



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.06.2008 Patentblatt 2008/26

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

(21) Anmeldenummer: **07024612.9**

(22) Anmeldetag: **19.12.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(30) Priorität: **21.12.2006 DE 102006061811**

(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**
51147 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **Hartwig, Katrin, Dipl.-Ing.**
38106 Braunschweig (DE)
• **Meyer zu Hörste, Michael Dr.-Ing.**
38116 Braunschweig (DE)

(74) Vertreter: **Plöger, Jan Manfred et al**
Gramm, Lins & Partner
Theodor-Heuss-Straße 1
38122 Braunschweig (DE)

(54) **Verfahren und System zum Orten eines Schienenfahrzeugs**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatisierten Orten eines Schienenfahrzeugs (10) mit den Schritten: Ermitteln mindestens einer zukünftigen Position (P_i) des Schienenfahrzeugs (10), Ermitteln mindestens einer in dem Schienenfahrzeug (10) vorgehaltenen digitalen lokalen Karte (G;T), in der die ermittelte Position (P_i) verzeichnet ist, Erfassen einer Aktualitätskennung (A) der mindestens einen lokalen Karte (G;T), die einen Zeitpunkt (t) einer letzten Änderung der lokalen Karte (G;T) kodiert, Ermitteln, ob die Aktualitätskennung (A) einer vorgegebenen Aktualitätsanforderung (A_{aktuell}) entspricht, Aktualisieren der mindestens einen lokalen Karte (G;T) dann, wenn die Aktualitätskennung (A) der Aktualitätsanforderung (A_{aktuell}) nicht entspricht, und anschließend Orten des Schienenfahrzeugs (10) unter Verwendung der gegebenenfalls aktualisierten lokalen Karte (G;T).

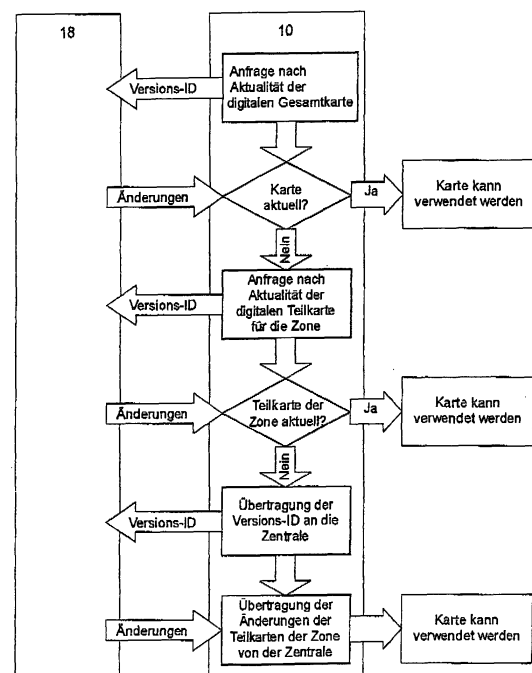


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Orten eines Schienenfahrzeugs.

[0002] Für einen sicheren Betrieb beispielsweise eines Zugnetzes ist es notwendig, dass die Position der einzelnen Fahrzeuge mit einer hohen Genauigkeit bekannt ist. Bislang werden dazu streckenseitige Einrichtungen verwendet, was aber aufwendig und wartungsintensiv ist.

[0003] Aus der DE 10 2004 057 545 A1 ist bekannt, ein Satellitennavigationssystem zur Zugortung und zum Erkennen einer Zugtrennung einzusetzen.

[0004] Aus der DE 197 56 297 A1 ist ein Verfahren zur Aufbereitung und Bereitstellung von satelliten- und luftbildgestützten Bildkarten für die verkehrstechnische Leitung von Kraftfahrzeugen bekannt. Bei dem dort beschriebenen Verfahren kann ein Bediener eines Navigationssystems für eine von ihm gewählte Route Satelliten- oder Luftbildaufnahmen auf sein Navigationssystem herunterladen. Nachteilig an diesem System ist, dass bei der Verwendung dieses Systems nur dann eine exakte Ortung sichergestellt werden kann, wenn vor Fahrtantritt jeweils eine entsprechende Karte geladen wird, da ansonsten möglicherweise veraltetes Kartenmaterial verwendet wird.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Sicherheit beim Betrieb von Schienenfahrzeugen zu erhöhen. Die Erfindung löst das Problem durch ein Verfahren zum Orten eines Schienenfahrzeugs mit den Schritten

- (a) Ermitteln mindestens einer momentanen oder zukünftigen Position des Schienenfahrzeugs,
- (b) Ermitteln mindestens einer in dem Fahrzeug vorgehaltenen digitalen lokalen Karte, in der die ermittelte Position verzeichnet ist,
- (c) Erfassen einer Aktualitätskennung der mindestens einen lokalen Karte, die einen Zeitpunkt einer letzten Änderung der lokalen Karte kodiert,
- (d) Ermitteln, ob die Aktualitätskennung einer vorgegebenen Aktualitätsanforderung entspricht,
- (e) Aktualisieren der mindestens einen lokalen Karte dann, wenn die Aktualitätskennung der Aktualitätsanforderung nicht entspricht und anschließend
- (f) Orten des Schienenfahrzeugs unter Verwendung der gegebenenfalls aktualisierten lokalen Karte.

[0006] Die Erfindung löst die Aufgabe zudem durch ein Schienenfahrzeug mit

- (a) einer Positionermittlungsvorrichtung,
- (b) einem Speicher zum Speichern einer digitalen Karte und
- (c) einer Rechenvorrichtung, wobei die Rechenvorrichtung eingerichtet ist zum Ausführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0007] Gemäß einem weiteren Aspekt löst die Erfindung das Problem durch ein Rechenprogramm, das auf einem Datenträger gespeichert ist und einen Programmcode enthält, der dann, wenn er von einer Rechenvorrichtung eines erfindungsgemäßen Fahrzeugs ausgeführt wird, dazu führt, dass ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt wird. Wenn in der folgenden Beschreibung von einem Fahrzeug gesprochen wird, so ist damit insbesondere ein Schienenfahrzeug gemeint.

