende Fahrzeug, d.h. jedes auf dem Fahrbahnabschnitt fahrende Fahrzeug ist unabhängig von seiner Steuerungsweise ein Objekt der sensorischen Überwachung. Kurz gesagt bezieht das Verfahren alle auf dem Fahrbahnabschnitt fahrenden Fahrzeuge ein.

[0017] Bevorzugt erfasst der Sensor einen Identifikator eines auf dem Fahrbahnabschnitt angeordneten Fahrzeugs und zumindest einen Fahrtparameterwert einer Fahrt des Fahrzeugs auf dem Fahrbahnabschnitt und überträgt den erfassten Fahrtparameterwert zu einem mit dem Sensor verbundenen und dem Fahrbahnabschnitt zugeordneten stationären lokalen Steuerknoten (Controller, Ctr). Der Identifikator ist bezogen auf alle Fahrzeuge eindeutig, d.h. jedes Fahrzeug ist anhand seines Identifikators erkennbar und adressierbar. Bei dem Fahrtparameterwert handelt es sich um einen Wert eines Fahrtparameters des Fahrzeugs, d.h. den Wert einer technisch erfassbaren auf die Fahrt des Fahrzeugs bezogenen physikalischen Größe, welcher dem Fahrzustand des Fahrzeugs zugeordnet ist und den Fahrzustand des Fahrzeugs quantifiziert. Der Sensor kann auf das Erfassen von Fahrtparameterwerten von Fahrzeugen beschränkt sein. Selbstverständlich ist das Verfahren nicht auf einen einzigen Sensor beschränkt, sondern kann mit einer Mehrzahl von Sensoren ausgeführt werden. Der lokale Steuerknoten kann entsprechend Identifikatoren und Fahrtparameterwerte von mehreren Sensoren empfangen und auf ein Verarbeiten von empfangenen Identifikatoren und Fahrtparameterwerten beschränkt sein.

tifikatoren und Fahrtparameterwerte von mehreren Sensoren empfangen und auf ein Verarbeiten von empfangenen Identifikatoren und Fahrtparameterwerten beschränkt sein.

[0018] Der lokale Steuerknoten kann einen Kennzeichner des zugeordneten Fahrbahnabschnitts und den zumindest einen erfassten Fahrtparameterwert zu einem stationären zentralen lokalen Steuerknoten (Centralized Local Governing Node, CLGN) übertragen. Bei dem Kennzeichner kann es sich um einen Identifikator des lokalen Steuerknoten selbst oder um einen Kennzeichner des Fahrbahnabschnitts handeln. Der zentrale lokale Steuerknoten (CLGN) kann Kennzeichner und Fahrtparameterwerte von einer Mehrzahl von lokalen Steuerknoten (Ctr) empfangen, d.h. einer Mehrzahl von Fahrbahnabschnitten zugeordnet sein, und gehört in einer hierarchischen Struktur von Steuerknoten einer Hierarchieebene oberhalb der Hierarchieebene der lokalen Steuerknoten (Ctr) an und entsprechend mehrere lokale Steuerknoten (Ctr) steuern.

[0019] Vorteilhaft kann der lokale Steuerknoten (Ctr) zudem die Identifikatoren von Fahrzeugen übertragen und der zentrale lokale Steuerknoten (CLGN) die Identifikatoren empfangen. Auf diese Weise kann der zentrale Steuerknoten (CLGN) jeden übertragenen Fahrtparameterwert einem auf dem zugeordneten Fahrbahnabschnitt fahrenden Fahrzeug zuordnen. Statt des Identifikators kann der lokale Steuerknoten (Ctr) im Einklang mit einer Datenschutzvorschrift alternativ einen im Bereich des zentralen lokalen Steuerknotens (CLGN) eindeutigen anonymen Fahrzeugkennzeichner übertragen.

[0020] Der zentrale lokale Steuerknoten (CLGN) kann den empfangenen zumindest einen Fahrtparameterwert mit einem vorbestimmten für den von dem Kennzeichner bezeichneten Fahrbahnabschnitt maßgeblichen zulässigen Parameterwertebereich des zumindest einen Fahrtparameterwerts vergleichen. Der zentrale lokale Steuerknoten (CLGN) speichert vorteilhaft für jeden ihm zugeordneten Fahrbahnabschnitt eine dem empfangenden Fahrparameter zugeordneten zulässigen Fahrtparameterwertebereich. Der Fahrtparameterwertebereich kann einen unteren Grenzwert und/oder einen oberen Grenzwert aufweisen, d.h. nach oben offen, ausschließlich oder einschließlich des Wertes Null geschlossen sein. Selbstverständlich ist das Verfahren nicht auf einen einzigen Fahrtparameterwert beschränkt, sondern kann, insbesondere gleichzeitig, mit einer Mehrzahl von unterschiedlichen Fahrtparameterwerten ausgeführt werden. Durch das Vergleichen ermittelt der zentrale lokale Steuerknoten (CLGN), ob der empfangene Fahrtparameterwert innerhalb (positiver Fall) des zugeordneten zulässigen Fahrparameterbereichs oder außerhalb (negativer Fall) des zugeordneten zulässigen Fahrparameterbereichs liegt.

[0021] Der zentrale lokale Steuerknoten (CLGN) überträgt bevorzugt eine Negativnachricht zu dem lokalen Steuerknoten, wenn der empfangene zumindest eine Fahrtparameterwert außerhalb des vorbestimmten zu-

lässigen Parameterwertebereichs liegt. Die Negativnachricht umfasst den betroffenen Fahrtparameter, den zugeordneten Fahrtparameterbereich und den zugeordneten Identifikator oder anonymen Fahrzeugbezeichner und wird von dem lokalen Steuerknoten (Ctr) empfangen.

[0022] Der lokale Steuerknoten kann aufgrund der empfangenen Negativnachricht eine ein Ändern des zumindest einen Fahrtparameterwerts betreffende Steuernachricht zu dem Fahrzeug übertragen. Die Steuernachricht umfasst den betroffenen Fahrtparameter und einen innerhalb des zugeordneten Fahrtparameterbereichs liegenden Soll-Parameterwert oder einen Differenzwert relativ zu dem erfassten Fahrtparameter und wird von dem Fahrzeug empfangen.

[0023] Das Fahrzeug kann den zumindest einen Fahrtparameterwert entsprechend der empfangenen Steuernachricht ändern. Das Fahrzeug stellt den Fahrtparameterwert auf einen innerhalb des zulässigen Fahrtparameterbereichs liegenden Wert ein.

[0024] Damit kann das Verfahren Fahrtparameter einer Mehrzahl von auf einer Mehrzahl von Fahrbahnabschnitten fahrenden Fahrzeugen beeinflussen. Mit anderen Worten schafft das Verfahren für einen Bereich des Straßennetzes eine hybride Verkehrssteuerung, welche interne Steuerfunktionen jedes Fahrzeugs und externe Steuerfunktionen jedes lokalen Steuerknotens (Ctr) effizient kombiniert.

[0025] In bevorzugten Ausführungsformen werden der Kennzeichner oder der Fahrtparameterwert oder die Negativnachricht oder die Steuernachricht jeweils über ein WLAN oder ein Mobilfunknetz drahtlos übertragen. Viele moderne Fahrzeuge umfassen eine drahtlose Kommunikationsstelle, welche dem Fahrzeug ein drahtloses Kommunizieren mit einem externen WLAN-Zugangspunkt oder einem externen Mobilfunknetz ermöglicht. Abgesehen davon ist bereits gegenwärtig in praktisch allen Fahrzeugen ein mobiles Endgerät eines Insassen des Fahrzeugs angeordnet, welches eine entsprechende drahtlose Kommunikationsschnittstelle umfasst, so dass Steuernachrichten auch in ältere Fahrzeuge drahtlos übertragen werden können.

[0026] Idealerweise stellt ein in dem Fahrzeug angeordnetes Subscriber Identification Module (SIM) den Identifikator des Fahrzeugs bereit. In diesem Fall ist das IMSI (International Mobile Subscriber Identity) bzw. das TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity, TMSI) der Identifikator des Fahrzeugs. Es wird angemerkt, dass ein Subscriber Identification Module im Sinne der Erfindung auch ein Embedded Subscriber Identification Module (eSIM), ein nuPSYS Subscriber Identification Module (nuSIM), oder ein sonstiges in Hardware oder Software implementiertes Subscriber Identification Module umfasst. Das Subscriber Identification Module kann von dem Fahrzeug umfasst sein, d.h. eine Komponente des Fahrzeugs sein, oder von einem mobilen Endgerät eines Insassen des Fahrzeugs umfasst sein. Ein mobiles Endgerät umfasst ein Mobiltelefon, ein Smartphone, ein Ta-

blet, ein Notebook und dergleichen. Anhand des Subscriber Identification Module kann mittels einer entsprechenden Datenbank ein amtliches Kennzeichen des Fahrzeugs ermittelt werden.

[0027] Alternativ kann ein an dem Fahrzeug angebrachtes amtliches Kennzeichen den Identifikator des Fahrzeugs bereitstellen. Bei dieser Ausführungsform wird das amtliche Kennzeichen unmittelbar sensorisch erfasst. Auf diese Weise kann das Verfahren auch mit einem Fahrzeug ohne ein Subscriber Identification Module durchgeführt werden.

[0028] Idealerweise ändert die Steuernachricht den zumindest einen Fahrtparameterwert des Fahrzeugs automatisch oder wird der zumindest eine Fahrtparameterwert von einem Fahrer des Fahrzeugs entsprechend der Steuernachricht manuell geändert. Ein vollautonomes Fahrzeug kann den Fahrtparameterwert entsprechend der Steuernachricht autonom ändern. Ein von einem Fahrer manuell gesteuertes Fahrzeug benötigt dagegen ein Mitwirken des Fahrers. Beide Steuerungsarten können von dem vorgeschlagenen Verfahren einbezogen werden.

[0029] Alternativ oder zusätzlich kann die Steuernachricht von einer in dem Fahrzeug angeordneten Anzeigeeinrichtung angezeigt werden. Die angezeigte Steuernachricht umfasst vorteilhaft eine der Steuernachricht entsprechende Warnung oder Steueranweisung für einen Fahrer. Bei der Anzeigeeinrichtung kann es sich um ein Display des Fahrzeugs oder ein Display eines mobilen Endgeräts handeln. Die Steuernachricht kann auch akustisch mittels eines Lautsprechers des Fahrzeugs oder eines mobilen Endgeräts angezeigt werden.

