



(19)

(11)

EP 1 796 059 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2007 Patentblatt 2007/24

(51) Int Cl.:
G08G 1/123 (2006.01) **G08G 1/127** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 06124024.8

(22) Anmeldetag: 14.11.2006

(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 NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: 12.12.2005 DE 102005059284

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- Kowarik, Lothar
2521 Trumau (AT)

- Petroczi, Julius
1230 Wien (AT)
- Pohl, Alfred
2130 Mistelbach (AT)
- Rauscher, Kurt
3430 Tulln (AT)
- Renner, Alexander
1120 Wien (AT)

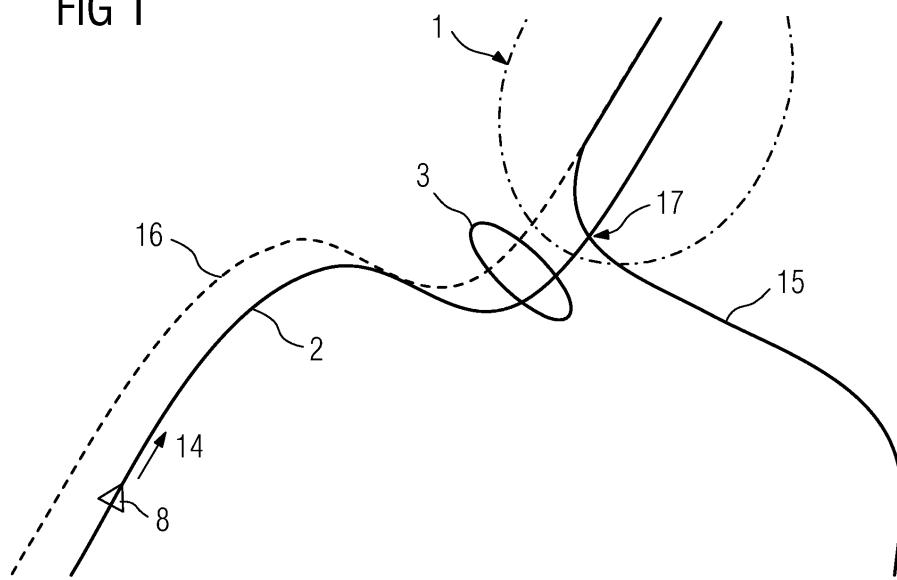
(74) Vertreter: Berg, Peter
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) Verfahren zur Ermittlung von berichtigten aktuellen Positionsdaten insbesondere zur Bestimmung von aktuellen Fahrzeugpositionen

(57) Um in einem Verfahren zur Ermittlung von berichtigten aktuellen Positionsdaten eine Fehlerbeaufschlagung von durch eine Lokalisationseinheit anhand von GNSS-Signalen ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) zu korrigieren, wird ein Vergleich der ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) und Referenzpositionsdaten (5) vorgenommen, woraus ein Versatz (6) ermittelt

wird, mit welchem alle folgenden, ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) innerhalb eines als kritisch eingestuften definierten Bereichs (1) von elektronisch hinterlegten Geodaten berichtet und zu berichtigten aktuellen Positionsdaten (7) umgerechnet werden. Auf diese Weise wird die Vorsehung von zusätzlichen Stützbaken zur Positionsermittlung an solch definierten Bereichen (1) der Straßenführung entbehrlich gemacht.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ermittlung von berichtigten aktuellen Positionsdaten insbesondere zur Bestimmung von berichtigten aktuellen Fahrzeugpositionen, bei welchem mit Hilfe von Positionsinformationen ausstrahlenden Einrichtungen, vorzugsweise Satelliten, aktuelle Positionsdaten ermittelt und diese mit elektronisch hinterlegten Geodaten, welche zumindest einen Teil des Straßennetzes eines geographischen Gebietes umfassen, verglichen werden, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Mauterfassungssystem umfassend mobile Detektionseinheiten (OBUs) zur Anordnung in einem Fahrzeug, wobei jede mobile Detektionseinheit zumindest eine Lokalisierungseinheit zwecks Ermittlung von aktuellen Positionsdaten mit Hilfe von Positionsinformationen ausstrahlenden Einrichtungen, vorzugsweise Satelliten, aufweist sowie eine Prozessoreinheit, welche die ermittelten aktuellen Positionsdaten mit in der mobilen Detektionseinheit gespeicherten Geodaten, welche zumindest einen Teil des Straßennetzes eines geographischen Gebietes umfassen, zwecks aktueller Positionsbestimmung eines Fahrzeuges vergleicht, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

[0002] Die Erfindung bezieht sich außerdem auf eine mobile Detektionseinheit für den Einsatz in einem Mauterfassungssystem gemäß Anspruch 14.

[0003] Positionsbestimmungssysteme zur Lokalisierung von Fahrzeugen finden im allgemeinen Verkehrsgeschehen bereits breite Anwendung. Insbesondere elektronische Mautsysteme gewinnen aufgrund des stetig steigenden Verkehrsaufkommens immer größere Bedeutung, um eine festgesetzte Gebühr für die Nutzung von Straßen, Brücken, Tunnels oder anderer Infrastrukturbauwerke einzuhoben.

[0004] Vor allem im Schwerverkehr findet zur Mautberechnung neben einer zugangsbezogenen Mautverrechnung in Form einer zeitlich limitierten "Vignette" auch eine nutzungsabhängige Mautverrechnung Anwendung, wobei der Mautbetrag von der tatsächlich erfolgten Streckenkennung abhängig ist und anhand zurückgelegter Entfernung, durchfahrener Abschnitte, Tunneldurchquerungen oder auch zeitlicher Aufenthalte in bestimmten Zonen errechnet werden kann.

[0005] Die nutzungsabhängige Mautverrechnung kann im Sinne eines ungehinderten Verkehrsflusses über satellitengestützte Positionsbestimmungssysteme erfolgen, sodass ein Anhalten der Fahrzeuge an Mautstationen oder eine Bindung an vorgeschriebene Fahrstreifen entbehrlich wird.

[0006] Bereits bekannte, nutzungsabhängige Mauterfassungssysteme arbeiten mit mobilen Detektionseinheiten, sogenannten OBUs (On Board Units). Dabei handelt es sich um Geräte, die in ein Fahrzeug eingebaut werden, um eine automatische Abrechnung von Mautgebühren innerhalb eines Mauterfassungssystems anhand der vom Fahrzeug im Mauterfassungssystem zu-

rückgelegten Strecke zu ermöglichen, in dem sie die Grundlage zur Berechnung der Mautgebühren detektieren, nämlich die zurückgelegte Wegstrecke bzw. die benutzten Streckenabschnitte. Die deutschen, französischen, italienischen, österreichischen und spanischen Autobahnbetreiber, aber auch zunehmend weitere Länder inner- und außerhalb Europas ziehen OBUs zur Detektierung von zurückgelegten Wegstrecken bzw. befahrenen Streckenabschnitten heran. Die OBUs können dabei käuflich erworben oder gemietet werden und sind mit einer für das jeweilige Mauterfassungssystem eindeutigen Kennung versehen, die im Zuge des Ausgabeprozesses, einer bestimmten natürlichen oder juristischen Person zugeordnet wird, um eine Verrechnung der angefallenen Mautgebühren zu ermöglichen.

[0007] Prinzipiell ist der Einsatz von mobilen Detektionseinheiten in zwei unterschiedlichen Mauterfassungssystemen üblich, nämlich einerseits in GNSS (Global Navigation Satellite System) basierten Systemen und andererseits in Infrastruktur basierten Systemen.

[0008] GNSS basierte Systeme arbeiten in den meisten Fällen mittels dem unter dem Kürzel GPS (Global Positioning System) bekannten Satellitenpositionsbestimmungssystem. Andere Satellitenpositionsbestimmungssysteme sind ebenfalls nutzbar bzw. bereits be-reits in Planung. Die OBU kann mit Hilfe der von den Satelliten ausgestrahlten Signale eine Positionsbestimmung vornehmen. Dadurch ist es möglich, den Weg, den die OBU innerhalb eines Mauterfassungssystems zurücklegt, zu bestimmen.

