

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur vorausschauenden Buchung von Netzwerkressourcen in einem Mobilfunknetz. Der Vorschlag betrifft weiterhin eine Mobilfunknetz-Teilnehmerstation und eine Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit zur Verwendung bei dem Verfahren.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Für das Szenario von mit Funkkommunikationsmodulen ausgestatteten Fahrzeugen, die im öffentlichen Straßenverkehr direkt miteinander kommunizieren, sei es für ein kooperatives oder autonomes Fahren, oder auch für die Teilnahme am Mobilfunk und die Anbindung an das Internet oder die Versorgung mit anderen Datendiensten ist eine hohe Verlässlichkeit bei sicherheitskritischen Anwendungen unablässig oder für den Kunden sehr wichtig.

[0003] Fahrzeugkommunikation ist aber auch im Bereich der Mobilfunknetze möglich. Bei dieser Technik muss allerdings die Basisstation die Nachrichten von Fahrzeug zu Fahrzeug vermitteln. Das ist der Bereich, wo die Kommunikation in der sogenannten „Infrastructure Domain“ stattfindet. Für die kommende Mobilfunkgeneration wird auch die Fahrzeugdirektkommunikation ermöglicht. Bei LTE heißt diese Variante LTE-V, bei der 5G Initiative heißt diese Variante D2D.

[0004] Typische Kommunikations-Szenarien sind Sicherheitsszenarien, Verkehrseffizienzzenarien und Infotainment. Für den Bereich Sicherheit werden folgende Szenarien genannt: „Cooperative Forward Collision Warning“, „Pre-Crash Sensing/Warning“, „Hazardous Location Warning“. In diesen Bereichen tauschen die Fahrzeuge untereinander Informationen wie Position, Richtung und Geschwindigkeit aus, auch Parameter wie Größe und Gewicht. Weitere Informationen die übertragen werden betreffen Absichtsinformationen, wie Fahrzeug beabsichtigt zu überholen, Fahrzeug biegt links/rechts ab, usw. die für das kooperative Fahren interessant sind. Dabei werden oft Sensordaten übermittelt. Falls eine Gefahrensituation vorliegt und der Fahrer nicht reagiert, könnte das Auto automatisch abbremsen, so dass ein Unfall verhindert wird oder zumindest die Folgen bei dem unvermeidlichen Unfall möglichst gering gehalten werden.

[0005] Im Bereich Verkehrseffizienz werden genannt: „Enhanced Route Guidance and Navigation“, „Green-Light Optimal Speed Advisory“, „V2V Merging Assistance“ und das „Platooning“. Mit Platooning ist das intelligente Kolonnenfahren als Anwendungsfall gemeint, welches auch unter dem Begriff „High Density Platooning“ bekannt ist. Dabei werden die Abstände zwischen den Fahrzeugen der Kolon-

ne z.B. LKWs der jeweiligen Verkehrssituation angepasst und geregelt. Ziel ist es den Abstand zwischen den Kolonnenfahrzeugen möglichst zu verringern um den Energieverbrauch zu senken. Dazu müssen ständig Nachrichten zwischen den Kolonnenfahrzeugen ausgetauscht werden.

[0006] Im Bereich Infotainment steht der Internet-Zugang im Vordergrund.

[0007] Derzeit sind folgende Mobilfunktechnologien für die Fahrzeugkommunikation anwendbar: 3GPP-basiertes UMTS, HSPA, LTE, und die kommenden 5G Standards. Für die Fahrzeugdirektkommunikation wird erwähnt LTE-V und 5G D2D.

[0008] Sobald Daten periodisch wiederkehrend übertragen werden müssen, ist es effizienter Übertragungsressourcen für die Übertragung dieser Daten zu reservieren und diese Übertragungsressourcen der Sendestation zuzuweisen. Diese Aufgabe übernimmt in den heutigen Mobilfunkstandards eine Verwaltungseinheit, die auch unter dem Begriff Scheduler bekannt ist. Diese Verwaltungseinheit ist heute typischerweise in der Mobilfunk-Basisstation angeordnet. Beim LTE Mobilkommunikationssystem wird die Basisstation kurz als eNodeB bezeichnet, entsprechend „Evolved Node Basis“.

[0009] Es besteht also die Situation, dass bei der Direktkommunikation zwischen Fahrzeugen auf Mobilfunkbasis (LTE-V, 5G), die Übertragung von Fahrzeug zu Fahrzeug stattfindet, aber der Netzanbieter über die Basisstation eNodeB die Ressourcen kontrolliert.

[0010] Insbesondere werden - im Mobilfunk - alle Aktivitäten der Nutzer innerhalb einer Zelle von der Basisstation orchestriert. Der Scheduler, es handelt sich in der Regel um eine Software-Komponente in der Basisstation, teilt jedem Teilnehmer mit, zu welchem Zeitpunkt und auf welchen Frequenzen des Übertragungsrahmens er bestimmte Daten senden darf. Seine Hauptaufgabe besteht also in der gerechten Zuordnung der Übertragungsressourcen zu den verschiedenen Teilnehmern. Dadurch werden Kollisionen vermieden, in beiden Übertragungsrichtungen von einem Teilnehmer (Uplink) und zu einem Teilnehmer (Downlink) der Datenverkehr geregelt und ein effizienter Zugriff für eine Vielzahl von Nutzern ermöglicht. Für die Fahrzeug-Direktkommunikation legt der Scheduler fest, welche Frequenzressource zu welchem Zeitpunkt für die Direktkommunikation verwendet werden darf.

[0011] Bisher werden die Netzwerkressourcen abhängig von den aktuellen Bedarf und der aktuellen Position der Mobilfunk-Teilnehmerstation reserviert.

[0012] Aus der GB 2 496 165 A1 ist es bekannt auch zukünftige Trajektorien und Bewegungen der Teilnehmerstation an eine Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit zu kommunizieren und für die Ressourcen-Planung zu berücksichtigen. Allerdings beschränkt sich dies auf einzelne Mobilfunk-Teilnehmerstationen. Die Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit wird in dem Dokument als „Vehicle Location Control Entity“ VLCE bezeichnet.

[0013] Aus den Dokumenten EP 2 088 818 A2 und JP-A-2013-172 407 sind verbesserte Hand-Over Systeme für den Mobilfunk bekannt bei denen die Routeninformation von einem Mobilfunkteilnehmer berücksichtigt wird.

Erfindung

[0014] Die Erfindung setzt sich zur Aufgabe die Netzwerkressourcen-Planung weiter zu verbessern. Insbesondere soll eine verbesserte vorausschauende Netzwerkressourcen-Planung geschaffen werden. Hier wird insbesondere der Fokus auf die Bedürfnisse des Individualverkehrs gesetzt. Es sind immer mehr Fahrzeuge auf den Straßen unterwegs und die Fahrzeuge werden kooperativ oder autonom gesteuert. Dies an sich erhöht schon den Bedarf für eine bessere Ressourcenplanung. Hinzu kommt, dass auch der Medienkonsum und der Informationsbedarf der Insassen der Fahrzeuge steigt, wenn der Fahrer von der Aufgabe des Lenkens des Fahrzeuges entlastet wird.