[0008] Vorteilhaft an der Erfindung ist, dass stets aktuelle Karten zur Ortung des Fahrzeugs zur Verfügung stehen. Zudem wird der Kommunikationsbedarf zwischen dem Fahrzeug und einem zentralen Kartenverwaltungssystem, das aktuelle Karten vorhält, minimiert. Anders als bei anderen Fahrzeugen, wie beispielsweise Kraftfahrzeugen, steht bei Schienenfahrzeugen nicht der Komfort des Fahrzeugführers im Vordergrund, sondern es muss sichergestellt sein, dass das Schienenfahrzeug stets sicher geortet werden kann. Solange das nicht sichergestellt ist, wird ein Verfahren zum automatisierten Orten eines Schienenfahrzeugs nicht für den Bahnbetrieb zugelassen. Die Anforderungen an ein Verfahren zum Orten eines Schienenfahrzeugs sind damit gänzlich andere als bei einem Verfahren zum automatisierten Orten eines Pkw.

[0009] Durch die Verwendung stets aktueller Karten steigt die Ortungsgenauigkeit bei der Ortung von Fahrzeugen. Auch eine fahrzeugautarke Geschwindigkeits- oder Wagenkastensteuerung beispielsweise von Neigezügen anhand von Positionsdaten und die Aufnahme von Beschleunigung- und Bremskurven sind genauer möglich. Außerdem können Gleisfreimeldungen mit einer erhöhten Sicherheit durchgeführt werden und die Führerstandssignalisierung wird verbessert. Durch die stets aktuellen Karten wird zudem eine Übertretung von Höchstgeschwindigkeiten aufgrund veralteter Daten verhindert.

[0010] Vorteilhaft ist zudem, dass kleine Änderungen in den digitalen Karten mit nur einem geringen Aufwand übertragbar sind. Es ist zudem günstig, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Möglichkeit geschaffen wird, Änderungen zielgerichtet nur an diejenigen Fahrzeuge zu übermitteln, die die entsprechenden Karten auch benötigen.

[0011] Es ist ein weiterer Vorteil, dass alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens automatisch durchführbar sind, so dass unabhängig von der Sorgfalt eines Bedieners stets die aktuelle Karte verwendet wird.

[0012] Es ist ein weiterer Vorteil der Erfindung, dass keine Datenträger zum Übermitteln von aktualisierten Kartendaten an das Fahrzeug notwendig sind. Derartige Speichermedien, wie beispielsweise CDs, DVDs, Disketten oder Speicherkarten, können während des Transports von einem zentralen Kartenverwaltungssystem zu dem jeweiligen Fahrzeug beschädigt werden. Der Transport von festen Datenträgern erfordert zudem eine deutlich längere Zeit als die Übertragung von Daten über rein elektronische Kommunikationswege. Der geringe Aufwand zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Ver-

fahrens ermöglicht es zudem, Kartendaten in regelmäßigen Intervallen, beispielsweise monatlich, pro Quartal oder jährlich zu aktualisieren, ohne dass ein signifikanter Mehraufwand bei der Übertragung der Daten an die Fahrzeuge entsteht.

[0013] Durch die kostengünstige und zeitnahe Aktualisierung der lokalen Daten ergibt sich zudem ein Gewinn an Sicherheit bei gleichzeitig sinkendem Aufwand zum Betreiben des Streckennetzes. Schließlich ist es ein Vorteil, dass dann, wenn eine lokale Karte sich als veraltet erweisen sollte, von einem stationären System der Unterschied zwischen der lokalen Karte und der jeweils aktuellen Karte berechnet und auf das Fahrzeug übertragen werden kann. Hierdurch ergibt sich wiederum ein verringerter benötigter Datenaustausch zwischen dem Fahrzeug und der zentralen, stationären Kartenverwaltung.

[0014] Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter einem Schienenfahrzeug ein einzelnes Fahrzeug, insbesondere aber auch ein Fahrzeugverbund, wie beispielsweise ein Zug, verstanden. Das Orten des Fahrzeugs kann in letzterem Fall auch darin bestehen, dass zwei Positionen des Schienenfahrzeugs erfasst werden, die ein vorderes Ende und ein hinteres Ende des Schienenfahrzeugs darstellen.

[0015] Unter einer lokalen Karte wird eine Karte verstanden, die auf dem Fahrzeug, insbesondere in einem digitalen Speicher, vorgehalten wird. Unter einer digitalen Karte wird insbesondere jeder Datensatz verstanden, der geografische Daten so kodiert, dass die Position des Fahrzeugs relativ zu Landmarken oder in absoluten Koordinaten ermittelbar ist. Es ist bevorzugt, nicht aber notwendig, dass eine derartige digitale Karte grafisch darstellbar ist bzw. grafisch dargestellt wird.

[0016] Unter einer Aktualitätskennung wird insbesondere jede Information verstanden, die eine Auskunft darüber gibt, zu welchem Zeitpunkt die entsprechende Karte zum letzten Mal aktualisiert worden ist oder welchen Stand die lokale Karte hat. Unter dem Stand der lokalen Karte wird der Zeitpunkt verstanden, zu dem die Karte letztmalig aktualisiert wurde. Die Aktualitätskennung wird beispielsweise in einer Datei mit den Kartendaten gespeichert.

[0017] Unter einer Aktualitätsanforderung wird insbesondere jede Angabe verstanden, die eine lokale Karte dahingehend klassifiziert, dass sie entweder verwendbar ist oder nicht. Eine Aktualitätsanforderung kann daher ein Datum sein, zu dem oder nach dem eine Karte lokalisiert worden sein muss.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Schritt (b) eines Ermittels mindestens einer in dem Schienenfahrzeug vorgehaltenen digitalen lokalen Karte, in der die ermittelte Position verzeichnet ist, die Schritte eines Ermittels mindestens einer in dem Schienenfahrzeug vorgehaltenen digitalen lokalen Karte, in der die ermittelte Position verzeichnet ist und eines Ermittels aller Parzellen, in denen sich das Schienenfahrzeug auf einem Weg zur zukünftigen Position bewegen wird,

sowie eines Ermittels der lokalen Karten, in denen die lokalen Parzellen verzeichnet sind. In anderen Worten werden alle lokalen Karten ermittelt, die diejenigen Parzellen kartieren, in denen eine Fahrtstrecke des Schienenfahrzeugs von der jetzigen Position zur zukünftigen Position gemäß einem übermittelten Fahrauftrag verzeichnet ist. Verzeichnen mehrere lokale Karten ein und denselben Punkt auf der Fahrtstrecke von der momentanen Position zur zukünftigen Position, so werden entweder alle lokalen Karten ermittelt und aktualisiert oder es wird nur diejenige lokale Karte verwendet, deren Aktualitätskennung der Aktualitätsanforderung entspricht.