[0009] Infrastruktur basierte Systeme arbeiten mit an den Straßen eingerichteten Infrastrukturelementen wie beispielsweise Mautportalen zur Positionsbestimmung. Die OBU kann in diesem Fall beispielsweise via Mikrowelle mit den Mautportalen kommunizieren, wobei anhand dieser Kommunikation nachvollzogen werden kann, welche Streckenabschnitte von der OBU befahren wurden. Es sind Infrastruktur basierte System bekannt, bei welchen die Lokalisierungseinheit aktiv Signale an die Mautportale übermittelt und diese auf diese Art und Weise erhaltene Positionsdaten an eine zentrale Recheneinheit bzw. einen zentralen Rechnerverbund zwecks Mautgebührenberechnung übermitteln. Es sind aber auch Infrastruktur basierte Systeme bekannt, bei welchen die Lokalisierungseinheit aufgrund der empfangenen Positionsinformationen der Mautportale ein Gut-haben, dass der mobilen Detektionseinheit beispielsweise über eine Wertkarte mitgeteilt wurde, von der Wertkarte abbucht.

[0010] Für die vorliegende Erfindung interessieren vor allem die GNSS basierten Systeme. Gegenüber Infrastruktur basierten Systemen haben sie den Vorteil, dass entlang des zu bemaunten Streckennetzes eben keinerlei zusätzliche Infrastruktur geschaffen werden muss, was die Kosten für die Errichtung und das Betreiben eines GNSS basierten Mauterfassungssystems gegenüber einem Infrastruktur basierten Mauterfassungssystem verringert.

[0011] Die bei GNSS basierten Systemen eingesetzten mobilen Detektionseinheiten sind zumindest mit einer Lokalisierungseinheit sowie mit zumindest einer Sende/Empfangseinheit ausgestattet.

[0012] Die Lokalisierungseinheit dient der Ermittlung der aktuellen Positionsdaten der OBU und somit des Fahrzeugs, in welchem die OBU angeordnet ist. Bei der Ermittlung können unter bestimmten Umständen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, auch noch zusätzlich am Fahrzeug detektierten Daten, wie beispielsweise Gyrodaten oder Tachodaten herangezogen werden.

[0013] Die Sende/Empfangseinheit dient dazu, die OBU im Mauterfassungssystem anzumelden und eine Datenverbindung zu einer zentralen Recheneinheit bzw. einem zentralen Rechnerverbund herzustellen. Auf diese Art und Weise kann sich die OBU im System des Mautbetreibers anmelden und jene Daten an die zentrale Recheneinheit bzw. den zentralen Rechnerverbund übertragen, welche im Mauterfassungssystem für Be- bzw. Abrechnungen der Mautgebühren erforderlich sind. Aktuell arbeiten diese Sende/Empfangseinheiten nach dem GSM Standard. Prinzipiell sind jedoch auch andere Systeme, die zur drahtlosen Datenübertragung geeignet sind, einsetzbar.

[0014] Bei GNSS basierten Systemen sind dabei generell zwei unterschiedliche Varianten der Verarbeitung der mittels der Lokalisierungseinheit ermittelten aktuellen Positionsdaten bekannt.

[0015] Bei einer ersten Variante werden die von der Lokalisierungseinheit ermittelten aktuellen Positionsdaten direkt von der OBU ausgewertet, dh. diese werden direkt von der OBU mit in der OBU gespeicherten Geodaten zwecks Mautobjekterkennung, verglichen. Die OBU entscheidet in diesem Fall, ob mautpflichtige Strecken zurückgelegt wurden oder nicht, dh. sie identifiziert jene Gebiete, Strecken oder Streckabschnitte, die mautpflichtig sind und von der OBU bzw. dem entsprechenden Fahrzeug befahren wurden. Die daraus sich ergebenden Daten können dann entweder direkt, aufbereitet, beispielsweise verschlüsselt und/oder komprimiert, oder nicht aufbereitet, an die zentrale Recheneinheit bzw. den zentralen Rechnerverbund zwecks Verknüpfung mit Tarifdaten und Rechnungslegung übermittelt werden.

[0016] Alternativ dazu können gemäß der ersten Variante die aus der Mautobjekterkennung hervorgehenden Daten gleich von der OBU mit entsprechenden Tarifdaten, die in diesem Fall ebenfalls in der OBU gespeichert sind, verknüpft werden, um einen Mautbetrag zu errechnen, der dann entweder über die Datenverbindung zur zentralen Recheneinheit bzw. an den zentralen Rechnerverbund übermittelt wird, wo dann nur mehr die Rechnungslegung als solches stattfindet oder aber von einer Wertkarte direkt an der OBU abgebucht wird.

[0017] Unter Mautobjekterkennung versteht man im Falle von GNSS basierten Systemen den Vergleich der von der Lokalisierungseinheit der mobilen Detektionseinheit ermittelten aktuellen Positionsdaten mit im Mau-

terfassungssystem gespeicherten Geodaten und darin enthaltenen Mautobjekten.

[0018] Geodaten beschreiben das zu bemaute geographische Gebiet und umfassen auch zumindest einen Teil des Straßennetzes dieses geographischen Gebietes. Innerhalb der Geodaten sind sogenannte Geoobjekte definiert, welche definierte Abschnitte, Positionen oder Bereiche im geographischen Gebiet beschreiben. Beispielsweise handelt es sich bei als Geoobjekte definierten Abschnitten um jene Straßen und/oder Gebiete für deren Benützung Maut zu entrichten ist. In diesem Fall sind die Geoobjekte gleichzeitig Mautobjekte. Aber auch andere Bereiche, beispielsweise Straßen, die nicht zu bemaunten sind, können als Geoobjekte definiert sein. Befinden sich die ermittelten aktuellen Positionsdaten innerhalb zu bemaunter Geoobjekte (Mautobjekte) bzw. wurde das Überschreiten einer Grenze eines solchen Geoobjektes (Mautobjektes) detektiert, so ist für den innerhalb des Geoobjektes (Mautobjektes) befindlichen Streckenabschnitt bzw. für den jenseits der überschrittenen Grenze des Geoobjektes (Mautobjektes) befindlichen Streckenabschnitt eine Mautgebühr zu entrichten, welche durch Verknüpfung mit entsprechenden Tarifdaten ermittelt werden.

[0019] Diese Variante (dezentrales System) erfordert eine mit ausreichend Rechenleistung und mit ausreichend Speicherplatz ausgestattete OBU, da einerseits sämtliche Geodaten des mautpflichtigen Streckennetzes in der OBU gespeichert werden müssen und andererseits die Berechnung, ob mautpflichtige Strecken befahren wurden, also die Mautobjekterkennung, ebenfalls in der OBU stattfindet. Für den Fall, dass auch die Berechnung der fälligen Mautgebühr in der OBU stattfindet, also die Verknüpfung der durch die Mautobjekterkennung erhaltenen Daten mit Tarifdaten, ist zusätzliche Rechenleistung und zusätzlicher Speicherplatz für die Tarifdaten erforderlich. Vorteilhaft bei einer solchen Ausführungsvariante ist jedoch die Tatsache, dass lediglich die Daten aus der Mautobjekterkennung bzw. die Mautgebührendaten an die zentralen Recheneinheit bzw. den zentralen Rechnerverbund übertragen werden müssen. Eine Übertragung der von der Lokalisierungseinheit ermittelten aktuellen Positionsdaten an die zentrale Recheneinheit bzw. den zentralen Rechnerverbund ist nicht erforderlich. Änderungen der Geodaten bzw. der Tarifdaten jedoch, erfordern die Aktualisierung derselben in jeder OBU über die Datenverbindung. Bei solchen Änderungen kann der erforderliche Datentransfer jedoch relativ gering gehalten werden, in dem nur jene Daten übertragen werden, welche einer Änderung unterworfen worden sind.