[0015] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur vorausschauenden Buchung von Netzwerkressourcen in einem Mobilfunknetz gemäß Anspruch 1, eine Mobilfunknetz-Teilnehmerstation gemäß Anspruch 8, eine Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit gemäß Anspruch 10 und ein Kraftfahrzeug gemäß Anspruch 15 gelöst.

[0016] Die abhängigen Ansprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung entsprechend der nachfolgenden Beschreibung dieser Maßnahmen.

[0017] Die Lösung besteht in einer vorausschauenden Buchung von Netzressourcen durch eine prädikative Übermittlung von Routeninformationen von Verkehrsteilnehmern. Dabei wird eine Routeninformation über eine geplante zu reisende Route der jeweiligen Mobilfunknetz-Teilnehmerstation an eine Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit übermittelt. Dabei können zusätzlich zu der Routeninformation auch Serviceanforderungen an die Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit übermittelt werden. Ein Beispiel einer Serviceanforderung wäre z.B. Quality of Service Anforderung (QoS). Diese Routeninformationen und die optionalen Serviceanforderungen werden von der Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit ausgewertet und ab-

hängig davon werden die Netzressourcen zeitlich und örtlich so von dem Mobilfunkbetreiber bereitgestellt, dass wenigstens die Mehrzahl der Teilnehmerstationen deren Routeninformationen übermittelt wurden ausreichend mit Netzwerkressourcen entlang ihrer Reiseroute versorgt werden können. Durch Berücksichtigung der Routeninformationen des Kollektivs von Verkehrsteilnehmern kann die Ressourcenplanung wesentlich genauer stattfinden als es bisher bei der Ressourcenplanung möglich war.

[0018] Wenn ein Mobilfunknetz-Teilnehmer wie ein Fahrzeug oder ein Smartphone Informationen über seine zukünftige Trajektorie (geographische Bewegung) hat z.B. mit Hilfe des eingebauten Navigationssystems kann diese Information an Mobilfunkbetreiber oder engl. Mobile Network Operator (MNO) weitergeleitet werden. Es wäre möglich, dass jedes mobile Gerät einer bestimmten Kategorie diese Information übermittelt (z.B. könnte es ein MNO geben nur für automatisch fahrende Fahrzeuge). Dann kann der MNO seine Radio-Ressourcenplanung so gestalten, dass die einzelnen mobilen Geräte optimal angebunden werden und die Netzressourcen für dieses Gerät zur Verfügung stehen, wenn es sie braucht. Zusätzlich, ist es möglich die Netzlast besser zu präzisieren (vorzugsweise auf zeitlicher und geographischer Basis) und so einzelnen mobilen Geräten rechtzeitig zu kommunizieren, wenn auf ihrer zukünftigen Trajektorie keine Konnektivität oder keine Konnektivität in der gewünschten Qualität (QoS-Anforderung) möglich ist. So kann das mobile Gerät vielleicht selbst eine andere Route auswählen auf der die Konnektivität möglich ist. Da die Netzauslastung ein hochdynamischer Prozess ist, kann es sogar eine Strategie sein nur den Zeitpunkt des Startens der Route nach früher oder später zu verlegen.

[0019] Das Konzept ermöglicht es, dass die Netzressourcen nur aktiviert werden, wenn es klar ist, dass sie gebraucht werden. Wenn alle zukünftigen Trajektorien bekannt sind, dann kann sehr genau präzisiert werden, wann ein mobiles Gerät eine bestimmte Basisstation (eNodeB) nutzen wird. Wenn es keines mobiles Gerät gibt, dass von einer bestimmten Basisstation versorgt werden muss, und bei der Auswertung der übermittelten geplanten Reiserouten festgestellt wird, dass die Basisstation auch keinen Mobilfunkteilnehmer versorgen muss, kann die Leistung der Basisstation heruntergefahren werden oder sie kann ganz ausgeschaltet werden um so noch mehr Strom zu sparen. Alternativ können die Netzressourcen auch für andere Zwecke benutzt werden, oder an einen anderen MNO abgegeben werden. Dies wäre ein Beispiel, wie auch Netzbetreiber-übergreifend die Mobilfunkversorgung insgesamt durch das vorgestellte Konzept verbessert werden kann.

[0020] Es ist somit sehr vorteilhaft für die Mobilfunkbetreiber, wenn in Gebieten in denen weniger oder

keine Reiserouten entlang führen die Bereitstellung der Netzwerkressourcen reduziert wird. Somit können die Betriebskosten des Netzes, insbesondere die Energiekosten reduziert werden.

[0021] Bei dieser vorausschauenden Planung kann der Netzbetreiber in Gebieten, in denen wenig oder kein Verkehr geplant ist, die Bereitstellung von Netzwerkressourcen verringern bis zur zeitweiligen Abschaltung von Basisstationen. Wenn keine Komplettabschaltung möglich ist, so kann doch ggfs. die Abstrahlung über Antennen für bestimmte Segmente der Mobilfunkzelle abgeschaltet werden. Auch das führt zur Reduzierung des Stromverbrauchs und zur Verringerung der Betriebskosten.

[0022] Das Konzept ermöglicht auch eine verbesserte Handover-Strategie, also das Umbuchen einer Mobilfunknetz-Teilnehmerstation in eine andere Mobilfunkzelle, wenn die Station die Zellgrenze erreicht hat. Zum einen kann die Umbuchung vermieden werden, wenn über die geplante Route klar ist, dass der Teilnehmer durch eine bestimmte Straßenführung gleich wieder in die Zelle zurückkehrt. Zum anderen kann durch die bessere Abschätzung der Netzwerklast ein Handover vorzugsweise in eine Zelle mit geringerer Auslastung erfolgen.

[0023] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Mobilfunk-Teilnehmerstationen, die ihre geplante Routeninformation übermittelt haben, von dem Mobilfunkbetreiber benachrichtigt werden über die vorausschauende Buchung von Netzwerkressourcen entlang der geplanten Reiseroute. Somit erhalten die Verkehrsteilnehmer einen verbesserten Mobilfunk-Service mit einer verlässlicheren Versorgung mit mobilen Daten und eine konkrete Bestätigung dafür.

[0024] Genauso ist es von Vorteil, wenn den Teilnehmerstationen von dem Mobilfunkbetreiber insbesondere mitgeteilt wird, wenn entlang der geplanten Reiseroute in einem Gebiet ein Engpass bei der Bereitstellung von Netzwerkressourcen herrscht. Somit erhalten die Verkehrsteilnehmer ebenfalls einen verbesserten Mobilfunk-Service bei dem sie sich auf eine schlechtere Versorgung mit Mobilkommunikation schon frühzeitig einstellen können.

[0025] Es ist sehr vorteilhaft, wenn der Mobilfunkbetreiber den Teilnehmerstationen eine Alternativroute vorschlägt, nach der die Teilnehmerstationen umgeleitet werden um das Gebiet mit Engpass zu umfahren und so eine bessere Versorgung mit Netzwerkressourcen zu erhalten. Durch die Umleitung von Fahrzeugen werden die Mobilfunkzellen im dem Bereich mit Engpasses entlastet, so dass der Engpass bei der Bereitstellung der Netzwerkressourcen vermieden oder zumindest abgemildert wird. Gleichzeitig wird auch der Verkehrsfluss verbessert und es werden Staus zumindest verkürzt oder sogar vermieden. Ei-

ne Motivation für den Kunden die Alternativroute zu wählen könnte auch darin bestehen, dass der Mobilfunkbetreiber einen günstigeren Preis für seinen Service auf der Alternativroute gewährt. Dort sind die Kapazitäten nicht ausgelastet, so dass der Mobilfunkbetreiber ein Interesse hat, diesen Bereich des Netzes besser auszulasten.

