(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Dezember 2002 (19.12.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/101663 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G07B 15/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02156

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2002 (12.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
910/2001 12. Juni 2001 (12.06.2001) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **JANOS, Gila** [HU/AT]; Hyrtlstr. 40/1/5, A-2340 Mödling (AT). **KONRAD, Wolfgang** [AT/AT]; Salurnergasse 11/1, A-2340 Mödling (AT).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: BR, CA, CN, CZ, HR, HU, IN, JP, PL, RU, SI, SK, US.

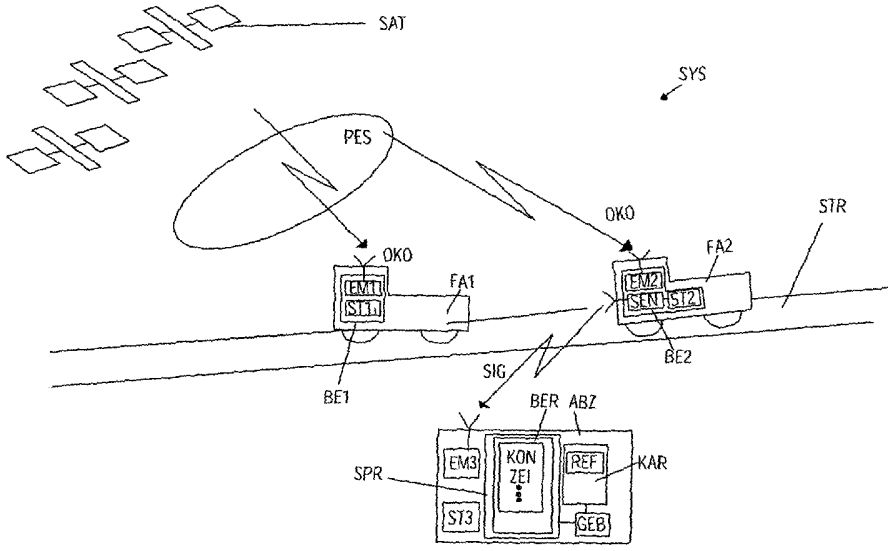
(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:
— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ELECTRONIC PRE-PAID CARD WITH POSITION DETERMINATION FOR DUAL TOLL SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** ELEKTRONISCHE WERTKARTE MIT POSITIONSBESTIMMUNG FÜR DUALES MAUTSYSTEM



(57) **Abstract:** The invention relates to a charging device (BE1) for a toll system (SYS) in a vehicle, comprising a position determining system (PES), for determining the position of a vehicle (FAR), said charging device (BE1) comprising a receiver unit (EMP) for receiving positional data from the position determining system (PES) and transmitting the same to a controller (STE), which determines local co-ordinates (OKO) of the vehicle from the positional data, calculates a signature (SIG), characteristic for a stretch of road (STR) being used and determines from the signature (SIG) whether the stretch of road (STR) being used is a toll road. The controller (STE) also checks a user authorisation (BER) in a memory (SPR) to see if said vehicle (FAR) is authorised to use said stretch of road (STR) in the case where said stretch of road (STR) is a toll road.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/101663 A2

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Fahrzeugseitige Bemautungsvorrichtung (BE1) eines Mautsystems (SYS), welches ein Positionsermittlungssystem (PES) zur Ermittlung der Position eines Fahrzeuges (FAR) aufweist, wobei die Bemautungsvorrichtung (BE1) eine Empfangseinheit (EMP) aufweist, die dazu eingerichtet ist, von dem Positionsermittlungssystem (PES) Positionsdaten zu empfangen und an eine Steuerung (STE) zu übertragen, die dazu eingerichtet ist, anhand der Positionsdaten aktuelle Ortskoordinaten (OKO) des Fahrzeuges zu bestimmen, eine für eine befahrene Strecke (STR) charakteristische Signatur (SIG) zu berechnen und anhand der Signatur (SIG) festzustellen, ob die befahrene Strecke (STR) mautpflichtig ist, wobei die Steuerung (STE) weiters dazu eingerichtet ist, für den Fall, dass die befahrene Strecke (STR) mautpflichtig ist, anhand einer in einem Speicher (SPR) abgelegten Benutzerberechtigung (BER) zu überprüfen, ob das Fahrzeug (FAR) zur Benutzung dieser Strecke (STR) berechtigt ist.

ELEKTRONISCHE WERTKARTE MIT POSITIONSBESTIMMUNG FÜR DUALES MAUTSYSTEM

Die Erfindung betrifft eine fahrzeugseitige Bemautungsvorrichtung eines Mautsystem, welches ein Positionsermittlungssystem zur Ermittlung der Position eines Fahrzeuges aufweist, wobei die Bemautungsvorrichtung eine Empfangseinheit aufweist, die dazu eingerichtet ist, von dem Positionsermittlungssystem Positionsdaten zu empfangen und an eine Steuerung zu übertragen, die dazu eingerichtet ist anhand der Positionsdaten aktuelle Ortskoordinaten des Fahrzeuges zu bestimmen.

Aus der DE 43 44 433 A1 ist eine Bemautungsvorrichtung für ein Fahrzeug bekannt geworden, bei welcher aktuelle Orts-Koordinaten von einem GPS-Empfänger erfasst, und permanent mit den in einer elektronischen Vignette intern gespeicherten Einfahrt/Ausfahrt-Koordinaten einer Autobahnstrecke verglichen und bei Übereinstimmung der Koordinaten diese mittels des digitalen mobilen Netzwerkes an ein Fahrzeug externes Abrechnungszentrum übertragen werden, wobei im Abrechnungszentrum aus den übertragenen Daten die zurückgelegten Autobahnkilometer sowie die damit verbundenen Autobahngebühren berechnet werden.

Die WO 95/20801 beschreibt eine Bemautungsvorrichtung zur Feststellung von Mautgebühren, wobei die aktuell ermittelte Position des Fahrzeuges mit einer Vielzahl von Positionen von virtuellen Bemautungsstellen verglichen wird.

Nachteilig an den bekannten Bemautungsvorrichtungen ist vor allem, dass bei einem zeitweiligen Ausfall der Kommunikation mit dem Positionsmessungssystem, keine Bemautung durchgeführt werden kann. Darüber hinaus ist es von Nachteil, dass das Datenaufkommen in Mautsystemen, welche die bekannten Bemautungsvorrichtungen verwenden, sehr hoch ist infolge des permanenten Vergleiches der aktuellen Orts-Koordinaten mit den Koordinaten der virtuellen Bemautungsstellen.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung eine einfach und kostengünstig herzustellende Bemautungsvorrichtung für ein Fahrzeug zu schaffen mit der auch bei einem zeitweiligen Ausfall der Kommunikation mit einem Positionsermittlungssystem eine korrekte Bemautung durchgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird mit einer Bemautungsvorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Steuerung dazu eingerichtet ist, eine für eine befahrene Strecke charakteristische Signatur zu berechnen und anhand der Signatur

festzustellen, ob die befahrene Strecke mautpflichtig ist, wobei die Steuerung weiters dazu eingerichtet ist, für den Fall, dass die befahrene Strecke mautpflichtig ist, anhand einer in einem Speicher abgelegten Benutzerberechtigung zu überprüfen, ob das Fahrzeug zur Benutzung dieser Strecke berechtigt ist.

Die Erfindung ermöglicht es, durch Berechnung einer eine befahrene Strecke eindeutig charakterisierende Signatur das Datenaufkommen in dem Mautsystem wesentlich zu reduzieren, da im Gegensatz zu den bekannten Verfahren und Systemen in Form einer ja/nein Entscheidung festgestellt werden kann, ob eine mautpflichtige Strecke befahren wird oder nicht und daher keine permanente Übertragung von Positionsdaten zur Bestimmung der Mautgebühren notwendig ist.

Vorteilhafterweise ist die Steuerung dazu eingerichtet, die Signatur in vorgebbaren Zeitintervallen zu berechnen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Positionsermittlungssystem ein Satellitennavigationssystem.

Zur Bestimmung ob die befahrene Strecke mautpflichtig ist, kann die Steuerung dazu eingerichtet sein, die berechnete Signatur mit in einer in einer Speichereinheit abgelegten Referenzkarte enthaltenen mautpflichtigen Referenzstrecken zu vergleichen.

Weiters kann jeder mautpflichtigen Strecke in einem vorgebbaren Gebiet je zumindest eine in einer Speichereinheit abgelegte Referenzsignatur zugewiesen sein, wobei die Bemautungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, aus den aktuellen Orts-Koordinaten gewonnene Signatur zwecks Ermittlung, ob die befahrene Strecke mautpflichtig ist, mit den Referenzsignaturen zu vergleichen.

Um die Berechnung von zu entrichtenden Mautgebühren zu erleichtern, kann jeder Referenzsignatur bzw. jeder Referenzstrecke je eine vorgebbare Mautgebühr zugeordnet sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Benutzungsberechtigung ein aufladbares Guthaben ist, wobei die Bemautungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, anfallende Mautgebühren von dem Guthaben abzubuchen.

Eine weitere ebenfalls sehr günstige Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Benutzungsberechtigung eine Zeitkarte ist, die zur Benutzung zumindest einer mautpflichtigen Strecke innerhalb eines vorgebbaren Zeitraums berechtigt.

Weitere Vorteile lassen sich dadurch erzielen, dass die Benutzungsberechtigung ein Streckenguthaben ist, welches zur Zurücklegung einer vorgebbaren Anzahl von Kilometern auf einer mautpflichtigen Strecken berechtigt, wobei die Bemautungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, die auf mautpflichtigen Strecken zurückgelegte Anzahl von Kilometer von dem Streckenguthaben abzuziehen.

Der Nachweis, dass eine mautpflichtige Strecke benutzt wurde lässt sich dadurch erleichtern, dass die Signatur einen Zeitstempel erhält und die Signatur und der Zeitstempel für die Dauer eines vorgebbaren Zeitintervalls gespeichert werden.