[0020] Die zweite Variante eines Mauterfassungssystems (zentrales System) sieht vor, dass die von der Lokalisierungseinheit ermittelten aktuellen Positionsdaten, aufbereitet oder unaufbereitet, in ihrer Gesamtheit über die Datenverbindung an die zentrale Recheneinheit bzw. den zentralen Rechnerverbund übermittelt werden und die Auswertung (Mautobjekterkennung, Verknüpfung mit

Tarifdaten, Rechnungslegung) zentral vorgenommen wird. Dieses System hat den Vorteil, dass Änderungen der Geodaten oder Tarifdaten sehr einfach in die zentrale Recheneinheit bzw. den zentralen Rechnerverbund eingegeben werden können und damit keine Aktualisierung jeder im Betrieb befindlichen OBU erforderlich ist. Diese Variante weist jedoch den Nachteil auf, dass sehr viele aktuelle Positionsdaten, an die zentrale Recheneinheit bzw. den zentralen Rechnerverbund übertragen werden müssen.

[0021] Während bei Infrastruktur basierten Positionsbestimmungssystemen die mobilen Detektionseinheiten beim Passieren von stationären Mautportalen mit diesen mittels DSRC (Dedicated Short Range Communication) Schnittstelle auf Mikrowellenfunk-Basis kommunizieren können und so eine eindeutige und exakte Positionsbestimmung der mobilen Detektionseinheit möglich ist, ergibt sich bei satellitengesteuerten Positionsbestimmungssystemen das Problem, dass die Lokalisierungseinheit zur einwandfreien Ermittlung der aktuellen Positionsdaten stets auf einen ungestörten GNSS-Signalempfang angewiesen ist. Falls dieser Signalempfang temporär gestört ist, wie z.B. in Tunneln oder ungewöhnlichen topographischen Landschaftsstrukturen, kann eine exakte Lokalisierung des Fahrzeugs bzw. der OBU nicht mehr gewährleistet werden.

[0022] Da der elliptische Bahnlauft der Satelliten von der auf sie einwirkenden Schwerkraft beeinflusst wird und die Schwerkraft diversen schwer kalkulierbaren Faktoren unterliegt, kommt es zu unregelmäßigen Abweichungen (Drift) der Satelliten von ihrer theoretisch vorgesehenen Umlaufbahn. Zu diesen beeinflussenden Faktoren zählt die Tatsache, dass die Erde abgeplattet und die Masse in ihrem Inneren nicht kugelsymmetrisch um ihr Zentrum verteilt ist. Diese Gegebenheiten kombinieren sich darüber hinaus noch mit relevanten Einflüssen von weiteren Himmelskörpern wie Sonne und Mond.

[0023] Indem die auf die Umlaufbahn wirkende Schwerkraft also einerseits periodischen und andererseits unregelmäßigen Schwankungen unterliegt, bewegt sich der Satellit einmal schneller, einmal langsamer oder einmal höher, einmal tiefer als es eine Vorausberechnung ergeben würde. Die an sich geringen Abweichungen addieren sich zum Teil wegen der großen Anzahl der Erdumläufe mitunter zu erheblichen Beträgen, sodass eine aktuell berechnete Satellitenbahn schon nach geraumer Zeit wieder ungültig ist.

[0024] Im Falle von Satelliten, die zur Positionsbestimmung in GNSS-Systemen herangezogen werden, bewirkt dies eine Ungenauigkeit in der Ermittlung der aktuellen Positionsdaten der Lokalisierungseinheit und damit der mobilen Detektionseinheit.

[0025] Um diese Ungenauigkeit zu korrigieren, müssen auf der Erdoberfläche Kontrollstationen mit exakt definierten Positionen vorgesehen sein, welche die Abweichung registrieren. Im Falle des GPS-Systems sind hierzu fünf sogenannte Monitorstationen über den Globus verteilt, welche die von den Satelliten gesendeten Signa-

le empfangen und mit bestimmten Sollvorgaben verglichen. Diese Monitorstationen verfügen über eine Upload-Möglichkeit, um wiederum Korrekturen an die jeweiligen Satelliten zu senden. Die aktualisierte Information der genauen Position jedes einzelnen Satelliten wird von diesem selbst in regelmäßigen Abständen, ca. einmal pro Stunde an alle Lokalisierungseinheiten gesendet, sodass diese die Abweichung des Satelliten in ihrer Positionsberechnung berücksichtigen können.

[0026] In der Praxis bedeutet dies jedoch, dass für kritische Anwendungen, wo eine sehr exakte Ermittlung aktueller Positionsdaten erforderlich ist, bereits nach 30 Minuten eine relevante Abweichung der GNSS-Signaldaten bzw. der daraus ermittelten Positionsdaten zu verzeichnen ist und die Positionsbestimmung daher unzureichend ist.

[0027] In Mauterfassungssystemen bereiten diese Abweichungen an Stellen, wo parallele Straßen mit geringem Abstand zueinander verlaufen und mehrere Zu- und Abfahrten besitzen, z.B. indem Bundesstraßen parallel zur Autobahn verlaufen oder auch in längeren Unterführungen, Schwierigkeiten und führen zu Problemen bei der Feststellung, ob mautpflichtige Straßen befahren wurden oder nicht. Die Möglichkeit einer diesbezüglichen

Fehleinschätzung würde zu nicht vertretbaren Verrechnungsfehlern bei der Ausweisung der fälligen Mautgebühr an den Mautbenutzer führen.

[0028] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten in einem GNSS Positionsbestimmungssystem insbesondere ein Mauterfassungssystem zu schaffen, welches die erwähnten Abweichungen ausgleicht und so eine exakte Positionsbestimmung ermöglicht.

[0029] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0030] Bei diesem Verfahren zur Ermittlung von berichtigten aktuellen Positionsdaten, insbesondere zur Bestimmung von berichtigten aktuellen Fahrzeugpositionen, bei welchem mit Hilfe von Positionsinformationen ausstrahlenden Einrichtungen, vorzugsweise Satelliten, aktuelle Positionsdaten ermittelt und diese mit elektronisch hinterlegten Geodaten, welche zumindest einen Teil des Straßennetzes eines geographischen Gebietes umfassen, verglichen werden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die ermittelten aktuellen Positionsdaten mit Referenzpositionsdaten verglichen werden und aus diesem Vergleich ein Versatz ermittelt wird, mit welchem alle folgenden, ermittelten aktuellen Positionsdaten berichtet und zu berichtigten aktuellen Positionsdaten umgerechnet werden.

[0031] Ein solches erfindungsgemäßes Verfahren kann vorzugsweise in einem Mauterfassungssystem zum Einsatz kommen, ist aber auch für eine Vielzahl anderer Anwendungen heranziehbar, so etwa für das Flottenmanagement von Speditionen, für eine elektronische Verfolgung einer Fracht durch den Kunden oder für die automatische Führung elektronischer Fahrtenbücher von Kraftfahrzeugen.

[0032] Für eine Vielzahl an Anwendungsfällen sind die ermittelten aktuellen Positionsdaten vollkommen ausreichend, um diese als Grundlage für weitere Berechnungen heranzuziehen. Für einige Anwendungsfälle sind diese Daten aus den weiter oben beschriebenen Gründen jedoch zu wenig genau.

[0033] Durch Definition von Referenzpositionsdaten innerhalb der Geodaten wird es in definierten Bereichen des Straßennetzes, wo eine besondere Genauigkeit in der Ermittlung von aktuellen Positionsdaten erforderlich ist, ermöglicht, die Ungenauigkeit bei der Verarbeitung der vom Satelliten ausgestrahlten Positionsinformationen zu berücksichtigen und die Ermittlung der aktuellen Positionsdaten entsprechend zu berichtigen, indem die ermittelten aktuellen Positionsdaten zu definierten Zeitpunkten, beispielsweise kurz vor dem Eintreffen in einem solchen als kritisch eingestuften definierten Bereich, automatisch mit Referenzpositionsdaten verglichen werden. Aus der Differenz zwischen Referenzpositionsdaten und den ermittelten aktuellen Positionsdaten wird dann ein Versatz ermittelt, welcher zur Ermittlung von berichtigten aktuellen Positionsdaten dient. Zu allen ermittelten aktuellen Positionsdaten innerhalb des definierten Bereichs wird somit in weiterer Folge der Versatz addiert und die ermittelten aktuellen Positionsdaten dadurch berichtet.

