



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.10.2021 Patentblatt 2021/40

(51) Int Cl.:
B61L 25/02 (2006.01) B61L 27/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20167528.7**

(22) Anmeldetag: **01.04.2020**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

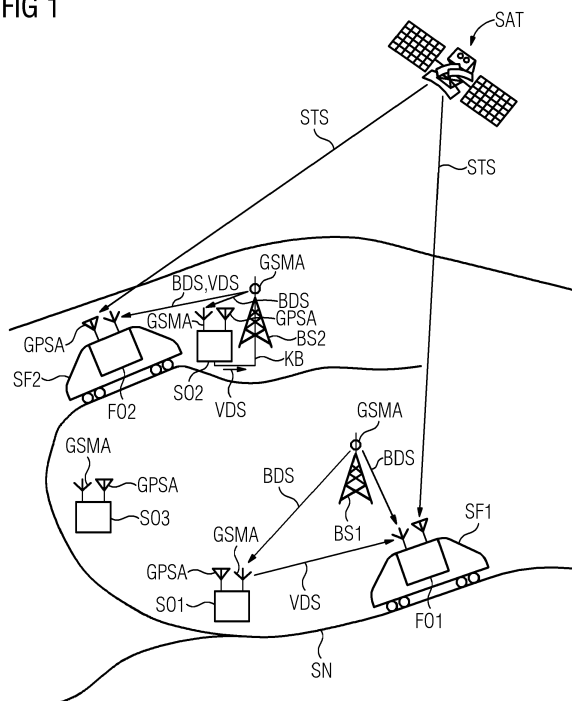
(72) Erfinder:
• **Kendelbacher, Detlef**
13129 Berlin (DE)
• **Stein, Fabrice**
12621 Berlin (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM ORTEN EINES SCHIENENFAHRZEUGS UND VORRICHTUNGEN ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

(57) Die Erfindung offenbart ein Verfahren zum Senden von Ortungssignalen an Schienenfahrzeuge (SF1 ... SF2) in einem Streckennetz (SN). Zur Erstellung der Ortungssignale werden periodisch generierte Basisdatensignale (BDS) eines zellulären Mobilfunknetzes verwendet, wobei eine streckenseitige Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3), die ortsfest im Streckennetz (SN) angeordnet ist, die Basisdatensignale (BDS) mindestens einer der streckenseitigen Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3) zugeordneten Basisstation (BS) des zellulären Mo-

bilfunknetzes empfängt. Zu den Basisdatensignalen (BDS) gehörige Verfahrensdatensignale (VDS) werden generiert, die den jeweiligen Sendezeitpunkt des betreffenden Basisdatensignals (BDS) in der Basisstation und die Identität der betreffenden Basisstation (BS1 ... BS2) umfassen und die Verfahrensdatensignale (VDS) werden periodisch ausgegeben. Ferner werden ein Verfahren zum Orten eines Schienenfahrzeugs (SF1 ... SF2), ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung beschrieben.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Senden von Ortungssignalen an Schienenfahrzeuge in einem Streckennetz, wobei zur Erstellung der Ortungsinformationen periodisch generierte Basisdatensignale (BDS) eines zellulären Mobilfunknetzes verwendet werden. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Orten eines Schienenfahrzeugs, bei dem eine im Schienenfahrzeug angeordnete fahrzeugseitige Ortungseinrichtung den Ort des Schienenfahrzeugs bestimmt und die Ortungseinrichtung bei der Bestimmung des Ortes den Abstand zu mindestens einer Basisstation (BS) eines zellulären Mobilfunknetzes ermittelt. Weiterhin betrifft die Erfindung eine streckenseitige Ortungseinrichtung zur Anordnung an einer Schienenstrecke. Außerdem betrifft die Erfindung eine fahrzeugseitige Ortungseinrichtung zum Einbau in ein Schienenfahrzeug. Zuletzt betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogrammprodukt, wobei das Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung dieses Verfahrens ausgestattet ist.

[0002] In der WO 2019/086208 A1 ist ein Verfahren zur Ortung von Schienenfahrzeugen auf der Basis von GSM und einem Streckenatlas beschrieben, welches die innerhalb des GSM-Mobilfunks verwendete Sendezeitregelung für Mobilfunkgeräte, genannt Timing Advance oder kurz TA, nutzt, um außerhalb des GSM Systems eine Abstandsbestimmung des Fahrzeuges zu den GSM Sendestationen durchzuführen und auf dieser Basis den Streckenatlas (Almanach) zu erstellen, der sowohl eine Ortsbestimmung des Schienenfahrzeugs, als auch eine Validierung von Messdaten weiterer Ortungssensoren im Fahrzeug ermöglicht. Verfahrensbedingt weist die GSM-interne Sendezeitregelung über die TA-Parameter eine Toleranz von 550 Metern auf, welche sich direkt auf die mit dem Ortungsverfahren erreichbare Genauigkeit auswirkt. Viele Anwendungen im Fahrzeug benötigen allerdings eine genauere Ortsbestimmung.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Ortung von Schienenfahrzeugen anzugeben, das eine genauere Ortsbestimmung in einem zellulären Mobilfunknetz wie beispielsweise dem GSM Netz, bei gleicher Sicherheit ermöglicht. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Senden von Ortungssignalen an Schienenfahrzeuge unter Ausnutzung eines zellulären Mobilfunknetzes anzugeben, mit dem die genauere Ortsbestimmung des Schienenfahrzeugs ermöglicht wird. Aufgabe der Erfindung ist es auch eine streckenseitige Ortungseinrichtung sowie eine fahrzeugseitige Ortungseinrichtung anzugeben, mit denen das vorgenannte Verfahren durchführbar ist. Zuletzt besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Bereitstellungsvorrichtung für dieses Computerprogrammprodukt anzugeben, mit dem das vorgenannte Verfahren durchgeführt werden kann.

[0004] Die erstgenannte Aufgabe wird mit dem eingangs genannten Verfahren zum Senden von Ortungssignalen dadurch gelöst, dass eine streckenseitige Ortungseinrichtung, die ortsfest im Streckennetz angeordnet ist,

- die Basisdatensignale mindestens einer der Ortungseinrichtung zugeordneten Basisstation (BS) des zellulären Mobilfunknetzes empfängt,
- zu den Basisdatensignalen gehörige Verfahrensdatensignale generiert, die den jeweiligen Sendezeitpunkt des betreffenden Basisdatensignals in der Basisstation und die Identität der betreffenden Basisstation umfassen,
- die Verfahrensdatensignale periodisch ausgibt, d. h. die Verfahrensdaten den Fahrzeugen zur Verfügung stellt. Dies kann über eine kabelgebundene Schnittstelle oder über Funk erfolgen (hierzu im Folgenden noch mehr).

[0005] Außerdem wird die genannte Aufgabe durch ein Verfahren zum Orten dadurch gelöst, dass die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung

- von der mindestens einen Basisstation periodisch generierte Basisdatensignale empfängt, und deren Empfangszeitpunkt ermittelt,
- von mindestens einer streckenseitigen Ortungseinrichtung nach dem Verfahren gemäß dem vorstehend erläuterten Verfahren zum Senden periodisch generierte Verfahrensdatensignale empfängt,
- die Identität der Basisstation abrufen, der die Verfahrensdatensignale jeweils zuzuordnen sind, und die Verfahrensdatensignale den zugehörigen Basisdatensignalen zuordnet,
- die mit den Verfahrenssignalen übermittelten Sendezeitpunkte und die ermittelten Empfangszeitpunkte zur Berechnung der Laufzeit der Basisdatensignale von der Basisstation zum Schienenfahrzeug verwendet,
- den ermittelten Abstand zu der mindestens einen Basisstation unter Berücksichtigung der berechneten Laufzeit neu berechnet.

