



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(51) Int Cl.:
G07B 15/06 (2011.01)

(21) Anmeldenummer: **14189554.0**

(22) Anmeldetag: **20.10.2014**

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

(72) Erfinder: **Gerhard, Marte**
6840 Götzis (AT)

(74) Vertreter: **Riederer Hasler & Partner**
Patentanwälte AG
Kappelestrasse 15
9492 Eschen (LI)

(71) Anmelder: **Gerhard, Marte**
6840 Götzis (AT)

(54) **Verfahren und Onboard Unit (OBU) für die Mauterfassung**

(57) Ein Onboard-Unit (OBU) zur Erfassung der von einem Fahrzeug auf einer mautpflichtigen Strasse zurückgelegten Kilometer besitzt ein GPS-Modul (17) zur laufenden Berechnung der Fahrzeugposition und des zurückgelegten Weges, eine Kommunikationseinrichtung (23) zur Kommunikation mit einem Kontrollgerät (31), und eine Rechneinheit mit einem Prozessor (19) und einem Speicher (15). Die Rechneinheit steht mit dem GPS-Modul (17), der Kommunikationseinrichtung (23) und dem Speicher (15) in Verbindung. Im Speicher (15) des OBUs sind ein Programm (13) und Daten, wie OBU-ID und Fahrzeug-Stammdaten abgelegt. Ausser-

dem sind im Speicher (15), die Geokoordinaten einer Vielzahl von Kontrollpolygonen, deren Distanzen zu anderen Kontrollpolygonen und die entsprechenden Messstrecken abgespeichert. Die Kontrollpolygone dienen dazu festzustellen, ob nutzungsgebührenpflichtige Strassenabschnitte befahren wurden. Eine gefahrene Wegstrecke, bzw. Messtrecke wird allerdings nur dann gezählt, wenn das Resultat plausibel ist, d.h. eine unabhängige Streckenmessung mit den Polygondistanzen im Wesentlichen übereinstimmt. Von Bedeutung ist ferner, dass die Fahrstrecken aufgrund der amtlich festgelegten vermessenen Strassenabschnitte berechnet werden.

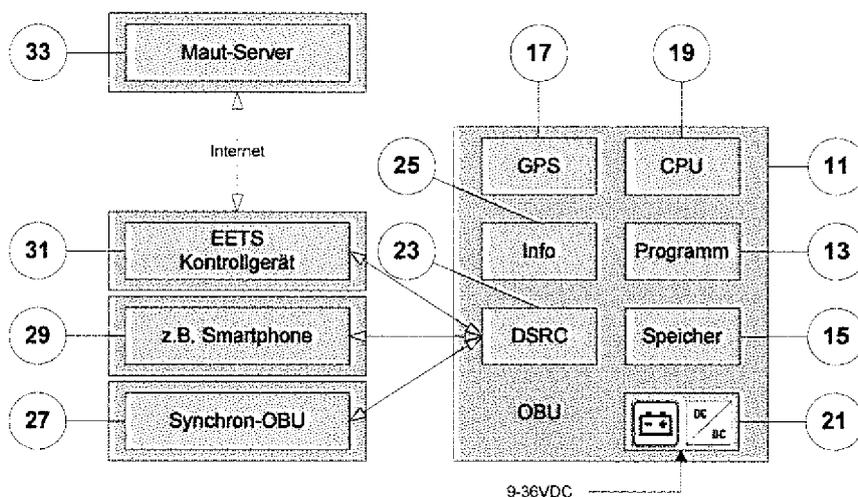


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Mauterfassung und ein Onboard Unit (OBU) zur Durchführung des Verfahrens, insbesondere Wegstrecken- und Zeitdatenerfassung, gemäss den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 13.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP-A-1 909 231 ist eine fahrzeugseitige Ausrüstung bekannt, welche mindestens ein im Gebrauch befindliches Streckenbenutzungs-Berechnungssystem implementiert. Die Ausrüstung umfasst eine Fahrzeugpositionsdaten liefernde Fahrzeugpositionsvorrichtung, einen eine oder mehrere Landkarten enthaltenden Kartenspeicher, eine Kartenvergleichsvorrichtung, welche Fahrzeugpositionsdaten von der Fahrzeugpositionsvorrichtung und Kartendaten von dem Kartenspeicher empfängt, diese vergleicht und hieraus die Streckenbenutzungsdaten ermittelt, eine Kommunikationsvorrichtung in Gestalt einer GSM/GPRS Kommunikationsvorrichtung, welche Daten für die Streckenbenutzungsberechnung empfängt und sie an eine Hintergrundeinrichtung sendet. Die fahrzeugseitige Ausrüstung kann zwischen zwei Vergleichsmodi umschalten, einem Kartenvergleichsmodus ausserhalb des Fahrzeugs, in welchem die von der Kommunikationsvorrichtung empfangenen und übertragenen Daten die sich ändernden Fahrzeugpositionsdaten von der Fahrzeugpositionsvorrichtung sind, und einem fahrzeugseitigen Kartenvergleichsmodus, in welchem die von der Kommunikationsvorrichtung empfangenen und übertragenen Daten die Streckenbenutzungsdaten von der Kartenvergleichsvorrichtung sind. Beim Erfassen der Daten können auch der Ort und Zeitpunkt des Zutritts und des Austritts aus einer Zone erfasst werden. Ausserdem ist in der Ausrüstung oder in einem nachgestellten Rechner mindestens eine Fläche in Gestalt eines Polygons gespeichert. Damit muss in der fahrzeugseitigen Ausrüstung nur eine Fläche in Gestalt eines Polygons, das der gebührenpflichtigen Fläche entspricht, gespeichert sein, wobei jedoch sehr wohl auch Informationen über den zurückgelegten Weg innerhalb der Fläche für Beweiszwecke erfasst werden können. Im Falle von Autobahnen kann die zurückgelegte Wegstrecke entweder durch die Ausrüstung ermittelt oder von der gesetzlich festgelegten Länge eines Autobahnabschnitts abgeleitet werden.

[0003] Die WO 03/098556 offenbart ein Auswertungssystem zur Bestimmung der Zeit und/oder der Distanz, die ein Fahrzeug in einer bestimmten Zone zurückgelegt hat. Die Zone ist dabei als ein geographisches Polygon definiert, das grösseren Strassen entspricht. Gemäss der WO 03/098556 berechnet das System die in einer Kombination von Korridoren und Polygonzonen zurückgelegte Distanz und verbrachte Zeit. Das Auswertungssystem benötigt nur eine begrenzte Genauigkeit für die Positionsbestimmung, da lediglich Gebrauchs- und Zeitinformationen innerhalb jeder Zone bestimmt werden.

[0004] Die EP-A-1 696 208 offenbart ein Verfahren, mit dem auf einfache Weise und mit möglichst einfacher Bearbeitung und Berechnung von Daten Fahrzeuge zuverlässig beim Einfahren in und Ausfahren aus einem bestimmten Flächenbereich erfasst werden können. Diese Aufgabe wird gelöst, indem neben reinen Positionsdaten des Fahrzeugs daraus abgeleitete Informationen wie die Fahrrichtung berücksichtigt werden. Dabei werden Flächen in Gestalt von Polygonen über Ein- und Ausfahrten gelegt und ermittelt, ob ein Fahrzeug sich in einer solchen Fläche befindet oder nicht. Befindet sich das Fahrzeug in der Fläche, wird zusätzlich dessen Fahrrichtung ermittelt, indem diese mit einem richtungsabhängigen Attribut der Fläche verglichen wird. Dies hat den Vorteil, dass ein Kreuzen der Fläche versehentlich als Befahren des der Fläche zugeordneten geographischen Bereichs angesehen wird. Die Fläche kann den Koordinaten eines geographischen Gebiets, z.B. einer Stadt, so überlagert sein, dass diese mindestens einen Bereich des geographischen Gebiets abdeckt, um das Einfahren in und das Ausfahren aus dem geographischen Gebiet festzustellen. Das für die Durchführung verwendete Gerät steht mit einer Rechenzentrale in einer Kommunikationsverbindung, über die Daten (Ergebnisse der Vergleichsoperation) und ein Identifikationsdaten des Fahrzeugs übermittelt werden können.

[0005] Die WO 2009/146948 beschreibt ein Verfahren zum Einheben einer Kraftfahrzeug-Maut unter Verwendung von Satelliten- und/oder Mobiltelefon-Ortung, bei welchem Verfahren in wenigstens einem Fahrzeuggerät auf der Basis von erfassten Ortsdaten und von gespeicherten Tarifdaten Gebührendaten ermittelt werden, zwischen dem Fahrzeuggerät und einem zentralen System eine Kommunikationsverbindung aufgebaut wird, und für alle Aktionen von Datenübertragung und Abrechnung authentifizierte Zertifikate und digitale Signaturen verwendet werden, um Zugriffsberechtigungen, Abrechnungsfähigkeit und Manipulationssicherheit sicherzustellen. Dabei werden vorgegebene, in Abhängigkeit von der aktuellen Fahrzeugposition jeweils benötigte Ortsdaten vom zentralen System über die Kommunikationsverbindung zum Fahrzeuggerät übertragen, um die in dem Fahrzeuggerät gespeicherten Daten auf ein Minimum zu reduzieren. Immer wieder verwendete Ortsdaten bleiben jedoch bleibend im Fahrzeuggerät gespeichert. Die vorgegebenen Ortsdaten können dabei Informationen über die Netzverfügbarkeit der Kommunikationsverbindung als auch über die lokale Güte von GPS-Signalen enthalten.

[0006] Mit einer GPS-Spuraufzeichnung (Track-Log) kann grundsätzlich jedes beliebige zeit- und/oder km-abhängige Mautsystem technisch realisiert werden. Die Auswertung der Spurdaten kann sowohl in einem Fahrzeuggerät selbst oder auf einem Server erfolgen. Größter Nachteil allerdings ist, dass, selbst wenn die vorgenannten Techniken absolut funktionieren würden, die Datenschutzbehörden vieler Länder die Übertragung, Speicherung bzw. Auswertung von Weg-

und Geschwindigkeitsdaten auf einen Server verbieten, da die Privatsphäre des Fahrers verletzt werden kann.

[0007] Selbst eine GSM-Verbindung zwischen dem OBU eines Fahrzeugs und einem GSM-Netzwerkbetreiber wird von den Datenschutzbehörden bei der Mautdatenerfassung abgelehnt, da die transferierten Daten abgehört werden können und der Weg des Fahrzeugs über GSM-Ortung aufgezeichnet werden kann.

[0008] Die bestehenden Mautsysteme mit Mautbrücken, wie z.B. in Österreich oder Deutschland, oder mit Auf- und Abfahrtskontrollen, wie z.B. in Italien oder Frankreich, eignen sich wohl für Autobahnen und Schnellstraßen, nicht jedoch für Bundesstraßen, da hier aus plausiblen Gründen (Kosten, bauliche Beschränkungen) nicht an jeder Kreuzung eine Mautbrücke oder eine Auf- und Abfahrtskontrolle erstellt werden kann.