[0034] Der Beginn des Verfahrens wird gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 2 durch ein definiertes Ereignis automatisch ausgelöst. Während in einer Vielzahl von Anwendungsfällen ein konventionelles Positionsbestimmungsverfahren ohne Berichtigung zur Anwendung kommen kann, ist für definierte Bereiche, welche als kritisch eingestuft sind, die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlich.

[0035] Gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 3 handelt es sich bei dem definierten Ereignis um jenes Ereignis, bei welchem die ermittelten aktuellen Positionsdaten innerhalb oder auf einem Referenzbereich der elektronisch hinterlegten Geodaten liegen, beispielsweise also um jenen Zeitpunkt des registrierten Eintritts eines Fahrzeuges in einen definierten Bereich der Geodaten. Der Referenzbereich kann durch beliebige Grenzwerte innerhalb der Geodaten definiert sein, beispielsweise durch Linien oder Polygonzüge, wobei dieser Referenzbereich entsprechend groß gewählt ist, so dass selbst bei maximaler Ungenauigkeit der ermittelten aktuellen Positionsdaten diese innerhalb des Referenzbereichs zu liegen kommen. Tritt diese Übereinstimmung ein, ist automatisch bekannt, dass die ermittelten aktuellen Positionsdaten eigentlich mit den dem Referenzbereich zugeordneten Referenzpositionsdaten übereinstimmen sollten. Ist dies nicht der Fall, so kann daraus der erfindungsgemäße Versatz ermittelt werden.

[0036] Erfindungsgemäß sind somit, gemäß Anspruch 6, jedem Referenzbereich Referenzpositionsdaten zugeordnet, die für die Berechnung des Versatzes benötigt werden.

[0037] Beim genannten Referenzbereich kann es sich

um beliebig gewählte Positionsdaten innerhalb der Geodaten handeln, welche entweder innerhalb der Geodaten selbst oder in Form eines diesem überlagerten Datensatzes bzw. Polygonzugs abgespeichert sind. Vorzugsweise handelt es sich beim Referenzbereich gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 4 um ein innerhalb der Geodaten vordefiniertes Geoobjekt. Unter einem Geoobjekt können geometrisch bestimmte Elemente punktförmiger, linienförmiger, flächiger oder sogar räumlicher Art vorliegen.

[0038] Um als Ausgangsbasis für das nachfolgende Verfahren zur Positionsdatenberichtigung zu dienen, ist der Referenzbereich bzw. das Geoobjekt gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 5 vor einer Kreuzung und/oder einer Zu- oder Abfahrt im Straßennetz der Geodaten angeordnet. Praktisch wird auf diese Weise jede relevante Zu- und Abfahrt bzw. Kreuzung vor einem definierten Bereich erfasst, in welchem eine erhöhte Genauigkeit der Positionsbestimmung erforderlich ist.

[0039] Gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 7, die eine alternative Ausführungsvariante der Erfindung beschreiben, kann es sich bei dem definierten Ereignis um das Passieren von straßenseitigen Mautinfrastrukturelementen, beispielsweise Mautportalen oder Stützbaken handeln. Mautinfrastrukturelemente sind bereits aus nicht satellitenbasierten Mauterfassungssystemen bekannt. Sie kommunizieren mit der OBU mittels Kurstreckenfunk (DSRC). Wird das Passieren eines solchen Mautinfrastrukturelementes erkannt, ist, da gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 8, jedem Mautinfrastruktur-element Referenzpositionsdaten zugeordnet sind, automatisch die exakte Position des Fahrzeuges bekannt und somit auch die exakten Referenzpositionsdaten, die in weiterer Folge zur Berechnung des Versatzes bzw. zur Berechnung der berichtigten Positionsdaten herangezogen werden können.

[0040] Die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 9 beschreiben darüber hinaus die Möglichkeit, als definiertes Ereignis zur Ermittlung des Versatzes bzw. der Positionsdatenberichtigung jenen Zeitpunkt heranzuziehen, in welchem eine definierte Abfolge von ermittelten aktuellen Positionsdaten registriert wird. Als Auslöseereignis für das erfindungsgemäße Positionsberichtigungsverfahren wird also eine rechnerisch wahrnehmbare Änderung der Fahrzeugbewegung gesetzt. So können etwa aufgrund des bekannten Positionsbestimmungsverfahrens Richtung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs berechnet werden und dadurch eine charakteristische Fahrstrecke des Fahrzeugs erkannt werden, welche mit gespeicherten charakteristischen Fahrstrecken verglichen wird und bei Übereinstimmung die Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ermittlung des Versatzes und zur Berichtigung der ermittelten aktuellen Positionsdaten angewandt wird. Durch das Erkennen der charakteristischen Fahrstrecke sowie aufgrund der zum Zeitpunkt des Erkennens ermit-

telten aktuellen Positionsdaten ist wiederum bekannt, dass die ermittelten aktuellen Positionsdaten eigentlich mit bestimmten Referenzpositionsdaten übereinstimmen sollten. Aus diesen Informationen kann wiederum der erfindungsgemäße Versatz ermittelt werden.

[0041] Unabhängig von der Art des Auslöseereignisses kann die Zeitdauer der Errechnung berichtigter aktueller Positionsdaten gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 10 beschränkt werden. Anstelle des Verstreichens einer beliebigen festgesetzten Zeitspanne ab dem Auslöseereignis kann die Zeitdauer der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens jedoch auch gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 11 durch Definition einer bestimmten Anzahl an Entfernungseinheiten begrenzt werden, nach deren Bewältigung durch das Fahrzeug die Errechnung berichtigter aktueller Positionsdaten automatisch beendet wird.

[0042] Zufolge den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 12 ist es ebenso möglich, dass die Umrechnung zu berichtigten aktuellen Positionsdaten solange erfolgt, bis Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung dieser mit einem definierten Bereich der elektronisch hinterlegten Geodaten auftritt. Hier wird also das Passieren des Fahrzeugs von definierten Zonen bzw. Geoobjekten, vorzugsweise der Wiederaustritt des Fahrzeugs aus einem beobachteten definierten Bereich des Straßennetzes von einer Beendigung der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens begleitet. Erreicht das Fahrzeug erneut einen definierten Bereich des Straßennetzes bzw. ein dazu korrespondierend definiertes Geoobjekt, so wird die erfindungsgemäße Umrechnung der ermittelten aktuellen Positionsdaten erneut gestartet. Dies resultiert in einer lückenlosen Überwachung des observierten Fahrzeugs hinsichtlich seiner aktuellen Streckenwahl.

[0043] Anspruch 13 beschreibt ein Mauterfassungssystem, in welchem das in den Ansprüchen 1 bis 12 beschriebene Verfahren zum Einsatz kommt. Es umfasst mobile Detektionseinheiten (OBUs) zur Anordnung in einem Fahrzeug, wobei jede mobile Detektionseinheit zumindest eine Lokalisierungseinheit zwecks Ermittlung von aktuellen Positionsdaten mit Hilfe von Positionsinformationen ausstrahlenden Einrichtungen, vorzugsweise Satelliten, aufweist sowie eine Prozessoreinheit, welche die ermittelten aktuellen Positionsdaten mit in der mobilen Detektionseinheit gespeicherten Geodaten, welche zumindest einen Teil des Straßennetzes eines geographischen Gebietes umfassen, zwecks aktueller Positionsbestimmung eines Fahrzeuges vergleicht. Mittels der Prozessoreinheit ist in bereits beschriebener Weise ein Versatz aus dem Vergleich der ermittelten aktuellen Positionsdaten und Referenzpositionsdaten ermittelbar, mit welchem alle folgenden, ermittelten aktuellen Positionsdaten berichtet und zu berichtigten aktuellen Positionsdaten umrechenbar sind.