[0006] Wie nachstehend noch genauer erläutert wird, schafft das erstgenannte Verfahren die Voraussetzung dafür, dass mit den Verfahrensdaten die Möglichkeit geschaffen wird, eine genauere Ortsbestimmung durch eine möglichst exakte Laufzeitmessung durchzuführen. Das zweitgenannte Verfahren bildet dabei die Umsetzung, die nach dem erstgenannten Verfahren generierten Verfahrensdaten unter Anwendung der Laufzeitmessung zu verarbeiten und so die vorteilhaft genauere Ortsbestimmung vorzunehmen.

[0007] Die höhere Genauigkeit bei der Ortsermittlung nach dem Laufzeitverfahren resultiert erfindungsgemäß aus der Tatsache, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der Zeitpunkt des Aussendens der Basisda-

tensignale von der Basisstation als eine Art Zeitstempel wesentlich genauer bekannt ist, als dies der Mobilfunkstandard ohne Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens gewährleisten würde.

[0008] Um den Fehler auf Grund der Laufzeit von der Basisstation zur streckenseitigen Ortungseinrichtung zu korrigieren, werden die von der zugeordneten Basisstation empfangenen Signale mit einem standortabhängigen Offset korrigiert (vordatiert). Der Offset entspricht dabei der Signallaufzeit zwischen der jeweiligen Basisstation und der Mobilfunkantenne der streckenseitigen Ortungseinrichtung zuzüglich interner Laufzeiten in der streckenseitigen Ortungseinrichtung. Die Signallaufzeit kann aus dem bekannten Abstand der Einrichtungen abgeleitet oder gemessen werden. Durch einen Abgleich mit der Zeitmesseinrichtung lässt sich somit unter Berücksichtigung des Offsets der genaue Sendezeitpunkt des betreffenden Basisdatensignals (der besagte Zeitstempel) ermitteln. Die Basisdatensignale stellt der Mobilfunkanbieter zur Verfügung, der, wie folgend erläutert unterschiedlich in die Verfahrensdurchführung eingebunden sein kann.

[0009] Das hier vorgeschlagene Ortungsverfahren beinhaltet die Durchführung eines ersten Ortungsschrittes (im Folgenden vorläufige Ortung genannt), insbesondere einer Grobortung, und ergänzt diese um mindestens eine erneute Ortung, insbesondere eine Feinortung. Die Begriffe Grobortung und Feinortung sollen im Rahmen der Erfindung dahingehend verstanden werden, dass die Ortsauflösung der Feinortung höher ist als die Ortsauflösung der Grobortung.

[0010] Um die auf Basis der vorläufigen Ortung resultierende Messtoleranz zu verbessern, so dass die Fahrzeugortung zum Beispiel in Gebieten mit hoher Verkehrs- und Infrastrukturdichte ausreichend genau erfolgen kann, werden erfindungsgemäß zusätzliche streckenseitige Ortungseinrichtungen an der Strecke, also im Streckennetz installiert.

[0011] Die Abstände zur Basisstation werden erfindungsgemäß durch ein Laufzeitverfahren ermittelt, welches an sich bekannt ist. Zur Durchführung des Laufzeitverfahrens ist eine hochgenaue Zeitmessung notwendig. In strecken- und fahrzeugseitigen Ortungseinrichtungen kann dies zum Beispiel auf Basis von GPS-disciplined clocks durchgeführt werden. Wenn Sende- und Empfangszeitpunkt der Basisdaten mit GPS-disciplined clocks gemessen werden, ist die Toleranz der ermittelten Abstände zwischen Fahrzeug und Basisstationen im Bereich von wenigen Metern.

[0012] Die Basisdaten und die daraus generierten Basisdatensignale haben folgende Eigenschaften: Für die Messung der Signallaufzeit zwischen Basisstation und Mobilfunkgerät werden ausgewählte Mobilfunksignale verwendet. Die Durchführung der Grobortung (vorläufige Ortung) basiert auf Nutzung der durch die Basisstationen periodisch ausgesendeten TA-Signale. Auch für die Feinortung können die TA-Signale vorteilhaft genutzt werden, da diese mit einer geeigneten Periode

ausgesendet werden und für die Grobortung ohnehin bereits ausgewertet werden. Aber es sind auch andere periodisch gesendete Mobilfunksignale alternativ nutzbar.

[0013] Die als Basisdaten genutzten Mobilfunksignale bleiben im vorgeschlagenen Verfahren unverändert. Sie werden im Fahrzeug vom Mobilfunkgerät in der fahrzeugseitigen Ortungseinrichtung gefiltert und an den Bordrechner der fahrzeugseitigen Ortungseinrichtung übergeben. In der streckenseitigen Ortungseinrichtung werden die Basisdaten ebenfalls aus den Mobilfunksignalen gefiltert und deren Sendezeit bestimmt.

[0014] Die Verfahrensdaten und die daraus generierten Basisdatensignale haben folgende Eigenschaften: Verfahrensdaten sind verfahrensspezifische Daten, die fortlaufend von der streckenseitigen Ortungseinrichtung an Mobilfunkgeräte in den fahrzeugseitigen Ortungseinrichtungen übermittelt werden (direkt oder indirekt über eine Basisstation) und die Basis für die präzisere Ortungsberechnung im Fahrzeug bilden. Verfahrensdaten enthalten mindestens folgenden Inhalt:

1. Sendezeitpunkt der Basisdaten in der Basisstation
2. Identifikation der sendenden Basisstation

[0015] Weiterhin müssen die Sendezeitpunkte der zyklisch gesendeten Verfahrensdaten den zugehörigen Basisdaten (z.B. TA-Signale) eindeutig zuordenbar sein. Das bedeutet, dass Verfahrensdaten einerseits nicht zu oft gesendet werden dürfen, um eine Missdeutung des Sendezeitpunktes durch Duplikate zu vermeiden, und andererseits ausreichend oft gesendet werden sollen, um ausreichend Stützstellen für die Feinortung zu haben. Besonders vorteilhaft ist es, die Periodizität der Verfahrensdatensignale genau an die Periodizität der Basisdatensignale anzupassen, da dann eine Eins-zu-Eins-Zuordnung der Verfahrensdatensignale zu den Basisdatensignalen möglich ist. Insbesondere bei Nutzung der TA-Signale wird empfohlen, die Verfahrensdaten mit dem Zyklus der TA-Signale zu senden.

[0016] Sofern es in der nachfolgenden Beschreibung nicht anders angegeben ist, beziehen sich die Begriffe "erstellen", "berechnen", "rechnen", "feststellen", "generieren", "konfigurieren", "modifizieren" und dergleichen vorzugsweise auf Handlungen und/oder Prozesse und/oder Verarbeitungsschritte, die Daten verändern und/oder erzeugen und/oder die Daten in andere Daten überführen. Dabei liegen die Daten insbesondere als physikalische Größen vor, beispielsweise als elektrische Impulse oder auch als Messwerte. Die erforderlichen Anweisungen/Programmbefehle sind in einem Computerprogramm als Software zusammengefasst. Weiterhin beziehen sich die Begriffe "empfangen", "aussenden", "einlesen", "auslesen", "übertragen" und dergleichen auf das Zusammenwirken einzelner Hardwarekomponenten und/oder Softwarekomponenten über Schnittstellen. Die Schnittstellen können hardwaretechnisch, beispielsweise kabelgebunden oder als Funkverbindung, und/oder

softwaretechnisch, beispielsweise als Interaktion zwischen einzelnen Programmmodulen oder Programmteilen eines oder mehrerer Computerprogramme, realisiert sein.