[0030] In weiteren Ausführungsformen kommunizieren das Fahrzeug und der zumindest eine Sensor unmittelbar oder mittelbar gemäß einem dedizierten Protokoll und sendet das Fahrzeug Kommunikationsdaten über ein Lichtsignal unmittelbar zu dem Sensor. Die Kommunikationsdaten umfassen beispielsweise IoT (Internet of Things)-Daten oder M2M (Machine to Machine)-Daten. Das Lichtsignal kann von dem Fahrzeug mittels einer Laserdiode, insbesondere mittels einer Hochleistungslaserdiode, eines Multi Electrode Lasers (MEL) oder eines Multi Electrode Distributed Feedback Lasers, in Form eines Bursts, d.h. eines ultrakurzen optischen Impulses, beispielsweise mit einer Signaldauer von etwa 5 µs und/oder einer Übertragungsrate von bis zu 100 Mbit/s und unter realistischen Bedingungen 10 Mbit/s, gesendet und von dem Sensor mittels eines oder mehrerer lichtempfindlicher Empfangselemente empfangen werden.

[0031] Der Sensor kann den verbundenen lokalen Steuerknoten (Ctr) mittels eines Sensorsignals veranlassen, mittels einer Antenne ein Funksignal zu senden. Das Fahrzeug empfängt Kommunikationsdaten über das Funksignal also mittelbar von dem mit dem Sensor verbundenen lokalen Steuerknoten. Indem sich der Sensor des lokalen Steuerknotens (Ctr) bedient, wird der Sensor zu einem aktiven Kommunikationspartner, so dass zwi-

schen dem Fahrzeug und dem Sensor eine kommunikationstaugliche bidirektionale Verbindung herstellbar ist.

[0032] Einerseits ist die bidirektionale Verbindung hinsichtlich der Signalart, Licht in einer Richtung und Funk in der anderen Richtung, hybrid. Auf diese Weise sind die beiden Kommunikationsrichtungen physikalisch separat und interferieren nicht. Andererseits sind an der bidirektionalen Verbindung drei Kommunikationspartner beteiligt, d.h. das Fahrzeug kommuniziert mit in den beiden Richtungen mit unterschiedlichen Kommunikationspartnern.

[0033] Das dedizierte Protokoll, welches als Secure Mobile Data Emission (SMDE)-Protokoll bezeichnet werden kann, unterstützt eine verschlüsselte Kommunikation und definiert eine Handshake-Phase, eine Schlüsselvereinbarungsphase und eine Datenaustauschphase. In der Handshake-Phase sendet ein Sender ein Verbindung anforderndes Triggersignal zu einem fortwährend empfangsbereiten Empfänger. Wenn der Empfänger das Triggersignal empfängt, sendet der Empfänger ein Antwortsignal zu dem Sender. In der Schlüsselvereinbarungsphase sendet der Sender ein Schlüsselverkündungssignal (Secure Key Announcement Message, SKAM) zu dem Empfänger, welches den Identifikator des Senders, eine Schlüssellänge, und einen Hashwert umfasst, welcher durch Potenzieren einer Basis in Form einer (Pseudo-)Zufallszahl (N_{stray}) mit einem Schlüssel (Key, K) berechnet ist. Der Schlüssel kann eine zufällige Bitfolge der Länge 4 sein. Wenn der Empfänger das Schlüsselverkündungssignal (SKAM) empfangen hat, berechnet er aus dem ersten Hashwert den Schlüssel (K) und die Basis, verringert die berechnete Basis um Eins, berechnet einen zweiten Hashwert durch Potenzieren der verringerten Basis mit dem Schlüssel (K) und sendet ein Schlüsselbestätigungssignal (Secure Key Confirmation Message, SKCM) zu dem Sender, welches den zweiten Hashwert umfasst. Wenn der Sender das Schlüsselbestätigungssignal (SKCM) empfangen hat, berechnet er mittels des Schlüssels aus dem zweiten Hashwert die Basis und vergleicht die Basis mit der (Pseudo-)Zufallszahl. Wenn die berechnete Basis gleich der um Eins verringerten (Pseudo-)Zufallszahl ist, sendet der Sender ein Bestätigungssignal zu dem Empfänger und verschlüsselt auszutauschende Daten mittels des Schlüssels und sendet die verschlüsselten Daten zu dem Empfänger, welcher die Daten mittels des Schlüssels entschlüsselt.

[0034] Der zumindest eine Fahrparameterwert umfasst bevorzugt eine bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt definierte Fahrtrichtung laterale und/oder longitudinale Position des Fahrzeugs, eine laterale Position des Fahrzeugs bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt definierte Fahrspur, eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, einen Abstand zu einem weiteren auf dem Fahrbahnabschnitt angeordneten Fahrzeug. Anhand der lateralen Position kann ermittelt werden, auf welcher Fahrspur das Fahrzeug fährt. Die longitudinale Position des Fahrzeugs

kann zum Ermitteln von Abständen zu weiteren auf dem Fahrbahnabschnitt fahrenden Fahrzeugen verwendet werden.

[0035] Vorteilhaft berechnet der lokale Steuerknoten den zumindest einen Fahrparameterwert mittels einer Triangulation und/oder mittels einer Dopplerverschiebung. Beispielsweise können zwei zueinander beabstandet an dem Fahrbahnabschnitt angeordnete Sensoren jeweils einen Abstand des Fahrzeugs erfassen. Dann kann der lokale Steuerknoten eine Position des Fahrzeugs durch Triangulieren der von den beiden Sensoren erfassten Abstände berechnen. Eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs lässt sich aus einer Frequenzverschiebung einer von dem Fahrzeug reflektierten elektromagnetischen Welle berechnen. Die Frequenzverschiebung geht auf den sogenannten Dopplereffekt zurück und wird daher auch als Dopplerverschiebung bezeichnet.

[0036] In weiteren Ausführungsformen ändert eine für den Fahrbahnabschnitt oder das Straßennetz verantwortliche Institution den vorbestimmten Parameterwertebereich bedarfsweise und/oder während einer bestimmten Zeitdauer. Die Institution, beispielsweise eine Behörde, kann dazu einen gesicherten AA (Authority Access)-Rechner nutzen, welcher über ein Gateway (GW) mit dem Mobilfunknetz verbunden ist und Zugriff auf den zentralen Steuerknoten (CGN), zentrale regionale Steuerknoten (CRGN), zentrale lokale Steuerknoten (LCGN) und lokale Steuerknoten (Ctr) gewährt.

[0037] Beispielsweise kann die Behörde auf einem Fahrbahnabschnitt, welcher wegen einer Straßenbaustelle nur eine Fahrspur bereitstellt, Fahrzeugen ein Fahren auf der Fahrspur entgegengesetzt zu der vorbestimmten Fahrtrichtung erlauben. Oder die Behörde kann ein Fahren auf einem Fahrbahnabschnitt oder einer Fahrspur ausnahmsweise erlauben, wenn der Fahrbahnabschnitt oder die Fahrspur wegen einer Straßenbaustelle gesperrt ist.

[0038] In noch anderen Ausführungsformen gibt eine für den Fahrbahnabschnitt oder das Straßennetz verantwortliche Institution den Fahrbahnabschnitt bedarfsweise und/oder während einer bestimmten Zeitdauer für ein Fahrzeug mit einem bestimmten Identifikator frei und sperrt den Fahrbahnabschnitt für ein Fahrzeug mit einem von dem bestimmten Identifikator abweichenden Identifikator. Dazu kann der AA-Rechner einer autorisierten/authentifizierten Person Zugriff auf ein Home Location Register (HLR) und/oder einen Home Subscriber Server (HSS) des Mobilfunknetzes gewähren. Der Zugriff kann mittels einer Access Control List (ACL) auf bestimmte Identifikatoren (E.212 IMSI) und Regionen, d.h. Fahrbahnabschnitte, eingeschränkt sein. Beispielsweise kann die Institution bestimmten Fahrzeugen ein Fahren auf bestimmten Fahrbahnabschnitten und/oder Fahrspuren entgegen eines grundsätzlichen Verbots erlauben und/oder entgegen einer grundsätzlichen Erlaubnis verbieten.

[0039] Gegenstand der Erfindung ist auch ein System zum Steuern eines Straßenverkehrs. Das System um-

fasst einen stationären zentralen lokalen Steuerknoten (CLGN), einen mit dem zentralen lokalen Steuerknoten verbundenen stationären lokalen Steuerknoten (Ctr) und zumindest einen an einem Fahrbahnabschnitt eines Straßennetzes angeordneten und mit dem lokalen Steuerknoten (Ctr) verbundenen stationären Sensor. Der zumindest eine stationäre Sensor kann neben, unter, über oder in dem Fahrbahnabschnitt angeordnet sein und eine sich von dem Sensor zu auf dem Fahrbahnabschnitt angeordneten Fahrzeugen erstreckende Erfassungsrichtung aufweisen. Der lokale Steuerknoten (Ctr) kann Sensorsignale des zumindest einen stationären Sensors verarbeiten, insbesondere Sensorsignale einer Mehrzahl von an dem Fahrbahnabschnitt angeordneten stationären Sensoren, welche mit dem lokalen Steuerknoten (Ctr) verbunden sind. Auf diese Weise ist der lokale Steuerknoten (Ctr) dem Fahrbahnabschnitt zugeordnet. Der zentrale lokale Steuerknoten (CLGN) kann mit einer Mehrzahl von lokalen Steuerknoten (Ctr) verbunden sein und entsprechend eine Mehrzahl von idealerweise miteinander verbundenen Fahrbahnabschnitten zugeordnet sein.

[0040] Bevorzugt ist das System konfiguriert, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen. Das System kann folglich ein Unfallrisiko von Fahrzeugen des Straßenverkehrs verringern.

[0041] In einer Ausführungsform umfasst der zumindest eine Sensor eine Kamera, einen RADAR-Sensor, einen LIDAR-Sensor, einen SONAR-Sensor, eine in den Fahrbahnabschnitt integrierte Drahtschleife, einen sich in einer von dem Fahrbahnabschnitt definierten Fahrtrichtung erstreckenden neben dem Fahrbahnabschnitt oder unter dem Fahrbahnabschnitt angeordneten Leitdraht. Mit anderen Worten kann der Sensor elektromagnetische Wellen unterschiedlicher Frequenz und Intensität oder elektrische oder magnetische Felder mit unterschiedlichen Raumcharakteristiken erfassen.