[0044] Anspruch 14 beschreibt eine mobile Detektionseinheit (OBU) für den Einsatz in einem Mauterfas-

sungssystem gemäß Anspruch 13, umfassend zumindest eine Lokalisierungseinheit und eine Prozessoreinheit.

[0045] Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Das Ausführungsbeispiel beschreibt die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Mauterfassungssystem. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung von berichtigten aktuellen Positionsdaten ist als solches prinzipiell jedoch auch im Schiffs- und Binnenverkehr sowie in allen anderen Anwendungsgebieten der Telematik- und Navigationstechnik anwendbar.

[0046] Dabei zeigt:

- 15 Fig.1 eine schematische Darstellung eines Versatzes von aktuellen Positionsdaten
- Fig.2 eine schematische Darstellung einer Landkarte mit erfindungsgemäßen Referenzbereichen
- Fig.3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens

[0047] Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf der Ermittlung von aktuellen Fahrzeugpositionen mittels einer in einem Fahrzeug 8 installierbaren mobilen Detektionseinheit (OBU). Diese umfasst als Grundkomponente eine Lokalisierungseinheit, insbesondere eine GNSS-Lokalisierungseinheit, welche in der Lage ist, mit Hilfe von Positionsinformationen ausstrahlenden Einrichtungen, insbesondere aus der Laufzeit von Satellitensignalen, im Folgenden GNSS-Signaldaten genannt, aktuelle Positionsdaten zu ermitteln, also die aktuelle Position der OBU bzw. des Fahrzeugs 8 zu errechnen. In dieser Weise werden fortwährend ermittelte aktuelle Positionsdaten 4 bereitgestellt, welche sowohl als Grundlage für weitere Rechenoperationen als auch als für die Darstellung der aktuellen Fahrzeugpositionen, beispielsweise in bekannter elektronisch-graphischer und/oder akustischer Form dienen. Die Lokalisierungseinheit vermag auch Richtung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs 8 mit Hilfe der GNSS-Signaldaten zu ermitteln.

[0048] Zur Kommunikation mit einer zentralen Recheneinheit bzw. einem zentralen Rechnerverbund des Mautbetreibers des Mauterfassungssystems umfasst die OBU weiters Komponenten zum Aufbau einer Datenverbindung, vorzugsweise eine auf GSM-Funk basierende Sende/Empfangseinheit.

[0049] Die OBU ist mit einer Speichereinheit versehen, in welcher geographische Informationen in digitaler Form, sogenannte Geodaten, hinterlegt sind. Diese Geodaten stellen eine virtuelle Landkarte dar, welche zumindest jene Straßen beinhaltet, für deren Benutzung Mautgebühr zu entrichten ist. Selbstverständlich können auch andere Straßen, die nicht mautpflichtig sind sowie beliebige andere topographische Gegebenheiten von den Geodaten umfasst sein.

[0050] Indem die aktuellen Positionsdaten fortwährend ermittelt werden und diese mit den Geodaten insbesondere hinsichtlich Überschneidungen mit innerhalb

dieser definierter Geoobjekte verglichen werden, kann eine Zuordnung der aktuellen Fahrzeugposition hinsichtlich der frequentierten Straße erfolgen und damit erkannt werden, ob vom Fahrzeuglenker gerade ein bemauteter Streckenabschnitt benutzt wird oder nicht. Befinden sich die ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 beispielsweise innerhalb zu bemauter Geoobjekte, die in diesem Fall auch als Mautobjekte bezeichnet werden bzw. wurde das Überschreiten einer Grenze eines solchen Geoobjektes (Mautobjektes) registriert, so sind in weiterer Folge entsprechende Vergebührungen des Mautteilnehmers vorzunehmen.

[0051] Wesentlich dabei ist stets, dass die ermittelten aktuellen Positionsdaten mit den tatsächlichen Positionsdaten des Fahrzeugs 8 übereinstimmen bzw. mit hoher Genauigkeit annähernd übereinstimmen. Da die GNSS-Satelliten jedoch entsprechend dem Tagesverlauf unterschiedliche Einstrahlstellungen zufolge komplexer, auf den Satellitenkörper während seiner Umlaufbahn einwirkender Gravitationsphänomene aufweisen, werden die von der Lokalisierungseinheit empfangenen GNSS-Signaldaten mit einer unkalkulierbaren Ungenauigkeit verarbeitet, woraus eine Fehlerbehaftung (Drift) der ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 resultiert.

[0052] Anhand geostationärer Monitorstationen werden daher periodisch aktualisierte Information der genauen Satellitenpositionen an die Satelliten (Upload) und von diesen wiederum an die einzelnen Lokalisierungseinheiten (Download) übermittelt, sodass diese die Fehlerbehaftung der GNSS-Signaldaten während der Fahrzeugpositionsbestimmung berücksichtigen können.

[0053] Die Intervalle der Aktualisierungen sind jedoch in vielen Anwendungsfällen nicht ausreichend, um die erforderliche Genauigkeit der Positionsbestimmung zu ermöglichen. Bereits etwa 30 Minuten nach einer erfolgten Aktualisierung der Satellitenpositionsinformationen (Download) ist in vielen Fällen bereits eine nicht mehr zu vernachlässigende Veränderung der Einstrahlstellung der Satelliten bzw. der damit korrespondierenden Signallaufzeit und somit eine Fehlerbehaftung der GNSS-Signaldaten zu verzeichnen, die eine zuverlässige Lokalisierung des Fahrzeugs 8, insbesondere wenn sich dieses im Bereich von Straßenführungen mit dicht nebeneinander verlaufenden Streckenabschnitten sowie mehreren Zu- und Abfahrten bewegt, nicht mehr gewährleistbar macht. In Mauterfassungssystemen ist je nach Komplexität der Straßenführung die maximal zulässige Fehlerbehaftung mitunter auch schon in weniger als 30 Minuten seit der letzten Aktualisierung erreicht.

[0054] Eine solche Ungenauigkeit der aufgrund der fehlerbehafteten GNSS-Signaldaten ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 des Fahrzeugs 8 ist in vereinfachter Form in Fig.1 gezeigt. Das mittels Dreieck dargestellte Fahrzeug 8 befährt tatsächlich einen Straßenzug 2 in Fahrtrichtung 14. Die anhand der GNSS-Signaldaten ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 sind jedoch fehlerbehaftet, so dass sie einen unrichtigen Verlauf gemäß der strichlierten Linie 16 ergeben würden. Die ermittelten

aktuellen Positionsdaten 4 entsprechen somit nicht den tatsächlichen Positionsdaten des Fahrzeugs 8.

[0055] Für die Zuordnung des Fahrzeugs 8 zur aktuell befahrenen Strecke wird dies erst ab jenem Bereich problematisch, in welchem ein weiterer Straßenzug 15, beispielsweise eine Mautstrecke (Mautobjekt), den Straßenzug 2 im mit Bezugspfeil 17 dargestellten Bereich kreuzt und fortan in dichtem Abstand parallel zum Straßenzug 2 weiterverläuft und zwar an jener Stelle der fehlerbehafteten aktuellen Positionsdaten. Wie in der Darstellung ersichtlich ist, besteht in diesem parallel verlaufenden Abschnitt die Gefahr, dass das Befahren einer Mautstrasse erkannt wird, da die ermittelten aktuellen Positionsdaten innerhalb des Mautobjektes 15 liegen.