[0017] Unter "rechnergestützt" oder "computerimplementiert" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Implementierung des Verfahrens verstanden werden, bei dem ein Computer oder mehrere Computer mindestens einen Verfahrensschritt des Verfahrens ausführt oder ausführen. Der Ausdruck "Computer" ist breit auszulegen, er deckt alle elektronischen Geräte mit Datenverarbeitungseigenschaften ab. Computer können somit beispielsweise Personal Computer, Server, Handheld-Computer-Systeme, Pocket-PC-Geräte, Mobilfunkgeräte und andere Kommunikationsgeräte, die rechnergestützt Daten verarbeiten, Prozessoren und andere elektronische Geräte zur Datenverarbeitung sein, die vorzugsweise auch zu einem Netzwerk zusammengeschlossen sein können. Unter einer "Speichereinheit" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise ein computerlesbarer Speicher in Form eines Arbeitsspeichers (engl. Random-Access Memory, RAM) oder Datenspeichers (Festplatte oder eines Datenträgers) verstanden werden.

[0018] Unter einem "Prozessor" kann im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise eine Maschine, zum Beispiel ein Sensor zur Erzeugung von Messwerten oder eine elektronische Schaltung, verstanden werden. Bei einem Prozessor kann es sich insbesondere um einen Hauptprozessor (engl. Central Processing Unit, CPU), einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller, beispielsweise eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung oder einen digitalen Signalprozessor, möglicherweise in Kombination mit einer Speichereinheit zum Speichern von Programmbefehlen, etc. handeln. Bei einem Prozessor kann es sich beispielsweise auch um einen IC (integrierter Schaltkreis, engl. Integrated Circuit), insbesondere einen FPGA (engl. Field Programmable Gate Array) oder einen ASIC (anwendungsspezifische integrierte Schaltung, engl. Application-Specific Integrated Circuit), oder einen DSP (Digitaler Signalprozessor, engl. Digital Signal Processor) handeln. Auch kann unter einem Prozessor ein virtualisierter Prozessor oder eine Soft-CPU verstanden werden. Es kann sich beispielsweise auch um einen programmierbaren Prozessor handeln, der mit einer Konfiguration zur Ausführung eines rechnergestützten Verfahrens ausgerüstet ist.

Kooperation mit Provider (Mobilfunkanbieter)

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Verfahrensdatensignale durch die streckenseitige Ortungseinrichtung per Funk oder kabelgebunden an die Basisstation übergeben werden und die Basisstation die Verfahrensdatensignale per Funk an die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung weiterleitet.

[0020] Vorteilhaft benötigt die streckenseitige Ortungseinrichtung dann keine Sendeantenne, weil die

Verfahrensdaten beispielsweise über eine kabelgebundene Schnittstelle an die Basisstation übergeben werden können.

[0021] Die streckenseitige Ortungseinrichtung wird ortsfest und gekoppelt mit einer Basisstation des Mobilfunk-Providers angeordnet und betrieben. Zwischen der streckenseitigen Ortungseinrichtung und der ihr zugeordneten Basisstation besteht eine direkte Verbindung, beispielsweise über ein lokales Netzwerk. In diesem Fall kann die streckenseitige Ortungseinrichtung entweder in eine zugeordnete Basisstation integriert und damit am selben Ort angeordnet, oder in unmittelbarer Nähe der zugeordneten Basisstation installiert und kommunikationstechnisch mit dieser gekoppelt werden.

[0022] Die streckenseitige Ortungseinrichtung muss in der Lage sein, Mobilfunk zu empfangen und zu decodieren. Dazu kann die streckenseitige Ortungseinrichtung vorteilhaft die Antennenanlage der zugeordneten Basisstation nutzen, wenn ein kooperativer Provider vorhanden ist. Das Senden von Mobilfunk durch die streckenseitige Ortungseinrichtung ist nicht erforderlich.

Über eine kabelgestützte oder funkbasierte Datenverbindung zwischen der streckenseitigen Ortungseinrichtung und der zugeordneten Basisstation werden fortlaufend Messdaten von der streckenseitigen Ortungseinrichtung an die zugeordnete Basisstation über die Ergebnisse der in der streckenseitigen Ortungseinrichtung fortlaufend durchgeführten Signallaufzeitmessung gesendet.

[0023] Die zugeordnete Basisstation empfängt fortlaufend Daten der streckenseitigen Ortungseinrichtung und leitet diese an Mobilfunkgeräte weiter. Vorzugsweise kann bei dem Mobilfunkstandard GSM hierfür der GSM-interne Broadcast Control Channel (BCCH) verwendet werden. Alternativ ist es möglich, einen Datendienst für GSM-Anwender, wie beispielsweise GPRS oder SMS für die Datenübermittlung zu nutzen. In beiden Fällen ist eine Mitwirkung des GSM Providers erforderlich, um die Integration der von der streckenseitigen Ortungseinrichtung empfangenen Daten in den GSM-Mobilfunk zu veranlassen.

Betrieb ohne Kooperation des Providers

[0024] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Verfahrensdatensignale durch die streckenseitigen Ortungseinrichtung per Funk direkt an die fahrzeugseitige Ortungseinrichtungen gesendet werden.

[0025] Für die Übertragung per Funk benötigt die streckenseitige Ortungseinrichtung eine geeignete Sendeantenne. Dies stellt zwar einen zusätzlichen konstruktiven Aufwand dar. Jedoch ist eine Kooperation mit dem Provider nicht erforderlich. Außerdem kann es beim Betrieb vorteilhaft kostengünstiger sein, wenn von dem Provider keine zusätzlichen Dienste in Anspruch genommen werden müssen.

[0026] Die streckenseitige Ortungseinrichtung wird ortsfest und unabhängig von Basisstationen des Mobil-

funk-Providers angeordnet und betrieben. In dieser Anordnung benötigt die streckenseitige Ortungseinrichtung eine eigene Mobilfunkantenne für den Empfang der Funksignale einer oder mehrerer zugeordneter Basisstationen.

[0027] Die Übertragung der Daten von der streckenseitigen Ortungseinrichtung an die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung erfolgt in diesem Fall nicht indirekt über eine zugeordnete Basisstation, sondern direkt per Mobilfunk. Dafür kann beispielsweise eine Datenverbindung auf Basis von GPRS oder LTE genutzt werden. Die Verfahrensdatensignale müssen anders als die Basisdatensignale aber nicht mit dem Mobilfunkstandard übermittelt werden.

[0028] Für das Ortungsverfahren kann statt GPS ein alternatives Satelliten-Navigationssystem, wie beispielsweise GLONASS in der streckenseitige Ortungseinrichtung und im fahrzeugseitige Ortungseinrichtung verwendet werden. Notwendig ist die Bereitstellung synchroner hochgenauer Uhren in der streckenseitige Ortungseinrichtung und in der fahrzeugseitige Ortungseinrichtung.

[0029] An Stelle von GSM können auch andere zelluläre Mobilfunksysteme eingesetzt werden. Statt TA-Signalen können alternative systemeigene Funksignale verwendet werden, beispielsweise für die Abstandsbestimmung der Mobilfunkgeräte zu Basisstationen. Die Anforderungen an die verwendeten GSM-Signale (Basisdaten) beschränken sich auf eine geeignete Sendeperiode und die Abstrahlung an jeder Basisstation. Außerdem muss die Kennung der Basisstation ermittelt werden können.