[0042] Jeder Sensor kann mit einer herkömmlichen elektrischen Energiequelle, beispielsweise einem stationären Stromnetz oder einem Photovoltaikmodul, verbunden sein. Alternativ kann der verbundene lokale Steuerknoten einen elektrischen Strom zum Betreiben des Sensors bereitstellen. Ferner kann der Sensor mit einer in den Fahrbahnabschnitt integrierten zusätzlichen Drahtschleife verbunden sein. Auf dem Fahrbahnabschnitt fahrende Fahrzeuge können mittels ihres Magnetfelds einen elektrischen Strom in die zusätzliche Drahtschleife induzieren, welchen die Drahtschleife zum Betreiben des Sensors bereitstellt. Auf diese Weise kann die zusätzliche Drahtschleife zudem eine regenerative Bremswirkung aufweisen.

[0043] Vorteilhaft kann eine Erfassungsrichtung des zumindest einen Sensors gegenüber der Fahrtrichtung auf dem Fahrbahnabschnitt einen Winkel von höchstens 10° und bevorzugt von höchstens 5° aufweisen. Insbesondere kann sich die Erfassungsrichtung des zumindest einen Sensors entgegen einer vorbestimmten Fahrtrichtung einer Fahrbahn erstrecken und Fahrpara-

meterwerte von Fahrzeugen erfassen, welche auf ihn zufahren. Wenn der zumindest eine Sensor die angegebene Erfassungsrichtung aufweist, kann sein Erfassungsraumwinkel mit Erfassungsraumwinkeln weiterer an dem Fahrbahnabschnitt zugeordneter Sensoren mit einer jeweils parallelen oder antiparallelen Erfassungsrichtung überlappen. Auf diese Weise kann eine zumindest teilweise sensorische Redundanz geschaffen werden, da ein Defekt oder eine Störung des zumindest einen Sensors von den weiteren Sensoren des Fahrbahnabschnitts zumindest teilweise kompensiert werden kann. Die zumindest teilweise sensorische Redundanz geht mit einer hohen Zuverlässigkeit des Systems einher. Weiterhin erlaubt diese Erfassungsrichtung eine zumindest überwiegende Zuordnung des zumindest einen Sensors zu einer Fahrspur oder vorbestimmten Fahrtrichtung des Fahrbahnabschnitts.

[0044] In weiteren Ausführungsformen umfasst das System eine Mehrzahl von stationären lokalen Steuerknoten und eine Mehrzahl von jeweils mit einem lokalen Steuerknoten verbundenen stationären Sensoren. Mehrere Sensoren können den Fahrbahnabschnitt vollständig überwachen und eine Mehrzahl von Fahrtparameterwerten mehrerer auf dem Fahrbahnabschnitt angeordneter Fahrzeuge erfassen. Mehrere lokale Steuerknoten können von den Sensoren übertragene Sensorsignale verteilt und infolgedessen parallel, d.h. mit hoher Geschwindigkeit, verarbeiten.

[0045] Günstigerweise sind die Mehrzahl von dem Fahrbahnabschnitt zugeordneten lokalen Steuerknoten gitterartig miteinander und/oder sternförmig mit den Sensoren verbunden. Die Verbindungen können Lichtleiter oder Datenkabel umfassen. Auf diese Weise bilden die lokalen Steuerknoten und die Sensoren ein dem Fahrbahnabschnitt zugeordnetes hierarchisches Kommunikationsnetzwerk. Eine von den Sensoren gebildete erste Hierarchiestufe kann disjunkte Gruppen jeweils bezogen auf eine Fahrtrichtung des Fahrbahnabschnitts benachbart angeordneter Sensoren umfassen. Eine zweite von den lokalen Steuerknoten gebildete Hierarchiestufe kann eine einzige zusammenhängende Gruppe der lokalen Steuerknoten umfassen. Dabei kann jeder Steuerknoten mit zumindest einem bezogen auf eine Fahrtrichtung des Fahrbahnabschnitts benachbart angeordneten und/oder bezogen auf den Fahrbahnabschnitt gegenüberliegend angeordneten lokalen Steuerknoten verbunden. Diese Verbindungen der zweiten Hierarchiestufe schaffen eine Verbindungsredundanz der lokalen Steuerknoten.

[0046] In bevorzugten Ausführungsformen umfasst das System ein Mobilfunknetz, über das der zumindest eine lokale Steuerknoten mit dem zentralen lokalen Steuerknoten drahtlos verbunden ist. Das Mobilfunknetz ermöglicht ein räumlich freies Anordnen des zentralen lokalen Steuerknotens relativ zu den lokalen Steuerknoten. Der zentrale lokale Steuerknoten und zumindest ein lokaler Steuerknoten, eine Mehrzahl von lokalen Steuerknoten, oder jeder lokale Steuerknoten können in derselben Mobilfunkzelle des Mobilfunknetzes angeordnet

sein. Ferner ermöglicht das Mobilfunknetz infolge einer weitreichenden territorialen Abdeckung ein Steuern des Straßenverkehrs in einem vollständigen Straßennetz.

[0047] Ferner kann das System eine Mehrzahl von stationären zentralen regionalen Steuerknoten (CRGN) und einen stationären zentralen Steuerknoten (CGN) umfassen. Die zentralen regionalen Steuerknoten und die zentralen Steuerknoten bilden eine dritte und eine vierte Hierarchiestufe des Systems.

[0048] In einer vorteilhaften Ausführungsform sind zumindest ein oder jeder zentrale lokale Steuerknoten und/oder zumindest ein oder jeder zentrale regionale Steuerknoten über ein Datenkabel oder einen Lichtleiter mit einer Antennenstation des Mobilfunknetzes verbunden und/oder ist der zentrale Steuerknoten über ein Datenkabel oder einen Lichtleiter mit zumindest einem oder jedem zentralen regionalen Steuerknoten verbunden. Auf diese Weise können verlegte Verbindungen des Mobilfunknetzes zum Verbinden der zentralen regionalen Steuerknoten und der zentralen lokalen Steuerknoten verwendet werden. Für das Verbinden des zentralen Steuerknotens können eigens verlegte dedizierte Datenkabel oder Lichtleiter verwendet werden.

[0049] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass ein Überwachen des Straßenverkehrs in Echtzeit und ein geringes Unfallrisiko für Fahrzeuge des Straßenverkehrs gewährleistet, wobei insbesondere eine Wahrscheinlichkeit von Geisterfahrern gering ist. Abgesehen davon ist eine Fahrsicherheit von vollautonomen Fahrzeugen aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens hoch. Infolgedessen ist ein Vertrauen von Insassen von vollautonomen Fahrzeugen in die vollautonomen Fahrzeuge stark. Weiterhin vorteilhaft ist, dass das erfindungsgemäße Verfahren die vorhandene Infrastruktur eines Mobilfunknetzes verwenden und auch ältere Fahrzeuge einbeziehen kann.

[0050] Zudem erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren einer für den Straßenverkehr verantwortlichen Institution ein sicheres, flexibles und schnelles Einwirken auf den Straßenverkehr, um auf besondere Umstände, d.h. Natureinflüsse wie Wetterbedingungen oder Naturkatastrophen, zu reagieren oder eigene Vorhaben wie Straßenbaustellen zu unterstützen. Das Verfahren ermöglicht ferner, den Straßenverkehr betreffende Daten zu erheben, aus den erhobenen Daten künftige Probleme des Straßenverkehrs zu ermitteln und vorsorglich Maßnahmen gegen die ermittelten Probleme zu ergreifen. Weiterhin können Teilnehmer an dem Straßenverkehr, d.h. Fahrer oder Insassen der Fahrzeuge, aber auch Fahrgäste von Fahrzeugen des öffentlichen Personennahverkehrs dank den ermittelten Daten über den aktuellen Zustand des Straßenverkehrs informiert werden.

[0051] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0052] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden

Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0053] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines Systems nach einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung ein Blockdiagramm eines Mobilfunknetzes mit einem institutionellen Knoten gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines weiteren Fahrbahnabschnitts des in Fig. 1 gezeigten Systems;

Fig. 4 in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines weiteren Fahrbahnabschnitts des in Fig. 1 gezeigten Systems;

Fig. 5 in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines weiteren Fahrbahnabschnitts des in Fig. 1 gezeigten Systems;

Fig. 6 in einem Diagramm einen Zeitablauf eines Abschnitts eines Übertragungsverfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 7 ein Flussdiagramm des in Fig. 6 gezeigten Verfahrensabschnitts.

[0054] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines Systems 1 nach einer Ausführungsform der Erfindung. Das System 1 dient zum Steuern eines Straßenverkehrs. Der Straßenverkehr umfasst eine Mehrzahl von (nicht dargestellten) Fahrzeugen, welche auf einem Straßennetz angeordnet sind. Zu dem Straßennetz gehört eine Mehrzahl von miteinander verbundenen Fahrbahnabschnitten 70, von denen hier beispielhaft ein gerader Fahrbahnabschnitt 70 und ein kurviger Fahrbahnabschnitt 70 dargestellt sind. Die Fahrbahnabschnitte 70 können zu einer Landstraße gehören und umfassen jeweils zwei durch eine Fahrbahnmarkierung getrennte Fahrspuren 71, 73. Eine erste Fahrspur 71 definiert eine erste Fahrtrichtung 72, und eine zweite Fahrspur 72 definiert eine zweite Fahrtrichtung 74, welche zu der ersten Fahrtrichtung 72 entgegengesetzt ist.

[0055] Ein Fahrzeug des Straßenverkehrs kann eine Hochleistungslaserdiode, einen Multi Electrode Laser (MEL) oder einen Multi Electrode Distributed Feedback Laser zum Senden von ultrakurzen optischen Impulsen

(Bursts) umfassen, welche eine Signaldauer von etwa 5 μ s und/oder eine Übertragungsrate von bis zu 100 Mbit/s und unter realistischen Bedingungen 10 Mbit/s aufweisen. Die ultrakurzen optischen Impulse können Frequenzen in einem Infrarot-Bereich, einem sichtbaren Bereich oder einem Ultraviolett-Bereich aufweisen.

[0056] Das System 1 umfasst ferner eine Mehrzahl von stationären zentralen lokalen Steuerknoten (CLGN) 30, eine Mehrzahl von jeweils mit einem zentralen lokalen Steuerknoten 30 verbundenen stationären lokalen Steuerknoten (Ctr) 20 und eine Mehrzahl von stationären Sensoren 10, welche an den Fahrbahnabschnitten 70 des Straßennetzes angeordnet und jeweils mit einem lokalen Steuerknoten 20 verbunden sind.