[0056] Erfindungsgemäß sind daher innerhalb der Geodaten definierte Bereiche 1 vorgesehen, welche zu folge enger Straßenführungen als kritisch eingestuft sind und daher eine Ermittlung der aktuellen Positionsdaten des Fahrzeugs 8 mit erhöhter Genauigkeit notwendig

machen, wobei diesen definierten Bereichen 1 jeweils mindestens ein definierter Referenzbereich 3 zugeordnet ist. Dieser Referenzbereich 3 ist vorzugsweise als Geoobjekt 3 definiert und idealerweise unmittelbar vor der Einmündung eines Straßenzuges in einen definierten Bereich 1 angeordnet, um als Ausgangsbasis für das folgende, in Fig.3 schematisch dargestellte erfindungsgemäß Verfahren zur Positionsdatenberichtigung zu dienen. Jedem Referenzbereich 3 sind wiederum Referenzpositionsdaten 5 zugeordnet, welche für den nachfolgend beschriebenen Vergleich ausschlaggebend sind.

[0057] Zum Zeitpunkt, in welchem das Fahrzeug 8 das Geoobjekt 3 passiert, indem es beispielsweise dessen Grenzen überschreitet, sich die ermittelten aktuellen Positionsdaten des Fahrzeugs 8 innerhalb des Geoobjektes 3 befinden oder sich beispielsweise die aktuellen Positionsdaten 8 mit das Geoobjekt 3 definierenden Geodaten übereinstimmen, werden die von der Lokalisierungseinheit ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 automatisch mit den dem jeweiligen Referenzbereich 3 zugeordneten Referenzpositionsdaten 5 verglichen. Diese in der Speicherreihe abgelegten Referenzpositionsdaten 5 entsprechen jener Fahrzeugposition, von welcher man ausgeht, dass das Fahrzeug 8 diese zum Zeitpunkt des Passierens des Geoobjektes 3 tatsächlich innehat.

[0058] Aus dem Vergleich bzw. der Differenz der aktuellen Positionsdaten 4 und den Referenzpositionsdaten 5 wird ein Versatz 6 ermittelt, mit welchem fortan alle folgenden, von der Lokalisierungseinheit innerhalb des definierten Bereichs 1 ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 beaufschlagt und zu berichtigten aktuellen Positionsdaten 7 umgerechnet werden. Die berichtigten aktuellen Positionsdaten 7 entsprechen nunmehr mit höherer Genauigkeit dem tatsächlichen Standort des Fahrzeugs 8 als die ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 ohne Berichtigung und erlauben auch in einem dicht verflochtenen Straßennetz mit vielen Zu- und Abfahrten einzelner Streckenführungen eine exakte Zuordnung, auf welchem Straßenzug sich das Fahrzeug 8 gerade befindet.

[0059] Als definiertes Ereignis zum Start der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann jener Zeitpunkt herangezogen werden, in welchem die ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 als innerhalb oder auf einem Referenzbereich 3 der elektronisch hinterlegten Geodaten liegend erkannt werden. Solcherart kann beispielsweise ein Übertritt des Fahrzeugs 8 über eine als Geoobjekt 3 definierte Linie oder eine Deckungsgleichheit der aktuellen Fahrzeugposition mit einem als Geoobjekt 3 definierten Punkt oder auch der Eintritt des Fahrzeugs 8 in ein als Geoobjekt 3 definiertes Polygon oder in einen um einen definierten Punkt gebildeten Radius als definiertes Ereignis vorgesehen sein, bei welchem die ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 mit den Referenzpositionsdaten 5 verglichen werden. Der jeweilige Referenzbereich 3 ist dabei stets so zu wählen, dass auch bei maximal möglicher Ungenauigkeit der GNSS-Signaldaten das Passieren des Referenzbereichs 3 zuverlässig erkannt wird.

[0060] Der Vergleich geht einher mit der Annahme, dass sich das Fahrzeug 8 tatsächlich am Standort der Referenzpositionsdaten 5 befindet, zumal diese so gewählt sind, dass es zum Zeitpunkt des Passierens des Referenzbereiches 3 der einzige mögliche tatsächliche Standort des Fahrzeugs 8 sein kann. Die mögliche Fehlerbehaftung dieser rechnerischen Annahme ist marginal und erlaubt eine hinreichende Differenzierung von auch knapp nebeneinander verlaufenden und sich kreuzenden Fahrbahnen des Straßennetzes.

[0061] Alternativ dazu kann als definiertes Ereignis zum Start des erfindungsgemäßen Verfahrens auch das Passieren eines straßenseitigen Infrastrukturelementes wie beispielsweise eines Mautportals oder einer Stützbake herangezogen werden. Diese Infrastrukturelemente können beispielsweise in besonders kritischen Bereichen anstelle des Referenzbereichs 3 eingesetzt werden. Die OBU erkennt das Passieren des Infrastrukturelementes aufgrund deren Fähigkeit mittels DSRC zu kommunizieren. Jedem Infrastrukturelement sind ebenso wie jedem Referenzbereich 3 Referenzpositionsdaten 5 zugeordnet, so dass beim Passieren eines Infrastrukturelementes ein Versatz errechnet werden kann.

[0062] Ebenso kann als definiertes Ereignis zum Start der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens aber auch jener Zeitpunkt herangezogen werden, in welchem ein charakteristisches Fahrverhalten vom Fahrzeug 8 registriert wird, beispielsweise in Form einer Abfolge von charakteristischen Richtungsänderungen oder einer charakteristischen Beschleunigung oder Bremseung des Fahrzeugs 8. In einem solchen Fall handelt es sich beim definierten Ereignis um das registrierte Auftreten einer definierten Abfolge von ermittelten aktuellen Positionsdaten 4. Sowohl Richtung als auch Geschwindigkeit des Fahrzeugs 8 können in diesem Zusammenhang unter Zugrundelegung des Doppler-Effekts elektromagnetischer Wellen in bekannter Weise bestimmt werden. Das Erkennen der definierten Abfolge von ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 ersetzt in diesem Fall das

Passieren eines Referenzbereichs.

[0063] Als weiteres definiertes Ereignis zum Start der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens wäre im simpelsten Anwendungsfall auch eine manuelle Initiierung des erfindungsgemäßen Verfahrens durch einen Fahrzeuginsassen oder eine rhythmisch programmierte Inbetriebnahme des erfindungsgemäßen Verfahrens in festgelegten Intervallen denkbar.

[0064] Die Zeitdauer der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ermittlung berichtigter aktueller Positionsdaten 7 kann beliebig festgelegt werden und ist im wesentlichen abhängig von der Größe des definierten kritischen Bereichs 1. So kann etwa das Verstreichen einer festgesetzten Zeitspanne ab dem definierten Ereignis bestimmt werden, ebenso kann die Zeitdauer der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens jedoch auch durch Definition einer bestimmten Anzahl an Entfernungseinheiten begrenzt werden, nach deren Bewältigung durch das Fahrzeug 8 die Ermittlung berichtigter aktueller Positionsdaten 7 automatisch beendet wird.

[0065] Eine besonders praktikable Möglichkeit ist es, dass die Umrechnung zu berichtigten aktuellen Positionsdaten 7 nur für den erkannten Zeitraum des Eintritts bzw. Wiederaustritts des Fahrzeugs 8 in bzw. aus dem definierten Bereich 1 der Geodaten durchgeführt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren wird also beendet, wenn das Fahrzeug 8 wieder einen als unkritisch eingestuften Bereich der Geodaten frequentiert. In solchem Fall werden wieder, so wie es auch beim allgemeinen Stand der Technik üblich ist, lediglich die von der Lokalisierungseinheit ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 zur Fahrzeugpositionserkennung bzw. Mautverrechnung zugrundegelegt, da diese sich in solchem Anwendungsfall wieder als hinreichend genau erweisen. Erreicht das Fahrzeug 8 jedoch erneut einen als kritisch eingestuften definierten Bereich 1 des Straßennetzes bzw. ein dazu korrespondierend definiertes Geoobjekt 3, so wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung berichtigter aktueller Positionsdaten 7 erneut gestartet.

[0066] Zur Ermittlung der Differenz zwischen den zufolge GNSS-Signaldaten ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 und den Referenzpositionsdaten 5 bzw. zur Beaufschlagung sämtlicher darauffolgend ermittelter aktueller Positionsdaten 4 innerhalb des definierten Bereichs 1 mit dem Versatz 6 erfolgt im einfachsten Fall mittels Subtraktion bzw. Addition einer Abgleichung der X/Y- oder Polarkoordinatenwerte, eventuell sogar der Z-Koordinatenwerte bei dreidimensionaler Positionserfassung unter Berücksichtigung der geographischen Höhenposition des Fahrzeugs 8.