[0019] Bevorzugt umfasst das erfindungsgemäße Verfahren den Schritt eines Ausgebens eines Freigabe-Signals, das die Information kodiert, dass die Aktualitätskennung der jeweiligen lokalen Karte der Aktualitätsanforderung entspricht, an eine Betriebsleitzentrale. Die Betriebsleitzentrale kann dann so ausgebildet sein, dass sie eine Fahrtfreigabe für das Schienenfahrzeug nur dann erteilt oder eine bereits erteilte Fahrtfreigabe so lange unterdrückt, bis das Freigabe-Signal empfangen wird. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass nur solche Schienenfahrzeuge sich in Bewegung setzen dürfen, deren digitale Karten aktuell sind. Positionsfehlbestimmungen aufgrund von Kartenfehlern sind damit sicher ausgeschlossen. Hierin besteht ein signifikanter Unterschied zur Kartenverwaltung in Pkw, wo ein Stilllegen nicht in Betracht kommt, auch wenn einzelne digitale Karten nicht aktuell sind.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass das Schienenfahrzeug an jeder Einfahrt in eine neue Parzelle ein Aktualitätssignal sendet, das die Aktualitätskennung der lokalen Karte kodiert, die der neuen Parzelle entspricht, wobei ein Warn-Signal ausgegeben wird, wenn die Aktualitätskennung nicht der Aktualitätsanforderung entspricht. Die Einfahrt in eine neue Parzelle wird dem Schienenfahrzeug auf bekannte Weise signalisiert, beispielsweise durch eine Balise oder einen virtuellen Streckenpunkt (virtuelle Balise). In anderen Worten ist es möglich, dass das Schienenfahrzeug seine Fahrt beginnt und während der Fahrt beständig überprüft, ob die digitalen Karten, die Parzellen entsprechen, in die das Schienenfahrzeug im Rahmen seines Fahrauftrags in nächster Zeit fahren wird, aktuell sind, dass also deren Aktualitätskennung mit der geforderten Aktualitätskennung übereinstimmt. Das kann beispielsweise dann vorteilhaft sein, wenn auf der geplanten Strecke Bauarbeiten durchgeführt werden, deren Position sich verändert.

[0021] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird dem Schienenfahrzeug beim Vorliegen des Warn-Signals eine Einfahrt in die Parzelle verwehrt. Stellt sich also heraus, dass das Schienenfahrzeug mit veraltetem Kartenmaterial in die Parzelle einfahren wird, so wird es beispielsweise zwangsgebremst und es wird ein Signal für das Schienenfahrzeug auf Halt gesetzt, das ihm die Einfahrt in die Parzelle verwehrt.

[0022] Alternativ oder additiv wird anderen Schienen-

fahrzeugen, die sich in der Parzelle befinden, beim Vorliegen des Warnsignals ein Zwangs-Bremssignal übersandt, das diese zwangsweise bremst. Alternativ wird ein Signal übersandt, das eine Zwangsbremmung auf eine vorgegebene Höchstgeschwindigkeit einleitet.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Ermitteln der momentanen Position und/oder das Orten des Fahrzeugs das Erfassen von Koordinaten des Fahrzeugs mittels Satellitennavigation. Vorteilhaft hieran ist, dass mittels Satellitennavigation bereits eine genaue Bestimmung der Koordinaten möglich ist. Anhand der durch Satellitennavigation ermittelten Koordinaten kann das Fahrzeug beispielsweise dadurch geortet werden, dass die erfassten Koordinaten in einer lokalen Karte nachgeschlagen werden und dass die tatsächliche Position des Fahrzeugs anhand der Kartendaten ermittelt wird. Werden beispielsweise bei einem Schienenfahrzeug Koordinaten ermittelt, die einer Position jenseits der Schienen entsprechen, so werden die wahren Koordinaten des Fahrzeugs ermittelt, indem die nächstliegende Position berechnet wird, die auf den Schienen liegt.

[0024] Ein bevorzugtes Verfahren weist die folgenden Schritte auf: Ermitteln von Unterschieden zwischen der lokalen Karte und einer aktuellen Karte und Übertragen eines Signals an das Fahrzeug, das die Unterschiede kodiert. Dieser Schritt des Ermittels des Unterschieds wird bevorzugt in einer streckenseitigen Vorrichtung durchgeführt, beispielsweise einem zentralen Kartenverwaltungssystem. Hierdurch ist vorteilhaft möglich, nur eine geringe Datenmenge an das Fahrzeug zu übermitteln und trotzdem eine vollständig aktualisierte lokale Karte zu erhalten.

[0025] In einem bevorzugten Verfahren wird die mindestens eine zukünftige Position des Fahrzeugs aus Streckendaten einer geplanten Fahrtstrecke ermittelt. Wenn es sich bei dem Fahrzeug um ein Schienenfahrzeug handelt, so wird die zukünftige Position beispielsweise aus einem Fahrauftrag ermittelt, der vor Fahrtbeginn dem Schienenfahrzeug mitgeteilt wird. Hierdurch wird sichergestellt, dass bereits vor Antritt der Fahrt die aktuellen Kartendaten vorliegen und Ortungsfehler aufgrund von veralteten Karten ausgeschlossen werden können.

[0026] In einem bevorzugten Verfahren wird die momentane Situation des Fahrzeugs mittels einer Funkverbindung zwischen einer fahrzeugseitigen Kommunikationsvorrichtung und einer streckenseitigen Kommunikationsvorrichtung ermittelt. Die Kommunikationsvorrichtungen arbeiten beispielsweise nach dem GSM-R-, DECT- oder W-LAN-Standard. Aus der exakt bekannten Position der streckenseitigen Kommunikationsvorrichtung kann die Position des Fahrzeugs genau bestimmt werden. Dieses Verfahren eignet sich besonders gut für Schienenfahrzeuge.

[0027] Bevorzugt ist, dass in dem Fahrzeug mehrere lokale Karten vorgehalten werden, die Teilkarten einer Gesamtkarte sind. Beispielsweise ist es möglich, dass die lokalen Karten die Strecken verzeichnen, die einzel-

nen Betriebsleitzentralen oder Stellwerken zugeordnet sind. Möglich ist auch, dass die digitalen Karten nur Teile eines Gesamt-Streckennetzes beinhalten, beispielsweise nur die Strecken eines Hochgeschwindigkeitsnetzes, eines Güterzugs-Netzes oder eines Nahverkehrsnetzes. Vorteilhafterweise wird dadurch erreicht, dass nur jeweils diejenige Teilkarte aktualisiert werden muss, die für das entsprechende Fahrzeug relevant ist.