Die Erfindung samt weiterer Vorteile wird im folgenden anhand einiger nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, die in der Zeichnung dargestellt sind näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 ein duales Mautsystem,

Fig. 1a eine erfindungsgemäße Bemautungsvorrichtung zur Bemautung eines Fahrzeuges,

Fig. 2 einen schematischer Ablauf zur Ermittlung, ob eine befahrene Strecke mautpflichtig ist,

Fig. 3 eine anhand von Orts-Koordinaten ermittelte Signatur einer befahrenen Strecke,

Fig. 4 einen Vergleich zwischen der Signatur aus Fig. 3 und einer Referenzsignatur einer mautpflichtigen Strecke,

Fig. 5 eine Variante der erfindungsgemäßen Bemautungsvorrichtung aus Fig. 1a im näheren Detail und ein Lesegerät zum Aufbuchen einer Benutzerberechtigung auf die Wertkarte;

Fig. 6 einen mobiler Datenträger mit einem Code zum Aufbuchen einer Benutzerberechtigung auf die erfindungsgemäße Bemautungsvorrichtung,

Fig. 7 die erfindungsgemäße Bemautungsvorrichtung aus Fig. 5, die zwecks Aufladen einer Benutzungsberechtigung mit einem Datennetz verbunden ist,

Fig. 8 ein duales Mautsystem mit einem Abrechnungszentrum,

Fig. 9 das Abrechnungszentrum und eine Bemautungsvorrichtung aus Fig. 8 im näheren Detail,

Fig. 10 ein Überwachungssystem zur Überwachung des Betriebszustandes von Bemautungsvorrichtungen und

Fig. 11 ein an einem Fahrzeug angeordnetes Display zur Anzeige eines für den Betriebszustand der Bemautungsvorrichtung repräsentativen Kontrollmusters.

Gemäß Fig. 1 weist ein Mautsystem SYS, vorzugsweise ein duales Mautsystem, zur Ortung eines Fahrzeuges FA1, FA2 ein Positionserfassungssystems PES auf, beispielsweise das bekannte „Global Positioning Systems" oder kurz GPS-System.

Unter dualem Mautsystem wird in diesem Dokument ein Mautsystem verstanden, welches sowohl eine Entrichtung der Mautgebühren ohne eine Kommunikation mit einem fahrzeugexternen Abrechnungszentrum ABZ direkt in einer eigens dafür eingerichteten Bemautungsvorrichtung BE1 des Fahrzeuges FAR, als auch eine Bezahlung der Mautgebühren über ein Abrechnungszentrum ABZ ermöglicht, wobei das Fahrzeug in dem zweiten Fall eine Bemautungsvorrichtung BE2 aufweisen muss die zur Kommunikation mit dem Abrechnungszentrum ABZ eingerichtet ist.

Zur Ermittlung ihrer aktuellen Orts-Koordinaten OKO weisen die Fahrzeuge FA1, FA2 je eine Bemautungsvorrichtung BE1, BE2 mit je einer Empfangseinheit EMP auf, die dazu eingerichtet ist, mit dem Positionsermittlungssystem PES, bevorzugterweise einem Satellitennavigationssystem, Positionsdaten zu empfangen. Anhand der Positionsdaten werden von einer Steuerung ST1, ST2 der jeweiligen Bemautungsvorrichtung BE1, BE2 die aktuellen Orts-Koordinaten berechnet. Handelt es sich bei dem Positionsermittlungssystem PES um das GPS-Mautsystem, so können die Bemautungsvorrichtungen BE1, BE2 zur Ermittlung der Positionsdaten bzw. Orts-Koordinaten je ein GPS-Modul aufweisen. Zur Strecken- bzw. Positionsbestimmung mittels GPS siehe beispielsweise: „Umgebungserfassung auf Basis lernender digitaler Karten zur vorausschauenden Konditionierung von Fahrerassistenzsystemen"; Michael Schraut; Dissertation an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der technischen Universität München.

Anhand der von der erfindungsgemäßen Bemautungsvorrichtung BE2 ermittelten Orts-Koordinaten OKO erfolgt auf die im folgenden beschriebene Art die Feststellung, ob die befahrene Strecke STR mautpflichtig ist.

Aus den erhaltenen Orts-Koordinaten OKO kann gemäß Fig. 2 in den Steuerungen ST1, ST2 der fahrzeugseitigen Bemautungsvorrichtungen BE1, BE2 in vorgebbaren Intervallen für die jeweils befahrene Strecke STR eine charakteristische Signatur SIG, beispielsweise in Form von Polygonzügen, auf welchem die ermittelten Orts-Koordinaten OKO liegen, berechnet und zur Feststellung, ob es sich um eine mautpflichtige Strecke handelt, mit Strecken einer Referenzkarte RKA bzw. Referenzsignaturen REF, die beispielsweise ebenfalls in Form von Polygonzügen vorliegen, auf Ähnlichkeit bzw. Übereinstimmung verglichen werden. Die Intervalle in denen die Signatur SIG berechnet wird, kann von einem Mautsystembetreiber vorgegeben werden. Die von der erfindungsgemäßen Bemautungsvorrichtung BE2 ermittelten Orts-Koordinaten OKO können über eine Sendeeinheit SEN an eine Empfangseinheit EM3 eines fahrzeugexternes Abrechnungszentrum ABZ übermittelt werden, welches eine Steuerung ST3 aufweisen kann, die dazu eingerichtet ist, von der Empfangseinheit EM3 die Orts-Koordinaten zu empfangen und die Signatur SIG der befahrenen Strecke STR zu berechnen und zu ermitteln, ob diese Strecke STR mautpflichtig

Die Steuerungen ST1, ST2, St3 der Bemautungsvorrichtungen BE1, BE2 bzw. des Abrechnungszentrums ABZ können beispielsweise entsprechend programmierte Mikroprozessoren sein.

Gemäß Fig. 3 können die Relativpositionen der Ortskoordinaten OKO zueinander das formgebende Charakteristikum der Signatur SIG sein, wenn diese in Form eines Polygonzuges gebildet wird. Natürlich kann die Signatur SIG auch durch andere Parameter der Strecke STR bestimmt sein mittlere Höhendifferenz bzw. Höhenprofil, mittlerer Krümmungsradius bzw. Verlauf des Krümmungsradius der Strecke STR etc. Wesentlich ist lediglich, dass die Signatur SIG für die befahrene Strecke STR charakteristisch ist und eine Überprüfung, ob es sich um eine mautpflichtige Strecke handelt, erlaubt. Dabei werden nicht wie bei den bekannten Bemautungsverfahren die Positionen der ermittelten Ortskoordinaten OKO in einer Karte bestimmt, sondern aus einer Anzahl von Ortskoordinaten werden für die befahrenen Strecken charakteristische Signaturen SIG berechnet.

Nach Fig. 4 liegen sowohl die Referenzsignatur REF als auch die Signatur SIG in digitaler Form vor, wobei die Referenzsignatur REF mehr Datenwerte enthalten kann als die Signatur SIG, da ja eine gesamte mautpflichtige Referenzstrecke in Form einer Referenzsignatur REF vorliegen kann, während die Signatur SIG in vorgebbaren Zeitintervallen berechnet werden

kann, weshalb es sein kann, dass die aktuell berechnete Signatur SIG nur einem Abschnitt der gesamten befahrenen Strecke entspricht.

Zum Vergleich von Signatur SIG und Referenzsignatur REF können beispielweise, falls die Signatur SIG und die Referenzsignatur REF in Form von Polygonzügen vorliegen, Anfangs und Endpunkt der Signatur SIG mit je einem Punkt der Referenzsignatur REF zur Deckung gebracht werden. Dieser Vorgangsweise liegt die Annahme zugrunde, dass die Signatur SIG und nur mit jenen Abschnitten der Referenzsignatur REF gleich bzw. ähnlich ist, deren Anfangs- und Endpunkte mit den Anfangs- und Endpunkten der Signatur SIG zur Deckung gebracht werden können. Die Signatur SIG kann zu diesem Zweck entlang der durch die Referenzsignatur REF vorgegebenen Kurve unter Einhaltung bewegt werden. Wird ein Abschnitt der Referenzsignatur REF ermittelt, in welchem die Anfangs- A und Endpunkte E der Signatur SIG mit Punkten der Referenzsignatur REF zur Deckung gebracht werden können, kann der Betrag der von der Signatur SIG und der Referenzsignatur REF begrenzten Fläche FLA berechnet werden. Ist die Signatur SIG mit einem Abschnitt einer mautpflichtigen Referenzstrecke identisch, so wird der Betrag der von der Referenzsignatur REF und der Signatur SIG eingeschlossenen Fläche FLA nahe null. Um trotz eventuell auftretender Messfehler eine zuverlässigen Vergleich zwischen der Signatur SIG und den Referenzsignaturen REF zu ermöglichen, kann eine Schranke für den Betrag der von der Signatur SIG und der Referenzsignatur REF sowohl für die eingeschlossenen Fläche FLA als auch für eine maximal erlaubten Abweichung definiert werden. Unterschreitet der Betrag der eingeschlossenen Fläche FLA und die maximale Abweichung diese Schranken, so kann die Signatur SIG als identisch mit der Referenzsignatur REF bzw. dem betreffenden Abschnitt der Referenzsignatur REF betrachtet und die befahrene Strecke STR als mautpflichtig eingestuft werden. Zur Bestimmung ob die befahrene Strecke mautpflichtig ist, wird die Signatur SIG mit allen dem Mautsystem bekannten Referenzsignaturen REF mautpflichtiger Strecken verglichen, kommen mehrere mautpflichtige Strecken in Frage die befahrene zu sein, so wird jene Strecke deren Referenzsignatur die höchste Übereinstimmung mit der Signatur SIG aufweist, als die befahrene Strecke angesehen. Die oben beschriebene Vorgangsweise stellt nur eine von vielen Möglichkeiten dar die Signatur SIG zu bilden und mit Referenzsignaturen REF mautpflichtiger Strecken zu vergleichen. Weitere Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Durchführung eines Vergleiches von Mustern bzw. Objekten auf Ähnlichkeit bzw. zu Ortungszwecken sind dem Fachmann in großer Zahl bekannt.