[0067] Erfindungsgemäß ist es weiters möglich, spezifische Rechenalgorithmen zur verfeinerten Simulation einer Änderung des Versatzes 6 über einen bestimmten Streckenverlauf vorzusehen. Wenn entsprechende charakteristische Parameter bekannt sind, kann der ermittelte Versatz 6 entlang von ausgewählten Streckenführungen innerhalb definierter Subbereiche 9 modifiziert

werden, um zu einer präziseren Bestimmung der aktuellen Fahrzeugposition zu gelangen.

[0068] Im Flussdiagramm gemäß Fig.3 wurde beispielhaft die Ermittlung berichtiger aktueller Positionsdaten 7 für einen in einer Straßenführung gemäß Fig.2 eingezeichneten Punkt 11 dargestellt. Da sich der am Geoobjekt 3 ermittelte Versatz 6 für den gesamten ihm zugeordneten definierten Bereich 1 kaum ändert, behält der bei Querung des Geoobjekts 3 einmal ermittelte Versatz 6 seine Gültigkeit für sämtliche im definierten Bereich 1 liegenden Punkte der Fahrbahnen. So kann unter Zugrundelegung des Versatzes 6 etwa auch die tatsächliche Position des Fahrzeugs 8 an den Punkten 12 oder 13 mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden, indem die ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 für die Punkte 12 oder 13 mit demselben Versatz 6 beaufschlagt werden.

[0069] Die bisher existente Problematik, nicht zuverlässig differenzieren zu können, ob ein sich gemäß Fig. 2 in Bewegungsrichtung 14 fortbewegendes Fahrzeug 8 im Falle von nebeneinanderlaufenden Straßen nun den Weg Richtung Punkt 11 bzw. 12 oder den Weg Richtung Punkt 13 bzw. 10 eingeschlagen hat, da beide Wege einen annähernd parallelen Verlauf aufweisen, wird also durch das erfindungsgemäße Verfahren entschärft. Für den gesetzten Fall, dass der Streckenabschnitt gemäß Punkt 11 bzw. 12 bemaht ist, jener gemäß Punkt 13 bzw. 10 jedoch nicht bemaht oder mit einer anderen Mautklasse versehen ist, kann eine exakte Verifizierung der vorgenommenen Wegwahl des Fahrzeuglenkers erfolgen und eine eindeutige Mautverrechnung entsprechend der in Anspruch genommenen Verkehrswege vorgenommen werden.

[0070] Zur Unterstützung der GNSS-Positionsermittlung in der OBU ist es mitunter üblich, zusätzliche Ortsungssensoren einzusetzen. Über eine sogenannte "Koppelortung" wird anhand eines im Fahrzeug installierten Kreisels (Gyroskop mit Piezo-Sensoren) und einer Abnahme der Fahrzeuggeschwindigkeit vom Tachometer die Fahrzeugbewegung und die Fahrzeugrichtung bestimmt. Die vom GNSS-Positionsermittlungssystem unabhängige Koppelortung wird ständig mit der Satellitenortung abgeglichen und macht es möglich, dass das automatische Positionsermittlungssystem für eine kurze Zeitspanne auch ganz ohne GNSS-Signal auskommt. Dieses System unterliegt jedoch beträchtlichen Ungenauigkeiten und soll durch die beschriebenen erfindungsgemäßen Maßnahmen entbehrlich gemacht werden, obwohl ein erfindungsgemäßes System gegebenenfalls auch mit einem an Bord installierten Koppelortungssystem interagieren kann.

[0071] Um sämtliche verwechslungsträchtige Straßenführungen exakt voneinander unterscheiden zu können, ist innerhalb eines definierten Bereichs 1 idealerweise jeder relevanten Zu- und Abfahrt eines Straßenzuges ein vorgelagerter Referenzbereich bzw. ein Geoobjekt 3 zugeordnet, wobei es gegebenenfalls vorgesehen sein kann, dass innerhalb eines Bereichs 1 beliebig

viele Subbereiche 9 samt zugehörigen weiteren Referenzbereichen bzw. Geoobjekten 10 definiert sind, um in Spezialfällen der Topographie eine Verfeinerung der Ortungsgenauigkeit zu erzielen oder einen bereits definierten Bereich 1, innerhalb dem die Straßenführung durch aktuelle Infrastrukturmaßnahmen geändert wird, um notwendige Zusatzinformationen bzw. Positionsdaten zu ergänzen. Autonom definierte Bereiche 1 bzw. Bereiche 9 können sich auch beliebig überschneiden, ineinander greifen oder aneinandergrenzen. Die gemäß Fig.2 dargestellte kreisförmige Erstreckung der definierten Bereiche 1 bzw. 9 kann ebenso gut durch jede andere polygonale Form ersetzt werden, beispielsweise durch Quadranten oder lückenlos aneinandergrenzende Sechsecke.

[0072] Auch bei den in Fig.2 als Punkte bzw. Kreise dargestellten Geoobjekten 3 kann es sich um beliebig variierte Formen handeln, beispielsweise ausgewählte Flächen, Linien oder Punkte, welche im Umfeld definierter Straßenzüge bzw. Geodaten angeordnet sind oder diese schneiden. Vorzugsweise sind sie jedoch unmittelbar vor der Einmündung eines Straßenzuges in einen definierten Bereich 1 angeordnet.

[0073] Zweckmäßigerweise sind die Geoobjekte 3 bzw. 10 durch kartesische Koordinaten oder Polarkoordinaten definiert, wobei der Versatz 6 auch dreidimensional definiert sein kann, indem sowohl die empfangenen Positionsinformationen bzw. GNSS-Signaldaten als auch die tatsächlichen, in der Speichereinheit abgelegten Positionsdaten 5 hinsichtlich einer dritten Raumdimension ausgewertet werden.

[0074] Um im Falle eines dezentral arbeitenden Mauterfassungssystems verkehrstechnische Änderungen der Streckenführung oder Änderungen der Mauterfassung umgehend an die Benutzer des Positionserkennungssystems weiterleiten zu können, ist die Anordnung der definierten Bereiche 1 sowie der Referenzbereiche bzw. Geoobjekte 3 innerhalb der bordseitigen virtuellen Landkarte über Funkdatenübermittlung, vorzugsweise über die GSM-Sende/Empfangseinheit der OBU aktualisierbar.

[0075] An Straßenabschnitten, insbesondere Tunnels und Unterführungen, an welchen durch topographische Gegebenheiten ein Empfang von GNSS-Signaldaten nicht möglich ist, können die bei wieder einsetzendem Signalempfang nach Durchquerung dieser Abschnitte ermittelten aktuellen Positionsdaten 4 anhand eines dem durchquerten Straßenabschnitt nachgelagerten Referenzbereichs bzw. Geoobjekts 3 zu berichtigten aktuellen Positionsdaten 7 umgerechnet werden, um in der Folge den exakten zurückgelegten Fahrweg rechnerisch zu ermitteln.