[0009] Die Höhe der Autobahnmaut für z.B. LKWs richtet sich unter anderem nach der Gesamt-Achszahl oder dem Gesamt-Gewicht. Bei einem Fahrzeuggespann (Hänger-/Aufliegerbetrieb) setzen sich Gesamtachszahl und Gesamtgewicht aus dem ziehenden Fahrzeug und dem gezogenen Fahrzeug zusammen. Vor der Befahrung einer Mautstraße mit Hänger oder Auflieger muss der Fahrer in ein im Fahrzeug mitgeführtes Datenerfassungsmodul (OBU) die entsprechende Achszahl bzw. das Gesamtgewicht seines Fahrzeuggespanns eingeben. Zur automatischen Überprüfung der vom Fahrer eingegebenen Daten sendet das OBU des Zugfahrzeugs an Mautbrücken und/oder Kontrollstellen zusätzlich zur OBU-ID und anderen Informationen die vom Fahrer angegebene Achszahl und/oder das Gesamtgewicht. Diese Kontrollstellen verfügen über verschiedene Technologien zur Feststellung der realen Achszahl oder des realen Gesamtgewichts. Bei Unstimmigkeit zwischen den übermittelten Informationen und den festgestellten Tatsachen wird das Foto mit dem Kennzeichen des ziehenden Fahrzeugs als Beweismittel gespeichert und zur Weiterverfolgung an die Behörden oder Betreiber der befahrenen Maut-Strecke weitergeleitet (das Kennzeichen des gezogenen Fahrzeugs ist irrelevant).

[0010] Mit den vor erwähnten Systemen zur Erfassung der zurückgelegten Strecken können Mautgebühren von einzelnen Fahrzeugen abgerechnet werden. Für zusammengesetzte Fahrzeugkombinationen bestehend aus einem Zugfahrzeug und einem Hänger gibt es jedoch keine Lösungen, mit denen eine automatische Abrechnung der Mautgebühren möglich wäre. Vielmehr ist es so, dass der LKW-Fahrer das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein eines Hängers jeweils manuell erfassen und in ein Abrechnungsgerät eingeben muss.

[0011] Mit diesem Stand der Technik können LKW-Hänger oder LKW-Auflieger auf Autobahn- oder Schnellstraßenstrecken erfasst bzw. automatisch bemaute, d.h. mit Benutzungsgebühren belastet werden. Mit dem Stand der Technik können jedoch nur Autobahnen und mehrspurige Schnellstraßen, die mit entsprechenden Kontrollstellen an Auf- und Ausfahrten bzw. mit "Überkopf-Kontrollbalken" bzw. Mautbrücken ausgerüstet sind, bemaute werden. Bei den nachrangigen Straßen fehlt eine automatisierte Prellkontrolle. Es fehlt auch die Einbindung des Hänger- bzw. Auflieger-Kennzeichens zur Prellkontrolle.

Aufgabe der Erfindung

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein autarkes, automatisch arbeitendes, fahrereingabeunabhängiges Datenerfassungssystem zur Mauterfassung zur Verfügung zu stellen. Ein Ziel ist es, ein Verfahren und ein OBU zur Verfügung zu stellen, mit deren Hilfe Mautdaten wahlweise sowohl für das Befahren von Autobahnen und/oder nachrangigen Strassen wie Bundesstrassen erfasst werden können, ohne dass aufwändige Installationen nötig sind.

[0013] Noch ein Ziel ist es, ein OBU und ein Verfahren vorzuschlagen, die den selektiven Datenschutzgesetzen in den verschiedenen Ländern entsprechen (z.B. keine Übertragung von Fahrprofildaten an einen zentralen Rechner).

[0014] Noch ein Ziel ist es, ein OBU und ein Verfahren vorzuschlagen, das mit allen bestehenden Mautsystemen parallelkompatibel ist, d.h., dass die vom OBU berechneten Mautdaten mit den berechneten Mautdaten des jeweiligen Fremdsystems übereinstimmen.

[0015] Ein anderes Ziel ist es, dass ohne Zutun des Fahrers festgestellt werden kann, ob eine Fahrzeugkombination aus Zugfahrzeug und Hänger vorliegt oder nicht. Ein weiteres Ziel ist es, dass keine aufwendigen Kontrollsysteme zur Feststellung eines Fahrzeuggespanns, der Gesamtachszahl und des Gesamtgewichts nötig sind und das System damit auch auf nachrangigen Straßen mit beliebig vielen Kreuzungen eingesetzt werden kann. Noch ein Ziel ist es, dass das Fahrzeuggespann von hinten (z.B. OCR (optical character recognition)-Kamerabild des Hänger-Kennzeichens) auf die korrekte Kopplung mit einem im System angemeldeten Zugfahrzeug kontrolliert werden kann.

Beschreibung

[0016] Diese und weitere Ziele werden durch ein Verfahren gemäss Anspruch 1 und ein OBU gemäss Anspruch 10 erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0017] In der nachfolgenden Beschreibung sind die einzelnen, verwendeten Begriffe wie folgt definiert:

- ID = Identifikations-Code
- GPS = Die Abkürzung GPS wird synonym für die Bezeichnung GNSS (Global Navigation Satellite System) verwendet

EP 3 012 810 A1

und soll nicht ein spezifisches Satellitennavigationssystem bezeichnen, sondern allgemein für irgendein verfügbares Satellitennavigationssystem stehen (z.B. Galileo, Navstar, GPS, Glonass (Russland) und Compass (China)).

- Polygon = Vieleck, das durch eine Vielzahl von Geodaten definiert ist. Die Geodaten beschreiben die Peripherie einer geschlossenen Fläche.
- 5 • Kontrollpolygon ist ein Polygon, das nur einen vorzugsweise kleinen Abschnitt eines mautpflichtigen Abschnitts oder einer mautpflichtigen Fläche überspannt dergestalt, dass Fahrzeuge, die das Kontrollpolygon passieren, zuverlässig erfasst werden können. Kontrollpolygone werden beispielsweise an Verzweigungen, nach Autobahnauffahrten und vor Autobahnabfahrten definiert. Damit kann nach dem Passieren von wenigstens 2 Polygonen festgestellt werden, ob eine bestimmte kostenpflichtige Fläche oder Strasse befahren oder nicht befahren wurde.
- 10 • Fahrzeugspur = eine Reihe von Geokoordinaten, die einen gefahrenen Weg beschreiben = Track-Log
- Fahrprofil = Wegaufzeichnung mit Geschwindigkeitsprofil
- Fahrzeug-Stammdaten = Fahrzeugtyp (PKW, LKW, Anhänger, Fahrzeug mit Anhängen- oder Aufliegevorrichtung etc.), Achsanzahl, Gewicht, Kennzeichen, etc.
- UTC-Zeit = koordinierte Weltzeit (coordinated universal time)
- 15 • Fahrzeug = alle zum Verkehr zugelassene Fahrzeuge, inklusive gezogener

[0018] Fahrzeuge wie Anhänger, Auflieger, Wohnwagen, etc.

- Kontrollgerät = Überwachungs- und/oder Datenübertragungseinrichtung
- 20 • Mess-Punkt (= MP) = amtlich vermessener Punkt auf einer Verkehrsfläche
- Messstrecke (=MS) = amtlich vermessene Wegstrecke zwischen Messpunkten = Maut-Messstrecke
- Polygon-Distanz (=PD) = Wegstrecke zwischen zwei benachbarten Kontrollpolygone im Straßenverlauf
- OBU = On Board Unit = Fahrzeuggerät, das in einem Fahrzeug mitgeführt wird
- OBU-ID = eindeutige alphanumerische OBU-Identifikationszeichenfolge
- 25 • Geoposition = Geodaten = Positionsdaten = Geokoordinaten + UTC-Zeit (Universal Time Code)
- Prellversuch = Betrugsversuch
- DSRC = Dedicated Short Range Communication = alle standardisierten Frequenzen und Protokolle wie z.B. DSRC, Bluetooth, WLAN, WiFi, ZigBee, RFID oder NFC. Vorzugsweise sind DSRC-Kommunikationseinrichtungen gemäss Vorgaben des deutschen Bundesamtes für Güterverkehr eingesetzt. Solche Kommunikationseinrichtungen für den Europäischen Elektronischen Mautdienst (EETS) verwenden als Kommunikationsgrundlage für eine Kontrolle der
- 30 OBU's DSRC auf der Basis von CEN standardisierten 5,8 GHz Mikrowellentechnologie. Die entsprechenden Spezifikationen sind beim deutschen Bundesamt für Güterverkehr bezogen oder von dessen Webseite heruntergeladen worden (www.bag.bund.de)
- GPS-Km-Zähler = Km-Registrierung der Luftlinienverbindungen von aufeinanderfolgenden, vom GPS Modul empfangenen Geokoordinaten im OBU
- 35 • Straßenabschnitt = mautpflichtiger Straßenabschnitt
- Zeitbezogene Maut = Gebühr für die Benutzung von definierten Verkehrs- oder Parkflächen innerhalb eines definierten Zeitraums
- Kilometerbezogene Maut = Gebühr pro gefahrenen Kilometer resp. zurückgelegter Wegstrecke innerhalb definierter Verkehrsflächen
- 40 • OBU-Daten-Synchronisierung = datentechnische Synchronisierung eines OBU's im Zugfahrzeug mit einem OBU im gezogenen Fahrzeug = Synchron-OBU

[0019] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Erfassung der von einem Fahrzeug auf einer mautpflichtigen Strasse zurückgelegten Kilometer. Bei dem erfindungsgemässen Verfahren wird anhand der Geokoordinaten eines Fahrzeugs geprüft, ob dieses nutzungsgebührenpflichtige Flächen befährt oder sich auf diesen aufhält, indem der Zutritt zu diesen und das Verlassen dieser Flächen überwacht wird.

[0020] Das erfindungsgemässe Verfahren ist durch folgende Verfahrensschritte charakterisiert:

- 50 a Editieren resp. Definieren von Kontrollpolygone auf mautpflichtigen Straßen dergestalt, dass die Kontrollpolygone jeweils lediglich mit einem Teil eines mautpflichtigen Strassenabschnitts überlappen,
- b Festlegen von Messstrecken zwischen jeweils 2 vordefinierten, sich im Strassenverlauf befindlichen Messpunkten und Verknüpfen der jeweils festgelegten Messstrecken mit zumindest 2 sich auf der jeweiligen Messstrecke angeordneten Kontrollpolygone;
- 55 c Berechnen der Kontrollpolygon-Distanzen zwischen den sich jeweils auf einer Messstrecke im Strassenverlauf angeordneten Kontrollpolygone,
- d Speichern aller Daten in einem On Board Unit (OBU).