[0028] Ein bevorzugtes Verfahren umfasst die Schritte: (d1) Ermitteln, ob eine Gesamtkartenaktualitätskennung der Gesamtkarte einer vorgegebenen Gesamtkartenaktualitätsanforderung entspricht und (d2) dann, wenn das nicht der Fall ist, Ermitteln, ob eine Teilkartenaktualitätskennung einer Teilkarte, in der die ermittelte Position verzeichnet ist, einer Teilkartenaktualitätsanforderung entspricht. Vorteilhaft daran ist, dass dann, wenn die Teilkarte der Teilkartenaktualitätsanforderung entspricht, zunächst keine weiteren Schritte notwendig sind. Es kann nämlich die Ortung des Fahrzeugs allein anhand der Teilkarte durchgeführt werden.

[0029] Besonders bevorzugt umfasst das Verfahren den folgenden Schritt: Wenn die Teilkartenaktualitätskennung nicht der vorgegebenen Teilkartenaktualitätsanforderung entspricht, Übertragen der Teilkartenaktualitätskennung an eine streckenseitige Kartenverwaltungsvorrichtung. Bevorzugt folgt dem der Schritt: Vergleichen der in dem Fahrzeug vorgehaltenen lokalen Teilkarte mit einer aktuellen Teilkarte und Übertragen von Änderungen zum Aktualisieren der in dem Fahrzeug vorgehaltenen lokalen Teilkarte an das Fahrzeug. Vorteilhaft an diesem Vorgehen ist, dass nicht die umfangreiche Gesamtkarte aktualisiert werden muss, sondern lediglich eine kleinere Teilkarte.

[0030] Bevorzugt werden die Schritte, die sich auf das Aktualisieren der Karte beziehen, im Rahmen einer Einsatzplanung des Fahrzeugs durchgeführt, insbesondere unmittelbar nach Übermitteln eines Fahrauftrages. Wenn es sich bei dem Fahrzeug um ein Schienenfahrzeug handelt, so wird diesem Schienenfahrzeug vor Beginn seiner Fahrt der Fahrauftrag mitgeteilt. Zu diesem Zeitpunkt besteht eine Kommunikationsverbindung zwischen dem Fahrzeug und einer zentralen Steuereinheit zur Steuerung des Fahrzeugverkehrs. Diese Kommunikationsverbindung zu nutzen bedeutet, dass ein erfindungsgemäßes Verfahren mit besonders geringem technischem Aufwand durchführbar ist.

[0031] Besonders bevorzugt wird beim Übermitteln des Fahrauftrags die Aktualitätsanforderung mit übermittelt. Dazu wird bei der Ermittlung des Fahrauftrags für die fahrzeugseitig zu verwendenden Karten der jeweils aktuelle Stand ermittelt und dem Fahrzeug mitgeteilt. Das ermöglicht es, vor Fahrtantritt durch das Fahrzeug sicherzustellen, dass die jeweils aktuelle Karte zur Ortung des Fahrzeugs verwendet wird.

[0032] In einem bevorzugten Verfahren sind in den Teilkarten nur Strecken eines vorgegebenen Streckentyps und/oder eines vorgegebenen Gebiets verzeichnet. Eine Teilkarte kann einen lokalen oder organisatorischen

Ausschnitt der Gesamtkarte darstellen. So können einzelnen Teilkarten beispielsweise nach Betriebsleitentralen oder organisatorischen Einheiten des Streckennetzes eingeteilt sein, das von dem Fahrzeug befahren wird. Alternativ oder additiv stellen Teilkarten ausgewählte Teilbereiche des Streckennetzes dar, beispielsweise diejenigen Strecken, die das Fahrzeug ausschließlich befährt, solche Strecken, die einem bestimmten Besitzer bzw. Eigentümer zugeordnet sind oder Strecken, die einer vorgegebenen technischen Klassifikation entsprechen, wie beispielsweise Hochgeschwindigkeitsnetze, Nebenstreckennetze oder Leistungsnetze oder mautpflichtige oder mautfreie Strecken.

[0033] Es ist günstig, wenn das Aktualisieren mittels Leiterschleifen und/oder lokaler Funknetze erfolgt. Derartige Leiterschleifen sind beispielsweise EuroLoops. Als lokales Funknetz kann beispielsweise ein DECT-Funknetz verwendet werden, wenn das Fahrzeug, insbesondere das Schienenfahrzeug, an einer Station wie beispielsweise einem Bahnhof steht. Vorteilhaft hieran sind die geringen Kosten für die Datenübertragung.

[0034] In einem bevorzugten Verfahren wird die Aktualisierung dann durchgeführt, wenn das Fahrzeug stillsteht, insbesondere dann, wenn sich das Fahrzeug in einer Station wie einem Bahnhof befindet. Unter derartigen Randbedingungen kann eine drahtlose Kommunikationsverbindung zu dem Fahrzeug besonders einfach und besonders sicher aufgebaut werden.

[0035] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erfindungsgemäßer Verfahren unter Verwendung der beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer aus mehreren Teilkarten bestehenden Gesamtkarte mit einem schematisch eingezeichneten Schienenfahrzeug und

Figur 2 eine schematische Darstellung der Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und einem zentralen Kartenverwaltungssystem,

[0036] Figur 1 zeigt ein schematisch eingezeichnetes Schienenfahrzeug in Form eines Zugs 10, der sich auf einer Strecke S eines Streckennetzes N bewegt. Die Strecke S umfasst mehrere Streckenabschnitte S_1 , S_2 ,

[0037] Das Streckennetz N ist auf einer Gesamtkarte G verzeichnet, die aus mehreren Teilkarten T_1 , T_2 , T_3 ... besteht. Die Teilkarten T_1 , T_2 , ... bilden jeweilige Parzellen des Streckennetzes N ab. Sie können einander teilweise überlappen. Das heißt, dass einzelne Teile der Strecke S auf mehr als einer Teilkarte T_1 , T_2 , T_3 ... verzeichnet sind. Der tiefgestellte Index ist im vorliegenden Beispiel ein fortlaufender Zählindex i für den Streckenabschnitt S_i und die zugehörige Teilkarte T_i .

[0038] Der Streckenabschnitt S_2 hatte bis zu einem

Zeitpunkt t^1 den in Figur 1 mit einer gestrichelten Linie und dem Bezugszeichen S_2^1 gezeichneten Verlauf.

Nach dem Zeitpunkt t^1 hatte der Streckenabschnitt S_2 den mit einer durchgezogenen Linie und dem Bezugs-

zeichen S_2^2 gezeichneten Verlauf. Der hochgestellte Index ist kein Exponent, sondern ist ein fortlaufender Zählindex j für den Zeitpunkt, zu dem der entsprechende

Streckenabschnitt S_j^i den angegebenen Verlauf hatte.