Bezugszeichenliste

[0076]

1 bzw. 9 Bereich

2,15	Straßenzug
3	Referenzbereich
4,7	Positionsdaten
5	Referenzpositionsdaten
6	Versatz
8	Fahrzeug
9	Subbereiche
10,11,12,13	Punkt
14	Fahrtrichtung
15	Mautobjekt
16	Linie
17	Bezugspeil

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von berichtigten aktuellen Positionsdaten insbesondere zur Bestimmung von berichtigten aktuellen Fahrzeugpositionen, bei welchem mit Hilfe von Positionsinformationen ausstrahlenden Einrichtungen, vorzugsweise Satelliten, aktuelle Positionsdaten (4) ermittelt und diese mit elektronisch hinterlegten Geodaten, welche zumindest einen Teil des Straßennetzes eines geographischen Gebietes umfassen, verglichen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) mit Referenzpositionsdaten (5) verglichen werden und aus diesem Vergleich ein Versatz (6) ermittelt wird, mit welchem alle folgenden, ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) berichtet und zu berichtigten aktuellen Positionsdaten (7) umgerechnet werden.
2. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beginn des Verfahrens durch ein definiertes Ereignis automatisch ausgelöst wird.
3. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem definierten Ereignis um jenes Ereignis handelt, bei welchem die ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) innerhalb oder auf einem Referenzbereich (3) der elektronisch hinterlegten Geodaten liegen.
4. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Referenzbereich (3) um ein innerhalb der Geodaten vordefiniertes Geoobjekt (3) handelt.
5. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenzbereich (3) der elektronisch hinterlegten Geodaten bzw. das Geoobjekt (3) vor einer Kreuzung und/oder einer Zu- oder Abfahrt im Straßennetz angeordnet ist.
6. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Referenzbereich (3) Referenzpositionsdaten zugeordnet sind.
7. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem definierten Ereignis um das Passieren von straßenseitigen Mautinfrastrukturelementen, beispielsweise Mautportalen oder Stützbauden handelt.
8. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Mautinfrastrukturelement Referenzpositionsdaten zugeordnet sind.
9. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem definierten Ereignis um das Auftreten einer definierten Abfolge von ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) handelt.
10. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umrechnung zu berichtigten aktuellen Positionsdaten (7) für eine festgesetzte Zeitspanne erfolgt.
11. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umrechnung zu berichtigten aktuellen Positionsdaten (7) für eine definierte Anzahl an Entfernungseinheiten erfolgt.
12. Verfahren zur Ermittlung von aktuellen Positionsdaten nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umrechnung zu berichtigten Positionsdaten (7) solange erfolgt, bis Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung dieser mit einem definierten Bereich (1) der elektronisch hinterlegten Geodaten auftritt.
13. Mauterfassungssystem umfassend mobile Detektionseinheiten (OBUs) zur Anordnung in einem Fahrzeug, wobei jede mobile Detektionseinheit zumindest eine Lokalisierungseinheit zwecks Ermittlung von aktuellen Positionsdaten mit Hilfe von Positionsinformationen ausstrahlenden Einrichtungen, vorzugsweise Satelliten, aufweist sowie eine Prozessoreinheit, welche die ermittelten aktuellen Positionsdaten mit in der mobilen Detektionseinheit gespeicherten Geodaten, welche zumindest einen Teil des Straßennetzes eines geographischen Gebietes umfassen, zwecks aktueller Positionsbestimmung eines Fahrzeuges vergleicht, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels Prozessoreinheit ein Versatz (6) aus dem Vergleich der ermittelten aktuellen Positi-

onsdaten und Referenzpositionsdaten ermittelbar ist, mit welchem alle folgenden, ermittelten aktuellen Positionsdaten (4) berichtet und zu berichtigen aktuellen Positionsdaten (7) umrechenbar sind.

5

- 14.** Mobile Detektionseinheit umfassend zumindest eine Lokalisierungseinheit und eine Prozessoreinheit eines Mauterfassungssystems gemäß Anspruch 13.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

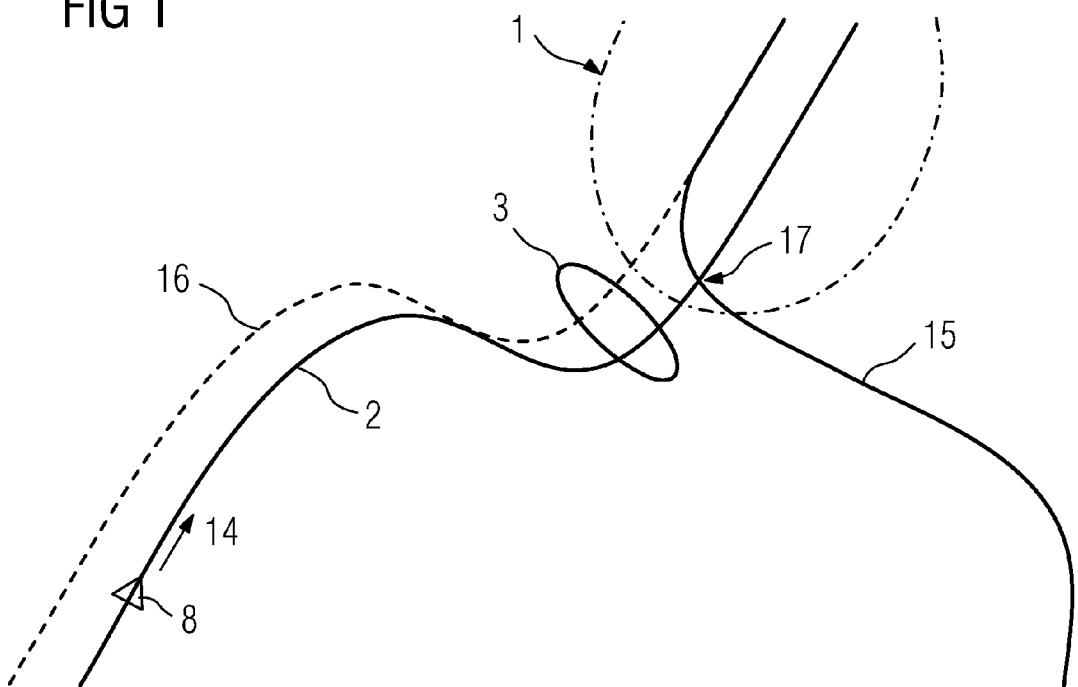


FIG 2

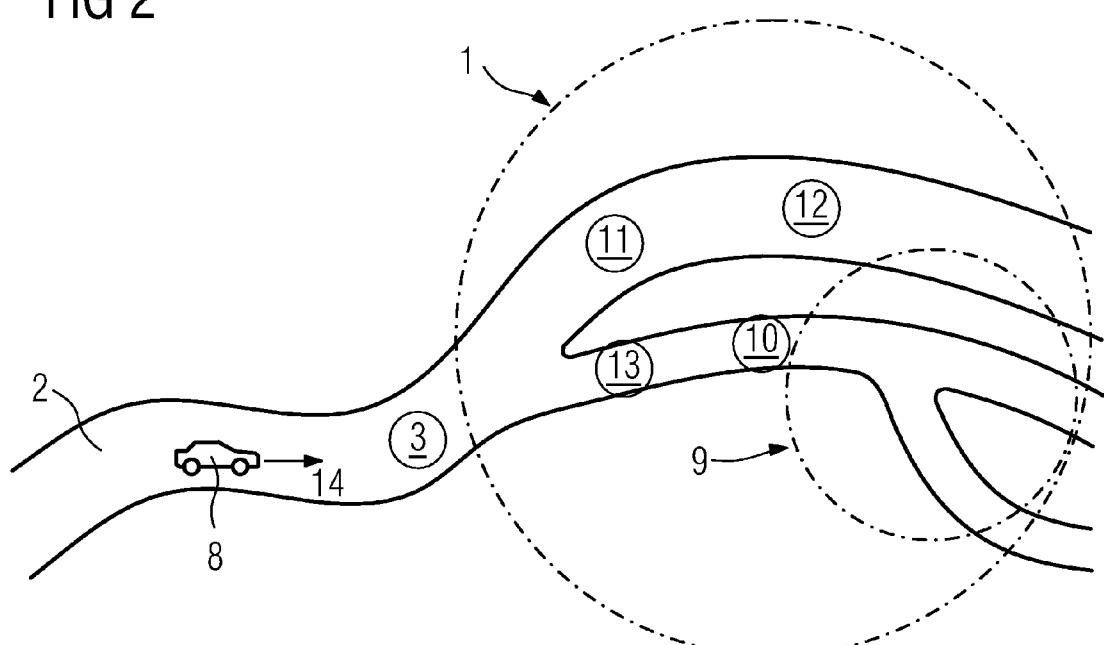


FIG 3