Die oben beschriebene Vorgangsweise stellt nur eine von vielen Möglichkeiten dar die Signatur SIG zu bilden und mit der Referenzsignatur REF zu vergleichen. Weitere Verfahren

bzw. Vorrichtungen zur Durchführung eines Vergleiches von Mustern bzw. Objekten auf Ähnlichkeit bzw. zu Ortungszwecken sind dem Fachmann in großer Zahl bekannt.

So können die erhaltenen Orts-Koordinaten OKO beispielsweise auch als Realisierung einer komplexen Zufallsvariablen betrachtet werden, das Abfahren ihrer Trajektorie dementsprechend als stochastischer Prozess, mit den üblichen Annahmen bezüglich Ergodizität, etc. Dieser aufgrund der zu diskreten Zeitpunkten gemachter Positionsmessungen zeitdiskrete Prozess kann beispielsweise mittels Kalmanfilterung gegenüber Messwertausfällen als Folge eines unzureichenden Empfanges von Positionsdaten robuster gemacht werden.

Weiters kann dem soeben erwähnten Prozess, falls die Positionsdaten fehlerbehaftet sind, ein Mobilitätsmodell zugrunde gelegt werden, das die durch die Positionsbestimmung verursachte Abweichung von der unbekannten „Solltrajektorie" durch additives, gaußsches, weißes Rauschen modelliert. Der aufgrund der Referenzkarte KAR abzuleitende Referenzprozess wird ähnlich modelliert, die Ungenauigkeit der Referenzkarte KAR wird hierbei auch als Rauschen betrachtet.

Diese beiden Prozesse können mit aus der digitalen Signalverarbeitung bekannten Methoden zur Spektral oder Zeitreihenanalyse bearbeitet werden. Es können auch Hypothesentests zum Einsatz kommen, beispielsweise kann aufgrund der Eigenwertverteilung einer Kovarianzmatrix der beiden Prozesse oder aufgrund eines speziell ausgeprägten Spektrums auf eine Identität der gefahrenen Strecke mit der mautpflichtigen Referenzstrecke geschlossen.

Man kann das soeben beispielhaft erwähnte Verfahren auch als eine Abbildungsvorschrift mit statistischer Fehlerbehandlung betrachten, bei welchem die verdichteten, charakteristischen Eigenschaften, die Signaturen SIG, REF, der gefahrenen Strecke und einer Referenzstrecke miteinander verglichen werden. Anhand charakteristischer Merkmale der Trajektorie der gefahrenen Route, der Signatur SIG, wird hierbei die Übereinstimmung mit einer dem Mautsystem bekannten Strecke bzw. Referenzsignatur REF geprüft, wobei jeder dem Mautsystem bekannten Referenzstrecke bzw. jeder Referenzsignatur REF eine vorgebbare Mautgebühr zugewiesen sein kann.

Ein Vorteil dieser systematischen, auf statistischen Methoden beruhenden Vorgangsweise ist auch die Möglichkeit bei fehlerbehafteten Positionsdaten bzw. Ortskoordinaten OKO, den Restfehler abzuschätzen, bzw. Messfehler zu berücksichtigen. Sind die aktuellen Positionsmessungen und Kartenreferenzen nicht fehlerbehaftet, also unverrauscht, so kann

eine beliebige bijektive Abbildung verwendet werden, die eine Informationsverdichtung vornimmt.

Es ist ein Vorteil der Erfindung, dass keine permanente Ortung des Fahrzeuges FAR notwendig ist, um festzustellen, ob es sich auf einer mautpflichtigen Strecke befindet. Im Prinzip würde es genügen, einmal eine Signatur SIG für eine befahrene Strecke STR zu berechnen, beispielsweise anhand der in einem Zeitraum von fünf Minuten gemessenen Orts-Koordinaten OKO, um feststellen zu können, ob sich das Fahrzeug FAR auf einer mautpflichtige Strecke befindet. Zur Bestimmung der gefahrenen Strecke STR ist es daher nicht erforderlich die Genauigkeit bekannter Ortungsverfahren zu erreichen. Da keine exakte Positionsbestimmung notwendig ist, sondern nur eine ja/nein Entscheidung darüber getroffen werden soll, ob ein Fahrzeug zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. in Zeitraum auf einer mautpflichtigen Strecke ist bzw. war.

Wie bereits oben erwähnt, kann der Mautsystembetreiber je nach gewünschter Ortungsgenauigkeit die Intervalle, in denen die Signatur SIG berechnet werden sollen, vorgeben.

Die Referenzstrecken bzw. die Referenzkarte RKA können bei dem dualen Mautsystem gemäß Fig. 1 in einem Speicher einer erfindungsgemäßen Bemautungsvorrichtung BE1, die wie weiter unten genauer erläutert als Wertkarte WEK bezeichnet wird, oder in einem fahrzeugexternen Abrechnungszentrum ABZ abgelegt sein, welches dazu eingerichtet ist, mit einer kommunikationsfähigen Bemautungsvorrichtung BE2, die wie weiter unten erwähnt, als Berechnungseinheit OBU bezeichnet wird, eine Kommunikationsverbindung aufzubauen, wobei jeder Referenzstrecken bzw. Referenzsignaturen REF eine vorgebbare Mautgebühr GEB zugeordnet sein kann.

Zur Bestimmung ob eine Strecke STR mautpflichtig ist, kann also im Rahmen des dualen Mautsystems entweder in der erfindungsgemäßen Bemautungsvorrichtung BE1 - der Wertkarte - oder dem Abrechnungszentrum ABZ ein Vergleich zwischen der befahrenen und einer durch die Referenzkarte KAR vorgegebenen Strecke auf Ähnlichkeit erfolgen, wird dabei eine Entscheidungsschwelle überschritten, so wird die befahrene Strecke als diejenige mautpflichtige Referenzstrecke REF angesehen, mit welcher die höchste Übereinstimmung vorliegt.

Durch den Vergleich der Signatur SIG mit einer dem Mautsystem SYS bekannten Referenzstrecke bzw. Referenzsignatur REF lässt sich nicht nur die mautpflichtige Strecke

STR sondern auch die Länge der von dem Fahrzeug FAR auf einer mautpflichtigen Strecke STR tatsächlich zurückgelegten Distanz DIS eindeutig bestimmen.

Ist die ermittelte Strecke STR mautpflichtig, so kann anhand einer in einem Speicher SPR der Bemautungsvorrichtung BE2 - der Wertkarte (Fig. 5) oder dem Abrechnungszentrum ABZ abgelegten Benutzungsberechtigung BER überprüft, ob das Fahrzeug FAR zur Benutzung dieser Strecke STR berechtigt ist.

Prinzipiell kann man, wie bereits angedeutet, in dem dualen Mautsystem SYS zwei Bemautungsarten unterscheiden. Die eine Bemautungsart besteht darin, dass die Benutzerberechtigung BER in einem Speicher SPR der Bemautungsvorrichtung BE2 abgelegt ist. Die Berechnung der Signatur SIG und ein Vergleich mit den Referenzsignaturen REF mautpflichtiger Strecken wird, dabei von der Bemautungsvorrichtung BE1 an Bord des Fahrzeuges FAR durchgeführt. Bei dieser Ausführungsform braucht die entsprechende Bemautungsvorrichtung BE2, im folgenden als Wertkarte WEK bezeichnet, keine Kommunikationsverbindung mit einem fahrzeugexternen Abrechnungszentrum ABZ aufzubauen, da sie alle Informationen, die sie zur Berechnung und Abrechnung von Mautgebühren benötigt bereits zur Verfügung hat bzw. von dem Positionsermittlungssystem PES erhält.

Die Benutzungsberechtigung BER der Wertkarte WEK kann als Guthaben GUT realisiert und in einem Speicher SPR der Wertkarte WEK abgelegt sein, wobei eine Steuerung STE vorgesehen ist, die dazu eingerichtet sein kann, von dem Guthaben GUT anfallende Mautgebühren GEB abzubuchen. Ist das Guthaben GUT aufgebraucht, so darf das Fahrzeug FAR keine mautpflichtigen Strecken STR mehr benutzen (Fig.1a).

Bei der Benutzungsberechtigung BER der Wertkarte WEK muss es sich aber nicht ausschließlich um ein Guthaben GUT handeln. Die Benutzungsberechtigung BER kann beispielsweise auch als eine in dem Speicher SPR der Wertkarte abgelegte Zeitkarte ZEI, die zur Benutzung vorgebbarer, mautpflichtiger Strecken STR in einem gewissen Zeitraum berechtigt, etc. ausgeführt sein.

Besteht die Benutzungsberechtigung BER darin, eine vorgebbare Anzahl an Kilometern auf mautpflichtigen Strecken STR zurücklegen zu dürfen, so kann die Anzahl der bereits zurückgelegten Kilometer von einem in der Speichereinheit SPR der Wertkarte abgelegten Streckenguthaben abgebucht werden.

Die Realisierung von zeitlich begrenzten Benutzungsberechtigungen BER in der Wertkarte WEK lässt sich beispielsweise dadurch verwirklichen, dass der Signatur SIG ein Zeitstempel STE beigefügt wird. Anhand der Signatur SIG und des Zeitstempels STE können dann sowohl die benutzte, mautpflichtige Strecke als auch der Benutzungszeitpunkt eindeutig festgestellt werden, wobei eine Überprüfung, ob das Fahrzeug FAR zu diesem Zeitpunkt auf der durch die Signatur SIG bestimmten Strecke STR fahren darf oder nicht, anhand des Zeitstempels STE durchgeführt werden kann.