[0021] Die Schritte a bis d werden zur Vorbereitung eines OBUs vorzugsweise unter Zuhilfenahme eines bereits bestehenden Geoinformationssystems (GIS) durchgeführt. In bestehenden Geoinformationssystemen sind die Längen von Strassenabschnitten durch eine Vielzahl von amtlichen Messpunkten gesetzlich festgelegt. Die für die Zwecke der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens gewählten Messstrecken können entsprechend aus einer Vielzahl von Teilmessstrecken (Messpunkten) zusammengesetzt sein. Wenn alle oben erwähnten Informationen definiert resp. berechnet sind, können die Daten an einen Rechner oder Mautserver übergeben werden, der diese dann z.B. via einer DSRC-Kommunikationseinrichtung an die OBUs überträgt.

[0022] Im Betrieb laufen in den so vorbereiteten OBUs folgende Verfahrensschritte ab:

e Berechnen der Geokoordinaten bzw. Positionsdaten eines Fahrzeugs = OBU mittels des GPS-Moduls und Vergleichen der berechneten Geokoordinaten mit den abgespeicherten Geokoordinaten der Kontrollpolygone zur Feststellung, ob sich das OBU/Fahrzeug innerhalb eines Kontrollpolygons befindet;

f Festlegung der Fahrriichtung eines Fahrzeuges nach dem Passieren von zwei im Strassenverlauf aufeinander folgenden Kontrollpolygonen;

g Durchführen einer Plausibilitätsprüfung, indem die mit einem Kilometerzähler gemessene Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygonen mit der abgespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen wird, und die der Fahrriichtung entsprechende Messstrecke nur dann als benutzt gewertet wird, wenn die Differenz zwischen der vom Kilometerzähler gemessenen Wegstrecke und der gespeicherten Kontrollpolygondistanz innerhalb einer definierten Toleranz liegt,

h Abspeichern und Aufaddieren der mit dem Kontrollpolygon mit der entsprechenden Fahrriichtung verknüpften Länge der Messstrecke in einem Fahrstreckenspeicher;

i Wiederholen der Schritte e bis h.

[0023] Das erfindungsgemässe Verfahren hat den Vorteil, dass es identische Ergebnisse wie die z.Zt. eingesetzten Mauterfassungssysteme liefert, da es auf die amtlich vermessenen Wegpunkte abstellt, d.h. die zurückgelegte Wegstrecke von der gesetzlich festgelegten Länge eines Strassenabschnitts abgeleitet wird. Das Verfahren ist simpel in der Umsetzung, sehr flexibel einsetzbar, kann weltweit verwendet werden und benötigt ausser den OBUs, den DSRC Kontrollgeräten und einem Mautserver keine weitere Infrastruktur wie z.B. Mautbrücken, Achszähleinrichtungen oder Kontrolleinrichtungen bei den Auf- und Ausfahrten. Ein ganz grosser Vorteil ist, dass mit dem vorgeschlagenen Verfahren sowohl Autobahnen wie auch Bundesstrassen oder Umfahrungsstrassen bemauteet werden können.

[0024] Vorteilhaft wird die zurückgelegte Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygonen mittels eines GPS-Km-Zählers erfasst und mit der in den Kontrollpolygonen gespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen, wobei die fahrriichtungsspezifische Messstrecke nach zusätzlicher Prüfung der Kontrollpolygon-ID-Folge gewertet wird, wenn Wegstrecke und Kontrollpolygondistanz innerhalb einer definierten Toleranz übereinstimmen. Dieses Verfahren ist simpel und kann mit Hilfe des im OBU vorhandenen GPS-Moduls durchgeführt werden.

[0025] Alle vom OBU erfassten Bewegungsdaten können mittels einer DSRC-Kommunikationseinrichtung an eine entsprechende über DSRC-Kommunikationsmöglichkeiten verfügende Überwachungseinrichtung übertragen werden, d.h. es wird keine kontinuierliche Datenverbindung zu einem zentralen Server benötigt. Die Übermittlung erfolgt vorzugsweise dann, wenn das Fahrzeug ein DSRC-Kontrollgerät passiert.

[0026] Zweckmässigerweise werden nur solche Daten an den Mautserver des jeweiligen Landes übermittelt, die von der örtlichen Datenschutzbehörde auch freigegeben wurden. Damit können alle beliebigen nationalen Datenschutzvorschriften eingehalten werden.

[0027] Da für jede Messstrecke im Speicher zusätzlich eine Mautgebühr abgespeichert sein kann, stehen die aufgelaufenen Mautgebühren jederzeit fest, oder können jederzeit auf Basis der erfassten Daten berechnet und, wenn gewünscht, angezeigt oder via DSRC transferiert werden.

[0028] Vorteilhaft werden die für die Mautverrechnung erforderlichen Informationen beim Passieren eines DSRC-Kontrollgeräts übertragen. Ist beim oder nach dem Passieren eines Kontrollpolygons die gemessene Wegstrecke grösser als alle in Fahrriichtung logisch durchfahrbaren Kontrollpolygon-Distanzen, wird angenommen, dass das Fahrzeug den Strassenverlauf verlassen hat. Stimmen hingegen die gemessene GPS-Distanz und die Distanz zwischen zwei nacheinander durchfahrenen Kontrollpolygonen überein, wird die im OBU gespeicherte Messstrecke als befahren registriert. Die gespeicherte Messstrecke muss dabei weder dem Kontrollpolygon-Abstand noch der beispielsweise mittels GPS gemessenen Wegstrecke entsprechen, da die Messpunkte nicht mit der Position der Kontrollpolygone übereinstimmen müssen.

[0029] Am OBU kann mindestens dessen Funktionszustand angezeigt werden, sodass der Benutzer jederzeit sieht, ob das OBU einsatzbereit ist und/oder eine Verbindung zum Satellitennavigationssystem hat.

[0030] Die Daten des OBU können via einer DSRC-Schnittstelle auf einen externen Rechner und/oder an ein mobiles Endgerät übertragen werden. Dort kann auch die angefallene Mautgebühr via eines Apps berechnet werden.

[0031] Vorteilhaft können die erfassten Daten zwecks Kontrolle der Funktionstüchtigkeit des OBUs und/oder Berech-

nung der Mautgebühr an ein Mobilgerät, vorzugsweise an ein Kontrollgerät, Smartphone oder einen Tablet-Computer, übermittelt werden. Denkbar ist jedoch auch, dass die zurückgelegten Fahrkilometer und die aufgelaufenen Mautgebühren im OBU berechnet und auf einem Display angezeigt werden. Alternativ ist denkbar, dass die zurückgelegten Fahrkilometer und aufgelaufenen Mautgebühren via einer Schnittstelle auf einem Rechner oder einem Smartphone angezeigt werden. Besonders bevorzugt ist eine Drahtlosschnittstelle wie z.B. WiFi vorhanden, die es erlaubt, die zurückgelegten Fahrkilometer und aufgelaufenen Mautgebühren auf einem mobilen Endgerät anzuzeigen. Grundsätzlich denkbar ist, dass die erfassten Daten des OBUs zusätzlich via Smartphone oder Rechner an eine beliebige zentrale Erfassungsstelle übertragen werden.

[0032] Manipulationsversuche können durch Vergleich des OBU-GPS-Km-Zählerstandes mit dem Kilometerstand des Fahrzeugtachos festgestellt werden.

[0033] Vorteilhaft wird pro zum Verkehr zugelassenem Fahrzeug, z.B. Zugfahrzeug und Anhänger, je ein OBU vorgesehen und die OBUs sind ausgelegt, um synchron, z.B. in einem Bruchteil oder Mehrfachem einer UTC-Minute, die aktuelle Position zu bestimmen und direkt oder indirekt miteinander in Kontakt zu treten. Auf diese Weise kann auf einfache Art und Weise festgestellt werden, ob 2 Fahrzeuge miteinander gekoppelt sind oder nicht, d.h. der Fahrer eines Zugfahrzeugs ist nicht genötigt, manuelle Eingaben am OBU zu machen.

[0034] Vorteilhaft wird das Programm ausgelegt, um selbsttätig eine bestimmte Fahrzeugkombination zu ermitteln, wenn die von zwei OBUs gemeldeten Positionsdaten über eine bestimmte zurückgelegte Wegstrecke einen im Wesentlichen konstanten Abstand voneinander aufweisen.

[0035] Vorteilhaft treten die in der Sendedistanz einer DSRC-Kommunikationseinrichtung sich befindlichen OBUs miteinander direkt in Kontakt und melden über einen bestimmten Zeitraum oder eine bestimmte Wegstrecke ihre jeweiligen Positionsdaten, wobei die OBUs die Positionsdaten synchron - z.B. im UTC-Takt, wie beispielsweise zu jeder halben oder vollen UTC-Minute - die aktuelle Position bestimmen. Eine Fahrzeugkombination aus 2 Fahrzeugen wird dann von den OBUs selbsttätig festgestellt, wenn die von zwei OBUs gemeldeten Positionsdaten über eine bestimmte zurückgelegte Wegstrecke einen im Wesentlichen konstanten Abstand voneinander aufweisen.

[0036] Vorteilhaft werden die Fahrzeug-Stamm- und Bewegungsdaten zwischen den OBUs des Zugfahrzeugs und des gezogenen Fahrzeugs ausgetauscht. Das heisst, dass vorzugsweise beide involvierte OBUs sowohl die Daten des Zugfahrzeugs als auch diejenigen des gezogenen Fahrzeugs zumindest temporär (d.h. solange die bestimmte Fahrzeugkombination besteht) gespeichert haben. Dies hat den Vorteil, dass die Daten von jedem der beiden OBUs abgefragt werden können.

[0037] Vorteilhaft wird ein Kontrollpolygon-Paar zur Registrierung eines Grenzübertritts verwendet. Dies hat den Vorteil, dass je nach Durchfahrungsrichtung eines Kontrollpolygon-Paars eindeutig feststellbar ist, ob sich das Fahrzeug auf der einen oder der anderen Seite einer Landesgrenze befindet.

[0038] Die Erfindung betrifft auch ein Onboard Unit (OBU) zur Erfassung der von einem Fahrzeug auf einer mautpflichtigen Strasse zurückgelegten Kilometer mit

- einem GPS-Modul zur laufenden Erfassung der aktuellen Fahrzeugposition,
- einer Kommunikationseinrichtung zur Kommunikation mit einem Kontrollgerät,
- einer Rechneinheit mit einem Prozessor und einem Speicher, welche Rechneinheit mit dem GPS-Modul, der Kommunikationseinrichtung und dem Speicher in Verbindung steht,
- einem im Speicher abgelegten Programm
- im Speicher abgelegten Daten, wie OBU-ID und Fahrzeug-Stammdaten, vorzugsweise inklusive des Kennzeichens jenes Fahrzeugs, in dem das OBU mitgeführt wird.