[0057] Jeder Sensor 10 umfasst mehrere lichtempfindliche Empfangselemente, welche zum Empfangen der von Fahrzeugen übertragenen ultrakurzen optischen Impulse konfiguriert sind und hier aufgrund ihrer geringen Größe nicht sichtbar sind. Zudem kann jeder Sensor jeweils eine Kamera, einen RADAR-Sensor, einen LIDAR-Sensor, einen SONAR-Sensor, eine in den Fahrbahnabschnitt 70 integrierte Drahtschleife und/oder einen sich in einer von dem Fahrbahnabschnitt 70 definierten Fahrtrichtung 72, 74 erstreckenden neben dem Fahrbahnabschnitt 70 oder unter dem Fahrbahnabschnitt 70 angeordneten Leitdraht umfassen.

[0058] Die dem Fahrbahnabschnitt 70 zugeordneten lokalen Steuerknoten (Ctr) 20 sind gitterartig miteinander verbunden und jeweils insbesondere sternförmig mit einer Mehrzahl von Sensoren 10 verbunden.

[0059] Zu dem System 1 gehört weiterhin ein Mobilfunknetz 100 (s. Fig. 7) mit einer Mehrzahl von Komponenten, von denen hier nur zwei Antennenstation 140 dargestellt sind. Die zentralen lokalen Steuerknoten (CLGN) 30 sind über einen Lichtleiter oder ein Datenkabel jeweils mit einer Antennenstation 140 verbunden. Die lokalen Steuerknoten (Ctr) 20 sind über die Antennenstationen 140 des Mobilfunknetzes 100 mit den zentralen lokalen Steuerknoten (CLGN) 30 drahtlos verbunden.

[0060] Ferner umfasst das System 1 eine Mehrzahl von stationären zentralen regionalen Steuerknoten (CRGN) 40 und einen stationären zentralen Steuerknoten (CGN) 50. Die lokalen Steuerknoten (Ctr) 20, die zentralen lokalen Steuerknoten (CLGN) 30, die zentralen regionalen Steuerknoten (CRGN) 40 und der zentrale Steuerknoten (CGN) 50 sind in einer Baumtopologie mit vier Hierarchiestufen angeordnet. Die zentralen lokalen Steuerknoten (CLGN) 30 und die zentralen regionalen Steuerknoten (CRGN) 40 sind über Datenkabel oder Lichtleiter jeweils mit mehreren Antennenstationen 140 des Mobilfunknetzes 100 verbunden. Der zentrale Steuerknoten (CGN) 50 ist über ein Datenkabel oder einen Lichtleiter mit jedem zentralen regionalen Steuerknoten (CRGN) 40 verbunden.

[0061] Fig. 2 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Blockdiagramm des Mobilfunknetzes 100 mit einem institutionellen Knoten in Form eines Authority Access (AA)-Rechners 60 gemäß einer Ausführungsform der Er-

findung.

[0062] Das Mobilfunknetz 100 umfasst ein Home Location Register (HLR) 110 und einen Home Subscriber Server (HSS) 190, ein oder mehrere Mobile Switching Centers (MSC) 120, eine Mehrzahl von Base Station Controllers (BSC) 130 bzw. von Radio Network Controllers (RNC) 160, eine Mehrzahl von mit den BSC 130 und RNC 160 verbundenen Antennenstationen (Base Transceiver Station, BTS, (e)NodeB) 140, einen oder mehrere Serving GPRS Support Nodes (SGSN) 150, ein Gateway (GW) 170 und einen oder mehrere Mobile Switching Center Servers (MSS), welche in bekannter Weise miteinander verbunden sind.

[0063] Der Authority Access (AA)-Rechner 60 ist mit dem Gateway (GW) 170 und einem Mobile Switching Center (MSC) 120 verbunden. Der AA-Rechner 60 ist gegen eine unberechtigte Nutzung gesichert und konfiguriert, einer autorisierten/authentifizierten Person einen administrativen Zugriff auf das Home Location Register (HLR) 110 und/oder den Home Subscriber Server (HSS) 130 des Mobilfunknetzes 100 sowie auf die lokalen Steuerknoten (Ctr) 20, die zentralen lokalen Steuerknoten (CLGN) 30, die zentralen regionalen Steuerknoten (CRGN) 40 und den zentralen Steuerknoten (CGN) 50 zu gewähren. Der administrative Zugriff auf das HLR 110 und/oder den HSS 130 kann mittels einer Access Control List (ACL) auf bestimmte Identifikatoren (E.212 IMSI) und Regionen, d.h. Fahrbahnabschnitte des Straßennetzes, eingeschränkt sein.

[0064] Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines weiteren Fahrbahnabschnitts 70 des in Fig. 1 gezeigten Systems 1. Der Fahrbahnabschnitt 70 kann zu einer Bundesautobahn gehören und unterscheidet sich von den in Figur 1 gezeigten Fahrbahnabschnitten 70 dadurch, dass jeweils zwei benachbarte Fahrspuren 71, 73 dieselbe Fahrtrichtung 72, 74 definieren. Zwei erste Fahrspuren 71 definieren dieselbe erste Fahrtrichtung 72 und sind von zwei zweiten Fahrspuren 73, welche dieselbe zweite Fahrtrichtung 74 definieren, durch einen Mittelstreifen getrennt.

[0065] Fig. 4 zeigt in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines weiteren Fahrbahnabschnitts 70 des in Fig. 1 gezeigten Systems 1. Der Fahrbahnabschnitt 70 umfasst zwei Sensoren 10 jeweils in Form einer Drahtschleife, welche in der ersten Fahrspur 71 des Fahrbahnabschnitts 70 bezogen auf die definierte Fahrtrichtung 72 hintereinander angeordnet sind. Die Sensoren 10 können mittels von einem auf der Fahrspur 71 fahrenden Fahrzeug verursachten Induktionen in die Drahtschleifen erfassen, ob das Fahrzeug auf der Fahrspur 71 in der definierten Fahrtrichtung 72 oder in einer entgegengesetzten verbotenen Fahrtrichtung 75 fährt.

[0066] Fig. 5 zeigt in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines weiteren Fahrbahnabschnitts 70 des in Fig. 1 gezeigten Systems 1. Der Fahrbahnabschnitt 70 hat denselben Grundaufbau wie

der in Figur 2 gezeigte Fahrbahnabschnitt 70 und weist zusätzlich eine Auffahrt 80 und eine Abfahrt 90 auf. Die Sensoren 10 sind derart ausgerichtet, dass Erfassungsrichtungen der Sensoren 10, d.h. Mittelachsen von Erfassungskegeln 11 der Sensoren 10, gegenüber den Fahrtrichtungen 72, 74 auf dem Fahrbahnabschnitt 70 einen Winkel von höchstens 10° und bevorzugt von höchstens 5° aufweisen. Die Erfassungsrichtungen jedes Sensors erstrecken sich im Wesentlichen entgegen der jeweils definierten Fahrtrichtung 72, 74. Jeder Erfassungskegel 11 überlappt mit weiteren Erfassungskegeln 11 beider Fahrtrichtungen 72, 74.

[0067] Das System 1 ist konfiguriert, zum Steuern des Straßenverkehrs das folgende Verfahren auszuführen.

[0068] Die Fahrzeuge des Straßenverkehrs fahren auf den Fahrspuren 71, 73 der Fahrbahnabschnitte 70 des Straßennetzes. Die stationären Sensoren 10 überwachen die Fahrbahnabschnitte 70 des Straßennetzes fortlaufend sensorisch.

[0069] Die Sensoren 10 erfassen Identifikatoren der auf den Fahrbahnabschnitten 70 angeordneten Fahrzeuge und Fahrparameterwerte von Fahrten der Fahrzeuge auf den Fahrbahnabschnitten 70. Jeder Sensor 10 empfängt bevorzugt ein IMSI (International Mobile Subscriber Identity) bzw. ein TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity, TMSI) als einen Identifikator eines Fahrzeugs, welches von einem in dem Fahrzeug angeordneten Subscriber Identification Module (SIM) oder dergleichen bereitgestellt wird, und überträgt erfasste Identifikatoren zu dem mit dem Sensor 10 verbundenen und dem Fahrbahnabschnitt 70 zugeordneten stationären lokalen Steuerknoten (Ctr) 20.

[0070] Zu den erfassten Fahrparameterwerten gehören eine bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt 70 definierte Fahrtrichtung 72, 74 laterale und/oder longitudinale Position des Fahrzeugs, eine laterale Position des Fahrzeugs bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt 70 definierte Fahrspur, eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, und ein Abstand zu einem weiteren auf dem Fahrbahnabschnitt 70 angeordneten Fahrzeug, um nur einige zu nennen. Der lokale Steuerknoten 20 oder der zentrale lokale Steuerknoten 30 können Fahrparameterwerte mittels einer Triangulation und/oder mittels einer Dopplerverschiebung aus Signalen der verbundenen Sensoren 10 berechnen.

[0071] Der lokale Steuerknoten (Ctr) 20 überträgt einen Kennzeichner des zugeordneten Fahrbahnabschnitts 70 und die Fahrparameterwerte zu dem verbundenen stationären zentralen lokalen Steuerknoten 30. Der zentrale lokale Steuerknoten 30 vergleicht die empfangenen Fahrparameterwerte mit jeweils vorbestimmten für den von dem Kennzeichner bezeichneten Fahrbahnabschnitt 70 maßgeblichen zulässigen Parameterwertebereichen der Fahrparameterwerte.

[0072] Wenn ein empfangener Fahrparameterwert außerhalb des vorbestimmten zulässigen Parameterwertebereichs liegt, überträgt der zentrale lokale Steu-

erknoten 30 eine Negativnachricht zu dem betreffenden lokalen Steuerknoten 20. Der lokale Steuerknoten 20 überträgt aufgrund der empfangenen Negativnachricht eine ein Ändern des zumindest einen Fahrparameterwerts betreffende Steuernachricht drahtlos zu dem betroffenen Fahrzeug.

[0073] Die empfangene Steuernachricht kann von einer in dem Fahrzeug angeordneten Anzeigeeinrichtung angezeigt werden. Das Fahrzeug ändert den zumindest einen Fahrparameterwert entsprechend der empfangenen Steuernachricht. Wenn das Fahrzeug vollautonom fährt, ändert die Steuernachricht den zumindest einen Fahrparameterwert des Fahrzeugs automatisch. Wenn das Fahrzeug von einem Fahrer manuell gesteuert wird, wird der zumindest eine Fahrparameterwert des Fahrzeugs von einem Fahrer des Fahrzeugs entsprechend der angezeigten Steuernachricht manuell geändert.