[0026] Zusätzlich oder anstelle der Alternativroute könnte der Mobilfunkbetreiber der Teilnehmerstation vorschlagen den Start oder die Weiterfahrt der geplanten Route zeitlich nach früher oder später zu verlegen. Wie beschrieben, ist die Netzauslastung ein hoch dynamischer Prozess, so dass es einigen Fällen möglich sein kann durch Verschiebung des Routenstarts oder durch Verschiebung der Weiterfahrt um einige Minuten den Engpass bei der Netzauslastung zu vermeiden. Hier ist es noch Vorteil, wenn die Teilnehmerstation ihre Position oder allgemein ihren Status an die Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit übermittelt, damit diese flexibel auf Veränderungen bei der Netzauslastung reagieren kann. Die Teilnehmerstation erhält dann aktualisierte Vorschläge auch während der Fahrt.

Figurenliste

[0027] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert.

[0028] Es zeigen:

Fig. 1 das Prinzip der Fahrzeugkommunikation über Mobilfunk;

Fig. 2 eine typische Verkehrssituation mit einer geplanten Route und einer vorgeschlagenen Ausweichroute;

Fig. 3 den Nachrichtenaustausch zwischen einer Mobilfunknetz-Teilnehmerstation und einer Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit in einem ersten Fall;

Fig. 4 den Nachrichtenaustausch zwischen einer Mobilfunknetz-Teilnehmerstation und einer Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit in einem zweiten Fall; und

Fig. 5 ein Blockdiagramm für die Fahrzeugelektronik eines Kraftfahrzeuges;

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0029] Die vorliegende Beschreibung veranschaulicht die Prinzipien der erfindungsgemäßen Offenbarung. Es versteht sich somit, dass Fachleute in der Lage sein werden, verschiedene Anordnungen zu konzipieren, die zwar hier nicht explizit beschrieben werden, die aber Prinzipien der erfindungsgemäßen

Offenbarung verkörpern und in ihrem Umfang ebenfalls geschützt sein sollen.

[0030] Fig. 1 zeigt das Prinzip der Fahrzeugkommunikation mittels Mobilfunk. Die Fahrzeuge sind mit Bezugszahl **30** versehen.

[0031] Der Begriff Fahrzeug versteht sich als Sammelbegriff sei es für Kraftfahrzeuge mit Brennkraftmaschine oder Elektromotor, sei es für Fahrräder mit und ohne Elektromotor oder andere mit Muskelkraft betriebene Fahrzeuge, sei es für Fahrzeuge mit einem, zwei, vier oder mehr Rädern. Sei es für Motorräder, Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Busse, Landwirtschaftsfahrzeuge oder Baumaschinen. Die Aufzählung ist nicht abschließend und umfasst auch weitere Fahrzeugkategorien.

[0032] Die Fahrzeuge in Fig. 1 sind jeweils mit einer On-Board Unit **31** ausgestattet, die als Sendeeinheit für die Kommunikation in einem Mobilfunknetz dient. Diese On-Board Unit ist Teil einer Mobilfunknetz-Teilnehmerstation im Sinne der Offenbarung der Erfindung. Alle Nachrichten von den Fahrzeugen (Uplink) und zu den Fahrzeugen (Downlink) werden entweder über eine Basisstation **20** geleitet, die eine Mobilfunkzelle bedient oder im Fall von Fahrzeugdirektkommunikation (Sidelink) unmittelbar zwischen den Fahrzeugen ausgetauscht. Befinden sich die Fahrzeuge innerhalb dieser Mobilfunkzelle, sind sie bei der Basisstation **20** angemeldet bzw. eingebucht. Verlassen sie die Mobilfunkzelle, werden sie an die benachbarte Zelle übergeben (Handover) und dementsprechend an der Basisstation **20** abgemeldet bzw. ausgebucht. Die Basisstation **20** stellt auch einen Zugang zum Internet zur Verfügung, so dass die Fahrzeuge **30** bzw. alle anderen Mobilfunk-Teilnehmer in der Mobilfunkzelle mit Internetdaten versorgt sind. Dazu steht die Basisstation **20** über die sogenannte S1-Schnittstelle mit dem EPC **40** (Evolved Packet Core) in Verbindung. Über das Internet **10** oder ein anderes Weitverkehrsnetz WAN erreichbar ist noch ein Zentralrechner **50** des Mobilfunknetzbetreibers vorhanden, der als Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit im Sinne der Offenbarung der Erfindung dient. Dieser Zentralrechner **50** übernimmt die Aufgabe der Netzwerkressourcenplanung. Ziel der Netzwerkressourcenplanung ist die Optimierung der Netzauslastung, so dass möglichst viele Teilnehmer mit Daten versorgt werden können und Überlastungen oder Engpässe in Mobilfunkzellen vermieden werden. Eine Übersicht über die bestehenden Methoden des Kapazitätsmonitoring bei der Planung von Mobilfunknetzen findet sich in dem Übersichtsartikel „Kapazitätsmonitoring im Rahmen der Netzplanung für Telekommunikationsnetze“ von S. Römer und R. Larres in WissenHeute Jg. 63 6/2010. Es wird vor allem das Nutzerverhalten gemessen und das zeitlich und örtlich aufgelöst. Dazu wird der Tagesgang, Wochengang und Monatsgang gemessen und statistisch aus-

gewertet um Voraussagen treffen zu können. Berücksichtigt für die Netzausbauplanung wird auch die weitere Verkehrsentwicklung in einer Verkehrsprognose.

[0033] Derartige Mobilfunk-Technologien sind standardisiert und es wird diesbezüglich auf die entsprechenden Spezifikationen von Mobilfunkstandards hingewiesen. Als ein modernes Beispiel eines Mobilfunkstandards wird auf die 3GPP Initiative und den LTE-Standard (Long Term Evolution) Bezug genommen. Viele der zugehörigen ETSI Spezifikationen liegen z.Z. in der Version 13 vor. Als Beispiel wird genannt: ETSI TS 136 213 V13.0.0 (2016-05); Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (3GPP TS 36.213 version 13.0.0 Release 13).

[0034] LTE steht vor allem für hohe Übertragungsraten und kurze Reaktionszeiten. Die Steigerung der Übertragungsrate wird bei LTE durch bessere Modulationsverfahren, flexiblere Frequenznutzung und größere Kanalbandbreiten erreicht. Zur Zeit werden bei LTE laut Spezifikation pro 20-MHz-Band rechnerisch und abzüglich des Overheads eine Übertragungsrate von über 300 MBit/s im Downlink und 75 MBit/s im Uplink erreicht.

[0035] Die Übertragungsgeschwindigkeit von LTE ist im Wesentlichen vom Frequenzbereich, der Kanalbreite, dem Abstand zur Basisstation **20** und der Teilnehmeranzahl innerhalb der Mobilfunkzelle abhängig. Je mehr Nutzer die Bandbreite gleichzeitig nutzen, desto geringer fällt die Übertragungsrate pro Teilnehmer aus.