[0039] Erfindungsgemäss ist das OBU dadurch charakterisiert, dass im Speicher folgende Daten abgelegt sind:

- die Geokoordinaten einer Vielzahl von im Abstand voneinander angeordneten Kontrollpolygone, die jeweils mit einem Teil eines mautpflichtigen Strassenabschnitts überlappen,
- mit den Kontrollpolygone verknüpften Messstrecken zwischen jeweils 2 vordefinierten, sich im Strassenverlauf befindlichen Messpunkten,
- mit den Kontrollpolygone verknüpften Polygondistanzen, die dem Abstand von zwei sich jeweils auf einer Messstrecke und im Strassenverlauf angeordneten Kontrollpolygone entsprechen,

[0040] Zudem ist das Programm ausgelegt, um während des Betriebs folgende Aktionen vorzunehmen:

- e Berechnen der Geokoordinaten eines Fahrzeugs mittels des GPS-Moduls (17) und Vergleichen der berechneten Geokoordinaten mit den abgespeicherten Geokoordinaten der Kontrollpolygone zur Feststellung, ob sich das OBU/Fahrzeug innerhalb eines Kontrollpolygons befindet;
- f Festlegung der Fahrrichtung eines Fahrzeug nach dem Passieren von zwei im Strassenverlauf unmittelbar auf-

einander folgenden Kontrollpolygonen;

g Durchführen einer Plausibilitätsprüfung, indem die mit einem Kilometerzähler gemessene Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygonen mit der abgespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen wird, und die der Fahrrichtung entsprechende Messstrecke nur dann als benutzt gewertet wird, wenn die Differenz zwischen der vom Kilometerzähler gemessenen Wegstrecke und der gespeicherten Kontrollpolygondistanz innerhalb einer definierten Toleranz liegt,

h Abspeichern und Aufaddieren der mit dem Kontrollpolygon mit der entsprechenden Fahrrichtung verknüpften Länge der Messstrecke in einem Fahrstreckenspeicher; und

i Wiederholen der Schritte e bis h.

[0041] Das erfindungsgemässe OBU hat den Vorteil, dass für die Berechnung der zurückgelegten Kilometer auf die amtlich vermessenen und im OBU gespeicherten Messstrecken resp. gesetzlich festgelegten Längen von Strassenabschnitten zurückgegriffen wird. Dies hat den Vorteil, dass die ermittelten Messstrecken identisch sind mit denjenigen, die durch die derzeit bestehenden Systeme ermittelt werden. Auch fallen keine zusätzlichen Kosten an für die Infrastruktur, wie z.B. Mautbrücken in Österreich oder Deutschland oder Kontrollstellen an Auf- und Ausfahrten in Italien oder Frankreich. Noch ein Vorteil ist, dass die Fahrrichtung eines Fahrzeugs durch die Registrierung von zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Kontrollpolygonen im Straßenverlauf verlässlich und sicher bestimmt wird. Ein anderes wichtiges Merkmal des OBUs ist, dass nur solche Messstrecken als befahrene Wegstrecken erfasst werden, die eine Plausibilitätsprüfung mit einer unabhängigen Kilometermessung überstanden haben.

[0042] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen OBU ist, dass eine getrennte Kilometererfassung nach Autobahnen, Bundesstraßen, Umfahrungsstraßen und nachrangigen Straßen inklusive Offroad-Fahrten ohne zusätzlichen Aufwand möglich ist. Dies ist besonders für die Zuordnung der Mauteinnahmen an die jeweiligen Straßenerhalter sehr wichtig. Über einen Vergleich mit dem Fahrzeugtachometer kann zudem sichergestellt werden, dass das OBU ordnungsgemäss eingesetzt und mitgeführt wurde (Prellkontrolle).

[0043] Im Unterschied zu den anderen bekannten Systemen werden alle für die Mauterfassung relevanten Daten autark im OBU berechnet. Auch reicht für den Datenaustausch eine DSRC Kommunikationseinrichtung, d.h. es ist keine ständige Online-Datenverbindung zu einem zentralen Computer erforderlich. Vorteilhaft erfolgen die Übertragung der Mautdaten und die Kontrolle der OBU-Funktionsfähigkeit ausschließlich über "short range communication", wie EETS (European Electronic Toll Service) bzw. mittels DSRC. Je nach den länderspezifischen Gesetzen werden nur solche Daten übermittelt, die den jeweiligen Datenschutzbestimmungen entsprechen.

[0044] Gegenüber den bekannten Mauterfassungssystemen hat das erfindungsgemässe Verfahren den Vorteil, dass keine Kommunikation via GSM-Netz erforderlich ist, d.h. dass das OBU autark ist. Weil vorzugsweise kein GSM-Modul vorgesehen ist, ist eine Ortung des Fahrzeugs durch Dritte ausserhalb des DSRC-Bereichs nicht möglich. Folglich erfüllt ein solches Gerät die Anforderungen eines modernen Datenschutzes. Durch das erfindungsgemässe OBU werden die Datenschutzbestimmungen der meisten Länder erfüllt (keine Fahrprofil-Aufzeichnung und keine GSM-Ortung erlaubt).

[0045] Vorteilhaft wird die zurückgelegte Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygonen mittels eines GPS-Km-Zählers erfasst und mit der in den Kontrollpolygonen gespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen, wobei die fahrrichtungsspezifische Messstrecke nach zusätzlicher Prüfung der Kontrollpolygon-ID-Folge gewertet wird, wenn Wegstrecke und Kontrollpolygondistanz innerhalb einer definierten Toleranz übereinstimmen.

[0046] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist die Kommunikationseinrichtung eine DSRC-Kommunikationseinrichtung wie z.B. Bluetooth, WiFi, ZigBee, RFID oder NFC. Die Datenübertragung vom OBU zur Außenwelt erfolgt also vorzugsweise ausschließlich über DSRC-Systeme. Mit dieser Technik können die Bestimmungen von Datenschutzbehörden und die Anforderungen an ein Mautsystem weitestgehend erfüllt werden. Im Unterschied zu einer DSRC-Kommunikationseinrichtung kann eine GSM-Kommunikationseinrichtung geortet werden, selbst wenn keine SIM-Karte vorhanden ist, was wiederum den strikten europäischen Datenschutzbestimmungen widersprechen würde.

[0047] Vorzugsweise hat das OBU zumindest zwei DSRC Schnittstellen, wobei die eine dazu ausgelegt ist, die für die Mautberechnung erforderlichen Daten auf ein DSRC-Kontrollgerät zu übertragen. Zweckmässigerweise ist das DSRC-Kontrollgerät für die bidirektionale Kommunikation mit einem anderen OBU ausgelegt.

[0048] Jedes im OBU gespeicherte Kontroll-Polygon hat die Kontrollpolygondistanzen zum vorhergehenden und zum nachfolgenden Kontrollpolygon im Straßenverlauf und je nach Fahrrichtung die zu berechnende Maut-Messstrecke gespeichert. Zur Plausibilitätskontrolle wird bei jeder Kontrollpolygon-Durchfahrt die gespeicherte Kontrollpolygon-Distanz zum vorherigen Kontrollpolygon mit dem Wert des GPS-Km-Zählers verglichen. Stimmen diese beiden Werte innerhalb einer definierten Toleranz überein, gilt das Kontrollpolygon als durchfahren. Die hinterlegte Messstrecke in Fahrrichtung wird als befahren gespeichert. Kontrollpolygone dienen also vorzugsweise nicht der Berechnung der Maut-Km, sondern der Festlegung, welche Maut-Messstrecke zu berechnen ist.

[0049] Ein Kontrollpolygon-Paar kann auch zur Registrierung eines Grenzübertritts dienen, wenn die Kontrollpolygone beispielsweise beidseits der Grenze angeordnet werden. Je nach Durchfahrungsrichtung des Kontrollpolygon-Paars muss sich das Fahrzeug anschließend auf der einen oder der anderen Seite der Grenze befinden. Dies ist dann von

großem Vorteil, wenn die gefahrenen Km auf nicht bemauteuten Straßen selektiv innerhalb eines Grenzverlaufs (Staat, Land, Stadt) erfasst werden sollen. So kann z.B. auch eine City-Maut, wie z.B. in London, realisiert werden, indem der City-Einfahrtszeitpunkt und der City-Ausfahrtszeitpunkt eines Fahrzeugs registriert werden.

[0050] Damit der Strassenbenützer über die gebührenpflichtigen zurückgelegten Kilometer informiert ist, kann das OBU eine weitere DSRC-Schnittstelle aufweisen, mittels welcher die zurückgelegten Fahrkilometer selektiv auf einen externen Rechner oder vorzugsweise ein mobiles Endgerät, z.B. Smartphone, übertragen werden.

[0051] Zur Prellkontrolle kann der manuelle oder datentechnische Abgleich des regulären Km-Zählers (Tacho) mit dem elektronischen Soll-Kilometerstand des GPS-Km-Zählers im OBU dienen. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass bei der Inbetriebnahme des OBU der aktuelle Kilometerstand des Fahrzeugs im OBU und vorzugsweise in einem Zentralserver registriert wird. Alternativ ist auch denkbar, dass der Km-Zähler des Fahrzeugs mit dem OBU direkt gekoppelt wird und Abweichungen in der Kilometererfassung überwacht werden. Möglich wäre auch, dass der aktuelle Km-Stand des Fahrzeug-Km-Zählers von z.B. einer Fahrzeug-Werkstätte an einen zentralen Mautserver übermittelt wird.

[0052] Alternativ ist auch denkbar, dass der Betriebsstundenzähler des Fahrzeugs mit dem OBU gekoppelt ist und Abweichungen zur Fahrzeiterfassung überwacht werden.

[0053] Ein weiterer Vorteil, den das erfindungsgemässe OBU hat, ist, dass gezogene Fahrzeuge mit dem jeweiligen Zugfahrzeug ohne Fahrerzutun automatisch gekoppelt bzw. datentechnisch synchronisiert werden können. Dies ist besonders wichtig, wenn gezogene Fahrzeuge einen selektiven Mautpreis haben und eine Prellkontrolle auch ohne Mautbrücken, wie z.B. in Deutschland oder Österreich, und ohne Kontrollstellen, wie z.B. in Italien oder Frankreich, möglich sein muss. Dies ist auch besonders bei der Bemauteung von Bundesstrassen wichtig, da hier aus praktischen und finanziellen Gründen nicht an jeder Strassenabzweigung eine Mautbrücke oder eine Überwachungseinrichtung errichtet werden kann.

[0054] Grundsätzlich könnte ein mit einem OBU ausgestatteter Anhänger wie ein normales Fahrzeug betrachtet bzw. bemauteut werden. Dies ist aber in der Praxis nicht zielführend, da die anfallende Maut für ein gezogenes Fahrzeug dem Zugfahrzeug zugezählt werden muss. Eine Datensynchronisierung von Zugfahrzeug und gezogenem Fahrzeug ist daher von grossem Vorteil.

[0055] Vorteilhaft ist das im Speicher abgelegte Programm ausgelegt, selbsttätig in Bewegung sich befindliche Fahrzeugkombinationen bestehend aus einem Zugfahrzeug und einem Hänger zu ermitteln.