[0074] Die Fahrzeuge und die Sensoren 10 kommunizieren unmittelbar oder mittelbar. Im Rahmen der Kommunikation übertragen die Fahrzeuge Kommunikationsdaten über ein Lichtsignal, d.h. ultrakurze optische Impulse, unmittelbar zu den Sensoren 10 und empfangen Kommunikationsdaten über ein Funksignal, bevorzugt über das Mobilfunknetz 100, mittelbar von mit den Sensoren 10 verbundenen lokalen Steuerknoten (Ctr) 20.

[0075] Fig. 6 zeigt in einem Diagramm einen Zeitablauf 203 eines Abschnitts eines Übertragungsverfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die Fahrzeuge übertragen Kommunikationsdaten zu den Sensoren 10 gemäß einem dedizierten Protokoll 200, welches als Secure Mobile Data Emission (SMDE)-Protokoll bezeichnet werden kann.

[0076] Das Protokoll 200 unterstützt eine verschlüsselte Kommunikation und definiert eine Handshake-Phase 210, eine auf die Handshake-Phase 210 folgende Schlüsselvereinbarungsphase 220 und eine auf die Schlüsselvereinbarungsphase 220 folgende Datenaustauschphase 230.

[0077] In der Handshake-Phase 210 sendet ein Sender 201, hier das Fahrzeug, eine Verbindung anforderndes Triggersignal 211 zu einem fortlaufend empfangsbereiten Empfänger 202, hier dem Sensor 10. Wenn der Empfänger 202 das Triggersignal 211 empfängt, sendet der Empfänger 202 ein Antwortsignal 212 zu dem Sender 201.

[0078] In der Schlüsselvereinbarungsphase 220 sendet der Sender 201 ein Schlüsselverkündungssignal (Secure Key Announcement Message, SKAM) 221 zu dem Empfänger 202, welches den Identifikator des Senders 201, eine Schlüssellänge, und einen Hashwert umfasst, welcher durch Potenzieren einer Basis in Form einer (Pseudo-)Zufallszahl (N_{stray}) mit einem Schlüssel (Key, K) berechnet ist. Der Schlüssel kann eine zufällige Bitfolge der Länge 4 sein.

[0079] Wenn der Empfänger 202 das Schlüsselverkündungssignal (SKAM) 221 empfangen hat, berechnet er aus dem ersten Hashwert den Schlüssel (K) und die Basis, verringert die berechnete Basis um Eins, berech-

net einen zweiten Hashwert durch Potenzieren der verringerten Basis mit dem Schlüssel (K) und sendet ein Schlüsselbestätigungssignal (Secure Key Confirmation Message, SKCM) zu dem Sender, welches den zweiten Hashwert umfasst.

[0080] Wenn der Sender 201 das Schlüsselbestätigungssignal (SKCM) 221 empfangen hat, berechnet er mittels des Schlüssels aus dem zweiten Hashwert die Basis und vergleicht die Basis mit der (Pseudo-)Zufallszahl. Wenn die berechnete Basis gleich der um Eins verringerten (Pseudo-)Zufallszahl ist, sendet der Sender 201 ein Bestätigungssignal 231 zu dem Empfänger 202, verschlüsselt auszutauschende Daten mittels des Schlüssels und sendet die verschlüsselten Daten zu dem Empfänger 201, welcher die empfangenen Daten mittels des Schlüssels entschlüsselt.

[0081] Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm des in Fig. 6 gezeigten Verfahrensabschnitts. Gemäß dem dedizierten Protokoll 200 überträgt der Sender 201 das Triggersignal 211 zu dem fortlaufend empfangsbereiten Empfänger 202. Wenn der Sender 201 innerhalb einer vorbestimmten Antwortzeit kein Antwortsignal empfängt, tritt ein Time-Out 213 ein und kann der Sender 201 das Triggersignal 211 erneut übertragen.

[0082] Andernfalls wartet der Empfänger 202 auf das Schlüsselverkündungssignal (SKAM) 221, bis nach einer vorbestimmten Schlüsselverkündungszeit ein Time-Out 223 eintritt und der Empfänger 202 in den fortlaufend empfangsbereiten Zustand zurückkehrt.

[0083] Wenn der Sender 201 nach dem Übertragen des Schlüsselverkündungssignals (SKAM) 221 innerhalb einer vorbestimmten Schlüsselbestätigungszeit kein Schlüsselbestätigungssignal (SKCM) 222 erhält, tritt ein Time-Out 233 ein und der Sender kann das Triggersignal 211 erneut übertragen. Wenn der Sender 201 dagegen ein falsches Schlüsselbestätigungssignal (SKCM) 223 empfängt, tritt eine Fehlerbedingung 234 ein und der Sender kann das Triggersignal 211 erneut übertragen.

[0084] Andernfalls wurde der Schlüssel korrekt vereinbart, und der Sender 201 überträgt das Bestätigungssignal 231 sowie verschlüsselte Daten zu dem Empfänger 202.

[0085] Im Rahmen des Verfahrens kann die für einen Fahrbahnabschnitt 70 oder das Straßennetz verantwortliche Institution 61 die vorbestimmten Parameterwertebereiche mittels des AA-Rechners 60 bedarfsweise, d. h. jederzeit bei Bedarf, und/oder während einer bestimmten Zeitdauer ändern. Ebenso kann die Institution 61 mittels des AA-Rechners 60 einen Fahrbahnabschnitt 70 bedarfsweise und/oder während einer bestimmten Zeitdauer für ein Fahrzeug mit einem bestimmten Identifikator freigeben und für Fahrzeuge mit einem von dem bestimmten Identifikator abweichenden Identifikator sperren.

Bezugszeichenliste

[0086]

5	1	System
	10	Sensor
	11	Erfassungsraumwinkel
	20	lokaler Steuerknoten (Ctr)
	30	zentraler lokaler Steuerknoten (CLGN)
10	40	zentraler regionaler Steuerknoten (CRGN)
	50	zentraler Steuerknoten (CGN)
	60	Authority Access-Server (AA)
	61	Institution
	70	Fahrbahnabschnitt
15	71	Fahrspur
	72	definierte Fahrtrichtung
	73	Fahrspur
	74	definierte Fahrtrichtung
	75	verbotene Fahrtrichtung
20	80	Auffahrt
	90	Abfahrt
	100	Mobilfunknetz
	110	Home Location Register (HLR)
	120	Mobile Switching Center (MSC)
25	130	Base Station Controller (BSC)
	140	Antennenstation (Base Transceiver Station, BTS, (e)NodeB)
	150	Serving GPRS Support Node (SGSN)
	160	Radio Network Controller (RNC)
30	170	Gateway (GW)
	180	Mobile Switching Center Server (MSS)
	190	Home Subscriber Server (HSS)
	200	Protokoll (SMDE)
	201	Sender
35	202	Empfänger
	203	Zeitablauf
	210	Handshake-Phase
	211	Triggersignal
	212	Antwortsignal
40	213	Time-Out
	220	Schlüsselvereinbarungsphase
	221	Schlüsselverkündungssignal
	222	Schlüsselbestätigungssignal
	223	Time-Out
45	230	Datenaustauschphase
	231	Bestätigungssignal
	233	Time-Out
	234	Fehlersignal
50		

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Straßenverkehrs, bei dem
 - ein an einem Fahrbahnabschnitt (70) eines Straßennetzes angeordneter stationärer Sensor (10) den Fahrbahnabschnitt (70) sensorisch

- überwacht ;
- der Sensor (10) einen Identifikator eines auf dem Fahrbahnabschnitt (70) angeordneten Fahrzeugs und zumindest einen Fahrparameterwert einer Fahrt des Fahrzeugs auf dem Fahrbahnabschnitt (70) erfasst und zu einem mit dem Sensor (10) verbundenen und dem Fahrbahnabschnitt (70) zugeordneten stationären lokalen Steuerknoten (20) überträgt;
 - der lokale Steuerknoten (20) einen Kennzeichner des zugeordneten Fahrbahnabschnitts (70) und den zumindest einen erfassten Fahrparameterwert zu einem stationären zentralen lokalen Steuerknoten (30) überträgt;
 - der zentrale lokale Steuerknoten (30) den empfangenen zumindest einen Fahrparameterwert mit einem vorbestimmten für den von dem Kennzeichner bezeichneten Fahrbahnabschnitt (70) maßgeblichen zulässigen Parameterwertebereich des zumindest einen Fahrparameterwerts vergleicht ;
 - der zentrale lokale Steuerknoten (30) eine Negativnachricht zu dem lokalen Steuerknoten (20) überträgt, wenn der empfangene zumindest eine Fahrparameterwert außerhalb des vorbestimmten zulässigen Parameterwertebereichs liegt;
 - der lokale Steuerknoten (20) aufgrund der empfangenen Negativnachricht eine ein Ändern des zumindest einen Fahrparameterwerts betreffende Steuernachricht zu dem Fahrzeug überträgt;
 - das Fahrzeug den zumindest einen Fahrparameterwert entsprechend der empfangenen Steuernachricht ändert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Kennzeichner, der Fahrparameterwert oder die Negativnachricht oder die Steuernachricht jeweils über ein WLAN oder ein Mobilfunknetz (100) drahtlos übertragen werden.
 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem ein in dem Fahrzeug angeordnetes Subscriber Identification Module den Identifikator des Fahrzeugs bereitstellt.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Steuernachricht den zumindest einen Fahrparameterwert des Fahrzeugs automatisch ändert oder der zumindest eine Fahrparameterwert des Fahrzeugs von einem Fahrer des Fahrzeugs entsprechend der Steuernachricht manuell geändert wird und/oder bei dem die Steuernachricht von einer in dem Fahrzeug angeordneten Anzeigeeinrichtung angezeigt wird.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Fahrzeug und der zumindest eine Sensor (10) unmittelbar oder mittelbar gemäß einem dedizierten Protokoll (200) kommunizieren und das Fahrzeug Kommunikationsdaten über ein Lichtsignal unmittelbar zu dem Sensor (10) überträgt und Kommunikationsdaten über ein Funksignal mittelbar von dem mit dem Sensor (10) verbundenen lokalen Steuerknoten (20) empfängt.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der zumindest eine Fahrparameterwert eine bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt (70) definierte Fahrtrichtung (72, 74) laterale und/oder longitudinale Position des Fahrzeugs, eine laterale Position des Fahrzeugs bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt (70) definierte Fahrspur, eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, einen Abstand zu einem weiteren auf dem Fahrbahnabschnitt (70) angeordneten Fahrzeug umfasst und der lokale Steuerknoten (20) den zumindest einen Fahrparameterwert mittels einer Triangulation und/oder mittels einer Dopplerverschiebung berechnet.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem eine für den Fahrbahnabschnitt (70) oder das Straßennetz verantwortliche Institution den vorbestimmten Parameterwertebereich bedarfsweise und/oder während einer bestimmten Zeitdauer ändert und/oder bei dem eine für den Fahrbahnabschnitt (70) oder das Straßennetz verantwortliche Institution (61) den Fahrbahnabschnitt (70) bedarfsweise und/oder während einer bestimmten Zeitdauer für ein Fahrzeug mit einem bestimmten Identifikator freigibt und für ein Fahrzeug mit einem von dem bestimmten Identifikator abweichenden Identifikator sperrt.
 8. System zum Steuern eines Straßenverkehrs, mit einem stationären zentralen lokalen Steuerknoten (30), einem mit dem zentralen lokalen Steuerknoten (30) verbundenen stationären lokalen Steuerknoten (20) und zumindest einem an einem Fahrbahnabschnitt (70) eines Straßennetzes angeordneten und mit dem lokalen Steuerknoten (20) verbundenen stationären Sensor (10), welches konfiguriert ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auszuführen.
 9. System nach Anspruch 8, bei dem der zumindest eine Sensor (10) eine Kamera, einen RADAR-Sensor, einen LIDAR-Sensor, einen SONAR-Sensor, eine in den Fahrbahnabschnitt (70) integrierte Drahtschleife, einen sich in einer von dem Fahrbahnabschnitt (70) definierten Fahrtrichtung (72, 74) erstreckenden neben dem Fahrbahnabschnitt (70) oder unter dem Fahrbahnabschnitt (70) angeordneten Leitdraht umfasst.