[0036] Der Frequenzbereich um 800 MHz war ursprünglich für analoge UHF-Fernsehkanaäle vorgesehen. Durch die Umstellung des terrestrischen TV-Empfangs auf DVB-T/DVB-T2 und der damit verbundenen Abschaltung der analogen Fernsehübertragung per Funk, wurde dieser Frequenzbereich frei. Dieser Frequenzbereich wird deshalb auch als Digitale Dividende bezeichnet. Zusätzlich haben alle Netzbetreiber im Frequenzbereich um 1.800 MHz Frequenzen zur Verfügung, die für LTE genutzt werden dürfen.

[0037] Während die Frequenzen um 2.600 MHz hauptsächlich an stark frequentierten Stellen (Hotspots) in Großstädten genutzt werden, sind die Mobilfunkbetreiber verpflichtet die weißen Flecken des Breitband-Ausbaus (nicht-versorgte Gebiete) mit dem 800 MHz Frequenzbereich zu versorgen. Je nach Bedarf und Nachfrage ist damit zu rechnen, dass dieser Frequenzbereich irgendwann überfüllt ist und auch auf dem Land die Frequenzen um 2.600 MHz zur Anwendungen kommen müssen.

[0038] Allerdings hat der höhere Frequenzbereich eine geringere Reichweite. Das 800-MHz-Band bietet

von allen drei Frequenzbereichen die größte Reichweite und kommt bei der Netzabdeckung mit weniger Basisstationen aus. Die Distanz zwischen Basisstation und Endgerät darf bei LTE aber nicht mehr als 10 Kilometer betragen.

[0039] Damit mehrere Mobilfunkgeräte gleichzeitig Daten übertragen können arbeitet LTE mit skalierbaren und individuellen Kanälen. Das bedeutet konkret, dass bei der Ressourcenbelegung das Frequenzspektrum geteilt wird und Teile des Spektrums einzelnen Geräten für eine bestimmte Zeit zugewiesen wird.

[0040] Für den Downlink wird die OFDMA-Technik (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) verwendet. Dort wird die bekannte Vielträgerübertragungstechnik OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) verwendet, bei der Datensymbole auf die einzelnen Träger mittels QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) oder QAM (Quadrature Amplitude Modulation) moduliert werden. Bei OFDMA wird das zur Verfügung stehende Frequenzband in viele schmale Bänder (Kanäle) aufgeteilt. Die Bandbreite wird flexibel genutzt, um das Äußerste an Übertragungsleistung aus den Frequenzen herauszuholen.

[0041] Ein Frequenzband mit Bandbreite von 10, 15, oder 20 MHz wird in Unterträger zu je 15 kHz aufgeteilt. Jeweils 12 Unterträger werden zu einem Ressourcen-Block (RB) zusammengefasst, was die kleinste Einheit dessen ist, was einem LTE-Gerät zugewiesen werden kann. Ein Gerät kann je Richtung einen bis mehrere Ressourcen-Blöcke belegen. Die Anzahl hängt von der Auslastung der Zelle und der Signalgüte ab. Die Obergrenze ergibt sich aus der Breite des Frequenzblocks, den die Basisstation verwendet. Bei einem 10-MHz-Frequenzblock sind das 50 Ressourcen-Blöcke. Bei 20 MHz sind es 100.

[0042] Zeitlich ist die Übertragung eines Blocks auf 10 ms festgelegt (Frame). Das sind 100 Blöcke pro Sekunde. Jeder Frame besteht wiederum aus 10 Subframes. Pro Subframe lässt sich ein Transport-Block übertragen. Je nach Signalgüte ist dieser unterschiedlich groß. Die Größe des Transport-Blocks hängt im Wesentlichen von der Signalgüte ab, aber auch von der von der Teilnehmerstation angeforderten Datenmenge. Die Signalgüte bestimmt, welche Modulation verwendet wird, wie das Verhältnis zwischen Nutzdaten und Fehlerkorrektur (Code-Rate) ist und wie viele Ressourcen-Blöcke verwendet werden. Dabei hängen diese drei Parameter direkt miteinander zusammen.

[0043] Spezielle Algorithmen wählen die geeigneten Kanäle aus und berücksichtigen dabei die Einflüsse aus der Umgebung. Dabei werden vorzugsweise nur die Träger zur Übertragung genutzt, die für den Nutzer an seinem jeweiligen Ort am günstigsten sind.

[0044] Für den Uplink wird die SC-FDMA Technik verwendet (Single Carrier Frequency Division Multiple Access). Das ist ein Einträgerzugriffsverfahren was ansonsten OFDMA sehr ähnlich ist. SC-FDMA weist geringere Leistungsschwankungen auf und macht einfachere Leistungsverstärker möglich. Das schont vor allem den Akku mobiler Geräte.

[0045] LTE arbeitet auch mit räumlich separierten Datenströmen. Die LTE-Spezifikation sieht 4 Antennen in der Basisstation und 2 Antennen in den Endgeräten vor. Das Sendesignal wird zur Übertragung an mehrere Sendeantennen weitergeleitet. Die Empfangssignale werden von zwei Antennen empfangen. Diese Technik wird als Multiple Input Multiple Output (MIMO) bezeichnet. Dabei wird im Tx Mode aus beiden Signalen ein besseres Signal herausgerechnet. Damit erreicht man einen besseren Datendurchsatz, weil beide Sende- und Empfangspfade nicht den gleichen Störungen (Verluste und Interferenzen) unterliegen. Zusätzlich verwendet LTE, weitere Techniken wie das Shared-Channel-Prinzip, sowie Hybrid Automatic Repeat Request (HARQ) und Adaptive Modulation and Coding (AMC).

[0046] **Fig. 2** zeigt einen typischen Anwendungsfall der Erfindung. Dabei meldet ein Fahrzeug **30** seine geplante Reiseroute an den Zentralrechner **50**. Die geplante Reiseroute ist in **Fig. 2** mit dem Buchstaben **A** bezeichnet.

[0047] Die Übermittlung der geplanten Reiseroute **A** von der On-Board Unit **31** zu dem Zentralrechner **50** ist in **Fig. 3** dargestellt. Dort ist die Nachricht für die Übermittlung der Reiseroute mit dem Bezugszeichen NAVR bezeichnet. Die Reiseroute führt über die Landstraße **L1** an der Stadt **ST** vorbei und weiter über die Autobahn **A1**. Entlang der Route **A** finden sich in bestimmten Abständen Basisstationen **20** des Mobilfunkanbieters bei dem Fahrzeug **30** als Mobilfunkteilnehmerstation registriert ist. Zu der Übermittlung der Reiseroute gehört auch der geplante Zeitpunkt wann die Reiseroute gestartet wird. Das ist wichtig für die Ressourcenplanung im dem Zentralrechner **50**. Optional kann auch eine Serviceanforderung bei der Übermittlung der Routeninformation übertragen werden. Mit solchen Serviceanforderungen wird zum Beispiel eine bestimmte Dienstgüte (Quality of Service QoS) für die Reiseroute angefordert. Im Fall von **Fig. 3** wird davon ausgegangen, dass die Reiseroute zu einem Zeitpunkt gestartet wird, an dem der Tages-, Wochen- und Monatsgang keinen Engpass bei der Bereitstellung von Netzressourcen anzeigt. Gegenüber dem konventionellen Tages-, Wochen-, und Monatsgang ist es gemäß der vorgeschlagenen Lösung vorgesehen, dass weitere Fahrzeuge ihre geplanten Reiserouten bei dem Zentralrechner anmelden. Somit ist die Vorhersage über den zu erwartenden Verkehr und die Netzauslastung genauer. Ist kein Engpass angezeigt, wird von dem Zentralrech-

ner **50** eine Bestätigung zu der On-Board Unit **31** des Fahrzeuges **30** zurück gemeldet. Die Bestätigungsnachricht ist in **Fig. 3** mit dem Bezugszeichen RR_NAVR_ACK bezeichnet. Mit der Bestätigungsnachricht wird bestätigt, dass entsprechende Netzressourcen für die geplante Reiseroute **A** zeitlich und örtlich bereitgestellt werden können. Der Fahrer des Fahrzeuges **30** wird also die Reiseroute **A** wie geplant starten.