[0039] Der Zug 10 bewegt sich in Richtung eines Pfeils 11 und weist an seinem vorderen Ende einen GNSS-Empfänger 12 auf, mit dessen Hilfe eine satellitengestützte Koordinatenbestimmung des Zugs möglich ist (GNSS = Global Navigation Satellite System, weltweites Satellitennavigationssystem). Die so ermittelten Koordinaten sind jedoch mit einem unvermeidlichen Messfehler behaftet.

[0040] Da die Ortung des Zugs 10 für den Betrieb des Streckennetzes N sicherheitsrelevant ist, muss die Ortung mit einer hohen Genauigkeit durchgeführt werden. Werden beispielsweise Koordinaten gemessen, die nicht auf der Strecke S des Streckennetzes N liegen, so muss aus den gemessenen Koordinaten die korrekte Position des Zugs 10 bestimmt werden. Dazu wird die gemessene Koordinate mit einer Teilkarte T_j^i abgeglichen und diejenige Position bestimmt, die auf der Strecke S des Streckennetzes N liegt und den kleinsten Abstand zu den gemessenen Koordinaten hat.

[0041] Um Ortungsfehler durch veraltete Karten zu vermeiden, ist an einer Position P_1 , die sich an einer Grenze des ersten Streckenabschnitts S_1 der Strecke S befindet, eine streckenseitige Kommunikationsvorrichtung 14.1 angeordnet. Sobald sich der Zug 10 auf eine vorgegebene Distanz der Kommunikationsvorrichtung 14.1 nähert, sendet die Kommunikationsvorrichtung 14.1 ein Funksignal an eine fahrzeugseitige Kommunikationsvorrichtung 16. Eine Steuerung 15 des Zuges 10 ermittelt aus diesem Funksignal die Position des Zuges 10. Dazu ist es ausreichend, dass die Steuerung 15 ein Funksignal von der streckenseitigen Kommunikationsvorrichtung 14.1 erhält, da daraus geschlossen werden kann, dass sich der Zug in einer engen Umgebung der streckenseitigen Kommunikationsvorrichtung 14.1 befindet. Diese Positionsermittlung ist zum Ermitteln der lokalen Karte ausreichend, deren Aktualität überprüft werden muss.

[0042] Alternativ wird die Position des Zuges 10 durch den GNSS-Empfänger 12 ermittelt und an die Kommunikationsvorrichtung 14.1 übertragen. Danach greift sie auf einen nicht eingezeichneten digitalen Speicher zu, in dem eine digitale lokale Karte, nämlich die digitale Gesamtkarte G, abgelegt ist, und erfasst deren Aktualitätskennung A. Die Aktualitätskennung A gibt an, wann die Gesamtkarte G das letzte Mal aktualisiert worden ist.

[0043] Im vorliegenden Fall werde angenommen, dass die Gesamtkarte G zu einem Zeitpunkt t^0 aktualisiert wur-

de, der vor dem Zeitpunkt t^1 liegt, in dem die Veränderung an dem Streckenabschnitt S_2 vorgenommen wurde. Die Aktualitätskennung ist also $A(G) = t^0$.

[0044] Das von der streckenseitigen Kommunikationsvorrichtung 14.1 abgegebene Funksignal kodiert zusätzlich eine Aktualitätsanforderungen A_{aktuell} , die den Zeitpunkt kodiert, zu dem an der Gesamtkarte G die letzte Änderung vorgenommen wurde. Im vorliegenden Fall sei das der Zeitpunkt t^1 , so dass $A_{\text{aktuell}} = t^1$ gilt. Die Aktualitätsanforderung A_{aktuell} ist in einem zentralen Kartenverwaltungssystem 18 hinterlegt, das unten näher beschrieben ist und über eine Kommunikationsverbindung 19 mit der streckenseitigen Kommunikationsvorrichtung 14.1 in Verbindung steht.

[0045] Die Steuerung 15 vergleicht die Aktualitätsanforderung A_{aktuell} mit der Aktualitätskennung A der Gesamtkarte G und stellt fest, ob die Aktualitätskennung A der Aktualitätsanforderung A_{aktuell} entspricht, das heißt, ob beide angegebenen Zeitpunkte gleich sind bzw. die Aktualitätskennung jünger ist als die Aktualitätsanforderung A_{aktuell} .

[0046] Wenn sich wie im vorliegenden Fall herausstellt, dass die Aktualitätskennung A der Gesamtkarte G der Aktualitätsanforderung A_{aktuell} nicht entspricht, greift die Steuerung auf die lokale digitale Teilkarte T_1 zu, in der die Position P_1 verzeichnet ist, und ermittelt die Aktualitätskennung A dieser Teilkarte T_1 . Im vorliegenden Fall gelte $A(T_1) = t^1$, so dass $A_{\text{aktuell}} = A(T_1)$ gilt. Da die lokale Teilkarte T_1 folglich die Aktualitätsanforderung A_{aktuell} erfüllt, erfolgt keine Aktualisierung einer lokalen Karte im Zug 10 und die Ortung des Zugs 10 erfolgt mit Hilfe der Teilkarte $T_1 = T_1^1$.

[0047] Gelangt der Zug 10 in der Position P_2 auf eine vorgegebene Distanz zu der Kommunikationsvorrichtung 14.2, sendet die Kommunikationsvorrichtung 14.2 ein Funksignal an die fahrzeugseitige Kommunikationsvorrichtung 16. Die Steuerung 15 des Zuges 10 ermittelt erneut die Position des Zuges 10, greift auf die Gesamtkarte G zu und erfasst deren Aktualitätskennung $A(G) = t^0$, die nicht der gesendeten Aktualitätsanforderung $A_{\text{aktuell}} = t^2$ entspricht. Die Aktualitätsanforderung A_{aktuell} ist im vorliegenden Fall t^2 , weil zum Zeitpunkt t^2 die neue, gestrichelt eingezeichnete Strecke

S_2^2 verzeichnet wurde.

[0048] Daraufhin greift die Steuerung auf die lokal vorliegende Teilkarte T_2^1 zu und ermittelt deren Aktualitätskennung $A(T_2^1) = t^1$, die ebenfalls nicht der Aktualitätsanforderung $A_{\text{aktuell}} = t^2$ entspricht. Das heißt, dass die lokale Teilkarte T_2^1 veraltet ist. Die fahrzeugseitige Kommunikationsvorrichtung 16 sendet daraufhin ein entsprechendes Signal an die streckenseitige Kommunikationsvorrichtung 14.2. Es ist alternativ auch möglich,

dass eine derartige Nachricht über eine andere Kommunikationsverbindung aufgebaut wird, beispielsweise über einen Betriebsfunk.