10. System nach einem der Ansprüche 8 oder 9, bei dem eine Erfassungsrichtung des zumindest einen Sensors (10) gegenüber der Fahrtrichtung (72, 74) auf dem Fahrbahnabschnitt (70) einen Winkel von höchstens 10° und bevorzugt von höchstens 5° aufweist. 5
11. System nach einem der Ansprüche 8 bis 10, mit einer Mehrzahl von stationären lokalen Steuerknoten (20) und einer Mehrzahl von jeweils mit einem lokalen Steuerknoten (20) verbundenen stationären Sensoren (10). 10
12. System nach Anspruch 11, bei dem die Mehrzahl von dem Fahrbahnabschnitt (70) zugeordneten lokalen Steuerknoten (20) gitterartig miteinander und/oder sternförmig mit den Sensoren (10) verbunden sind. 15
13. System nach einem der Ansprüche 8 bis 12, mit einem Mobilfunknetz (100), über das der zumindest eine lokale Steuerknoten (20) mit dem zentralen lokalen Steuerknoten (30) drahtlos verbunden ist. 20
14. System nach Anspruch 13, mit einer Mehrzahl von stationären zentralen regionalen Steuerknoten (40) und einem stationären zentralen Steuerknoten (50). 25
15. System nach einem der Ansprüche 13 oder 14, bei dem zumindest ein oder jeder zentrale lokale Steuerknoten (30) und/oder zumindest ein oder jeder zentrale regionale Steuerknoten (40) über ein Datenkabel oder einen Lichtleiter mit einer Antennenstation (140) des Mobilfunknetzes (100) verbunden sind und/oder bei dem der zentrale Steuerknoten (50) über ein Datenkabel oder einen Lichtleiter mit zumindest einem oder jedem zentralen regionalen Steuerknoten (40) verbunden ist. 30 35

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zum Steuern eines Straßenverkehrs, bei dem 45
- ein an einem Fahrbahnabschnitt (70) eines Straßennetzes angeordneter stationärer Sensor (10) den Fahrbahnabschnitt (70) sensorisch überwacht; 50
 - der Sensor (10) einen Identifikator eines auf dem Fahrbahnabschnitt (70) angeordneten Fahrzeugs und zumindest einen Fahrtparameterwert einer Fahrt des Fahrzeugs auf dem Fahrbahnabschnitt (70) erfasst und zu einem mit dem Sensor (10) verbundenen und dem Fahrbahnabschnitt (70) zugeordneten stationären lokalen Steuerknoten (20) überträgt; 55

- der lokale Steuerknoten (20) einen Kennzeichner des zugeordneten Fahrbahnabschnitts (70) und den zumindest einen erfassten Fahrtparameterwert zu einem stationären zentralen lokalen Steuerknoten (30) überträgt;
- der zentrale lokale Steuerknoten (30) den empfangenen zumindest einen Fahrtparameterwert mit einem vorbestimmten für den von dem Kennzeichner bezeichneten Fahrbahnabschnitt (70) maßgeblichen zulässigen Parameterwertebereich des zumindest einen Fahrtparameterwerts vergleicht;
- der zentrale lokale Steuerknoten (30) eine Negativnachricht zu dem lokalen Steuerknoten (20) überträgt, wenn der empfangene zumindest eine Fahrtparameterwert außerhalb des vorbestimmten zulässigen Parameterwertebereichs liegt;
- der lokale Steuerknoten (20) aufgrund der empfangenen Negativnachricht eine ein Ändern des zumindest einen Fahrtparameterwerts betreffende Steuernachricht zu dem Fahrzeug überträgt;
- das Fahrzeug den zumindest einen Fahrtparameterwert entsprechend der empfangenen Steuernachricht ändert,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein in dem Fahrzeug angeordnetes Subscriber Identification Module den Identifikator des Fahrzeugs bereitstellt und das Fahrzeug und der zumindest eine Sensor (10) unmittelbar oder mittelbar gemäß einem dedizierten Protokoll (200) kommunizieren und das Fahrzeug Kommunikationsdaten über ein Lichtsignal unmittelbar zu dem Sensor (10) überträgt und Kommunikationsdaten über ein Funksignal mittelbar von dem mit dem Sensor (10) verbundenen lokalen Steuerknoten (20) empfängt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Kennzeichner, der Fahrtparameterwert oder die Negativnachricht oder die Steuernachricht jeweils über ein WLAN oder ein Mobilfunknetz (100) drahtlos übertragen werden. 40
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem die Steuernachricht den zumindest einen Fahrtparameterwert des Fahrzeugs automatisch ändert oder der zumindest eine Fahrtparameterwert des Fahrzeugs von einem Fahrer des Fahrzeugs entsprechend der Steuernachricht manuell geändert wird und/oder bei dem die Steuernachricht von einer in dem Fahrzeug angeordneten Anzeigeeinrichtung angezeigt wird. 50
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der zumindest eine Fahrtparameterwert eine bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt (70) 55

- definierte Fahrtrichtung (72, 74) laterale und/oder longitudinale Position des Fahrzeugs, eine laterale Position des Fahrzeugs bezogen auf eine von dem Fahrbahnabschnitt (70) definierte Fahrspur, eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs, eine Beschleunigung des Fahrzeugs, einen Abstand zu einem weiteren auf dem Fahrbahnabschnitt (70) angeordneten Fahrzeug umfasst und der lokale Steuerknoten (20) den zumindest einen Fahrtparameterwert mittels einer Triangulation und/oder mittels einer Dopplerverschiebung berechnet.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- ren (10).
10. System nach Anspruch 9, bei dem die Mehrzahl von dem Fahrbahnabschnitt (70) zugeordneten lokalen Steuerknoten (20) gitterartig miteinander und/oder sternförmig mit den Sensoren (10) verbunden sind.
11. System nach einem der Ansprüche 6 bis 10, mit einem Mobilfunknetz (100), über das der zumindest eine lokale Steuerknoten (20) mit dem zentralen lokalen Steuerknoten (30) drahtlos verbunden ist.
12. System nach Anspruch 11, mit einer Mehrzahl von stationären zentralen regionalen Steuerknoten (40) und einem stationären zentralen Steuerknoten (50).
13. System nach einem der Ansprüche 11 oder 12, bei dem zumindest ein oder jeder zentrale lokale Steuerknoten (30) und/oder zumindest ein oder jeder zentrale regionale Steuerknoten (40) über ein Datenkabel oder einen Lichtleiter mit einer Antennenstation (140) des Mobilfunknetzes (100) verbunden sind und/oder bei dem der zentrale Steuerknoten (50) über ein Datenkabel oder einen Lichtleiter mit zumindest einem oder jedem zentralen regionalen Steuerknoten (40) verbunden ist.