Auf diese Weise wird trotz nicht vorhandener Kommunikation mit einer Mautleitstelle die ordnungsgemäße Entrichtung der Mautgebühr GEB gewährleistet.

Die von einem Fahrzeuginhaber und/oder Mautbetreiber gewünschte Art der Benutzungsberechtigung BER (Guthaben, Zeitkarte, Streckenguthaben, Terminbindung etc.) kann beispielsweise mittels eines Codes COD in die Wertkarte WEK übertragen bzw. aktiviert werden. Jeder Art von Benutzungsberechtigung BER kann dabei in der Wertkarte ein vorgebbarer Code CO1, CO2, CO3 zugewiesen sein (Fig. 5). So kann beispielsweise ein erster Code CO1 einer Zeitkarte ZEI für alle mautpflichtigen Strecken STR in einem vorgebbaren Gebiet zugeordnet sein, während ein anderer Code CO2 ein Guthaben GUT um einen vorgebbaren Betrag auflädt oder ein dritter Code CO3 ein Streckenguthaben SGH um einen vorgebbaren Betrag erhöht etc.

Natürlich können auch verschiedene Arten von Benutzungsberechtigungen BER gleichzeitig in der Wertkarte abgelegt sein und nach Bedarf aktiviert werden. Liegt beispielsweise für eine Strecke die Benutzungsberechtigung BER in Form einer Zeitkarte ZEI, welche zur Benutzung der mautpflichtigen Strecke STR in einem bestimmten Zeitraum berechtigt, vor so kann parallel dazu auch ein Guthaben GUT vorgesehen sein. Benutzt das Fahrzeug FAR die Strecke STR, für welche eine gültige Zeitkarte ZEI existiert, kann der Fahrer die Abbuchung über das Guthaben GUT deaktivieren und die Zeitkarte ZEI elektronisch „vorweisen". Dieses Vorweisen der Zeitkarte ZEI entspricht im wesentlichen einer Änderung des Abrechnungsmodus in der Wertkarte und kann durch Betätigen einer Eingabeeinheit der Wertkarte, beispielsweise einer Taste, vorgenommen werden.

Nach Erhalt des Codes COD kann die Steuerung STE der Wertkarte WEK durch Vergleich des von dem Benutzer erworbenen Codes COD mit den in der Speichereinheit SP1 abgelegten Codes CO1, CO2, CO3 die entsprechende Benutzungsberechtigung BER identifizieren und freischalten bzw. aktivieren.

Sind in der Wertkarte WEK eine Zeitkarte ZEI für eine bestimmte Strecke und ein Guthaben GUT aktiviert, so kann der Fahrer die Abbuchung über das Guthaben GUT deaktivieren und die Zeitkarte ZEI elektronisch „vorweisen" sobald er auf die Strecke, für welche die Zeitkarte existiert auffährt.

Dieses Vorweisen der Zeitkarte ZEI entspricht im wesentlichen einer Änderung des Abrechnungsmodus in der Wertkarte WEK und kann durch Betätigen einer Eingabeeinheit der Wertkarte, beispielsweise einer Taste, vorgenommen werden. Prinzipiell ist jede Kombination von Benutzerberechtigungen BER möglich.

Einer Benutzerberechtigung BER in Form eines Guthaben GUT können mehrere Codes CO1, CO1', CO1'' die unterschiedlichen Geldbeträgen entsprechen, zugeordnet sein. Nach Bezahlung des entsprechenden Betrages kann der diesem Betrag entsprechende Code CO1, CO1', CO1'' in die Wertkarte übertragen und das Guthaben GUT um diesen Betrag erhöht werden.

Analog zu dem eben gesagten können auch die anderen Formen der Benutzungsberechtigung BER für die Wertkarte WEK erworben werden. D. h. gegen Entrichtung des einer Benutzungsberechtigung BER zugeordneten Betrages an den Mautbetreiber von Seiten des Fahrzeugbenutzers wird der „Freischaltcode" für diese Form der Benutzungsberechtigung BER erworben und in die Wertkarte WEK übertragen.

Die Übertragung des Codes COD in die Wertkarte WEK kann beispielsweise mittels einer mit der Wertkarte WEK leitungs- oder nicht leitungsgebunden verbundenen Eingabevorrichtung EIV erfolgen. Beispiele für eine leitungsgebundene Verbindung zwischen der Eingabevorrichtung EIV und der Wertkarte WEK wären Kupferdraht, Glasfaser, etc... Beispiele für eine nicht leitungsgebundene Verbindung sind Funk, Infrarotübertragung, Laser, etc.

Um ein missbräuchliches Aufladen einer Benutzungsberechtigung BER in die Berechnungseinheit BEE zu verhindern, kann der Code CO1, CO2, CO3 verschlüsselt und in einer für den Benutzer nicht erkennbaren Form in die Wertkarte WEK übertragen werden.

Der Code COD kann auf einem mobilen Datenträger, beispielsweise einer Magnetkarte, etc, gespeichert sein. Wobei zur Übertragung der Benutzerberechtigung BER bzw. des Codes COD in die Wertkarte WEK die Eingabevorrichtung EIV als Lesegerät LES für mobile Datenträger ausgeführt ist. Um eine missbräuchliche Wiederverwendung des mobilen Datenträgers zu verhindern, kann das Lesegerät LES dazu eingerichtet sein, den

Übertragungsvorgang des Codes COD in die Wertkarte WEK mit einer Entwertung des mobilen Datenträgers zu beenden. Diese Entwertung kann beispielsweise darin bestehen, dass die auf dem mobilen Datenträger enthaltene Information durch das Lesegerät gelöscht wird oder dadurch, dass ein Wert WER der die Gültigkeit der Karte angibt von „gültig" auf „ungültig" gesetzt wird (Fig. 6).

Eine andere Möglichkeit der Übertragung des Codes COD in die Wertkarte WEK besteht darin, dass er nach Bezahlung des ihm zugeordneten Betrages von einer vom Mautbetreiber autorisierten Person über eine Eingabevorrichtung der Berechnungseinheit BEE, beispielsweise eine Tastatur oder einen Touchscreen, manuell in die Berechnungseinheit BEE eingegeben wird.

Weiters kann der Code COD auch über ein Funknetz, bevorzugterweise das GSM-Netz, in die Wertkarte übertragen werden. Hierzu kann die Wertkarte ein Funk-Modul, beispielsweise ein GSM-Modul, aufweisen bzw. mit einem derartigen Modul verbunden sein, über welches auf Anforderung, z. B. durch Aktivieren einer vorgebbaren Taste bzw. Tastenkombination einer Tastatur der Wertkarte, eine Verbindung mit dem Abrechnungszentrum ABZ des Mautstellenbetreibers hergestellt werden kann. Nach erfolgtem Verbindungsaufbau kann von dem Fahrzeugbenutzer die gewünschte Benutzerberechtigung BEE ausgewählt werden, beispielsweise unterstützt durch ein akustisches Menü, wie es z. B. bei Wertkarten Mobilfunkgeräten üblich ist. Die Bezahlung der Benutzungsberechtigung BER bzw. des Codes COD kann beispielsweise über Kreditkarte oder über eine dem Mautbetreiber ausgestellte Einzugsermächtigung für ein Konto des Fahrzeugbenutzers erfolgen.

Nach Auswahl der gewünschten Benutzungsberechtigung BER und ihrer Bezahlung kann die Übertragung des Codes COD von dem Abrechnungszentrum ABZ in die Wertkarte erfolgen.

Die Bezahlung der Benutzerberechtigung BER kann, wie von GSM-Wertkarten-Mobilfunktelefonen her bekannt, durch den Erwerb einer Maut-Wertkarte erfolgen, auf der zumindest ein der jeweiligen Art von Benutzerberechtigung BER zugeordneter Kreditcode KRE, KR1, KR2 aufgedruckt ist. Nach Verbindungsaufbau mit dem Abrechnungszentrum ABZ über das GSM-Netz kann dieser Kreditcode KRE, KR1, KR2 nach Eingabe in die Berechnungseinheit BEE, beispielsweise über eine Tastatur der Wertkarte, von der Wertkarte an das Abrechnungszentrum ABZ übertragen werden. Nach Erhalt des Kreditcodes KRE überträgt das Abrechnungszentrum ABZ die diesem Kreditcode KRE, KR1, KR2

zugeordnete Benutzungsberechtigung BER, beispielsweise in Form eines Codes COD, wie bereits oben beschrieben.

Der Verbindungsaufbau zur Übertragung des Kreditcodes KRE, KR1, KR2 und der Benutzerberechtigung BER kann auch zwischen der Eingabevorrichtung EIV und dem Abrechnungszentrum ABZ erfolgen. Die Eingabevorrichtung EIV kann beispielsweise ein Mobilfunktelefon TEL sein, über welches der Kreditcode KRE, KR1, KR2 an das Abrechnungszentrum ABZ übertragen wird, wobei die entsprechende Benutzerberechtigung BER in Form des Codes COD nach Erhalt des Kreditcodes KRE, KR1, KR2 von dem Abrechnungszentrum ABZ an das Mobilfunktelefon übermittelt wird. Über eine Schnittstelle SS1, beispielsweise eine Infrarotschnittstelle, kann dann die Benutzerberechtigung BER auf Anforderung von dem Mobilfunktelefon TEL in die Wertkarte übertragen werden.

Gemäß Fig. 7 kann die Übertragung der Benutzungsberechtigung BER bzw. des Codes CO1, CO2, CO3 in die erfindungsgemäße Wertkarte WEK aber auch über einen mit einem Datennetz WWW, bevorzugt mit dem Internet, verbundenen Computer PC erfolgen. Hierbei kann der Code CO1, CO2, CO3 auf Anforderung von einem Abrechnungszentrum ABZ eines Mautstellenbetreibers via Internet an den Computer PC übermittelt werden, welcher dazu eingerichtet ist den Code CO1, CO2, CO3 in die Wertkarte zu übertragen, beispielsweise über eine USB-Schnittstelle. Die Bezahlung der Benutzungsberechtigung BER kann, so wie bei der Übertragung des Codes COD über ein Funknetz, mittels Kreditkarte etc. erfolgen.