[0048] In **Fig. 4** wird jetzt der Fall betrachtet, dass die Reiseroute **A** zu einem Zeitpunkt gestartet werden soll, an dem der Tages-, Wochen-, oder Monatsgang einen Engpass für die Bereitstellung von Netzwerkressourcen anzeigt. Das kann z.B. der Fall sein, wenn die Route **A** so gestartet wird, dass das Fahrzeug **30** zu einem Hauptverkehrszeitpunkt an der Stadt **ST** vorbeiführt und weiter entlang der Autobahn **A1** wo sich zu diesem Zeitpunkt häufig der Verkehr staut. Dann sind so viele Teilnehmerstationen in die entsprechenden Mobilfunkzellen eingebucht, so dass es zu einem Engpass bei der Bereitstellung von Ressourcen kommt. In diesem Fall wird der Zentralrechner **50** den Engpass vorhersehen und auf die Nachricht NAVR mit der geplanten Reiseroute **A** in der Rückantwort eine Alternativroute **B** vorschlagen nach der das Fahrzeug **30** so geleitet wird, dass das Gebiet entlang der Stadt **ST** und Autobahn **A1** umfahren wird. Die Reiseroute **B** führt von Landstraße **L1** über Landstraße **L2** zu der Autobahn **A1**. Die Nachricht, die die Alternativroute **B** übermittelt, ist in der **Fig. 4** mit PNAVR bezeichnet. Wenn der Fahrer des Fahrzeuges **30** mit Alternativroute **B** einverstanden ist, wird von der On-Board Unit **31** eine Bestätigungsnachricht PNAVR_ACK an den Zentralrechner **50** übermittelt. Dieser wiederum sendet eine Bestätigungsnachricht RR_PNAVR_ACK zu dem Fahrzeug zurück mit dem die Ressourcenreservierung / Ressourceneinplanung bestätigt wird.

[0049] Durch die Umleitung von Fahrzeugen werden die Mobilfunkzellen im Bereich der Stadt **ST** und entlang der Autobahn entlastet, so dass der Engpass bei der Bereitstellung der Netzressourcen vermieden wird. Gleichzeitig wird auch der Verkehrsfluss verbessert und es werden Staus zumindest verkürzt oder sogar vermieden. Bei dieser vorausschauenden Planung kann der Netzbetreiber in Gebieten, in denen wenig oder kein Verkehr geplant ist, die Bereitstellung von Netzressourcen verringern bis zur zeitweiligen Abschaltung von Basisstationen. In **Fig. 2** könnte ggfs. die Basisstation **20**, die die Kreisstraße **K1** versorgt, heruntergefahren werden. Wenn keine Komplettabschaltung möglich ist, so kann doch ggfs. die Abstrahlung über Antennen für bestimmte Segmente der Mobilfunkzelle abgeschaltet werden. Auch das führt zur Reduzierung des Stromverbrauchs und zur Verringerung der Betriebskosten.

[0050] **Fig. 5** zeigt den typischen Aufbau einer Kfz-Elektronik **100** eines modernen Kraftfahrzeuges **30**. Mit der Bezugszahl **151** ist ein Motorsteuergerät bezeichnet. Die Bezugszahl **152** entspricht einem ESP-Steuergerät und die Bezugszahl **153** bezeichnet ein ABS-Steuergerät. Weitere Steuergeräte wie Getriebebesteuergerät, Airbagsteuergerät usw. können im Kraftfahrzeug vorhanden sein. Die Vernetzung solcher Steuergeräte geschieht typischerweise mit dem CAN-Bussystem (Controller Area Network) **104** welches als ISO Norm standardisiert ist, ISO 11898. Da verschiedene Sensoren im Kraftfahrzeug installiert werden und diese nicht mehr nur an einzelne Steuergeräte angeschlossen werden, werden solche Sensordaten ebenfalls über das Bussystem **104** zu den einzelnen Steuergeräten übertragen. Beispiele von Sensoren im Kraftfahrzeug sind Rad-drehzahlsensoren, Lenkwinkelsensoren, Beschleunigungssensoren, Drehratensensoren, Reifendruck-sensoren, Abstandssensoren usw. Die verschiedenen Sensoren mit dem das Fahrzeug ausgestattet ist, sind in der **Fig. 5** mit der Bezugszahl **161**, **162**, **163** bezeichnet.

[0051] Das moderne Kraftfahrzeug kann aber noch weitere Komponenten aufweisen wie Videokameras **105**, z.B. als Rückfahrkamera oder als Fahrerüberwachungskamera oder auch als Frontkamera um das Verkehrsgeschehen zu beobachten. Als Beispiel weiterer Komponenten wird auch ein Radargerät für die Realisierung eines Radartempomaten oder zur Realisierung eines Abstandswarnungs- oder Kollisionswarnungsgerätes genannt.

[0052] Seit einigen Jahren werden Fahrerassistenzsysteme angeboten, welche mit Radar-, Lidar- oder Videosensorik die Fahrumgebung erfassen, sich durch Interpretation dieser Sensordaten eine interne Repräsentation der Fahrsituation bilden und aufbauend auf diesem Wissen zunehmend anspruchsvolle Funktionen durch Information und Warnung des Fahrers bis hin zu gezielten Eingriffen in die Fahrzeugführung ausführen. So kann beispielsweise die Längsführung auf gut strukturierten Straßen, wie Autobahnen, durch ein mit Radarsensorik ausgestattetes ACC System (Adaptive Cruise Control) zu einem hohen Zeitanteil automatisch ausgeführt werden.

[0053] Im Kraftfahrzeug befinden sich dann auch noch weitere elektronische Vorrichtungen. Diese sind mehr im Bereich der Fahrgastzelle angeordnet und werden oft auch von dem Fahrer bedient. Beispiele sind eine Benutzerschnittstellenvorrichtung mit dem der Fahrer Fahrmodi anwählen kann, aber auch klassische Komponenten bedienen kann. Darunter fallen Gangwahl sowie auch Blinker-Steuerung, Scheibenwischersteuerung, Lichtsteuerung, usw.

[0054] Diese Benutzerschnittstellenanordnung ist mit der Bezugszahl **130** versehen. Die Benutzer-

schnittstellenanordnung **130** ist oft auch mit einem Dreh/Druckschalter ausgestattet, über den der Fahrer die verschiedenen Menüs anwählen kann die auf einem Display im Cockpit angezeigt werden. Andererseits fällt auch ein berührungsempfindliches Display in diese Kategorie. Selbst die Spracheingabe für die Bedienungsunterstützung fällt in diesen Bereich.