[0030] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine aus dem neu berechneten Abstand ermittelte erste Ortsinformation mit einer zweiten Ortsinformation verglichen wird und im Falle von Abweichungen die zweite Ortsinformation korrigiert wird. Dabei ist vorzugweise vorgesehen, dass als erste Ortsinformation eine Position des Schienenfahrzeugs ermittelt wird, wobei eine Position der einen Basisstation oder auch mehrerer Basisstationen vorgegeben wird. Das erfindungsgemäße Verfahren kann daher zur Verbesserung der unter vorläufige Ortung beschriebenen Ortung verwendet werden. Es kann auch zur Plausibilisierung oder Genauigkeitsverbesserung der Daten anderer Ortungssysteme verwendet werden. Beispielsweise können die Ortungsdaten einer GPS-Ortung im Fahrzeug mit den Ergebnissen der erfindungsgemäßen Ortung überprüft werden. Damit sind sicherheitskritische Ortungs-Anwendungen möglich.

[0031] Eine andere Möglichkeit ist die Korrektur oder Erstellung eines Streckenplans (im Folgenden Almanach genannt), in dem insbesondere auch die Positionen der Basisstationen bestimmt werden können.

[0032] Durch den Vergleich der aus unterschiedlichen Sendern gewonnenen Abstandsdaten werden die Standorte der GSM-Basisstationen somit plausibilisiert und damit vertrauenswürdig. Ein Angreifer, der die GSM-Signale abfängt und wieder einspielt (man in the middle at-

tack) würde in jedem Fall eine Verzögerung der Signallaufzeit verursachen, aus der mindestens eine widersprüchliche Entfernungsmessung resultieren würde. Hierdurch können vorteilhaft bei der Ortung hohe Sicherheitslevel realisiert werden. Das Vorgehen wird im Folgenden näher erläutert.

[0033] Die berechneten hochgenauen Abstandswerte zwischen Fahrzeug und GSM-Basisstationen werden zum Aufbau und Pflege des fahrzeugeigenen Streckenalmanachs benutzt. Wie in Anmeldung vorläufige Ortung beschrieben kann der Streckenalmanach eine 1D- oder 2-D Charakteristik aufweisen. Ebenfalls sind Mischvarianten möglich. Im Unterschied zum Messverfahren für die vorläufige Ortung werden Ortsinformationen im Almanach nur noch mit Hilfe hochgenauer Abstandsdaten korrigiert, um die Qualität des Almanachs zu verbessern. Zu diesem Zweck wird das Verfahren gemäß dieser Ausgestaltung der Erfindung dahingehend genutzt, dass als erste Ortsinformation eine Position der Basisstation ermittelt wird, die aus mehreren Positionen des Schienenfahrzeugs berechnet wird. Dies setzt voraus, dass der Abstand des Schienenfahrzeugs zur Basisstation bestimmt ist oder die Position des Schienenfahrzeugs insbesondere durch ein anderes Ortungsverfahren bestimmt wurde.

[0034] Für einen 1D-Almanach werden die ermittelten Abstände zu GSM-Basisstationen direkt als Ortsreferenz aufgenommen oder zur Plausibilisierung vorhandener Ortsreferenzen verwendet.

[0035] Für einen 2D-Almanach müssen die Abstände zwischen Fahrzeug und einer spezifischen GSM-Basisstation an mindestens 3 unterschiedlichen Punkten der Fahrstrecke gemessen werden. Die Abstandswerte werden dazu in einem temporären Speicher vorgehalten. Stehen in der temporären Ablage für mindestens 3 Ortskoordinaten derselben Basisstation die Abstandswerte zur Verfügung, wird die exakte Lage der GSM-Basisstation durch Triangulation der Abstandswerte ermittelt und anschließend in den 2D-Almanach übernommen oder zur Plausibilisierung eines bereits vorhandenen Standorts der GSM-Basisstation benutzt.

[0036] Bei wiederholten Fahrten eines Zuges über dieselbe Strecke werden die vorhandenen Daten im Almanach durch die wiederholte Plausibilisierung zunehmend vertrauenswürdig. Das Vertrauen in die Daten im Almanach kann vorteilhaft durch zusätzliche Vertrauensattribute, die zusammen mit den Ortungsdaten abgelegt werden, gekennzeichnet werden.

[0037] Für den Datenkanal zwischen streckenseitiger Ortungseinrichtung und fahrzeugseitiger Ortungseinrichtung gibt es diverse Möglichkeiten. Sowohl hinsichtlich des Funksystems, des genutzten Datenkanals (System, Anwender) als auch der Kommunikationsart (verbindungsorientiert, verbindungslos, Broadcast) sind zahlreiche Varianten möglich. Darüber hinaus ist es möglich, eine oder mehrere zentrale Stellen einzurichten, bei denen die Daten der unterschiedlichen streckenseitigen Ortungseinrichtungen zusammengeführt werden (bei-

spielsweise per Internet). Fahrzeuge können sich bei der oder den zentralen Stellen anmelden und die Verfahrensdaten kontinuierlich abrufen (zentrale Auskunft). Hier kann somit auch der Streckenplan abgespeichert sein.

[0038] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen werden, dass der zwischen den Sendezeitpunkten und den Empfangszeitpunkten jeweils durch das Schienenfahrzeug zurückgelegte Fahrweg berücksichtigt wird. Ausschlaggebend ist nämlich der Ort des Schienenfahrzeugs zum Empfangszeitpunkt, auch wenn das Verfahren an dem Ort des Schienenfahrzeugs zum Sendezeitpunkt initiiert wurde.

[0039] Bei schnell fahrenden Fahrzeugen muss für die exakte Ortsbestimmung gegebenenfalls der zurückgelegte Fahrweg berücksichtigt werden, der während der Datenübertragung und Signalverarbeitung im fahrzeugseitige Ortungseinrichtung erfolgt ist. Dieser kann beispielsweise durch Wegmessung (Odometrie) oder durch die Berücksichtigung der Geschwindigkeit des Zuges während der Messung und Berechnung ermittelt werden. Vorteilhaft lässt sich hierdurch eine noch höhere Genauigkeit erreichen.

[0040] Die Erfindung wird außerdem durch die eingangs angegebene streckenseitige Ortungseinrichtung sowie fahrzeugseitige Ortungseinrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass diese dazu eingerichtet sind, die eingangs genannten erfindungsgemäßen Verfahren durchzuführen. Die mit dem Einsatz der streckenseitigen Ortungseinrichtung sowie der fahrzeugseitigen Ortungseinrichtung verbundenen Vorteile sind daher vorstehend im Rahmen der Erläuterung der erfindungsgemäßen Verfahren bereits genannt worden.

[0041] Des Weiteren wird ein Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder dessen Ausführungsbeispielen beansprucht, wobei mittels des Computerprogrammprodukts jeweils das erfindungsgemäße Verfahren und/oder dessen Ausführungsbeispiele durchführbar sind.

[0042] Darüber hinaus wird eine Bereitstellungsvorrichtung zum Speichern und/oder Bereitstellen des Computerprogrammprodukts beansprucht. Die Bereitstellungsvorrichtung ist beispielsweise ein Datenträger, der das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt. Alternativ und/oder zusätzlich ist die Bereitstellungsvorrichtung beispielsweise ein Netzwerkdienst, ein Computersystem, ein Serversystem, insbesondere ein verteiltes Computersystem, ein cloudbasiertes Rechnersystem und/oder virtuelles Rechnersystem, welches das Computerprogrammprodukt vorzugsweise in Form eines Datenstroms speichert und/oder bereitstellt.