Um trotz nicht vorhandener Kommunikation der erfindungsgemäßen Wertkarte WEK mit einer Mautleitstelle eine ortsabhängige Abbuchung von dem Guthaben GUT vornehmen zu können, kann gemäß Fig. 4 die aktuell ermittelte GPS-Position POS mit einer in einem Speicher SP2 der Wertkarte abgelegten Karte KA2 von virtuellen Mautstellen verglichen und bei Durchfahren die bisher angefallene, mittels der GPS-Messung ermittelten Mautschuld von dem Guthaben GUT abgebucht werden.

In manchen Fällen kann es sein, dass die Genauigkeit der Erfassung von aktuellen Orts-Koordinaten OKO des Fahrzeuges FAR bei Verwendung der erfindungsgemäßen Wertkarte mittels des GPS-Mautsystems nicht ausreicht. Es könnte beispielsweise zu einer irrtümlichen Verrechnung von Mautgebühren GEB kommen, wenn beispielsweise eine mautpflichtige und eine gebührenfrei zu benutzende Straße in großer örtlicher Nähe nebeneinander verlaufen. Deshalb kann die Eingabe des Auf- bzw. Abfahrens auf eine mautpflichtige Strecke STR, d. h. die Aktivierung der Wertkarte, durch den Lenker des Fahrzeuges FAR durch betätigen einer hierfür vorgesehenen Eingabeeinrichtung, beispielsweise einer Taste

an der Wertkarte, erfolgen. Dadurch kann ähnlich wie beim Entwerten einer Straßenbahnfahrkarte der Fahrzeuglenker zur Mitwirkung verpflichtet werden. Weiters können dadurch die Genauigkeitsanforderungen an die Ortsbestimmung auf die durch ein GPS-Mautsystem erreichbare Genauigkeit eingeschränkt werden ohne eine Korrekturdaten übertragen zu müssen.

Vorteilhafterweise kann die erfindungsgemäße Wertkarte als Chipkarte ausgeführt sein, die z.B. in ein Autoradio eingeführt werden kann, wobei die Bedienung, d. h. die Aktivierung und Deaktivierung der Wertkarte, über das Autoradio erfolgen kann.

Eine zweite Bemautungsart, die mit dem dualen Mautsystem realisierbar ist, sieht vor, dass die Benutzungsberechtigung BER in dem Abrechnungszentrum ABZ angelegt ist. Bevorzugterweise handelt es sich hierbei um ein dem Fahrzeug FAR zugeordnetes Konto KON. Bei dieser Bemautungsart ist im Gegensatz zur Wertkarte eine Kommunikationsverbindung zwischen dem Fahrzeug FAR und der erfindungsgemäßen Bemautungsvorrichtung BE1 zur Bestimmung der aktuellen Orts-Koordinaten des Fahrzeuges FAR und einem Abrechnungszentrum ABZ notwendig. Im folgenden wird die kommunikationsfähige Bemautungsvorrichtung BE2 als Berechnungseinheit OBU bezeichnet.

Gemäß Fig. 8 kann die Signatur SIG, SI1 in der Berechnungseinheit OBU in vorgebbaren Intervallen INT berechnet und über ein Funknetz FUN, beispielsweise ein GSM oder UMTS-Netz, etc. an das Abrechnungszentrum ABZ übermittelt werden. In dem Abrechnungszentrum ABZ kann die Ermittlung der zu entrichtenden Mautgebühr GEB, GE1, wie bereits oben erwähnt, durch Vergleich der Signatur SIG der gefahrenen Strecke mit den Referenzsignaturen REF mautpflichtiger Strecken erfolgen. Die Abbuchung von einem dem Fahrzeug FAR oder der Berechnungseinheit OBU zugeordneten Konto KON, KO1 kann somit falls die von dem Fahrzeug FAR befahrene Strecke mautpflichtig ist, anhand der Signatur SIG, SI1 und einer mitübertragenen Fahrzeug- bzw. Berechnungseinheitsidentifikation FID, FI1 sofort „online" durchgeführt werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass über einen vorgebbaren Zeitraum hinweg, beispielsweise ein Monat, die ermittelten Mautgebühren GEB gesammelt und zu einem späteren Zeitpunkt die angefallene Mautschuld von dem Konto KON, KO1 in dem Abrechnungszentrum ABZ abgebucht wird. Natürlich kann die Benutzungsberechtigung BER die in dem Abrechnungszentrum ABZ abgelegt ist, analog zu der Wertkarte in Form einer Zeitkarte ZEI etc. realisiert sein.

Die Berechnung der Signatur SIG kann auch in dem Abrechnungszentrum ABZ erfolgen, hierzu können die Ortskoordinaten OKO an das Abrechnungszentrum ABZ übermittelt werden. Da die Berechnung der Signatur SIG, wie bereits oben erwähnt, in vorgebbaren Intervallen erfolgen kann, ist es auch in diesem Fall nicht notwendig, permanent Positionsdaten an das Abrechnungszentrum zu übermitteln. Daher kann das Datenaufkommen durch die Berechnung der Signatur SIG in dem erfindungsgemäßen Mautsystem wesentlich verringert werden.

Erfolgt eine Online-Abbuchung der Mautgebühren GEB von dem Konto KON und ist keine Mitwirkung von Seite des Fahrers in Form einer Aktivierung der Berechnungseinheit OBU bei Auffahrt auf eine mautpflichtige Verkehrsfläche, wie bei der Wertkarte, vorgesehen, so kann es notwenig sein, falls das verwendete Positionsermittlungssystem PES das GPS-Mautsystem ist, Positions-Korrekturdaten zu übertragen, um eine irrtümliche Verrechnung von Mautgebühren auszuschließen. Da es, wie bereits oben erwähnt, bei parallel zueinander verlaufenden Straßen zu einer irrtümlichen Verrechnung von Mautgebühren kommen kann. Die Positionskorrekturdaten können gemäß einem dGPS-Verfahren ermittelt und über ein Funknetz, beispielsweise das GSM-Netz, etc, an die Berechnungseinheit OBU übermittelt werden. Ein derartiges Verfahren zur Übertragung von Korrekturdaten ist beispielsweise aus der WO 94/12892 bekannt geworden. Zum Begriff des dGPS siehe auch die oben zitierte Dissertation an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der technischen Universität München bzw. „Geolocator ein GPS-basiertes Fahrzeugortungssystem; Berhard Liedl; Diplomarbeit am Institut für Informationsverarbeitung und Mikroprozessortechnik der Johannes Kepler Universität Linz".

Zur Beweissicherung können Fahrverlaufspositionen bzw. die Signatur SIG der Strecke STR und etwaige Informationen über den Benutzungszeitpunkt, beispielsweise in Form von einem an die aktuell ermittelte Signatur SIG beigefügten Zeitstempel ZST, in einem Speicher der Wertkarte oder des Abrechnungszentrums ABZ abgelegt und im Bedarfsfall zur Verfügung gestellt werden. Das Anfügen eines Zeitstempels ZST an die Signatur SIG bietet hinaus den Vorteil, dass sich bei Realisierung der Benutzerberechtigung als Zeitkarte ZEI sehr leicht überprüfen lässt, ob die Zeitkarte noch gültig ist. Durch die Signatur SIG und den Zeitstempel ZST lässt sich ein eindeutiger Nachweis der Benutzung einer mautpflichtigen Strecke realisieren.

Gemäß Fig. 10 kann ein Überwachungssystem UES zur Überwachung des ordnungsgemäßen Betriebes des Mautsystems bzw. der Wertkarte und der Berechnungseinheit OBU vorgesehen sein. Das Überwachungssystem kann eine Steuerung ST1 sowie ein mit ihr verbundenes Display DIP aufweisen, welches dazu eingerichtet ist ein

vorgebbares optisches Muster MUS darzustellen (Fig. 11). Das optische Muster MUS kann von dem aktuellen Betriebszustand der an Bord des Fahrzeuges FAR befindlichen Bemautungsvorrichtung BEV, d. h. der Wertkarte WEK oder der Berechnungseinheit OBU abhängen. Die Steuerung ST1 des Überwachungssystems UES kann überwachen, ob eine gültige Benutzungsberechtigung BER in der Wertkarte WEK oder dem Abrechnungszentrum ABZ vorhanden ist, oder ob die an Bord des Fahrzeuges befindliche Bemautungsvorrichtung BEV eingeschaltet ist, ab.

Zur Darstellung des Musters MUS in Abhängigkeit von dem Betriebszustand der Wertkarte kann die Steuerung ST1 den Zustand der Benutzungsberechtigung BER in der Wertkarte überprüfen, und ob die Wertkarte ein- oder abgeschaltet ist.

Handelt es sich bei der an Bord des Fahrzeuges befindlichen Bemautungsvorrichtung BEV um die Berechnungseinheit OBU, so kann die Steuerung ST1 des Überwachungssystems zur Feststellung, ob eine gültige Benutzerberechtigung BER vorhanden ist, mit dem Abrechnungszentrum ABZ Daten austauschen.

Die Steuerung ST1 steuert das Display DIP in Abhängigkeit von dem aktuellen Betriebszustand der Bemautungsvorrichtung BEV (Wertkarte bzw. Berechnungseinheit OBU) bzw. dem Vorhandensein einer Benutzerberechtigung an, auf welchem das dem aktuellen Betriebszustand entsprechende Muster MUS dargestellt wird. Zur Darstellung des Musters MUS kann das Display DIP Leuchtdioden LED bzw. Infarot-Leuchtdioden aufweisen.