[0056] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher im Detail beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch die einzelnen Komponenten eines Mautsystems mit dem erfindungsgemässen OBU;

Fig. 2 bis 8 Zeigen schematisch einen Autobahnabschnitt mit zwei getrennten Fahrbahnen und mehreren in Abstand voneinander angeordneten Kontrollpolygonen, wobei in den einzelnen Figuren unterschiedliche Fahr-
routen beispielhaft eingezeichnet sind;

Fig. 9 bis 13 Zeigen schematisch einen Strassenabschnitt umfassend eine Bundesstrasse und mehrere von der Bundesstrasse abzweigenden Nebenstrassen, wobei in den einzelnen Figuren unterschiedliche Fahr-
routen beispielhaft eingezeichnet sind;

[0057] Ein erfindungsgemässes OBU 11 besitzt eine Rechneinheit 19, mindestens einen Speicher 15 und ein GPS-Modul 17 für die Berechnung von Geokoordinaten. Für die Kommunikation des OBUs 11 mit einem Kontrollgerät 31 ist ein DSRC-Kommunikationsmodul 23 vorgesehen. Eine Stromversorgungseinheit 21 versorgt die vor beschriebenen Komponenten des OBUs mit Strom.

[0058] Im Speicher 15 sind das Programm 13 und die Daten abgelegt. Das Programm 13 dient der Steuerung des OBUs und der Berechnung der zurückgelegten Strecken. Die im Speicher 15 abgelegten Daten umfassen einerseits eine Vielzahl von Kontrollpolygonen und andererseits die Stammdaten des Fahrzeugs, in dem das OBU mitgeführt wird. Die Kontrollpolygone definieren mittels einer Mehrzahl von Geokoordinaten Flächen, vorzugsweise Rechtecke, die quer über eine zu überwachende Strasse gelegt sind. Dabei gilt zu beachten, dass im OBU 11 selbst keine digitalen Strassenkarten gespeichert sein müssen, sondern lediglich Kontrollpolygone, die mit den Geokoordinaten der zu überwachenden Strasse überlappen.

[0059] Das Kontrollgerät 31 steht in Verbindung mit einem Mautrechner 33, der die übermittelten Benutzerdaten erfasst und die Kosten für die Strassenbenutzung schlussendlich dem Benutzer in Rechnung stellt.

[0060] Die Daten des OBUs 11 können grundsätzlich auch an ein z.B. Smartphone 29 übertragen werden. Die Kommunikationsverbindung kann dabei ebenfalls eine DSRC-Verbindung sein. Mittels einer auf dem Smartphone ausführbaren Applikation kann die anfallende Mautgebühr anhand der übermittelten Daten berechnet werden. Ebenso können die Daten auf ein Smartphone eines Kontrollorgans übertragen werden, das beispielsweise die durchgehende Funktionsfähigkeit des OBU anhand eines Kilometer/Tacho-Vergleichs feststellen kann. Jedes OBU kann auch mit einem anderen im DSRC-Bereich befindlichen OBU kommunizieren und Daten austauschen.

EP 3 012 810 A1

[0061] Anhand des in Fig. 2 gezeigten Autobahnabschnitts 35 wird die Funktionsweise des Mauterfassungssystems näher im Detail erklärt. Der Autobahnabschnitt 35 umfasst auf der einen ersten Fahrbahn 37 die drei Messpunkte MP1, MP2 und MP3 und auf der anderen zweiten Fahrbahn 39 die drei Messpunkte MP4, MP5 und MP6. Alle Messpunkte MP_n sind durch eine amtliche Vermessung festgelegt und definieren die offizielle Länge eines zwischen den einzelnen Messpunkten liegenden Strassenstücks. Zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt MP1 und MP2 ist eine erste Messstrecke MS1 und zwischen dem zweiten und dem dritten Messpunkt MP2 und MP3 eine zweite Messstrecke MS2 definiert. Zu beiden Seiten eines Messpunktes MP_n sind jeweils im Abstand voneinander angeordnete Kontrollpolygonpaare P1 und P2, P3 und P4, resp. P5 und P6 mittels entsprechender Geokoordinaten definiert. Die einzelnen Kontrollpolygone sind durch die Kontrollpolygondistanzen PD1, PD2,PD5 voneinander getrennt. Diese Distanzen sind jeweils im OBU gespeichert.

[0062] Wenn nun ein Fahrzeug auf der Fahrroute F1 auf die Autobahn 35 auffährt, passiert es zunächst das Kontrollpolygon P5 und anschliessend das Kontrollpolygon P4. Nach dem Passieren von wenigstens 2 Kontrollpolygonen ergibt sich die Fahrrichtung des Fahrzeugs automatisch. Nachdem das Kontrollpolygon P3 nach der Kontrollpolygondistanz PD3, die ja bekannt und im OBU abgespeichert ist, nicht durchfahren wird (Überprüfung durch internen GPS-Km-Zähler), muss das Fahrzeug logischerweise von der Autobahn abgefahren sein. Als gefahrene Autobahnkilometer werden daher die im OBU hinterlegte Messstrecke MS2 registriert.

[0063] Das Programm des OBUs führt nachfolgende Plausibilitätskontrolle durch:

20

25

30

35

40

45

50

55

55	Fahrroute	Polygon Reihenfolge					ungültige GPS-PD					gültige GPS-PD					gültige MS				
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	MS1	MS2	MS3	MS4
	F1	P5	P4							X		X				X			X		
5																					
10																					
15																					
20																					
25																					
30																					
35																					
40																					
45																					
50																					

EP 3 012 810 A1

[0064] Durchfahren werden die Kontrollpolygone in der Reihenfolge P5, P4. Das Kontrollpolygon P3 wird jedoch nicht mehr erreicht. Folglich wird nur die zwischen den Kontrollpolygonen P5 und P4 liegende Kontrollpolygondistanz PD4 als gültig registriert, nicht jedoch die Kontrollpolygondistanz PD3, da das Kontrollpolygon P3 nicht mehr durchfahren wird. Als Messstrecke wird folglich die Messstrecke MS2, die ein Attribut der Kontrollpolygone P4 und P5 ist, gespeichert.

5 **[0065]** Gemäss Beispiel von Fig. 3 durchfährt das Fahrzeug auf der Fahrroute F2 die Kontrollpolygone in der Reihenfolge P5, P4, P3 und P2. Damit ist die Fahrrichtung eindeutig definiert. Nachdem das Kontrollpolygon P1 nach der Kontrollpolygondistanz PD1 nicht durchfahren wird, die mit dem internen GPS-GPS-Km-Zähler verglichen wird, gilt das Fahrzeug als von der Autobahn abgefahren. Entsprechend werden nur die zwischen den Kontrollpolygonen P5, P4, P3 und P2 liegenden Kontrollpolygondistanzen PD4, PD3 und PD2 als gültig registriert, nicht jedoch die Kontrollpolygondistanzen PD1 und PD5, da die die Kontrollpolygondistanzen definierenden Kontrollpolygonpaare nicht durchfahren werden. Als gefahrene Autobahn-Km werden daher die im OBU hinterlegten Mautstrecken MS2 und MS1 registriert. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Fahrroute	Polygon Reihenfolge					ungültige GPS-PD					gültige GPS-PD					gültige MS				
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	MS1	MS2	MS3	MS4
F2	P5	P4	P3	P2			X						X				X	X		

EP 3 012 810 A1

[0066] Gemäss Beispiel von Fig. 4 durchfährt ein Fahrzeug auf der Fahrroute F3 die Kontrollpolygon P4 und P5, jedoch keine weitere Kontrollpolygone. Folglich wird die Messstrecke MS4 als gefahrene Messstrecke registriert.

[0067] Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

55	Fahrroute	Polygon Reihenfolge					ungültige GPS-PD					gültige GPS-PD					gültige MS				
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	MS1	MS2	MS3	MS4
	F3	P4	P5							X		X				X					X
50																					
45																					
40																					
35																					
30																					
25																					
20																					
15																					
10																					
5																					

EP 3 012 810 A1

[0068] Gemäss Beispiel von Fig. 5 durchfährt das Fahrzeug auf der Fahrroute F4 die Kontroll-polygone P2 bis P5. Folglich entspricht die erfasste Messstrecke der Summe der Messstrecken MS3 und MS4. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

55	Fahrroute	Polygon Reihenfolge					ungültige GPS-PD					gültige GPS-PD					gültige MS				
50		1.	2.	3.	4.	5.	6.	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	MS1	MS2	MS3	MS4
45		P2	P3	P4	P5			X				X		X	X	X				X	X
40																					
35																					
30																					
25																					
20																					
15																					
10																					
5																					

EP 3 012 810 A1

[0069] In dem in Fig. 6 gezeigten Beispiel durchfährt ein Fahrzeug sowohl auf Fahrroute F5 wie auch auf Fahrroute F6 den ganzen gezeigten Teilabschnitt der Autobahn. Entsprechend werden für das Fahrzeug die Messstrecken MS1 und MS2 und die Messstrecken MS3 und MS4 als gefahrene Autobahnkilometer erfasst. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

55	Fahrroute	Polygon Reihenfolge						ungültige GPS-PD					gültige GPS-PD					gültige MS			
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	MS1	MS2	MS3	MS4
	F5	P6	P5	P4	P3	P2	P1						X	X	X	X	X	X	X		
	F6	P1	P2	P3	P4	P5	P6						X	X	X	X	X			X	X

EP 3 012 810 A1

[0070] Durchfährt ein Fahrzeug auf der Fahrroute F7 nur ein einziges Kontrollpolygon, so kommt es nicht zur Erfassung einer gültigen Messtrecke (Fig. 7). Eine solche Situation kann sich beispielsweise dadurch ergeben, dass eine rangniedrigere Strasse über das Autobahnstück 35 führt. Nachdem in der Folge weder Kontrollpolygon P4 nach einer Wegstrecke PD4 noch Kontrollpolygon P6 nach einer Wegstrecke PD5 durchfahren werden (interner GPS-Km-Zähler), kommt es zu keiner gültigen Erfassung einer Messstrecke und die Messung wird gelöscht. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

55	Fahrroute	Polygon Reihenfolge					ungültige GPS-PD					gültige GPS-PD					gültige MS				
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	MS1	MS2	MS3	MS4
	F7	P5									X	X									
5																					
10																					
15																					
20																					
25																					
30																					
35																					
40																					
45																					
50																					

[0071] In Fig. 8 ist ein Anwendungsbeispiel gezeigt, wo ein Fahrzeug F8 zwar zwei aufeinanderfolgende Kontrollpolygone P4 und P5 durchfährt, die mit dem GPS-Km-Zähler gemessene Wegstrecke jedoch deutlich grösser ist als die Kontrollpolygondistanz PD4, d.h. die Plausibilitätsprüfung führt zu einer Verwerfung des Resultats. Folglich kommt es zu keiner gültigen Erfassung einer Messstrecke. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

55	Fahrroute	Polygon Reihenfolge					ungültige GPS-PD					gültige GPS-PD					gültige MS				
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	MS1	MS2	MS3	MS4
	F8	P4	P5							X	X	X									
50																					
45																					
40																					
35																					
30																					
25																					
20																					
15																					
10																					
5																					

[0072] Anders stellt sich die Situation dar, wenn die Streckenerfassung nicht auf Autobahnen sondern auf z.B. Bundesstrassen erfolgen soll. Dort besteht das Problem, dass Fahrzeuge zwischen zwei Kontrollpolygone grundsätzlich die Fahrrichtung ändern können und dass es zwischen zwei benachbarten Kontrollpolygone möglicherweise noch eine über Nebenstrassen verlaufende oder eine off-road Verbindung gibt. Es muss daher sichergestellt sein, dass ein Benutzer nur mit einer Strassenbenützungsgeld belastet wird, wenn er auch tatsächlich ein bestimmtes kostenpflichtiges Strassenstück benützt hat.