[0055] Davon unterschieden wird oft ein Navigationssystem **120**, welches ebenfalls im Bereich des Cockpits verbaut wird. Die Route, welche auf einer Karte angezeigt wird, kann natürlich ebenfalls auf dem Display im Cockpit dargestellt werden. Weitere Komponenten, wie eine Freisprecheinrichtung können vorhanden sein, sind aber nicht näher dargestellt. Die Bezugszahl **110** bezeichnet noch eine On-Board Unit. Diese On-Bord Unit **110** entspricht einem Kommunikationsmodul über das das Fahrzeug mobile Daten empfangen und senden kann. Wie beschrieben kann es sich hier um ein Mobilfunk-Kommunikationsmodul, z. B. nach dem LTE und LTE-V-Standard handeln.

[0056] Die Geräte des Fahrgastraumes sind ebenfalls untereinander vernetzt über ein Bussystem, das mit der Bezugszahl **102** bezeichnet wird. Es kann sich z. B. um das Highspeed CAN-Bussystem nach ISO 11898-2 Standard handeln, hier allerdings in der Variante für Datenübertragung mit höherer Datenrate zwischen Infotainment-Geräten. Alternativ wird auch Ethernet für die Vernetzung von Komponenten im Fahrzeug eingesetzt. Zu dem Zweck, das fahrzeugrelevante Sensordaten über das Kommunikationsmodul **110** zu einem anderen Fahrzeug oder zu einem anderen Zentralrechner übertragen werden sollen, ist das Gateway **140** vorgesehen. Dieses ist mit beiden verschiedenen Bussystemen **102** und **104** verbunden. Das Gateway **140** ist dazu ausgelegt die Daten, die es über den CAN-Bus **104** empfängt so umzusetzen, dass sie in das Übertragungsformat des Highspeed-CAN-Busses **102** umgesetzt werden, so dass sie in den dort spezifizierten Paketen verteilt werden können. Für die Weiterleitung dieser Daten nach extern, ist das Kommunikationsmodul **110** mit dazu ausgerüstet, diese Datenpakete zu empfangen und wiederum in das Übertragungsformat des entsprechend eingesetzten Kommunikationsstandards umzusetzen. Das Gateway **140** kann auch als Rechenmittel für andere Aufgaben benutzt werden.

[0057] Es sollte verstanden werden, dass das vorgeschlagene Verfahren und die zugehörigen Vorrichtungen in verschiedenen Formen von Hardware, Software, Firmware, Spezialprozessoren oder einer Kombination davon implementiert werden können. Spezialprozessoren können anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs), Reduced Instruction Set Computer (RISC) und / oder Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) umfassen. Vorzugsweise wird das vorgeschlagene Verfahren und die Vorrichtung

als eine Kombination von Hardware und Software implementiert. Die Software wird vorzugsweise als ein Anwendungsprogramm auf einer Programmspeichervorrichtung installiert. Typischerweise handelt es sich um eine Maschine auf Basis einer Computerplattform die Hardware aufweist, wie beispielsweise eine oder mehrere Zentraleinheiten (CPU), einen Direktzugriffsspeicher (RAM) und eine oder mehrere Eingabe/Ausgabe (I/O) Schnittstelle(n). Auf der Computerplattform wird typischerweise außerdem ein Betriebssystem installiert. Die verschiedenen Prozesse und Funktionen, die hier beschrieben wurden, können Teil des Anwendungsprogramms sein, oder ein Teil der über das Betriebssystem ausgeführt wird.

[0058] Die Offenbarung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Es gibt Raum für verschiedene Anpassungen und Modifikationen, die der Fachmann aufgrund seines Fachwissens als auch zu der Offenbarung zugehörig in Betracht ziehen würde.

Bezugszeichenliste

10	Internet
20	Basisstation
30	Mobilfunknetz-Teilnehmerstation
31	Mobilfunknetz-Kommunikationsmodul
40	Evolved Packet Core EPC
50	Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit
A	Reiseroute A
B	Reiseroute B
ST	Stadt
A1	Autobahn
L1	1. Landstrasse
L2	2. Landstrasse
K1	Kreisstrasse
100	Blockdiagramm Fahrzeug-Elektronik
102	Highspeed CAN-Bus
105	Videokamera
104	CAN-Bus
110	On-Board Unit
120	Navigationssystem
130	Benutzerschnittstellenanordnung
140	Gateway
151	Motor-Steuergerät
152	ESP-Steuergerät
153	ABS-Steuergerät

- 161** Sensor 1
- 162** Sensor 2
- 163** Sensor 3

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- GB 2496165 A1 [0012]
- EP 2088818 A2 [0013]
- JP 2013172407 A [0013]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- ISO 11898 [0050]

Patentansprüche

1. Verfahren zur vorausschauenden Buchung von Netzwerkressourcen in einem Mobilfunknetz, wobei eine Anzahl von Mobilfunkteilnehmerstationen (30) eine Routeninformation über eine geplante zu reisende Route (A) der jeweiligen Teilnehmerstation (30) an eine Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit (50) übermitteln, **dadurch gekennzeichnet**, dass optional zu der Routeninformation eine Serviceanforderung für den gewünschten Service entlang der Reiseroute übermittelt wird, dass die Routeninformationen mit oder ohne Serviceanforderungen von der Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit (50) ausgewertet werden und abhängig davon die Netzressourcen zeitlich und örtlich so von dem Mobilfunkbetreiber bereitgestellt werden, dass wenigstens die Mehrzahl der Teilnehmerstationen (30) deren Routeninformationen übermittelt wurden ausreichend mit Netzressourcen entlang ihrer Reiseroute (A) versorgt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Gebieten in denen weniger oder keine Reiserouten entlang führen die Bereitstellung der Netzressourcen reduziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Teilnehmerstationen (30) von dem Mobilfunkbetreiber benachrichtigt werden über die vorausschauende Buchung von Netzwerkressourcen entlang der Reiseroute (A).

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei den Teilnehmerstationen (30) von dem Mobilfunkbetreiber insbesondere mitgeteilt wird, wenn entlang der Reiseroute (A) in einem Gebiet ein Engpass bei der Bereitstellung von Netzressourcen herrscht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Mobilfunkbetreiber den Teilnehmerstationen (30) eine Alternativroute (B) vorschlägt, nach der die Teilnehmerstationen (30) umgeleitet werden um das Gebiet mit Engpass zu umfahren und so eine bessere Versorgung mit Netzressourcen zu erhalten.

6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Mobilfunkbetreiber den Teilnehmerstationen (30) eine Zeitangabe vorschlägt, nach der die Teilnehmerstationen (30) den Start oder die Weiterfahrt auf der geplanten Reiseroute (A) nach früher oder später verlegen sollten um den Engpass zu vermeiden und so eine bessere Versorgung mit Netzressourcen zu erhalten.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Mobilfunkbetreiber der Teilnehmerstation (30) eine Warnmeldung übermittelt, wenn festgestellt wird, dass in einem Gebiet entlang der Route (A) der Teilnehmerstation (30) eine Überlastung der Mobilfunkzellen droht, bevor die Teilnehmerstation (30) das betreffende Gebiet erreicht.