Ist keine gültige Benutzerberechtigung BER in der Wertkarte bzw. dem Abrechnungszentrum vorhanden, so wird ein für diesen Zweck vorgesehenes optisches Muster MUS, beispielsweise an der Fahrzeugfront FRO, dargestellt.

Auch unerlaubte Manipulationen des Fahrers an der Wertkarte bzw. an der Berechnungseinheit OBU können von der Steuerung ST1 erkannt werden.

So kann die Steuerung ST1 des Überwachungssystems dazu eingerichtet sein, bei mehrmaliger Eingabe eines falschen Codes COD für eine Benutzerberechtigung BER in die Wertkarte ein für diesen Zweck vorgesehenes Muster MUS auf dem Display darzustellen, beispielsweise eine leuchtende Leuchtdiode LED.

Um Manipulationen von Seiten des Fahrers zu verhindern, wird entweder nach einem in der Wertkarte WEK oder der Berechnungseinheit OBU gespeicherten Zyklus. Im Fall der

kommunikationsfähigen Berechnungseinheit OBU kann das Muster auch extern beispielsweise via GSM-Broadcast-Aufforderung gewechselt werden.

Die Eingabe des Auf- bzw. Abfahrens auf eine mautpflichtige Strecke STR, d. h. die Aktivierung der Wertkarte, kann durch den Lenker des Fahrzeuges FAR Betätigen einer hierfür vorgesehenen Eingabevorrichtung, beispielsweise einer Taste an einer Eingabeeinheit für die Wertkarte erfolgen.

Dadurch kann ähnlich wie beim Entwerten einer Straßenbahnfahrkarte der Fahrzeuglenker zur Mitwirkung verpflichtet werden.

Wird die Wertkarte von dem Fahrzeugbenutzer eingeschaltet und ist eine gültige Benutzungsberechtigung BER in ihrem Speicher SPR vorhanden, so erzeugt die Steuerung ST1 ein dementsprechendes optisches Muster MUS auf dem Display DIP, beispielsweise zwei leuchtende Leuchtdioden LED, während im ausgeschaltetem Zustand der Wertkarte ein diesen Zustand charakterisierendes Muster MUS erzeugt wird - beispielsweise emittiert in diesem Fall keine der Leuchtdioden LED Licht.

Für die Berechnungseinheit OBU, deren Benutzerberechtigung in dem Abrechnungszentrum abgelegt ist, gilt natürlich das Gleiche. Ist beispielsweise das Konto in dem Abrechnungszentrum ABZ des Fahrzeuges FAR um einen vorgebbaren Betrag überzogen bzw. der Kontoinhaber mit der Tilgung seiner Mautschuld in Verzug, so kann der Zustand des Kontos KON von „gültig" auf „ungültig" geändert werden. Wobei in diesem Fall von der Steuerung ST1 das für diesen Fall vorgesehenes Muster MUS auf dem Display darstellt.

Anhand des dargestellten Musters MUS kann also erkannt werden, ob der Fahrer des Fahrzeuges FAR ein potentieller oder tatsächlicher Mautpreller ist.

Um Manipulationen von Seiten des Fahrers zu verhindern, wird entweder nach einem in der Wertkarte WEK oder der Berechnungseinheit OBU gespeicherten Zyklus. Im Fall der kommunikationsfähigen Berechnungseinheit OBU kann das Muster auch extern beispielsweise via GSM-Broadcast-Aufforderung gewechselt werden.

Bei Durchfahren einer festen Kontrollstation KST kann nun das dargestellte Muster MUS ausgewertet und als Auslösesignal für eine Nummerntafel-OCR verwendet werden. OCR steht hierbei für „Optical Charaketer Recognition" und meint bekannte Verfahren zur optischen Mustererkennung. Der Vorteil dieser Lösung besteht neben den geringen Kosten darin, dass nicht jedes Fahrzeug einer Nummerntafel-OCR zugeführt werden muss.

Infrarot-Muster können durch billige Interferenzfilter an einer Infrarot-Kamera KAM, bei entsprechend hoher Lichtleistung der LED's, mit einem sehr viel höheren Signalrauschverhältnis erkannt werden als Nummerntafeln mit rein passivem Nummerntafel-OCR. Die Erkennung einiger einfacher Muster ist ebenfalls mit viel höherer Zuverlässigkeit möglich.

Das Überwachungssystem UES wird nicht zur Kommunikation eingesetzt, wie beispielsweise bei der WO 99/66455, sondern dient dazu, die Häufigkeit der aufwendigeren und unter den zu erwartenden Umgebungsbedingungen deutlich unzuverlässigeren Nummerntafel OCR zu verringern. Dadurch wird im Fall von zentral durchgeführter OCR das Datenaufkommen zwischen den ortsfesten Enforcementstationen und der OCR-Zentrale deutlich reduziert.

Eine mobile Überwachung kann ebenfalls über eine Infrarot-Kamera erfolgen. Ergänzend dazu kann auch über zusätzliche LED-Quellen im sichtbaren Bereich eine Vorselektion erfolgen. Es kann aber auch generell eine Signalisierung im sichtbaren Bereich erfolgen.

Innerhalb des Buchungsgebietes sind drei Arten von Fahrzeugen FAR anzutreffen:

1. Fahrzeuge FAR ohne oder mit ungültiger (manipulierter) IR/LED-Signatur, diese sind entweder Mautpreller, wie sie bei jeder beliebigen automatischen Mautmethodik prinzipiell möglich sind; oder diese sind Mautteilnehmer mit defekten Bemautungsvorrichtungen BEV, bzw. fehlender oder ungültiger Benutzungsberechtigungen BER, beispielsweise gesperrtem Konto KON oder aufgebrauchtem Guthaben GUT. Alle diese Teilnehmer können an entsprechenden Kontrollstationen (fest oder mobil) erkannt und nach festgelegten Regeln behandelt werden.

2. Fahrzeuge mit gültiger IR/LED Signatur, wobei das Verlassen eines Staatsgebietes erkannt und z. B. die Kommunikation der Bemautungsvorrichtung BER mit dem Abrechnungszentrum ABZ samt Bemautungsvorgang deaktiviert wird und nur mehr eine Positionsbestimmung erfolgt, oder auf das von der Basistechnologie her kompatible Mautsystem eines Nachbarlandes umgeschaltet wird.

3. Da die aktuelle Position des Fahrzeuges in der mitgeführten Berechnungseinheit BEE bekannt ist, und von dieser erkannt werden kann welcher Koordinatenpunkt diesseits oder jenseits der Grenze liegt, kann bereits vor einem Grenzübertritt auf einer mautpflichtigen Strecke rechtzeitig das aktuelle Muster aktiviert werden.

Vorteilhafterweise ist um die Grenze eine Toleranzzone vorgesehen, in welcher eine Aktivierung der Berechnungseinheit nicht unbedingt erforderlich ist. Erfolgt eine Weiterfahrt auf dem Staatsgebiet auf einer mautpflichtigen Verkehrsfläche, so erfolgt die Bemautung entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Ein weiteres Kontroll-Element kann, wie bereits oben erwähnt, auch die Signaturen SIG der befahrenen Strecken STR darstellen. Diese werden dazu nicht nach dem Echtzeitvergleich verworfen, sondern können zur Beweissicherung beispielsweise in der Bemautungsvorrichtung BEV oder in dem Abrechnungszentrum ABZ gespeichert werden. Die gespeicherten Daten können dabei nach einem Ringspeicherprinzip über einen vorgebbaren Zeitraum, beispielsweise 2 Monate, erhalten bleiben.

Es können auch laufend Signaturen SIG errechnet und samt Zeitstempel STE und Status der Bemautungsvorrichtung BEV bzw. der Benutzerberechtigung gespeichert werden. Diese Daten können entweder beim nächsten Aufbuchungsvorgang der Wertkarte abgezogen werden oder bei der kommunikationsfähigen Berechnungseinheit OBU permanent oder in vorgebbaren Intervallen an eine Bemautungszentrale übermittelt und von dieser mit geeigneten Methoden (z. B. bekannte mit unmöglichen statistischen Bewegungsprofilen vergleichen etc.) bearbeitet werden, um Schwarzlisten oder andere interessierende Merkmale für den Betrieb des gesamten Mautsystems zu gewinnen.

Weiters ist es ein Verdienst der Erfindung, die Möglichkeit zu schaffen, auf ein online Kommunikationssystem, beispielsweise das GSM-Netz, mit einer fahrzeugexternen Mautleitstelle verzichten zu können. Wodurch eine sehr kostengünstige Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. Mautsystems trotz Beibehaltung der virtuellen Bemautung realisiert werden kann. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die von dem Gesetzgeber geforderte Gleichstellung von online (über die Berechnungseinheit OBU und das Abrechnungszentrum ABZ) und offline (über die Wertkarte WEK) bezahlenden Fahrzeugbetreibern innerhalb der selben Infrastruktur und somit auf einfache Weise ein „duales" Mautsystem verwirklicht werden kann.

PATENTANSPRÜCHE

1. Fahrzeugseitige Bemautungsvorrichtung (BE1) eines Mautsystem (SYS), welches ein Positionsermittlungssystem (PES) zur Ermittlung der Position eines Fahrzeuges (FAR) aufweist, wobei die Bemautungsvorrichtung (BE1) eine Empfangseinheit (EMP) aufweist, die dazu eingerichtet ist, von dem Positionsermittlungssystem (PES) Positionsdaten zu empfangen und an eine Steuerung (ST1) zu übertragen, die dazu eingerichtet ist anhand der Positionsdaten aktuelle Ortskoordinaten (OKO) des Fahrzeuges zu bestimmen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (ST1) dazu eingerichtet ist, eine für eine befahrene Strecke (STR) charakteristische Signatur (SIG) zu berechnen und anhand der Signatur (SIG) festzustellen, ob die befahrene Strecke (STR) mautpflichtig ist, wobei die Steuerung (ST1) weiters dazu eingerichtet ist, für den Fall, dass die befahrene Strecke (STR) mautpflichtig ist, anhand einer in einem Speicher (SPR) abgelegten Benutzerberechtigung (BER) zu überprüfen, ob das Fahrzeug (FAR) zur Benutzung dieser Strecke (STR) berechtigt ist.