[0073] In den Figuren 9 bis 14 ist jeweils ein identisches Strassenbild mit Bundesstrasse 41 und mehreren die Bundesstrasse kreuzenden oder davon abzweigenden nachrangigen Strassen 43 bis 51 gezeigt. Um die Messstrecke eines Fahrzeugs möglichst genau erfassen zu können, sind die Kontrollpolygone jeweils überlappend über Abzweigungen gelegt. Dabei ist nicht unbedingt erforderlich, dass jede einzelne Abzweigung mit einem Kontrollpolygon belegt sein muss. Je mehr Kreuzungen mit Kontrollpolygone versehen sind, umso genauer kann die Messstrecke eines Fahrzeugs erfasst werden.

[0074] Gemäss Beispiel von Fig. 9 kreuzt ein Fahrzeug auf der Fahrroute F9 die Bundesstrasse 41, d.h. es wird lediglich das Kontrollpolygon P1 durchfahren, jedoch keine weiteren. Entsprechend kommt es zu keiner Erfassung einer Messstrecke. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

Fahrroute	durchfahrene Polygone				ungültige GPS-PD			gültige GPS-PD			gültige MS		
	P1	P2	P3	P4	PD1	PD2	PD3	PD1	PD2	PD3	MS1	MS2	MS3
F9	X				X								

[0075] Befährt ein Fahrzeug auf der Fahrroute F10 zwar ein Teilstück der Bundesstrasse, verlässt diese jedoch, bevor ein zweites Kontrollpolygon erreicht wird, kommt es ebenfalls zu keiner gültigen Erfassung einer Messstrecke (Fig. 10). Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

Fahrroute	durchfahrene Polygone				ungültige GPS-PD			gültige GPS-PD			gültige MS		
	P1	P2	P3	P4	PD1	PD2	PD3	PD1	PD2	PD3	MS1	MS2	MS3
F10	X				X								

[0076] Fährt ein Fahrzeug auf der Fahrroute F11 über die Nebenstrasse 45 auf die Bundesstrasse 41 auf, wo an der Abzweigung kein Kontrollpolygon angelegt wurde, so wird das Fahrzeug erst beim Durchfahren des Kontrollpolygons P2 (Abzweigung 47) registriert (Fig. 11). Wenn das Fahrzeug jedoch den Weg nicht auf der Bundesstrasse 41 fortsetzt, sondern das Kontrollpolygon P3 über eine Abkürzung (off-road) erreicht, dann kommt es trotz Passieren aufeinanderfolgender Kontrollpolygone P2 und P3 zu keiner gültigen Erfassung einer Messstrecke. Dies deshalb, weil die durch den GPS-Km-Zähler erfasste Strecke deutlich kürzer als die Kontrollpolygondistanz PD2 ist. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

Fahrroute	durchfahrene Polygone				ungültige GPS-PD			gültige GPS-PD			gültige MS		
	P1	P2	P3	P4		PD2	PD3	PD1	PD2	PD3	MS1	MS2	MS3
F11		X	X		X	X	X						

[0077] In Fig. 12 fährt ein Fahrzeug auf der Fahrroute F12 über die Nebenstrasse 45 auf die Bundesstrasse auf und verlässt diese wieder über die Nebenstrasse 51. Im Unterschied zum vorgegangenen Beispiel bleibt das Fahrzeug jedoch zwischen der Auf- und Abfahrt auf der Bundesstrasse 41. Folglich werden die Messstrecken MS2 und MS3 erfasst. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

Fahrroute	durchfahrene Polygone				ungültige GPS-PD			gültige GPS-PD			gültige MS		
	P1	P2	P3	P4	PD1	PD2	PD3	PD1	PD2	PD3		MS2	MS3
F12		X	X	X	X				X	X		X	X

[0078] In Fig. 13 fährt ein Fahrzeug auf der Fahrroute F13 über die Nebenstrasse 43 auf die Bundesstrasse 41 auf und verlässt diese wieder über die Nebenstrasse 51. Folglich werden die Messstrecken MS1, MS2 und MS3 als Mess-

strecke erfasst. Die entsprechende Plausibilitätskontrolle sieht wie folgt aus:

Fahrroute	durchfahrene Polygone				ungültige GPS-PD			gültige GPS-PD			gültige MS		
	P1	P2	P3	P4	PD1	PD2	PD3	PD1	PD2	PD3	MS1	MS2	MS3
F13	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X

[0079] Das OBU funktioniert folgendermassen: In einem Speicher des OBUs ist eine Vielzahl von sog. virtuellen Kontrollpolygone hinterlegt. Jedes Kontrollpolygon ist durch eine Mehrzahl von Geokoordinaten definiert und kann grundsätzlich jede beliebige Form (rund, recht- oder vieleckig) einnehmen. Von Bedeutung ist lediglich, dass die Kontrollpolygone mit einem kurzen Strassenabschnitt der realen Welt überlappen, sodass mittels eines GPS-Empfängers feststellbar ist, wenn ein Fahrzeug sich innerhalb eines Kontrollpolygons befindet resp. dieses passiert und damit nachweisbar ist, dass dieses Fahrzeug eine bestimmte Strasse befährt. Die Kontrollpolygone werden auf einem nachgestellten (backend-) Rechner entsprechend den zu bemautehenden Strassen definiert und dann auf das OBU übertragen.

[0080] Zur Erfassung der Kontrollpolygone können bestehende Geoinformationssysteme (GIS) benützt werden. In den GIS ist eine Vielzahl von amtlichen Messpunkten registriert, die die Länge von Strassenabschnitten amtlich festlegen. Mit Hilfe der GIS können auch die für die Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens notwendigen Kontrollpolygone erfasst werden. Dies kann in einem nachgestellten (backend) Rechner durchgeführt werden. Die erfassten Kontrollpolygone, und die mit diesen verknüpften, gegenseitigen Abstände der Kontrollpolygone und Länge der Messstrecken werden dann auf das OBU übertragen.

[0081] Kontroll-Polygone auf Autobahnen sind vorzugsweise zwischen den jeweiligen vorbestimmten Messpunkten und auf Bundesstrassen vorzugsweise direkt auf den Messpunkten von Straßenverzweigungen vorgesehen. Üblicherweise haben die Kontrollpolygone in Fahrrichtung gesehen eine solche Längserstreckung, dass selbst bei sehr hoher Fahrgeschwindigkeit eines Fahrzeuges bei einer bestimmten Messfrequenz des GPS-Empfängers mindestens ein und vorzugsweise mehrere Messpunkte des GPS-Empfängers innerhalb der Kontrollpolygon-Durchfahrt erfasst werden können. Die Kontrollpolygone haben in Fahrbahnrichtung eine Längserstreckung bis 1000 m, vorzugsweise bis 500 m und besonders bevorzugt bis 300 m haben. Typischerweise haben die Polygone in Fahrbahnrichtung eine Länge zwischen 20 und 300 m, vorzugsweise zwischen 50 und 180 m und besonders bevorzugt zwischen 70 und 150 m. In der Breite sind die Polygone so gewählt, dass sie die Fahrbahnbreite um ein bestimmtes Mass in Abhängigkeit der Genauigkeit der Positionsbestimmung übertrifft.

[0082] Ein bedeutendes Merkmal des erfindungsgemässen Mauterfassungssystems ist die zuverlässige Datenerfassung mittels einer durchgeführten Plausibilitätsprüfung: Die vom GPS-Km-Zähler errechnete oder vom Tachometer erfasste Wegstrecke zwischen zwei durchfahrenen Kontrollpolygonen wird mit der im OBU hinterlegten Kontrollpolygondistanz verglichen. Nur wenn die Plausibilitätsprüfung positiv ist, d.h. wenn die gemessene Wegstrecke mit der im OBU gespeicherten Kontrollpolygondistanz im Wesentlichen übereinstimmt, ist eine gültige Messung zustande gekommen. Damit kann wirksam verhindert werden, dass Strassenbenutzer für nicht befahrene Strecken belastet werden.

[0083] Auf Autobahnen befinden sich amtliche Vermessungspunkte, die jeweils für die Berechnung der offiziellen Länge eines Strassenabschnittes zwischen Ein- und Ausfahrten bzw. bei Autobahnkreuzen verwendet werden. Beispiele spezifischer Messpunkte bei Autobahn-Auf- und Autobahn-Abfahrten sind beispielsweise unter folgendem Link gezeigt: <http://mgo.ms/s/x7wt0>. Damit das Auffahren auf resp. Abfahren von einer Autobahn zuverlässig festgestellt werden kann, sind Kontrollpolygone zwischen den Messpunkten vorgesehen. Im OBU sind nicht nur die Geokoordinaten der Kontrollpolygone, sondern auch die offiziellen Messstrecken zwischen den einzelnen Auf- und Ausfahrten gespeichert. Falls für die Mautrechnung erforderlich, können auch die IDs der Auf- und Abfahrten im OBU gespeichert sein.

[0084] Wenn nun mittels des OBUs festgestellt wird, dass eine Messstrecke befahren wurde und eine entsprechende Plausibilitätsprüfung positiv ist, wird das Konto eines Strassenbenutzers mit einer Mautgebühr belastet.

[0085] Wenn Mautgebühren für Bundesstrassen erhoben werden sollen, werden die Kontrollpolygone vorzugsweise über die Messpunkte bei Strassenabzweigungen gelegt, wobei grundsätzlich nicht bei jeder Abzweigung ein Kontrollpolygon vorgesehen sein muss, wenn keine 100%-ige Erfassung der auf mautpflichtigen Strassen gefahrenen Kilometern gefordert ist. Bei Bedarf können auch über Messpunkten Kontroll-Polygone platziert sein, die auf keiner Strassenabzweigung liegen.

[0086] Die für die Benutzung der mautpflichtigen Strassen fällige Gebühr kann auf Basis von Zeit- und/oder Streckendaten berechnet sein. Die entsprechenden Informationen können im OBU oder in einem zentralen Mautserver hinterlegt sein.