8. Mobilfunknetz-Teilnehmerstation (30) zur Verwendung bei dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend ein Navigationssystem (120), und ein Mobilfunk-Kommunikationsmodul (31) für die Absendung und den Empfang von Nachrichten über ein Mobilfunksystem, wobei das Navigationssystem (120) und/oder das Mobilfunknetz-Kommunikationsmodul (31) so ausgelegt sind, dass sie die geplante Reiseroute (A) an eine Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit (50) übertragen, **dadurch gekennzeichnet**, dass, das Mobilfunknetz-Kommunikationsmodul (50) ausgelegt ist eine Alternativroute (B) von der Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit (50) zu empfangen und diese Alternativroute (B) an das Navigationssystem weiter zu leiten um ein Gebiet mit einem Engpass bei der Bereitstellung von Netzressourcen umfahren zu können.

9. Teilnehmerstation nach Anspruch 8, wobei die Teilnehmerstation (30) die Information über die aktuelle Position der Teilnehmerstation (30) an die Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit (50) übermittelt.

10. Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit (50) zur Verwendung bei dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, aufweisend eine Sende- und Empfangseinheit für den Austausch von Nachrichten mit den Mobilfunkteilnehmerstationen (50), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit (50) eine Ressourcenplanungseinheit aufweist in der die von den Teilnehmerstationen (30) übermittelten geplanten Reiserouten (A) ausgewertet werden und abhängig davon die Netzressourcen zeitlich und örtlich so geplant werden, dass wenigstens die Mehrzahl der Teilnehmerstationen (30) deren Routeninformation übermittelt wurde ausreichend mit Netzressourcen entlang ihrer Reiseroute (A) versorgt werden.

11. Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit nach Anspruch 10, wobei für die Gebiete in denen weniger oder keine von den übermittelten Reiserouten (A, B) entlang führen die Einplanung von Netzwerkressourcen reduziert wird.

12. Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Empfangs- und Sendeeinheit Benachrichtigungen an die Teilnehmerstationen (30) absendet in denen die Teilnehmerstationen, die eine Routeninformation gesendet haben, über die vorausschauende Buchung von Netzressourcen entlang der Reiseroute (A, B) informiert werden.

13. Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit nach Anspruch 12, wobei die Empfangs- und Sendeeinheit insbesondere eine Benachrichtigung an die Teilnehmerstationen (30) absendet, deren Routeninformation anzeigt, dass die geplante Reiseroute (A) entlang eines Gebietes führt, in dem ein Engpass bei der Bereitstellung von Netzressourcen herrscht.

14. Mobilfunknetz-Verwaltungseinheit nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die Ressourcenplanungseinheit ausgelegt ist eine Alternativroute (B) für die Teilnehmerstation (30) zu ermitteln deren geplante Reiseroute (A) entlang eines Gebietes führt, in dem ein Engpass bei der Planung von Netzwerkressourcen herrscht und wobei die Sende- und Empfangseinheit dazu ausgelegt ist die Alternativroute (B) an die betroffene Teilnehmerstation (30) zu senden, wobei die betroffene Teilnehmerstation (30) nach der Alternativroute (B) umgeleitet wird um das Gebiet mit Engpass zu umfahren und so eine bessere Versorgung mit Netzwerkressourcen zu erhalten.

15. Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Kraftfahrzeug eine Mobilfunknetz-Teilnehmerstation (30) nach Anspruch 8 oder 9 verbaut ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