[0049] Dieses Signal kodiert die Aktualitätskennung

$A(T_2^1) = t^1$ der in dem Zug 10 vorhandenen Teilkarte

T_2^1 und wird an ein zentrales Kartenverwaltungssystem 18 weitergeleitet. Das zentrale Kartenverwaltungssystem 18 hält alle Teilkarten T_1^j mit jeweils allen Aktualitätskennungen A vor, ermittelt aus der übermittelten Aktualitätskennung A der Teilkarte T_2^1 und der zugehörigen

aktuellen Teilkarte T_2^2 den Unterschied ΔT_2 zwischen den beiden Teilkarten und übermittelt den Unterschied den Unterschied ΔT_2 in kodierter Form an den Zug 10. Es ist möglich, dass das zentrale Kartenverwaltungssystem 18 nur Teilkarten T vorhält, die eine Aktualitätskennungen A ab einem vorgegebenen Zeitpunkt aufweisen. Wird eine lokale Teilkarte mit einer älteren Aktualitätskennungen A ermittelt, wird eine vollständige Teilkarte an den Zug 10 gesendet.

[0050] Die Steuerung 15 im Zug 10 aktualisiert darauf-

hin die Teilkarte T_2^1 und erhält so die aktuelle Teilkarte

T_2^2 . Wird von dem GNSS-Empfänger 12 nun beispielsweise die Position P_3 gemessen, so ermittelt die Steuerung die richtige Position P_4 statt der falschen Position P_5 , die unter Verwendung der veralteten Teilkarte T_2^1 ermittelt würde.

[0051] Das Streckennetz N umfasst neben der Strecke S weitere Strecken R und U. Wenn die Strecken R und U beispielsweise zu einem Hochgeschwindigkeitsnetz gehören, das in der Regel nicht von Zügen 10 befahren wird, die auf der Strecke S fahren, so kann vorgesehen sein, dass die Teilkarten T ausschließlich nicht zum Hochgeschwindigkeitsnetz gehörende Strecken verzeichnet. Es ist zudem möglich, dass die Teilkarten nach Bundesländern oder Regionalnetzen aufgeteilt sind.

[0052] In einer alternativen Ausführungsform wird im Rahmen der Fahrplanung des Zugs 10, also von Antritt einer Fahrt, dessen Fahrtstrecke S ermittelt und die Karte G bzw. die lokalen Karten T werden gegebenenfalls aktualisiert. Dieser Vorgang wird beispielsweise dann durchgeführt, wenn sich der Zug 10 in einem Bahnhof oder einer anderen Halteposition befindet.

[0053] Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung der Kommunikation zwischen dem Zug 10 und dem zentralen Kartenverwaltungssystem 18. Zunächst überträgt das Fahrzeug, hier in Form des Zugs 10, eine Anfrage an das zentrale Kartenverwaltungssystem 18 nach der Aktualität der Gesamtkarte G. Das heißt, dass die Aktualitätskennung A der lokalen Gesamtkarte G mit der Aktualitätskennung A der von dem zentrale Kartenverwaltungssystem 18 vorgehaltenen aktuellen Gesamtkarte

te G verglichen wird. Ist die Gesamtkarte G aktuell, wird die Gesamtkarte G zur Ortung verwendet.

[0054] Ist die Gesamtkarte G nicht aktuell, wird die Aktualität der Teilkarte für die Zone ermittelt, in der sich der Zug befindet oder in der er sich in Zukunft befinden wird. Ist die Teilkarte aktuell, so wird sie zur Ortung verwendet.

[0055] Ist auch die Teilkarte nicht aktuell, so wird die Aktualitätskennung der lokalen Karten G und/oder T an das zentrale Kartenverwaltungssystem 18 gesendet, das alle alten Versionen und die aktuelle Version der lokalen Karte vorhält. Anhand der Aktualitätskennung A errechnet das zentrale Kartenverwaltungssystem 18 die Unterschiede zwischen der im Zug 10 vorliegende lokalen Karte und der aktuellen Karte und schickt eine Nachricht an den Zug, woraufhin die lokale Karte auf den aktuellen Stand gebracht wird.

[0056] Zur Einsatzplanung des Zuges 10 wird diesem zunächst ein Fahrauftrag übermittelt. Das heißt, dass von einer Betriebsleitzentrale ein Signal an den Zug 10, der beispielsweise in einem Bahnhof steht, abgesendet wird, das das Ziel der folgenden Zugfahrt kodiert. Gleichzeitig wird in dem Fahrauftrag die Aktualitätskennung A_i für alle Parzellen i mitgeteilt, durch die der Zug 10 während seiner geplanten Zugfahrt fahren wird.

[0057] Im Zug 10 wird anhand des Fahrauftrags die Aktualitätskennung für alle zu durchzufahrenden Parzellen mit den Aktualitätskennungen A_i der vorgehaltenen lokalen Karten abgeglichen. Sind alle oder ein Teil der lokalen Karten nicht hinreichend aktuell, so wird über ein weiteres Signal von der Betriebsleitzentrale oder von einem Kartenverwaltungssystem ein Update für die betreffenden lokalen Karten angefordert. Sind alle lokalen Karten aktuell, das heißt, entspricht deren Aktualitätskennung der geforderten Aktualitätskennung, so sendet der Zug 10 ein Freigabe-Signal an die Betriebsleitzentrale. Daraufhin erst erteilt die Betriebsleitzentrale 10 eine Freigabe zum Durchführen der Zugfahrt.

Bezugszeichenliste

[0058]

10	Zug
11	Pfeil
12	GNSS-Empfänger
14.1, 14.2, ...	streckenseitige Kommunikationsvorrichtung
15	Steuerung
16	fahrzeugseitige Kommunikationsvorrichtung
18	zentrales Kartenverwaltungssystem
19	Kommunikationsverbindung
A	Aktualitätskennung
G	Gesamtkarte
N	Streckennetz
P_i	Position
R	Strecke
S	Strecke

t_j	Zeitpunkt
T_j	Teilkarte zum Streckenabschnitt S_j , die zum Zeitpunkt t_j zum letzten Mal aktualisiert wurde
5 ΔT	Unterschied zwischen der aktuellen Teilkarte und der lokalen Teilkarte
U	Strecke