[0043] Die Bereitstellung erfolgt beispielsweise als Download in Form eines Programmdateiblocks und/oder Befehlsdateiblocks, vorzugsweise als Datei, insbesondere als Downloaddatei, oder als Datenstrom, insbesondere als Downloaddatenstrom, des vollständigen Computerprogrammprodukts. Diese Bereitstellung kann beispielsweise aber auch als partieller Download

erfolgen, der aus mehreren Teilen besteht und insbesondere über ein Peer-to-Peer Netzwerk heruntergeladen oder als Datenstrom bereitgestellt wird. Ein solches Computerprogrammprodukt wird beispielsweise unter Verwendung der Bereitstellungsvorrichtung in Form des Datenträgers in ein System eingelesen und führt die Programmbefehle aus, sodass das erfindungsgemäße Verfahren auf einem Computer zur Ausführung gebracht wird.

[0044] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende Zeichnungselemente sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert, wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben.

[0045] Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

[0046] Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch in einer dreidimensionalen Übersicht.

Figur 2 und 3 Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen streckenseitigen Ortungseinrichtung und der erfindungsgemäßen fahrzeugseitigen Ortungseinrichtung als Blockschaltbilder.

Verfahrensablauf streckenseitig

[0047] Streckenseitig werden in einem Streckennetz SN eine geeignete Anzahl von streckenseitigen Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 ortsfest installiert und jeweiligen Basisstationen BS1 ... BS2 zugeordnet. Die Zuordnung jeder streckenseitigen Ortungseinrichtung (z. B. SO1) zur Basisstation (z. B. BS1) kann kooperativ oder nichtkooperativ erfolgen. Mischvarianten sind ebenfalls möglich. Für die Verfahrensdurchführung muss die GPS-disciplined clock der streckenseitigen Ortungseinrichtung auf die GPS-Zeit synchronisiert sein.

[0048] Über eine GSM-Antenne (GSMA) empfängt die streckenseitige Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3) laufend die GSM-Signale der zugeordneten Basisstationen (BS1 ... BS2). Aus den GSM-Signalen der einzelnen Basisstationen (BS1 ... BS2) werden in der streckenseitigen Ortungseinrichtung zunächst die festgelegten Basisdatensignale (BDS) selektiert. Für jedes empfangene Basisdatensignal (BSD) wird außerdem der genaue Emp-

fangszeitpunkt registriert.

[0049] Im nächsten Schritt erfolgt die Bestimmung der Sendezeit des empfangenen Basisdatensignale BSD im Rechner der streckenseitigen Ortungseinrichtung SO1 ... SO3. Dazu wertet der Rechner die Kennung der Basisstation BS1 ... BS2 und den Empfangszeitpunkt der jeweiligen Basisdatensignale BSD aus. Mit Kenntnis des in der streckenseitigen Ortungseinrichtung SO1 ... SO3 hinterlegten Abstandes der jeweiligen Basisstation BS1 ... BS2 von der streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 ... SO3 kann aus dem bekannten Empfangszeitpunkt der Sendezeitpunkt eines Basisdatensignals BSD in der Basisstation BS1 berechnet werden. Anschließend erfolgt die Generierung der Verfahrensdatensignale VDS durch den Rechner der streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 ... SO3, welche mindestens den (in der streckenseitigen Ortungseinrichtung kalkulierten) Sendezeitpunkt und die Kennung der Basisstation BS1 ... BS2 enthalten.

[0050] Die streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 ... SO3 generiert zyklisch die Verfahrensdatensignale VDS für alle zugeordneten Basisstationen BS1 ... BS2. Die Zyklusperiode richtet sich nach derjenigen der Basisdatensignale BDS. Die Verfahrensdatensignale VDS werden danach an die Schienenfahrzeuge SF1 ... SF2 gesendet bzw. bereitgestellt. Der benötigte Datenkanal zum Schienenfahrzeug kann auf verschiedene Art und Weise eingerichtet werden. Gemäß Figur 1 werden die Verfahrensdatensignale VDS nach dem GSM-Standard gesendet.

[0051] Es gibt jedoch auch andere Übertragungsmöglichkeiten (in Figur 1 nicht dargestellt). Steht zum Beispiel ein Broadcast-Datendienst, wie beispielsweise WLAN zur Verfügung, sendet die streckenseitige Ortungseinrichtung die Verfahrensdaten gleichzeitig an alle Fahrzeuge, die sich im Empfangsbereich befinden. Steht ein Punkt-zu-Punkt Datendienst, wie beispielsweise LTE zur Verfügung, sendet die streckenseitige Ortungseinrichtung die Verfahrensdaten individuell an diejenigen Fahrzeuge, die eine Datenverbindung zur streckenseitige Ortungseinrichtung aufgebaut haben.

[0052] Für die streckenseitige Ortungseinrichtung SO2 ist in Figur 1 noch ein weiterer Übertragungsweg gezeigt. Die Verfahrensdatensignale VDS können über ein Kabel KB an die Basisstation BS2, die sich in der Nähe befindet, übertragen werden. Die Basisstation BS2 stellt die Verfahrensdatensignale VDS dann über ihre GSM-Antenne GSMA an das Schienenfahrzeug SF2 aus. Die GSM-Antenne GSMA der streckenseitigen Ortungseinrichtung SO2 muss somit nur für den Empfang der Basisdatensignale BSM der Basisstation BS2 ausgelegt sein, jedoch keine Verfahrensdatensignale VDS an das Schienenfahrzeug SF2 senden.

[0053] Für eine erste Grobortung kann außerdem als eine Alternative auch ein Navigationssystem, gemäß Figur 1 das GPS verwendet werden. Es ist ein Satellit SAT dargestellt, der Satellitensignale STS an GPS-Antennen GPSA von streckenseitigen Ortungseinrichtungen

SO1 ... SO3 oder fahrzeugseitigen Ortungseinrichtungen FO1 ... FO2 sendet.

Verfahrensablauf fahrzeugseitig

[0054] Fahrzeuge, die das erfindungsgemäße Verfahren durchführen, benötigen eine fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 ... FO2. Weiterhin wird zum Beispiel das als vorläufige Ortung beschriebene TA-basierte Verfahren als Alternative zur groben Ortsbestimmung angewendet, welches den Fahrzeugort mit einem Ortungsfehler von bis zu 550 Metern bestimmt. Die Abstandsbestimmung erfolgt dann im Bordrechner in dem Schienenfahrzeug SF1 ... SF2. Mit dem TA-Verfahren nach der vorläufigen Ortung wird dabei zunächst in einer ersten Stufe des Verfahrens eine grobe Bestimmung der Abstände zu den empfangbaren Basisstationen BS1 ... BS2 durchgeführt. Im Feinortungsverfahren wird der Abstand zu empfangbaren Basisstationen BS1 ... BS2 präzise ermittelt und mit Kenntnis dieser Werte werden die Ergebnisse aus der Grobortung korrigiert.

[0055] Für das erfindungsgemäße Verfahren muss die GSM-Empfangseinrichtung der fahrzeugseitigen Ortungseinrichtung den Empfangszeitpunkt der Basisdatensignale hochgenau bestimmen können. Dazu wird in der fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 ... FO2 ebenfalls eine GPS-disciplined clock (GDO, vgl. Fig 2 und 3) eingesetzt. Die erfolgreiche Synchronisierung der GPS-disciplined clock ist Voraussetzung für die Verfahrensdurchführung im Fahrzeug.

[0056] Das Mobilfunkgerät der fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 ... FO2 empfängt fortlaufend die Basisdatensignale BDS aller empfangbaren Basisstationen BS1 ... BS2. Die Basisdatensignale BDS werden entweder im Mobilfunkgerät analysiert oder an den Bordrechner der fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 ... FO2 zur Auswertung übergeben. Jedem empfangenen Basisdatensignal BDS wird eine exakte Empfangszeit zugeordnet. Weiterhin erfolgt eine eindeutige Zuordnung jedes Basisdatensignals BDS zur sendenden Basisstation BS1 ... BS2.