2. Bemautungsvorrichtung (BE2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (ST1) dazu eingerichtet ist die Signatur (SIG) in vorgebbaren Zeitintervallen (INT) zu berechnen.

3. Bemautungsvorrichtung (BE2) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Positionsermittlungssystem (PES) ein Satellitennavigationssystem ist.

4. Bemautungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (ST1) dazu eingerichtet ist, die berechnete Signatur (SIG) zur Bestimmung, ob die befahrene Strecke (STR) mautpflichtig ist, mit in einer in einer Speichereinheit (SP1) abgelegten Referenzkarte (RKA) enthaltenen mautpflichtigen Referenzstrecken (RST) zu vergleichen.

5. Bemautungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder mautpflichtigen Strecke in einem vorgebbaren Gebiet je zumindest eine in einer Speichereinheit (SP1) abgelegte Referenzsignatur (REF) zugewiesen ist, und die Steuerung (ST1) dazu eingerichtet ist, aus den aktuellen Orts-Koordinaten (OKO) gewonnene Signatur (SIG) zwecks Ermittlung, ob die befahrene Strecke mautpflichtig ist, mit den Referenzsignaturen (REF) zu vergleichen.

6. Bemautungsvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Referenzsignatur (REF) bzw. jeder Referenzstrecke (RST) je eine vorgebbare Mautgebühr (GEB) zugeordnet ist.

7. Bemautungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Benutzungsberechtigung (BER) ein aufladbares Guthaben ist, wobei die Bemautungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, anfallende Mautgebühren (GEB) von dem Guthaben (GUT) abzubuchen.

8. Bemautungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Benutzungsberechtigung eine Zeitkarte (ZEI) ist, die zur Benutzung zumindest einer mautpflichtigen Strecke innerhalb eines vorgebbaren Zeitraums berechtigt.

9. Bemautungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Benutzungsberechtigung ein Streckenguthaben ist, welches zur Zurücklegung einer vorgebbaren Anzahl von Kilometern auf einer mautpflichtigen Strecken berechtigt, wobei die Bemautungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, die auf mautpflichtigen Strecken zurückgelegte Anzahl von Kilometer von dem Streckenguthaben abzuziehen.

10. Bemautungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (ST1) dazu eingerichtet ist die Signatur (SIG) mit einem Zeitstempel (ZST) zu versehen.

11. Bemautungsvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (ST1) dazu eingerichtet ist, die mit einem Zeitstempel (ZST) versehene Signatur (SIG) für die Dauer eines vorgebbaren Zeitintervalls in einer Speichereinheit (SP2) abzulegen.