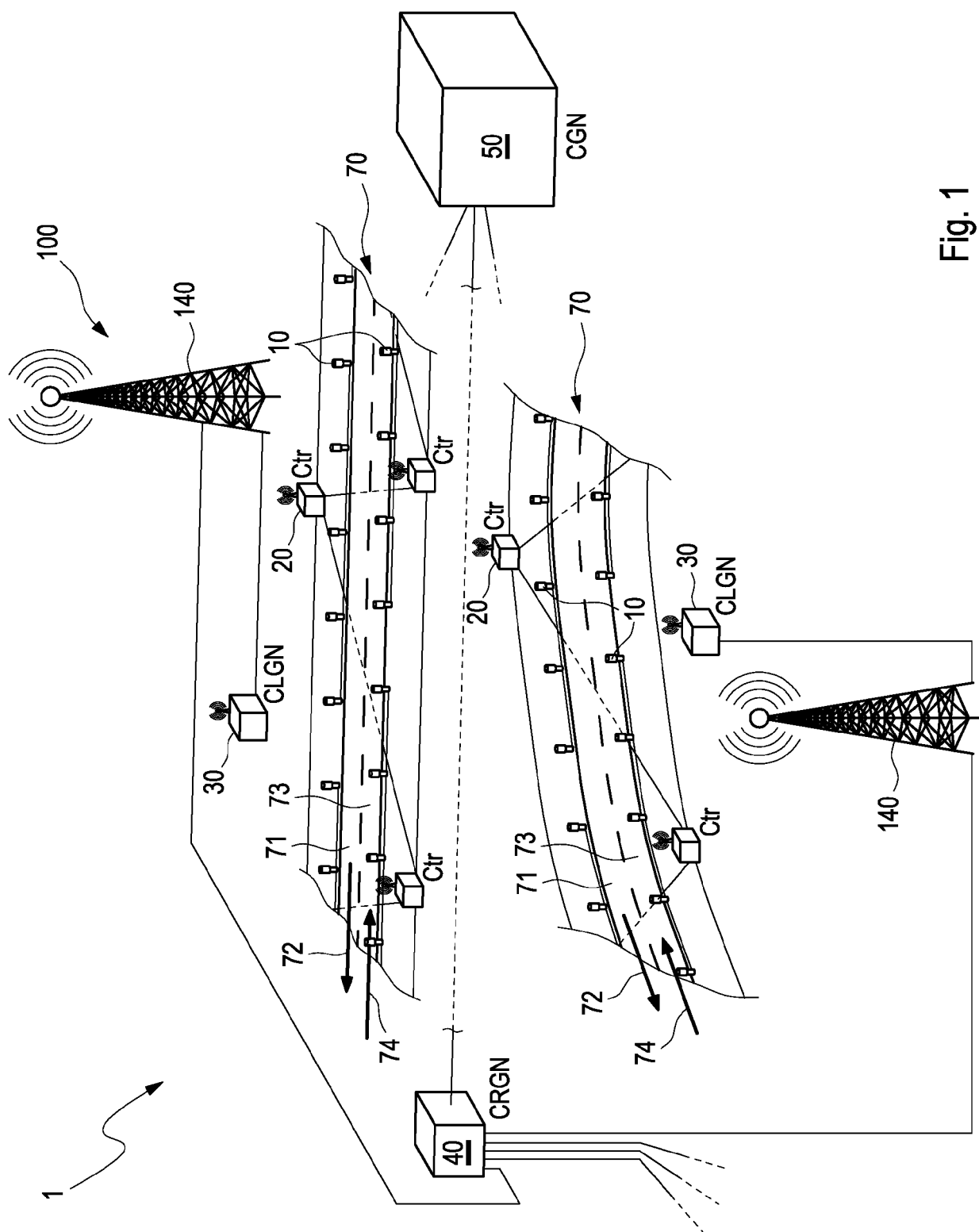


Fig. 1

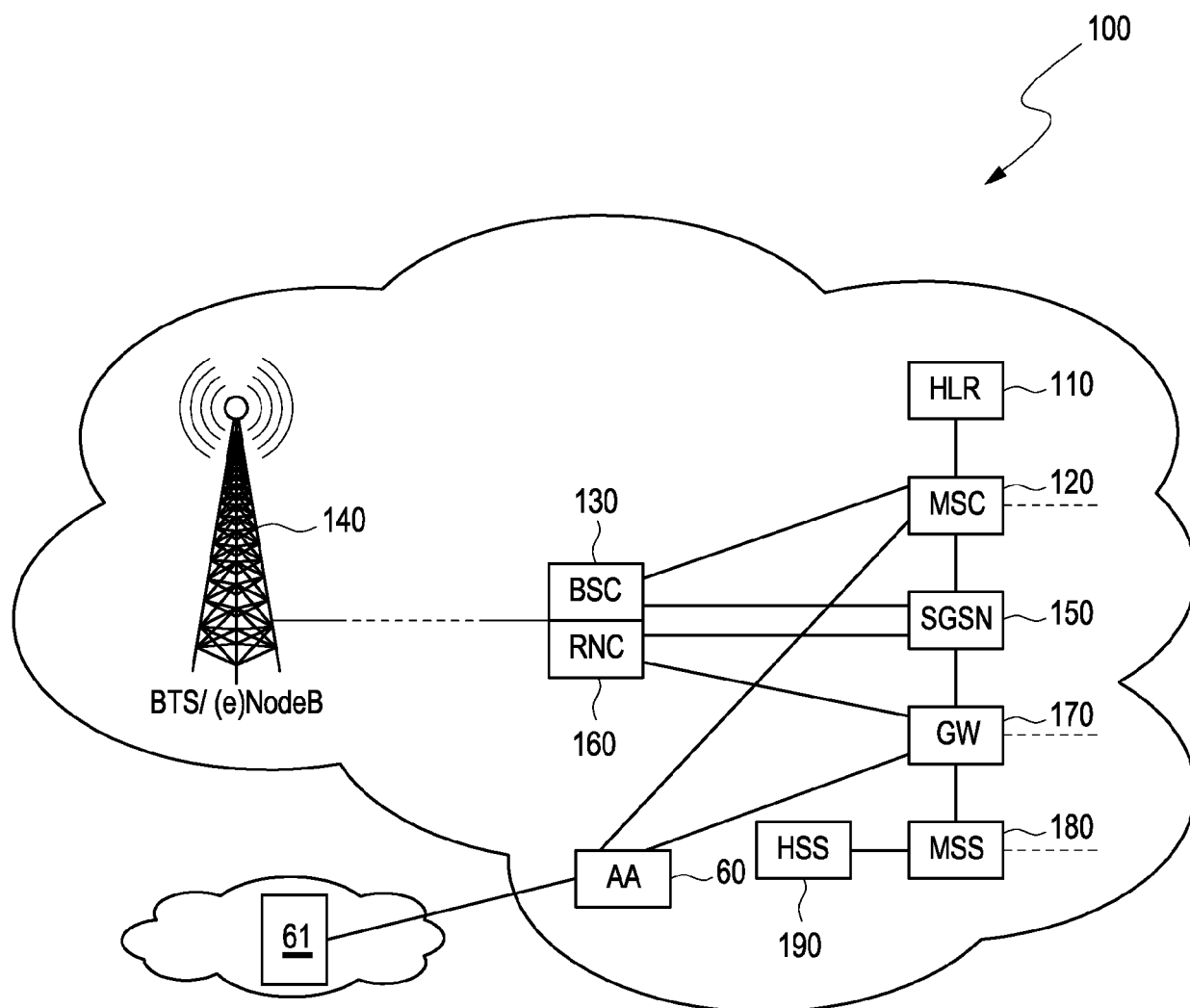


Fig. 2

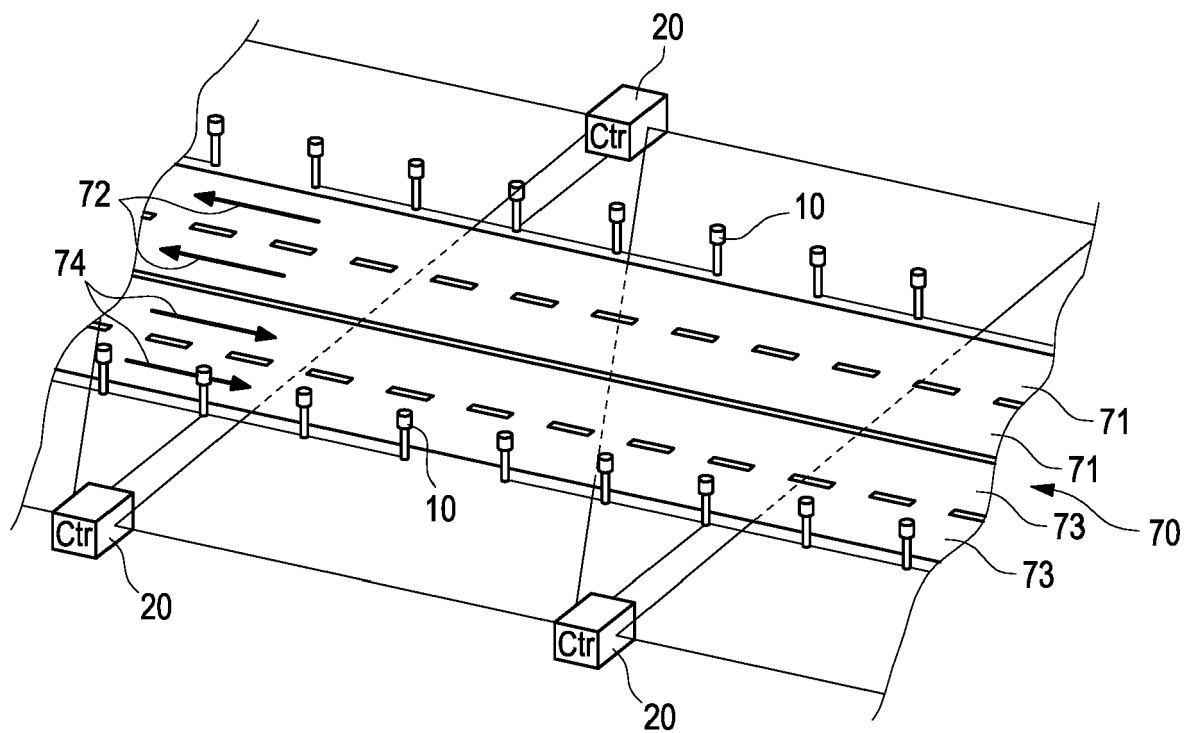


Fig. 3

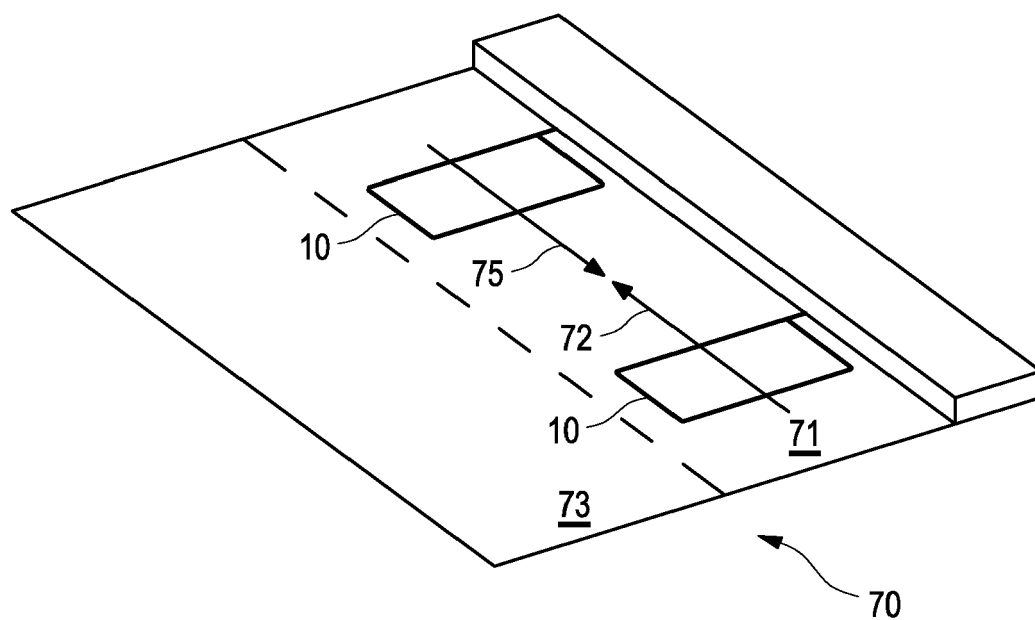


Fig. 4

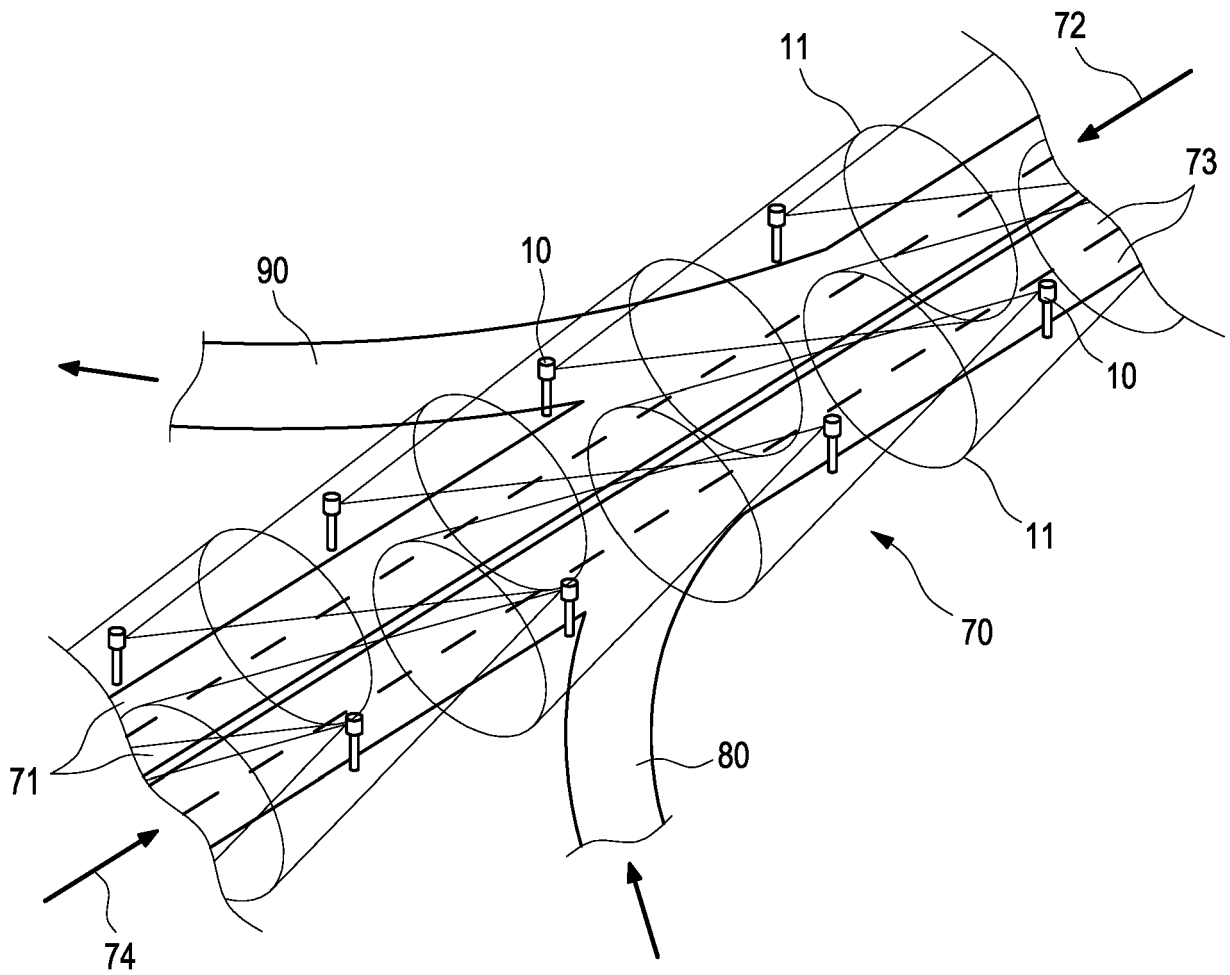


Fig. 5

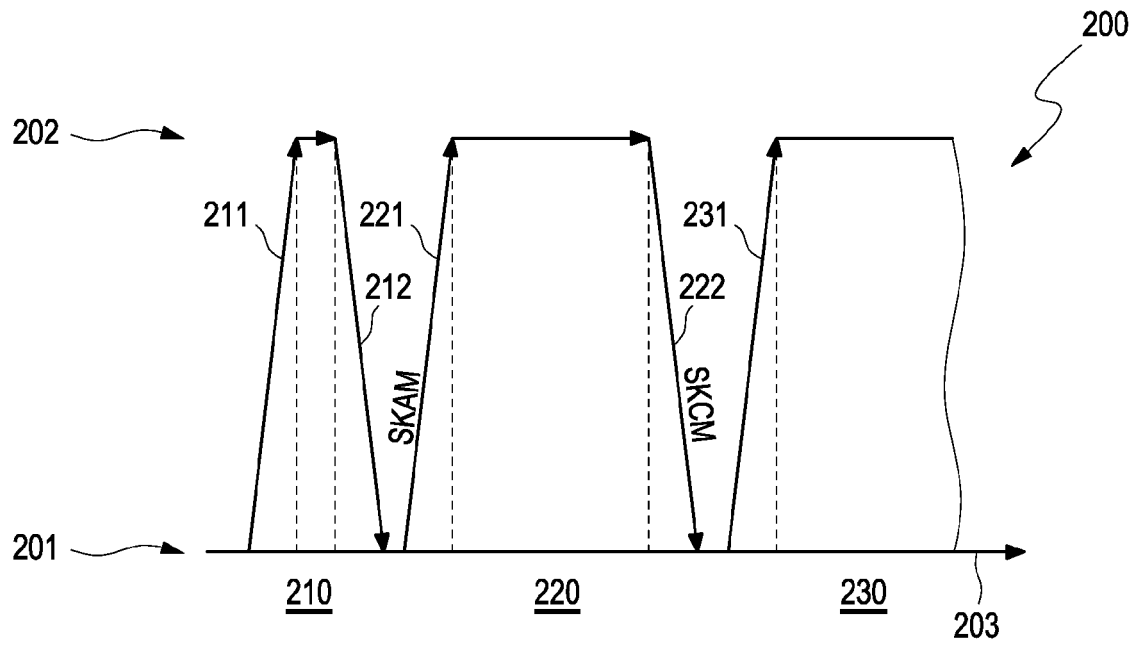


Fig. 6

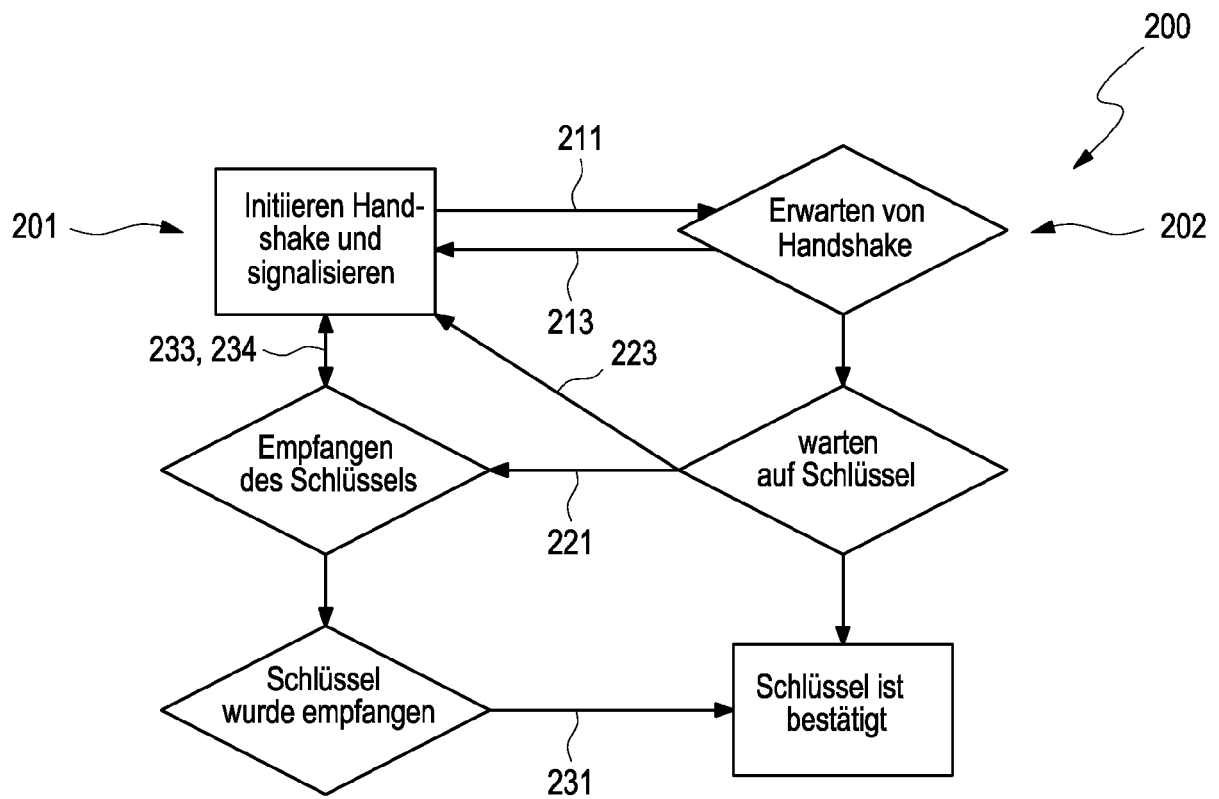


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 8638

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	US 2019/244521 A1 (RAN BIN [US] ET AL) 8. August 2019 (2019-08-08) * Absätze [0002], [0005], [0010], [0025], [0070] - [0090], [0101] - [0104], [0149], [0150], [0157], [0177] - [0179]; Abbildungen 2,6, 11,20,-22 * * Absätze [0123], [0126], [0180], [0213], [0224], [0237], [0238]; Abbildungen 6,10,11 * -----	1-15	INV. G08G1/01 G08G1/017 G08G1/04 G08G1/052 G08G1/056 G08G1/0967
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G08G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. Mai 2020	Prüfer Fagundes-Peters, D
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 : mündliche 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 03.92 (P04C03)

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

EP 19 20 8638

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.

15-05-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2019244521	A1	08-08-2019	US 2019244521	A1	08-08-2019
				WO 2019156956	A2	15-08-2019
15	-----					
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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