[0057] Neben den Basisdatensignalen BDS empfängt das Mobilfunkgerät des fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 ... FO2 über einen geeigneten Mobilfunk-Datendienst, wie beispielsweise per BCCH im Falle eines kooperativen Providers, oder beispielsweise GPRS im Falle eines nicht-kooperativen Providers, kontinuierlich die von einer oder mehreren streckenseitige Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 generierten Verfahrensdatensignale VDS.

[0058] Sofern für den Empfang der Verfahrensdatensignale ein separater Datenkanal zu einer streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 ... SO3 erforderlich ist, wird dieser durch die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 ... FO2 aufgebaut. Die für den Aufbau des Datenkanals notwendige Adresse der streckenseitigen Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 ermittelt der Bordrechner der fahrzeugseitigen Ortungseinrichtung FO1 ... FO2

vorzugsweise aus den im Streckenalmach zusätzlich hinterlegten Verbindungsdaten der streckenseitigen Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 entlang der Strecke des Streckennetzes SN und aus dem bekannten (groben) Ort des Schienenfahrzeugs SF1 ... SF2.

[0059] Abhängig von den im Streckenalmach hinterlegten Verbindungsdaten der streckenseitigen Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 und dem aktuellen Ort des Schienenfahrzeugs SF1 ... SF2 baut die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 ... FO2 eine oder mehrere parallele Datenverbindungen zu den in der Nähe befindlichen streckenseitigen Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 auf. Über diese Datenverbindungen treffen laufend die von den streckenseitigen Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 gesendeten Verfahrensdatensignale VDS ein. Die empfangenen Verfahrensdatensignale VDS werden an den Bordrechner der fahrzeugseitigen Ortungseinrichtungen FO1 ... FO2 zur Auswertung übergeben.

[0060] Die Auswertung der Basisdatensignale BDS und der Verfahrensdatensignale VDS erfolgt in mehreren Schritten:

In einem ersten Schritt werden die aktuell empfangenen Verfahrensdatensignale VDS den aktuell empfangenen Basisdatensignalen BDS zeitlich und basisstationsindividuell zugeordnet.

[0061] Nach erfolgreicher Zuordnung werden im zweiten Schritt der jeweils registrierte Empfangszeitpunkt der Basisdatensignale BDS und deren mittels Verfahrensdatensignalen VDS übermittelte zugehörige Sendezeitpunkt ausgewertet. Die Differenz aus Empfangs- und Sendezeitpunkt der Basisdatensignale BDS liefert die exakte Signallaufzeit zwischen Basisstation BS1 ... BS2 und Mobilfunkgerät im Schienenfahrzeug SF1 ... SF2 zum Zeitpunkt des Empfangs der Basisdatensignale BDS.

[0062] Aus der Signallaufzeit und den bekannten, im Streckenalmach hinterlegten Koordinaten der Basisstationen BS1 ... BS2 wird im dritten Schritt der exakte Abstand des Schienenfahrzeugs SF1 ... SF2 zur Basisstation BS1 ... BS2 zum Zeitpunkt des Empfangs der Basisdatensignale BDS bestimmt.

[0063] Dieser Algorithmus wird in der fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FS1 ... FS2 für alle empfangbaren Basisstationen BS1 ... BS2 parallel durchgeführt, sofern zu den Basisdatensignalen BDS jeweils passende Verfahrensdatensignale VDS vorliegen. Dies macht eine exakte Ortsbestimmung beispielsweise durch Triangulation möglich. Mit den exakten Abständen zu den empfangbaren Basisstationen wird der gemäß vorläufiger Ortung grob bestimmte Fahrzeugort fortlaufend präzisiert.

[0064] Für das Verfahren werden nachfolgend beschriebene Funktionseinheiten verwendet:

Streckenseitige Ortungseinrichtung gemäß Figur 2

Eine streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 besteht aus einem ortsfesten speziellen Computersystem OC mit mindestens einer Empfangseinrichtung EM für das zelluläre Mobilfunknetz (insbesondere GSM-Funk), einer

Empfangseinrichtung EG für GPS und einer hochgenauen Zeitmesseinrichtung GDO (insbesondere GPS-disciplined clock). Die streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 kommuniziert einerseits mit einer oder mehreren Basisstationen (BS1, BS2, vgl. Fig. 1) des Mobilfunknetzes und andererseits direkt oder indirekt mit Schienenfahrzeugen (SF1, SF2, vgl. Fig. 1), die das vorgeschlagene Ortungsverfahren durchführen.

[0065] Technische Realisierungsbasis ist beispielsweise ein Mikrocomputer C mit SDR (Software-Defined-Radio) Software, welcher mittels GPS Disciplined Oscillator (GDO) synchronisiert wird. Der GDO empfängt GPS-Signale und liefert ausgangssseitig ein Frequenznormal (meist 10 MHz) und einen PPS-Impuls (Pulse-per-Second). Diese Technik ist marktgängig und preiswert.

[0066] Für das vorgeschlagene Verfahren gemäß Figur 1 kann eine beliebige Anzahl streckenseitiger Ortungseinrichtungen SO1 ... SO3 vorgesehen werden, beispielsweise entlang einer Bahnstrecke. Die Anzahl der benötigten streckenseitigen Ortungseinrichtungen richtet sich nach der Topologie des Mobilfunknetzes und der Topologie der zu befahrenden Strecke.

[0067] Jede streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 ist einer oder mehreren ausgewählten Basisstationen BS1 logisch zugeordnet. Die streckenseitige Ortungseinrichtung SO1 empfängt fortlaufend die Funksignale der logisch zugeordneten Basisstation BS1 und wertet diese verfahrensspezifisch aus. Vorteilhaft ist es, eine andere streckenseitige Ortungseinrichtung SO2 in räumlicher Nähe zu einer oder mehreren Basisstationen BS2 anzuordnen (vgl. Fig. 1), um erstens guten Funkempfang sicherzustellen und zweitens kurze Signallaufzeiten zwischen Basisstation BS2 und streckenseitiger Ortungseinrichtung SO2 zu erreichen.

[0068] Weiterhin sendet die streckenseitige Ortungseinrichtung im Ergebnis der Auswertung empfangener Mobilfunk-Signale fortlaufend Daten an Schienenfahrzeuge bzw. stellt diese Informationen Schienenfahrzeugen zur Verfügung. Die Übermittlung der Daten kann auf verschiedene Art erfolgen, beispielsweise über GSM-Mobilfunk.

[0069] Fahrzeugseitige Ortungseinrichtung gemäß Figur 3

Die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 besteht aus einem mobilen Computersystem MC mit mindestens einer Empfangseinrichtung EM für Mobilfunk, einer Empfangseinrichtung EG für GPS, einer hochgenauen Zeitmesseinrichtung GDO (zum Beispiel einer GPS Disciplined Oscillator) und dem Mikrocomputer C, die in einem Fahrzeug untergebracht ist. Die hochgenaue Zeitmesseinrichtung kann vorteilhaft in einem Mobilfunkgerät integriert sein oder als selbständige technische Komponente ausgeführt werden.

[0070] Weiterhin ist es vorteilhaft, die bei der vorläufigen Ortung verwendete fahrzeugseitige Einrichtung FE (zum Beispiel ein Odometer) auch beim Betrieb der fahrzeugseitigen Ortungseinrichtung FO1 zu verwenden. Im

Rahmen des Verfahrens kann eine beliebige Anzahl von Schienenfahrzeugen mit je einer fahrzeugseitige Ortungseinrichtung ausgerüstet werden (nicht dargestellt).