10 Patentansprüche

1. Verfahren zum automatisierten Orten eines Schienenfahrzeugs (10) mit den Schritten:

- 15 (a) Ermitteln mindestens einer zukünftigen Position (P_i) des Schienenfahrzeugs (10).
- (b) Ermitteln mindestens einer in dem Schienenfahrzeug (10) vorgehaltenen digitalen lokalen Karte (G;T), in der die ermittelte Position (P_i) verzeichnet ist,
- 20 (c) Erfassen einer Aktualitätskennung (A) der mindestens einen lokalen Karte (G;T), die einen Zeitpunkt (t) einer letzten Änderung der lokalen Karte (G;T) kodiert,
- (d) Ermitteln, ob die Aktualitätskennung (A) einer vorgegebenen Aktualitätsanforderung (A_{aktuell}) entspricht,
- (e) Aktualisieren der mindestens einen lokalen Karte (G;T) dann, wenn die Aktualitätskennung (A) der Aktualitätsanforderung (A_{aktuell}) nicht entspricht, und anschließend
- 30 (f) Orten des Schienenfahrzeugs (10) unter Verwendung der gegebenenfalls aktualisierten lokalen Karte (G;T).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Streckennetz mindestens zwei Parzellen besitzt, wobei Schritt (b) die Schritte

- 40 (b1) Ermitteln mindestens einer in dem Schienenfahrzeug (10) vorgehaltenen digitalen lokalen Karte (G;T), in der die ermittelte Position (P_i) verzeichnet ist,
- (b2) Ermitteln aller Parzellen, in denen sich das Schienenfahrzeug auf einem Weg zur zukünftigen Position (P_i) bewegen wird und Ermitteln der lokalen Karten, in denen die Parzellen verzeichnet sind,

50 umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** den Schritt

- 55 (g) Ausgeben eines Freigabe-Signals, das die Information kodiert, dass die Aktualitätskennung (A) der jeweiligen lokalen Karte der Aktualitätsanforderung (A_{aktuell}) entspricht, an eine

Betriebsleitzentrale.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Schienenfahrzeug an jeder Einfahrt in eine neue Parzelle ein Aktualitätssignal sendet, das die Aktualitätskennung der lokalen Karte kodiert, die der neuen Parzelle entspricht, und
- ein Warn-Signal ausgegeben wird, wenn die Aktualitätskennung (A) nicht der Aktualitätsanforderung entspricht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Schienenfahrzeug beim Vorliegen des Warn-Signals eine Einfahrt in die Parzelle verwehrt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** andere Schienenfahrzeuge, die sich in der Parzelle befinden, beim Vorliegen des Warn-Signals zwangsgebremst werden.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ermitteln der momentanen Position (P_i) und/oder das Orten des Schienenfahrzeugs das Erfassen von Koordinaten (P_i) mittels Satellitennavigation umfasst.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte: Ermitteln von Unterschieden (ΔT) zwischen der lokalen Karte (G ; T_i) und einer aktuellen Karte und Übertragen eines Signals an das Schienenfahrzeug (10), das die Unterschiede kodiert.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die momentane Position (P_i) des Schienenfahrzeugs (10) mittels einer Funkverbindung zwischen einer schienenfahrzeugseitigen Kommunikationsvorrichtung (16) und einer streckenseitigen Kommunikationsvorrichtung (14) ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Schienenfahrzeug (10) mehrere lokale Karten vorgehalten werden, die Teilkarten (T_i) einer Gesamtkarte (G) sind, mit den Schritten:

(d1) Ermitteln, ob eine Gesamtkartenaktualitätskennung (A) der Gesamtkarte (G) einer vorgegebenen Gesamtkartenaktualitätsanforderung (A_{aktuell}) entspricht,

(d2) dann, wenn das nicht der Fall ist, Ermitteln, ob eine Teilkartenaktualitätskennung (A) einer Teilkarte (T_i), in der die ermittelte Position (P_i) verzeichnet ist, einer Teilkartenaktualitätsanfor-

derung (A_{aktuell}) entspricht,

(d3) wenn die Teilkartenaktualitätskennung (A) nicht der vorgegebenen Teilkartenaktualitätsanforderung (A_{aktuell}) entspricht, Übertragen der Teilkartenaktualitätskennung (A) an eine streckenseitige Kartenverwaltungsvorrichtung, und
(d4) Vergleichen der in dem Schienenfahrzeug

(10) vorgehaltenen lokalen Teilkarte (T_i^j) mit

einer aktuellen Teilkarte (T_i^{aktuell}) und Übertragen von Änderungen (ΔT) zum Aktualisieren der in dem Schienenfahrzeug (10) vorgehalte-

nen lokalen Teilkarte (T_i^j) an das Schienenfahrzeug (10).

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte (a) bis (e) im Rahmen einer Einsatzplanung des Schienenfahrzeugs (10) durchgeführt werden, insbesondere unmittelbar nach einem Übermitteln eines Fahrauftrags an das Schienenfahrzeug (10), wobei beim Übermitteln des Fahrauftrags die Aktualitätsanforderung (A_{aktuell}) mit übermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aktualisieren mittels Leiterschleifen erfolgt und dann erfolgt, wenn das Schienenfahrzeug (10) stillsteht, insbesondere dann, wenn das Schienenfahrzeug (10) sich in einer Station bzw. einem Bahnhof befindet.

13. Schienenfahrzeug (10), mit

- (a) einer Positionermittlungsvorrichtung (12; 14)
- (b) einem Speicher zum Speichern einer digitalen Karte (G ; T) und
- (c) einer Rechenvorrichtung (15),

dadurch gekennzeichnet, dass die Rechenvorrichtung (15) eingerichtet ist zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