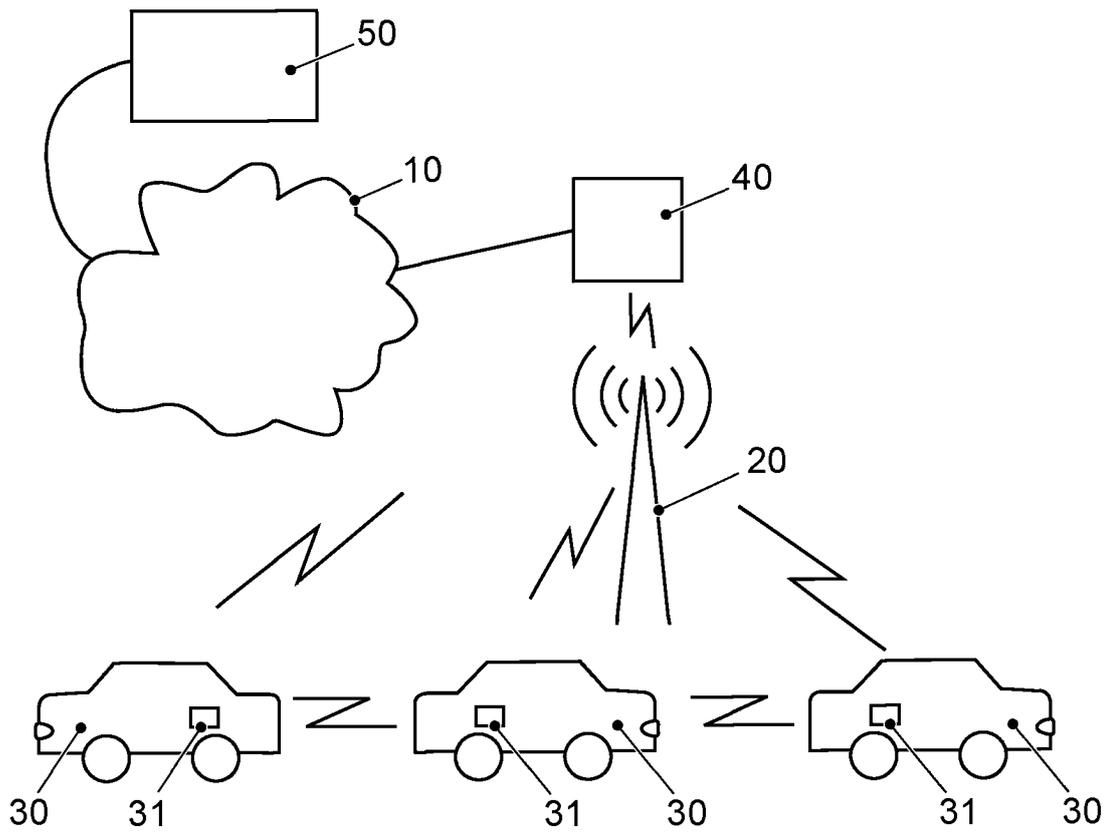


FIG. 1

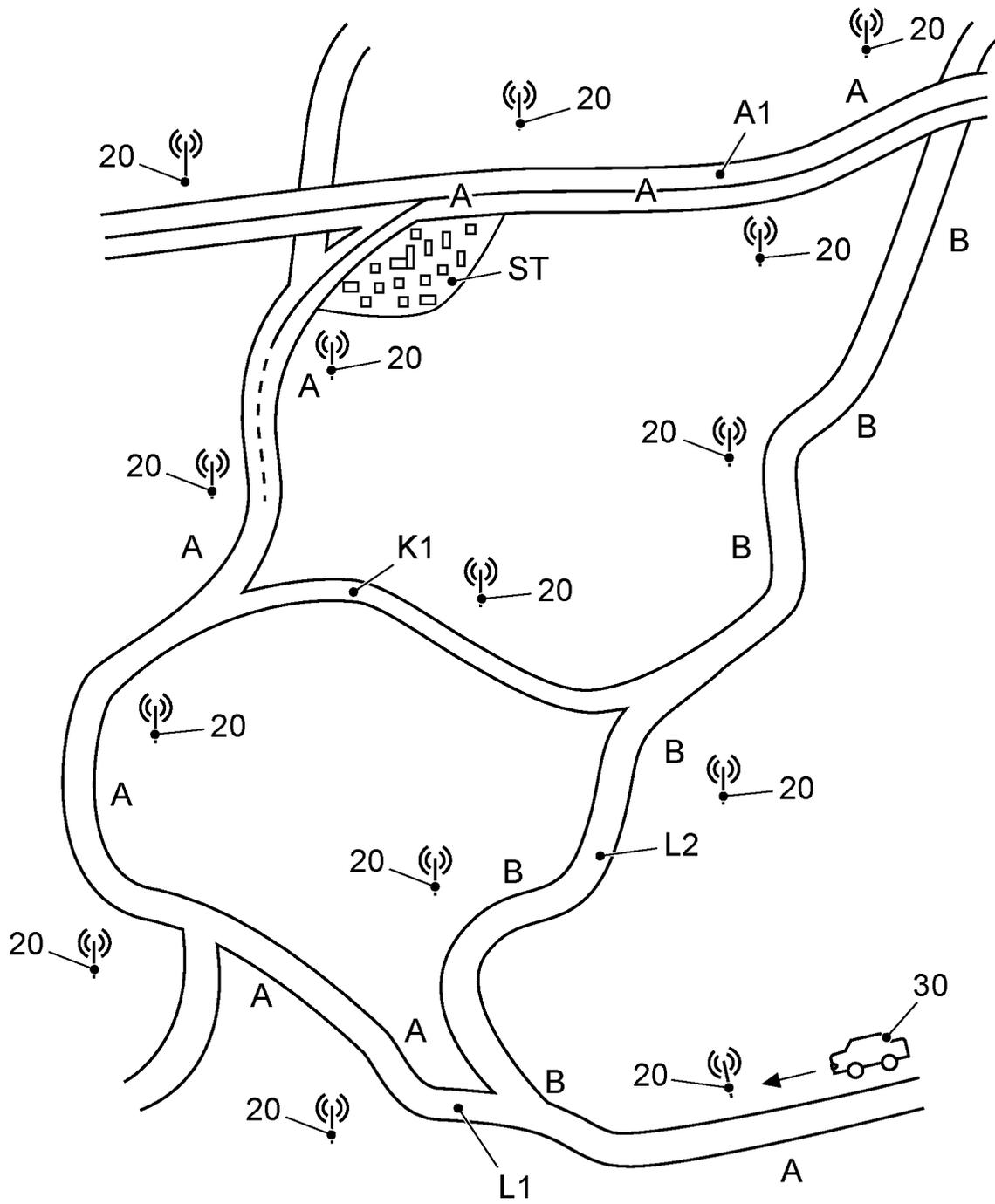


FIG. 2

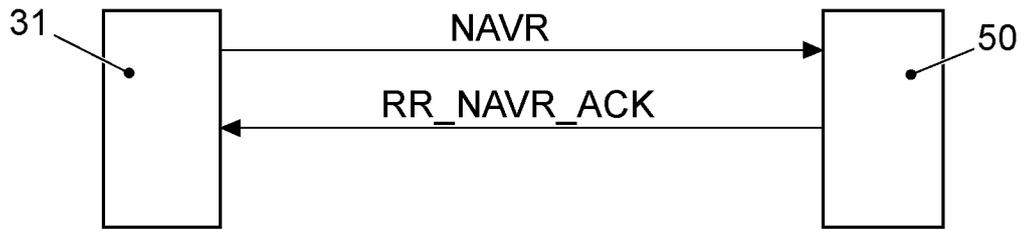


FIG. 3

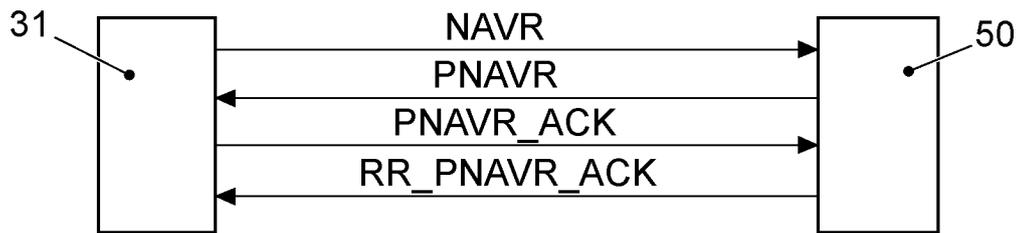


FIG. 4

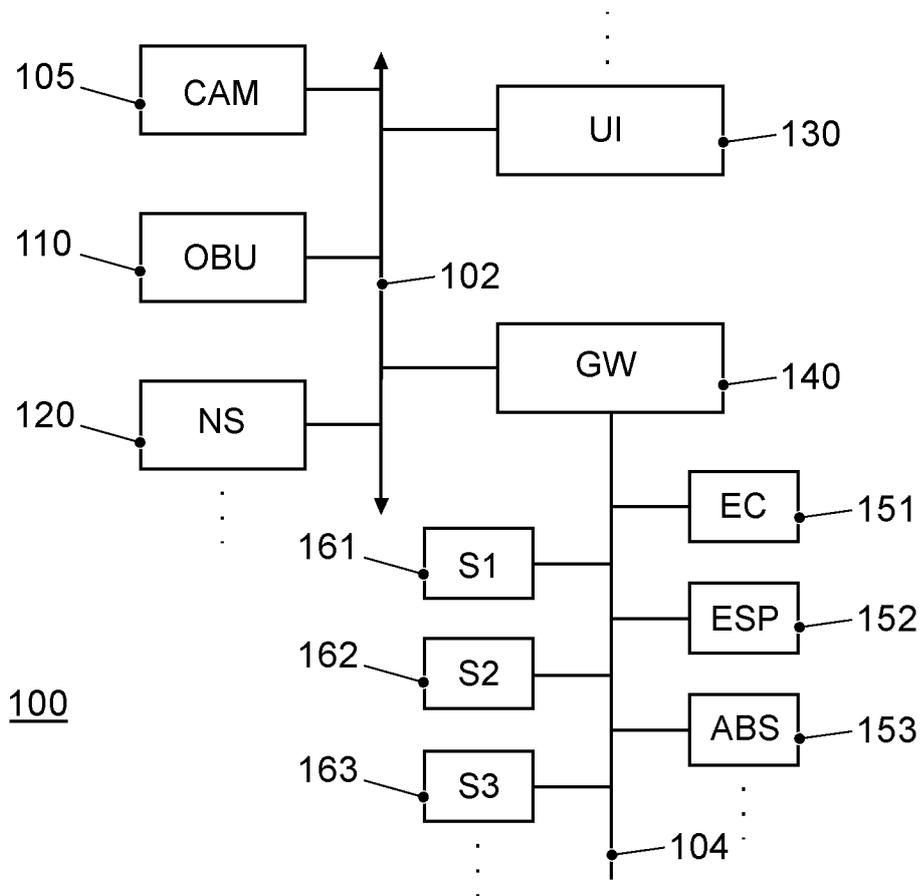


FIG. 5