[0071] Die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 empfängt fortlaufend Daten von den funktechnisch erreichbaren Basisstationen BS1 und wertet diese bezüglich bestimmter mobilfunkspezifischer Signale, den Basisdatensignalen BDS aus. Weiterhin empfängt die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung FO1 fortlaufend die Verfahrensdatensignale VDS von einer oder mehreren streckenseitigen Ortungseinrichtungen (nicht dargestellt) und wertet diese verfahrensspezifisch aus. Durch die Auswertung wird der nach der vorläufigen Ortung bereits grob ermittelte Fahrzeugort erheblich genauer bestimmt. Hierdurch wird die eingangs angegebene Aufgabe gelöst.

Bezugszeichenliste

[0072]

BS1 ... BS2	Basisstation
SO1 ... SO3	streckenseitige Ortungseinrichtung
OC	ortsfestes Computersystem
FO1 ... FO2	Fahrzeugseitige Ortungseinrichtung
GSMA	GSM-Antenne
GPSA	GPS-Antenne
MC	mobiles Computersystem
GDO	Zeitmesseinrichtung
EM	Empfangseinrichtung für Mobilfunk
EG	Empfangseinrichtung für GPS
C	Mikrocomputer
SAT	Satellit (GPS)
SF1 ... SF2	Schienenfahrzeug
SN	Streckennetz
FE	Fahrzeugseitige Einrichtung
BDS	Basisdatensignal
VDS	Verfahrensdatensignal
STS	Satellitensignal

Patentansprüche

- Verfahren zum Senden von Ortungssignalen an Schienenfahrzeuge (SF1 ... SF2) in einem Streckennetz (SN), wobei zur Erstellung der Ortungssignale periodisch generierte Basisdatensignale (BDS) eines zellulären Mobilfunknetzes verwendet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine streckenseitige Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3), die ortsfest im Streckennetz (SN) angeordnet ist,
 - die Basisdatensignale (BDS) mindestens einer der streckenseitigen Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3) zugeordneten Basisstation (BS1 ... BS2) des zellulären Mobilfunknetzes empfängt,

- zu den Basisdatensignalen (BDS) gehörige Verfahrensdatensignale (VDS) generiert, die den jeweiligen Sendezeitpunkt des betreffenden Basisdatensignals (BDS) in der Basisstation (BS1 ... BS2) und die Identität der betreffenden Basisstation (BS1 ... BS2) umfassen,
- die Verfahrensdatensignale (VDS) periodisch ausgibt.

- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Periodizität der Verfahrensdatensignale (VDS) genau an die Periodizität der Basisdatensignale (BDS) angepasst ist.
- Verfahren zum Orten eines Schienenfahrzeugs (SF1 ... SF2), bei dem

- eine im Schienenfahrzeug (SF1 ... SF2) angeordnete fahrzeugseitige Ortungseinrichtung (FO1 ... FO2) den Ort des Schienenfahrzeugs (SF1 ... SF2) bestimmt,
- die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung (FO1 ... FO2) bei der Bestimmung des Ortes den Abstand zu mindestens einer Basisstation (BS1 ... BS2) eines zellulären Mobilfunknetzes ermittelt,

dadurch gekennzeichnet, dass die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung (FO1 ... FO2)

- von der mindestens einen Basisstation (BS1 ... BS2) periodisch generierte Basisdatensignale (BDS) empfängt, und deren Empfangszeitpunkt ermittelt,
- von einer streckenseitigen Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3) nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1 periodisch generierte Verfahrensdatensignale (VDS) empfängt,
- die Identität der Basisstation (BS1 ... BS2) abrufen, der die Verfahrensdatensignale (VDS) jeweils zuzuordnen sind, und die Verfahrensdatensignale (VDS) den zugehörigen Betriebsdatensignalen zuordnet,
- die mit den Verfahrenssignalen übermittelten Sendezeitpunkte und die ermittelten Empfangszeitpunkte zur Berechnung der Laufzeit der Basisdatensignale (BDS) von der Basisstation (BS1 ... BS2) zum Schienenfahrzeug (SF1 ... SF2) verwendet,
- den ermittelten Abstand zu der mindestens einen Basisstation (BS1 ... BS2) unter Berücksichtigung der berechneten Laufzeit neu berechnet.

- Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**

- dass** die Verfahrensdatensignale (VDS) durch die streckenseitige Ortungseinrichtung (SO1 ... SO2) per Funk direkt an die fahrzeugseitige Ortungseinrichtungen (FO1 ... FO2) gesendet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verfahrensdatensignale (VDS) durch die streckenseitige Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3) per Funk oder kabelgebunden an die Basisstation (BS1 ... BS2) übergeben werden und die Basisstation (BS1 ... BS2) die Verfahrensdatensignale (VDS) per Funk an die fahrzeugseitige Ortungseinrichtung (FO1 ... FO2) weiterleitet.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine aus dem neu berechneten Abstand ermittelte erste Ortsinformation mit einer zweiten Ortsinformation verglichen wird und im Falle von Abweichungen die zweite Ortsinformation korrigiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass als erste Ortsinformation eine Position des Schienenfahrzeugs (SF1 ... SF2) ermittelt wird, wobei eine Position der Basisstation (BS1 ... BS2) vorgegeben wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Ortsinformation zum Erstellen und/oder korrigieren eines die Strecke beschreibenden Almanachs verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass als erste Ortsinformation eine Position der Basisstation (BS1 ... BS2) ermittelt wird, wobei eine Position des Schienenfahrzeugs (SF1 ... SF2) vorgegeben wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zwischen den Sendezeitpunkten und den Empfangszeitpunkten jeweils durch das Schienenfahrzeug (SF1 ... SF2) zurückgelegte Fahrweg berücksichtigt wird.
11. Streckenseitige Ortungseinrichtung (SO1 ... SO3) zur Anordnung einer Schienenstrecke,
dadurch gekennzeichnet,
dass diese dazu eingerichtet ist, ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und Anspruch 5 durchzuführen.
12. Fahrzeugseitige Ortungseinrichtung (FO1 ... FO2) zum Einbau in ein Schienenfahrzeug (SF1 ... SF2),
dadurch gekennzeichnet,
- dass** diese dazu eingerichtet ist, ein Verfahren gemäß Anspruch 5 durchzuführen.
13. Computerprogrammprodukt mit Programmbefehlen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
14. Bereitstellungsvorrichtung für das Computerprogrammprodukt nach Anspruch 13, wobei die Bereitstellungsvorrichtung das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt.