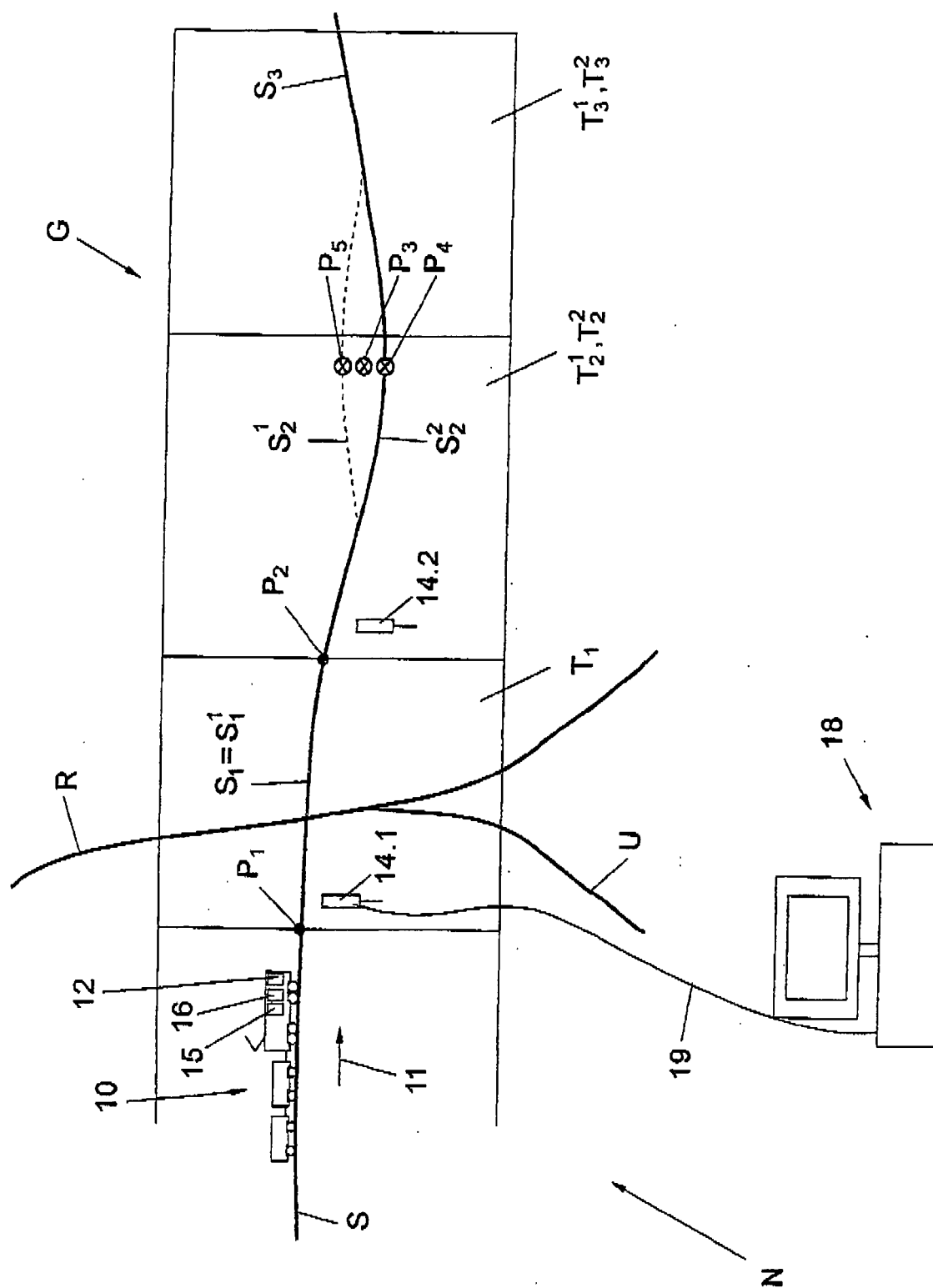


Fig. 1

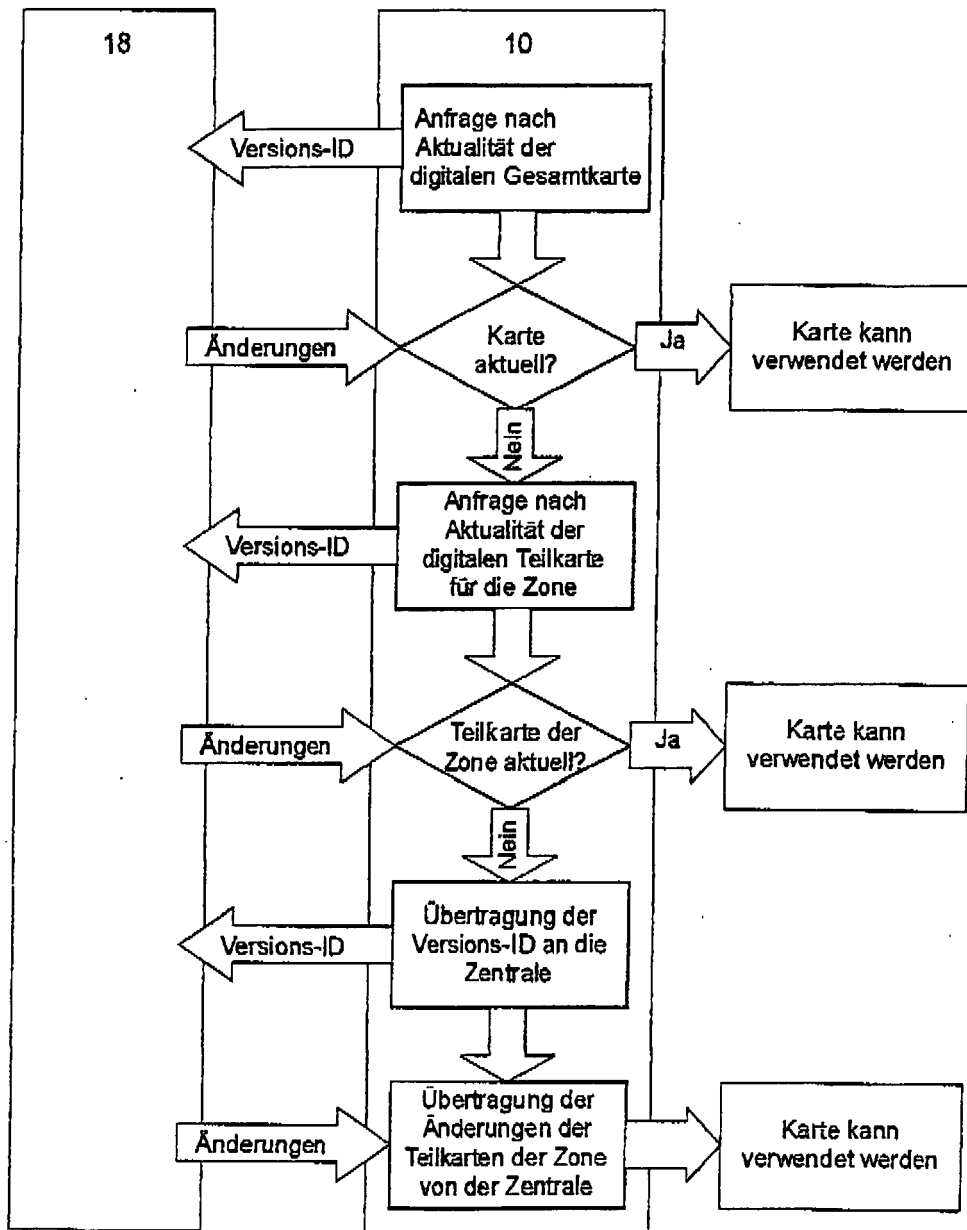


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004057545 A1 [0003]
- DE 19756297 A1 [0004]