[0087] Die im OBU berechneten mautpflichtigen Streckendaten werden automatisch an vorhandene DSRC-Kontrollgeräte transferiert, wenn solche passiert werden.

[0088] Ein Onboard-Unit (OBU) zur Erfassung der von einem Fahrzeug auf einer mautpflichtigen Strasse zurückgelegten Kilometer besitzt ein GPS-Modul zur laufenden Berechnung der Fahrzeugposition und des zurückgelegten Weges,

eine Kommunikationseinrichtung zur Kommunikation mit einem Kontrollgerät, und eine Rechneinheit mit einem Prozessor und einem Speicher. Die Rechneinheit steht mit dem GPS-Modul, der Kommunikationseinrichtung und dem Speicher in Verbindung. Im Speicher des OBUs sind ein Programm und Daten, wie OBU-ID und Fahrzeug-Stammdaten abgelegt. Ausserdem sind im Speicher, die Geokoordinaten einer Vielzahl von Kontrollpolygonen, deren Distanzen zu anderen Kontrollpolygonen und die entsprechenden Messstrecken abgespeichert. Die Kontrollpolygone dienen dazu festzustellen, ob nutzungsgebührenpflichtige Strassenabschnitte befahren wurden. Eine gefahrene Wegstrecke, bzw. Messtrecke wird allerdings nur dann gezählt, wenn das Resultat plausibel ist, d.h. eine unabhängige Streckenmessung mit den Polygondistanzen im Wesentlichen übereinstimmt. Von Bedeutung ist ferner, dass die Fahrstrecken aufgrund der amtlich festgelegten vermessenen Strassenabschnitte berechnet werden.

Legende

[0089]

15	11	Onboard Unit (OBU = Fahrzeuggerät)
	13	Programm
	15	Speicher
	17	GPS-Modul
	19	CPU (Mikroprozessor)
20	21	Stromversorgungseinheit
	23	DSRC- Kontrollgerät
	25	Informationen (Daten)
	27	Synchron-OBU
	29	Smartphone
25	33	Mautserver
	35	Autobahnstück
	37	erste Autobahn-Fahrbahn
	39	zweite Autobahn-Fahrbahn
	41	Bundesstrasse
30	43 bis 51	Nebenstrassen

Patentansprüche

- 35 1. Verfahren zur Erfassung der von einem Fahrzeug auf einer mautpflichtigen Strasse zurückgelegten Kilometer mit folgenden Verfahrensschritten:
- a Editieren von Kontrollpolygonen auf mautpflichtigen Straßen dergestalt, dass die Kontrollpolygone jeweils lediglich mit einem Teil eines mautpflichtigen Strassenabschnitts überlappen,
 - 40 b Festlegen von Messstecken zwischen jeweils 2 vordefinierten, sich im Strassenverlauf befindlichen Messpunkten und Verknüpfen der jeweils festgelegten Messstrecken mit zumindest 2 sich auf der jeweiligen Messstrecke angeordneten Kontrollpolygonen;
 - c Berechnen der Kontrollpolygon-Distanzen zwischen den sich jeweils auf einer Messstrecke im Strassenverlauf angeordneten Kontrollpolygonen;
 - 45 d Speichern der in den Schritten a bis c berechneten Daten in einem On Board Unit (OBU) (11)
 - e Berechnen der Geokoordinaten bzw. Positionsdaten eines Fahrzeugs = OBU mittels des GPS-Moduls (17) und Vergleichen der berechneten Geokoordinaten mit den abgespeicherten Geokoordinaten der Kontrollpolygone zur Feststellung, ob sich das OBU/Fahrzeug innerhalb eines Kontrollpolygons befindet;
 - f Festlegung der Fahrrichtung eines Fahrzeuges nach dem Passieren von zwei im Strassenverlauf aufeinander
 - 50 folgenden Kontrollpolygonen;
 - g Durchführen einer Plausibilitätsprüfung, indem die mit einem Kilometerzähler gemessene Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygonen mit der abgespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen wird, und die der Fahrrichtung entsprechende Messstrecke nur dann als benutzt gewertet wird, wenn die Differenz zwischen der vom Kilometerzähler gemessenen Wegstrecke und der gespeicherten Kontrollpolygondistanz innerhalb einer
 - 55 definierten Toleranz liegt,
 - h Abspeichern und Aufaddieren der mit dem Kontrollpolygon mit der entsprechenden Fahrrichtung verknüpften Länge der Messstrecke in einem Fahrstreckenspeicher;
 - i Wiederholen der Schritte e bis h.

EP 3 012 810 A1

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zurückgelegte Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygonen mittels eines GPS-Km-Zählers erfasst und mit der in den Kontrollpolygonen gespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen wird, wobei die fahrrichtungsspezifische Messstrecke nach zusätzlicher Prüfung der Kontrollpolygon-ID-Folge nur dann gewertet wird, wenn Wegstrecke und Kontrollpolygondistanz innerhalb einer definierten Toleranz übereinstimmen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur solche Daten vom OBU (11) an den Mautserver (33) des jeweiligen Landes übermittelt werden, die von der örtlichen Datenschutzbehörde auch freigegeben wurden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die für die Mautverrechnung erforderlichen Informationen beim Passieren eines DSRC-Kontrollgeräts (31) vom OBU (11) an ersteres übertragen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Daten des OBU via einer DSRC-Schnittstelle auf einen externen Rechner, vorzugsweise auf ein mobiles Endgerät, übertragen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erfassten Daten zwecks Kontrolle der Funktionstüchtigkeit des OBUs und/oder für die Berechnung der Mautgebühr an ein Mobilgerät, vorzugsweise an ein Kontrollgerät (31), Smartphone (29) oder einen Tablet-Computer, übermittelt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** pro Zugfahrzeug und pro gezogenes Fahrzeug je ein OBU vorgesehen ist, und dass die OBUs ausgelegt sind, um synchron, z.B. jede volle UTC-Minute, die aktuelle Position zu bestimmen und direkt oder indirekt miteinander in Kontakt zu treten, um vorzugsweise selbsttätig eine bestimmte Fahrzeugkombination zu ermitteln, wenn die von zwei OBUs gemeldeten Positionsdaten über eine bestimmte zurückgelegte Wegstrecke einen im Wesentlichen konstanten Abstand voneinander aufweisen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Sendebereich der DSRC-Kommunikationseinrichtung (23) sich befindlichen OBUs miteinander direkt in Kontakt treten und ihre Positionsdaten melden, wobei die OBUs (11) die Positionsdaten synchron im UTC-Takt, wie zu jeder halben/vollen UTC-Minute, und/oder beim Durchfahren eines Kontrollpolygons im UTC-Sekundentakt die aktuelle Position bestimmen, und eine bestimmte Fahrzeugkombination ermittelt wird, wenn die von zwei OBUs (11) gemeldeten Positionsdaten über eine bestimmte zurückgelegte Wegstrecke einen im Wesentlichen konstanten Abstand voneinander aufweisen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrzeug-Stamm- und Bewegungsdaten zwischen den OBUs des Zugfahrzeugs und des gezogenen Fahrzeugs ausgetauscht werden.
10. Onboard Unit (11) zur Erfassung der von einem Fahrzeug auf einer mautpflichtigen Strasse zurückgelegten Kilometer mit
- einem GPS-Modul (17) zur laufenden Erfassung der Fahrzeugposition,
 - einer Kommunikationseinrichtung (23) zur Kommunikation mit einem Kontrollgerät (31),
 - einer Rechneinheit mit einem Prozessor (19) und einem Speicher (15), die mit dem GPS-Modul (17), der Kommunikationseinrichtung (23) und dem Speicher (15) in Verbindung steht, und
 - einem im Speicher (15) abgelegten Programm (13) und
 - im Speicher (15) abgelegten Daten, wie OBU-ID und Fahrzeug-Stammdaten jenes Fahrzeugs, in dem das OBU mitgeführt wird,
- dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** im Speicher (15) folgende Daten gespeichert sind:
 - die Geokoordinaten einer Vielzahl von im Abstand voneinander angeordneten Kontrollpolygonen, die jeweils mit einem Teil einer mautpflichtigen Straße überlappen,
 - mit den Kontrollpolygonen verknüpften Messstrecken zwischen jeweils 2 vordefinierten, sich im Strassenverlauf befindlichen Messpunkten; und
 - mit den Kontrollpolygonen verknüpften Polygondistanzen, die dem Abstand von zwei sich jeweils auf einer Messstrecke und im Strassenverlauf angeordneten Kontrollpolygonen entsprechen,
 - und **dass** das Programm (13) ausgelegt ist, während des Betriebs folgende Verfahrensschritte durchzuführen:

EP 3 012 810 A1

e Berechnen der Geokoordinaten eines Fahrzeugs mittels des GPS-Moduls (17) und Vergleichen der berechneten Geokoordinaten mit den abgespeicherten Geokoordinaten der Kontrollpolygone zur Feststellung, ob sich das OBU/Fahrzeug innerhalb eines Kontrollpolygons befindet;

f Festlegung der Fahrrichtung eines Fahrzeug nach dem Passieren von zwei im Strassenverlauf aufeinander folgenden Kontrollpolygone;

g Durchführen einer Plausibilitätsprüfung, indem die mit einem Kilometerzähler gemessene Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygone mit der abgespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen wird, und die der Fahrrichtung entsprechende Messstrecke nur dann als benutzt gewertet wird, wenn die Differenz zwischen der vom Kilometerzähler gemessenen Wegstrecke und der gespeicherten Kontrollpolygondistanz innerhalb einer definierten Toleranz liegt,

h Abspeichern und Aufaddieren der mit dem Kontrollpolygon mit der entsprechenden Fahrrichtung verknüpften Länge der Messstrecke in einem Fahrstreckenspeicher; und

i Wiederholen der Schritte e bis h.

11. OBU nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zurückgelegte Wegstrecke zwischen zwei Kontrollpolygone mittels eines GPS-Km-Zählers erfasst und mit der in den Kontrollpolygone gespeicherten Kontrollpolygondistanz verglichen wird, wobei die fahrrichtungsspezifische Messstrecke nach zusätzlicher Prüfung der Kontrollpolygon-ID-folge gewertet wird, wenn Wegstrecke und Kontrollpolygondistanz innerhalb einer definierten Toleranz übereinstimmen.

12. OBU nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kommunikationseinrichtung (23) eine DSRC-Kommunikationseinrichtung ist.

13. OBU nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das OBU zumindest zwei DSRC Schnittstellen aufweist, wobei die eine dazu ausgelegt ist, die für die Mautberechnung erforderlichen Daten auf ein Kontrollgerät (31-zu übertragen.

14. OBU nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die DSRC-Kommunikationseinrichtung für die (bidirektionale) Kommunikation mit einem anderen OBU ausgelegt ist.