FIG 1

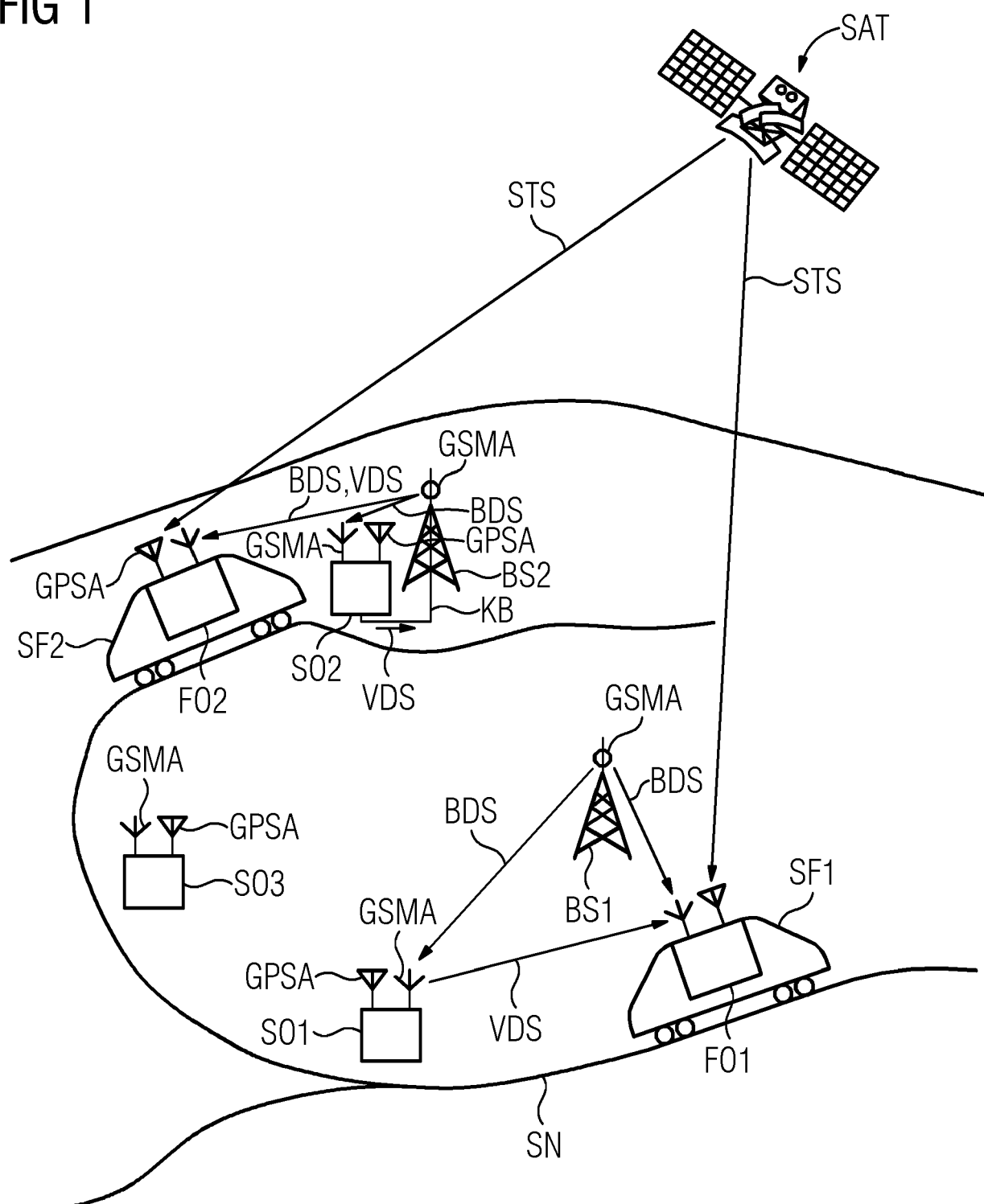


FIG 2

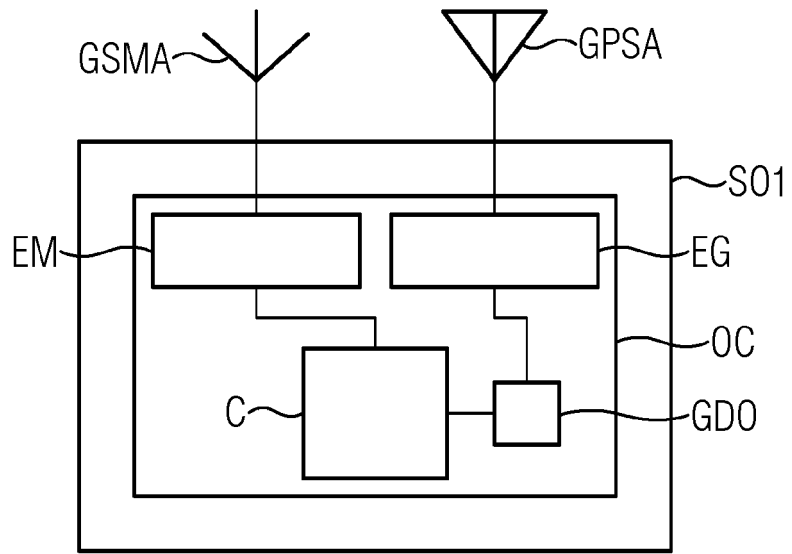
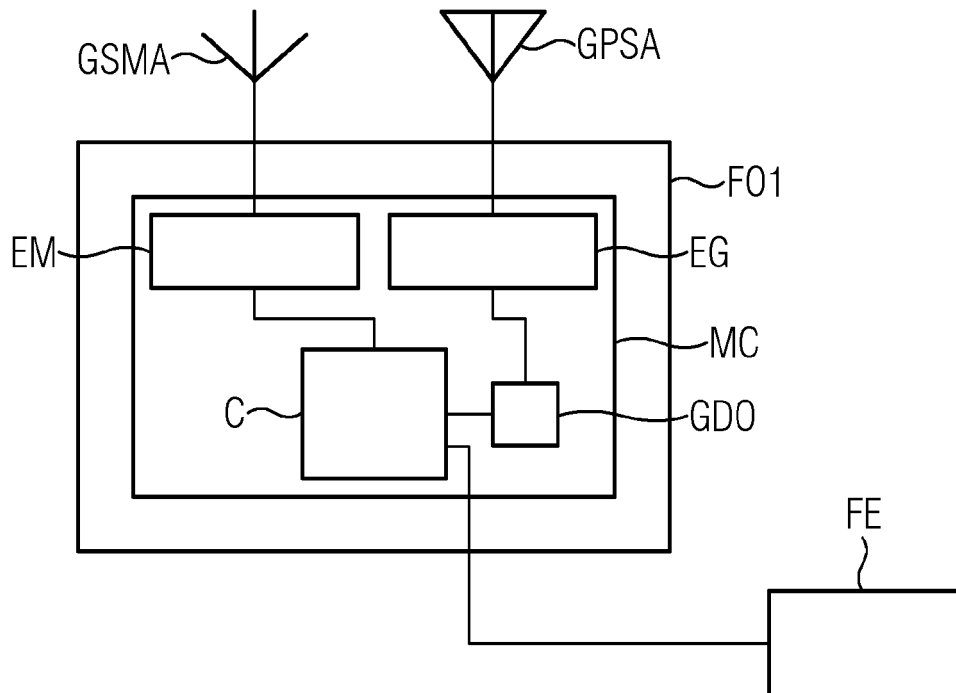


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 16 7528

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)
A,D	WO 2019/086208 A1 (SIEMENS MOBILITY GMBH [DE]) 9. Mai 2019 (2019-05-09) * Seite 3, Zeile 22 - Zeile 31 * * Seite 4, Zeile 15 - Seite 5, Zeile 23 * * Abbildung 1 * * Seite 23; Anspruch 1 *	1-14	INV. B61L25/02 B61L27/00
A	WO 2005/056363 A1 (WESTINGHOUSE BRAKE & SIGNAL [GB]; RILEY CHARLES EDWARD [GB] ET AL.) 23. Juni 2005 (2005-06-23) * Seite 1, Absatz 3 - Seite 2, Absatz 1 * * Seite 2, Absatz 5 - Seite 3, Absatz 2 * * Seite 5, Absatz 2 - Absatz 4 * * Abbildungen 1,2 *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. September 2020	Prüfer Janssen, Axel
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 03.82 (P04C03)

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

EP 20 16 7528

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.

17-09-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	WO 2019086208	A1	09-05-2019	DE 102017219643 A1	09-05-2019
				EP 3687879 A1	05-08-2020
				WO 2019086208 A1	09-05-2019
15	-----				
	WO 2005056363	A1	23-06-2005	AT 433899 T	15-07-2009
				DK 1905662 T3	14-09-2009
				EP 1692028 A1	23-08-2006
				EP 1905662 A2	02-04-2008
20				US 2007084972 A1	19-04-2007
				WO 2005056363 A1	23-06-2005

25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2019086208 A1 [0002]