15. OBU nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Programm ausgelegt ist, selbsttätig sich in Bewegung befindliche Fahrzeugkombinationen bestehend aus einem Zugfahrzeug und einem Anhänger (mit je einem OBU) zu ermitteln und Daten auszutauschen.

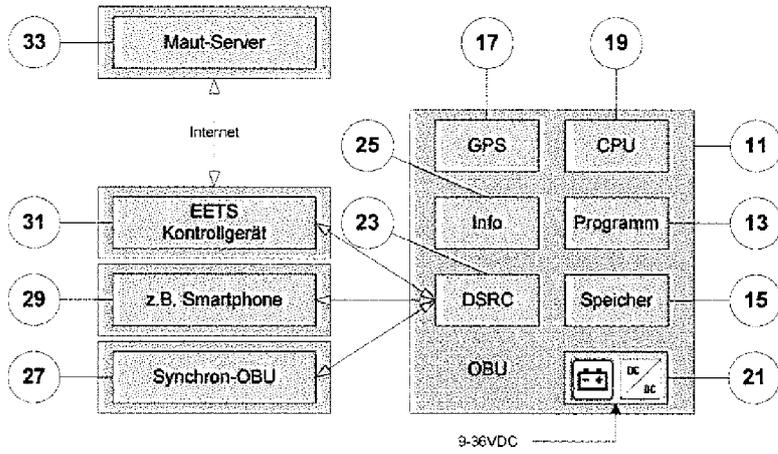


Fig. 1

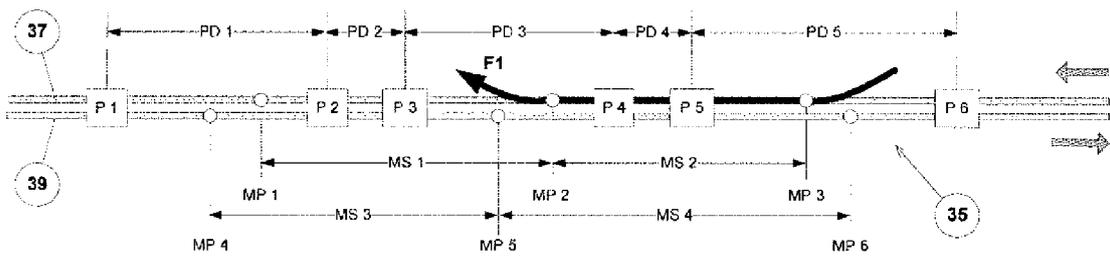


Fig. 2

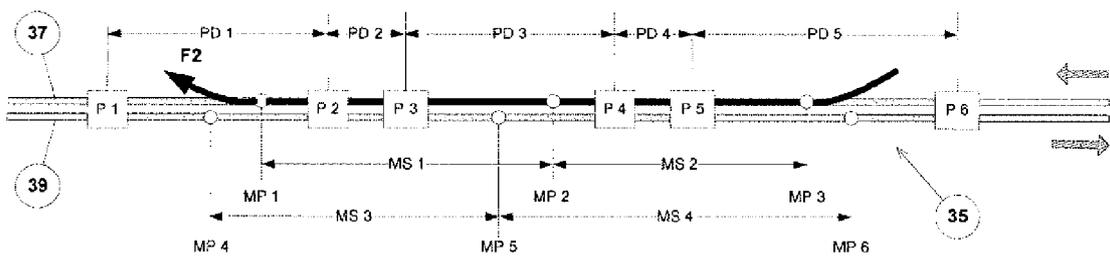


Fig. 3

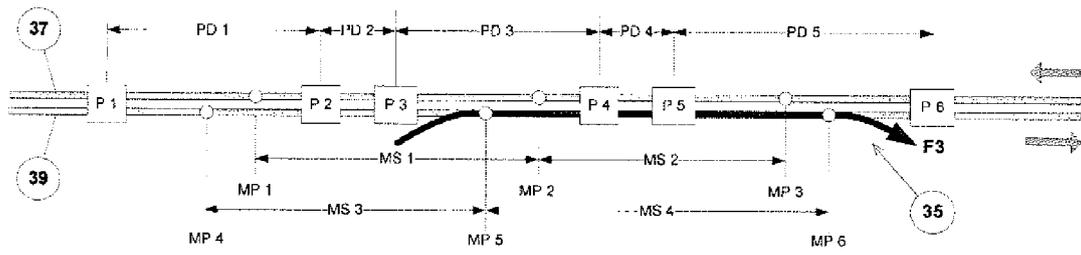


Fig. 4

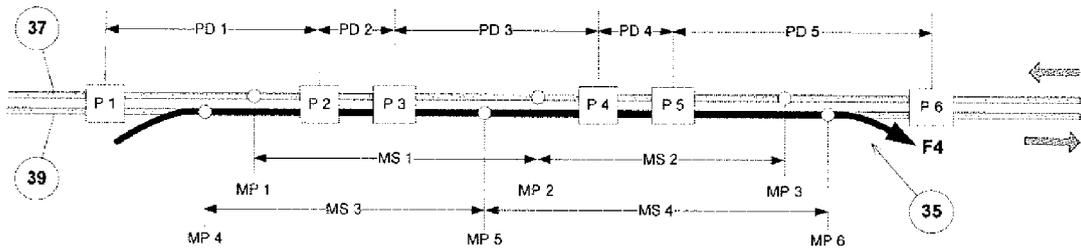


Fig. 5

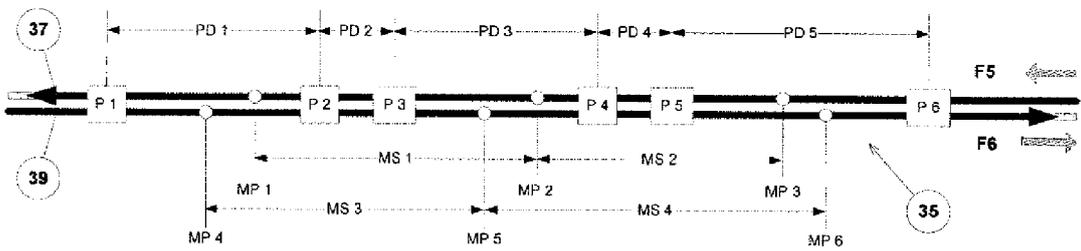


Fig. 6

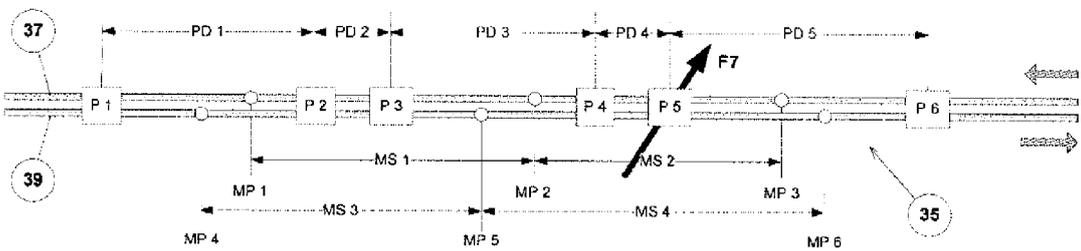


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 18 9554

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	SAIJIE LU ET AL: "Electronic Toll Collection System Based on Global Positioning System Technology", CHALLENGES IN ENVIRONMENTAL SCIENCE AND COMPUTER ENGINEERING (CESCE), 2010 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 6. März 2010 (2010-03-06), Seiten 11-14, XP031695560, ISBN: 978-0-7695-3972-0 * Zusammenfassung; Abbildungen * * Seite 11, rechte Spalte, Zeile 6 - Seite 12, linke Spalte, Zeile 12 *	1-15	INV. G07B15/06
Y	WO 2011/158038 A1 (SKYMETEER CORP [CA]; KHALSA PREET [CA]; BURTEA VALENTIN MIRCEA [CA]; GR) 22. Dezember 2011 (2011-12-22) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Seite 3, Zeile 2 - Seite 5, Zeile 29 * * Seite 7, Zeile 16 - Seite 8, Zeile 11 * * Seite 10, Zeilen 4-7 * * Seite 11, Zeile 22 - Seite 12, Zeile 13 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G07B
Y	EP 2 372 667 A1 (KAPSCH TRAFFICOM AG [AT]) 5. Oktober 2011 (2011-10-05) * Zusammenfassung; Abbildung * * Absätze [0014], [0020] *	7-9,15	
A	EP 2 230 644 A1 (CS SYSTEMES D INFORMATIONS [FR]) 22. September 2010 (2010-09-22) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Absätze [0021] - [0025], [0031] *	1,10	
----- -/--			
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. April 2015	Prüfer Buron, Emmanuel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 18 9554

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 752 688 A2 (MANNESMANN AG [DE]) 8. Januar 1997 (1997-01-08) * Zusammenfassung; Abbildung * * Spalte 4, Zeilen 16-52 *	1,10	
A,D	EP 1 909 231 A1 (DEUTSCHE TELEKOM AG [DE]) 9. April 2008 (2008-04-09) * Zusammenfassung * * Absätze [0009] - [0013] *	4-6, 12-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. April 2015	Prüfer Buron, Emmanuel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 18 9554

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-04-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011158038 A1	22-12-2011	KEINE	
EP 2372667 A1	05-10-2011	DK 2372667 T3 EP 2372667 A1 ES 2393906 T3 PT 2372667 E SI 2372667 T1 US 2011246263 A1	10-12-2012 05-10-2011 28-12-2012 31-10-2012 31-12-2012 06-10-2011
EP 2230644 A1	22-09-2010	EP 2230644 A1 FR 2943448 A1	22-09-2010 24-09-2010
EP 0752688 A2	08-01-1997	AT 155911 T AU 676282 B2 AU 6281494 A BR 9406235 A CA 2158998 A1 CN 1119891 A CZ 9502460 A3 DE 4310099 A1 DK 0691013 T3 EP 0691013 A1 EP 0752688 A2 ES 2105667 T3 FI 954507 A GR 3024992 T3 HK 1013707 A1 HU 221829 B1 JP 3357367 B2 JP H08508357 A NO 953523 A NZ 262889 A PL 310801 A1 RU 2117991 C1 US 5721678 A WO 9422112 A1	15-08-1997 06-03-1997 11-10-1994 09-01-1996 29-09-1994 03-04-1996 17-01-1996 29-09-1994 01-09-1997 10-01-1996 08-01-1997 16-10-1997 24-10-1995 30-01-1998 05-05-2000 28-01-2003 16-12-2002 03-09-1996 07-09-1995 24-04-1997 08-01-1996 20-08-1998 24-02-1998 29-09-1994
EP 1909231 A1	09-04-2008	AT 516564 T AT 518216 T EP 1909231 A1 EP 1993075 A1 EP 1993076 A1	15-07-2011 15-08-2011 09-04-2008 19-11-2008 19-11-2008

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1909231 A [0002]
- WO 03098556 A [0003]
- EP 1696208 A [0004]
- WO 2009146948 A [0005]