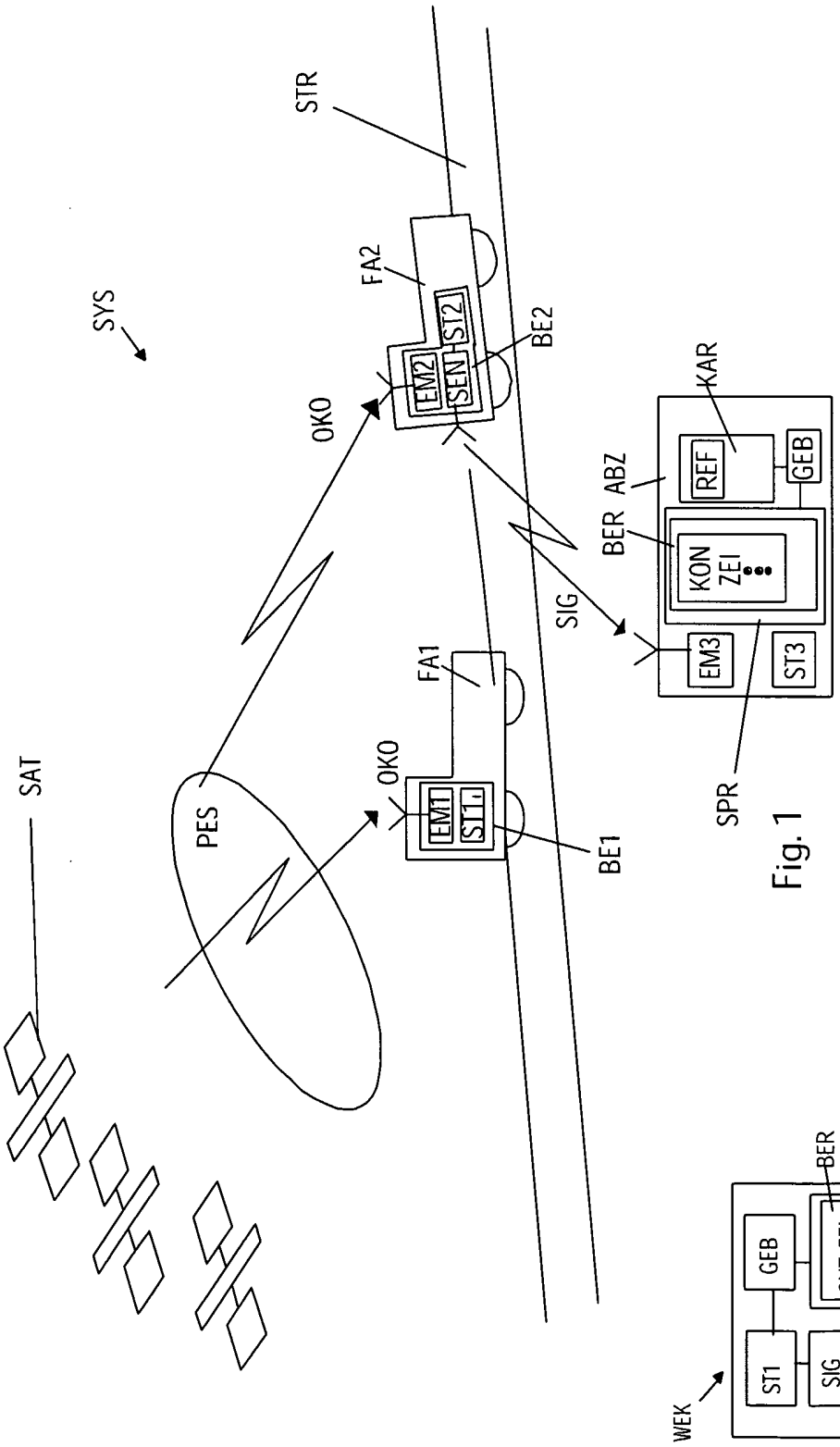

SYS
STR
FA2
BE2
OKO
EM2
SEN
ST2
KAR
ABZ
BER
REF
GEB
KON
ZEI
SIG
EM3
ST3
SPR
FA1
OKO
EM1
ST1
BE1
SAT
PES

Fig. 1

WEK
ST1
SIG
GEB
GUT, ZEI
BER
SPR

Fig. 1a

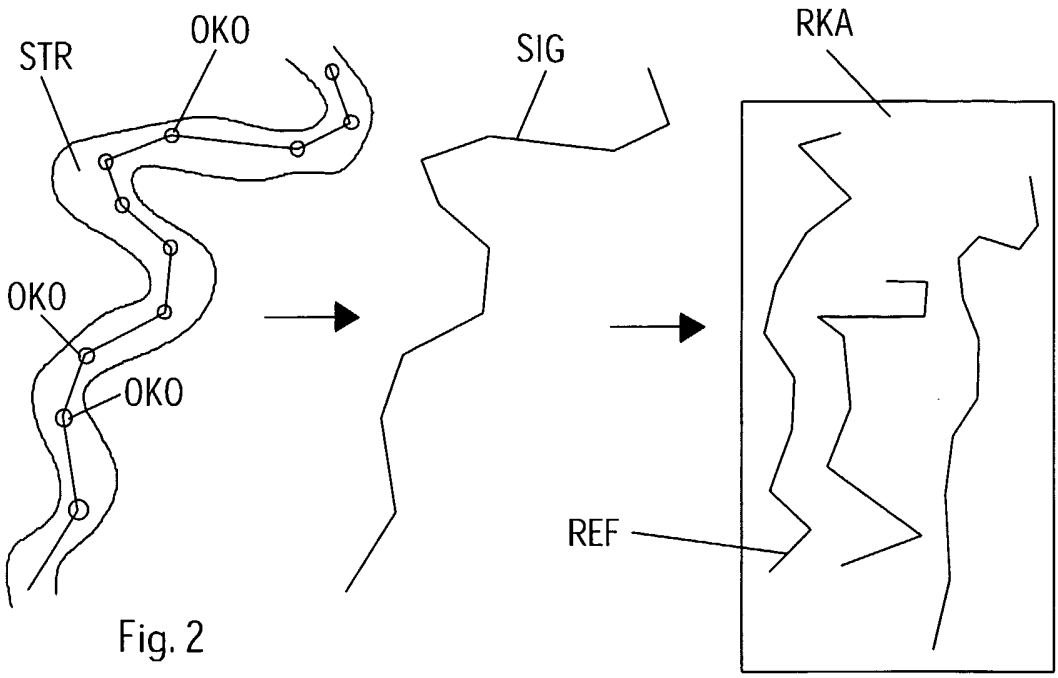


Fig. 2

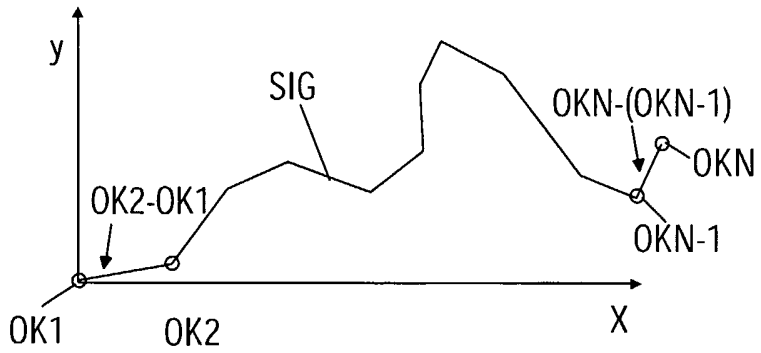


Fig. 3

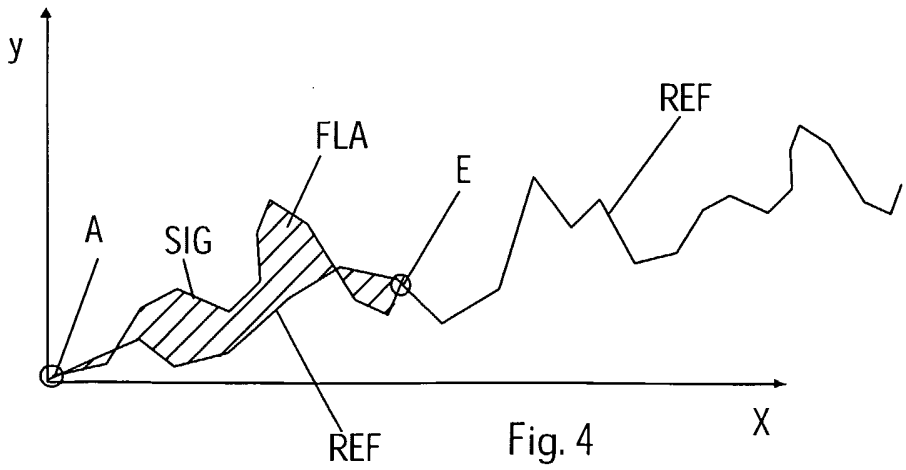


Fig. 4

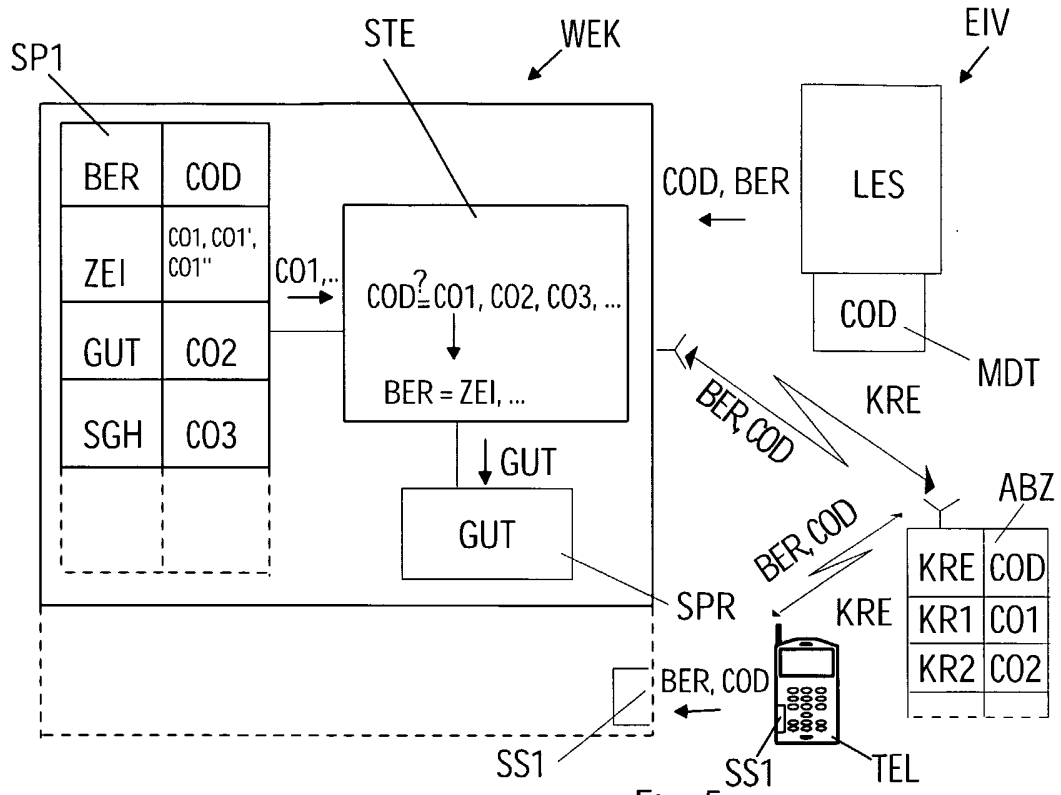


Fig. 5

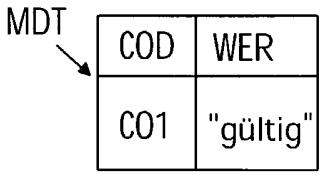


Fig. 6

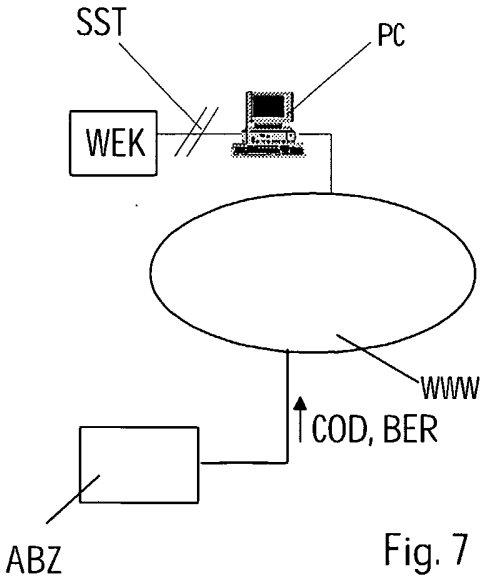


Fig. 7

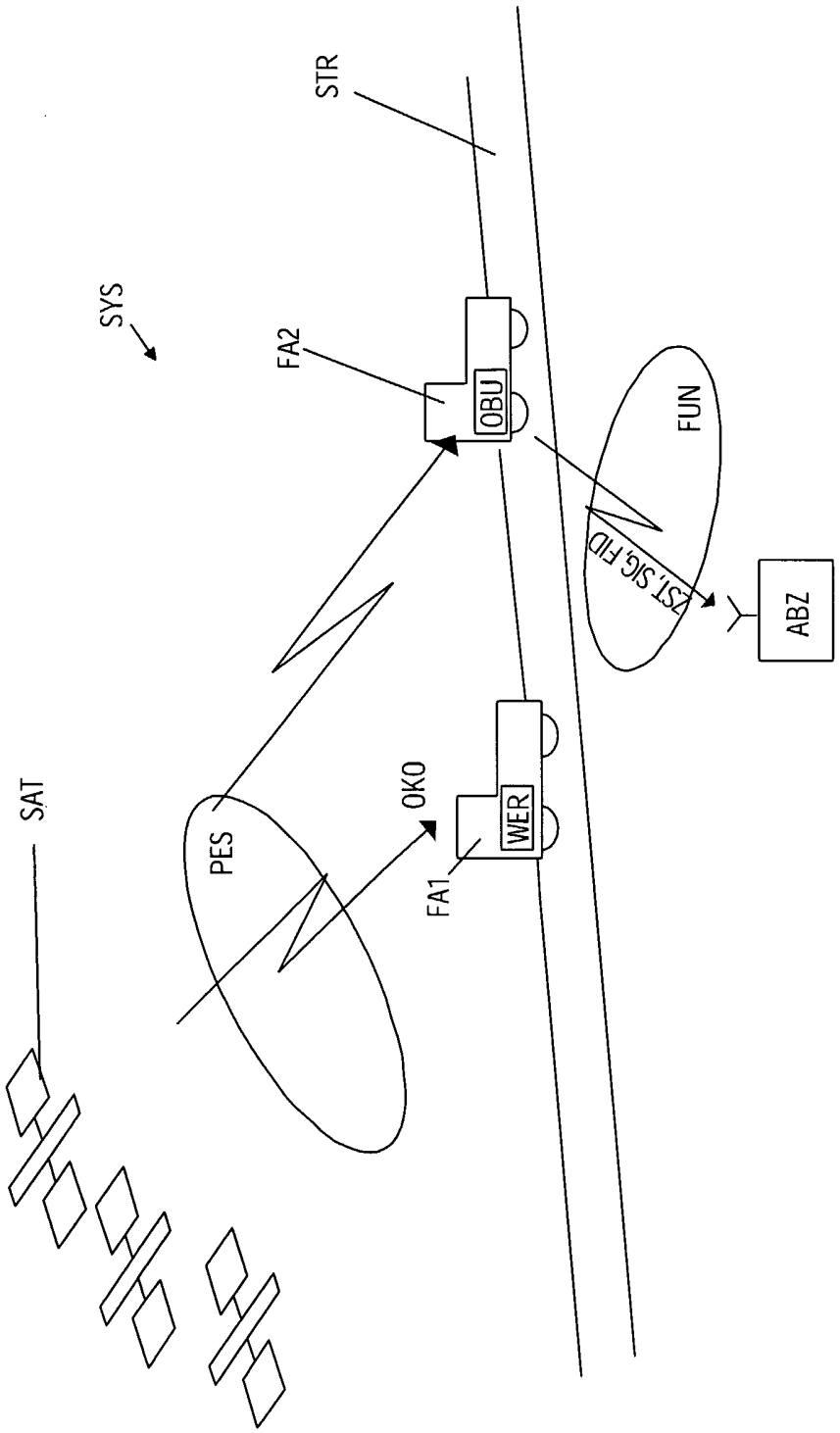


Fig. 8

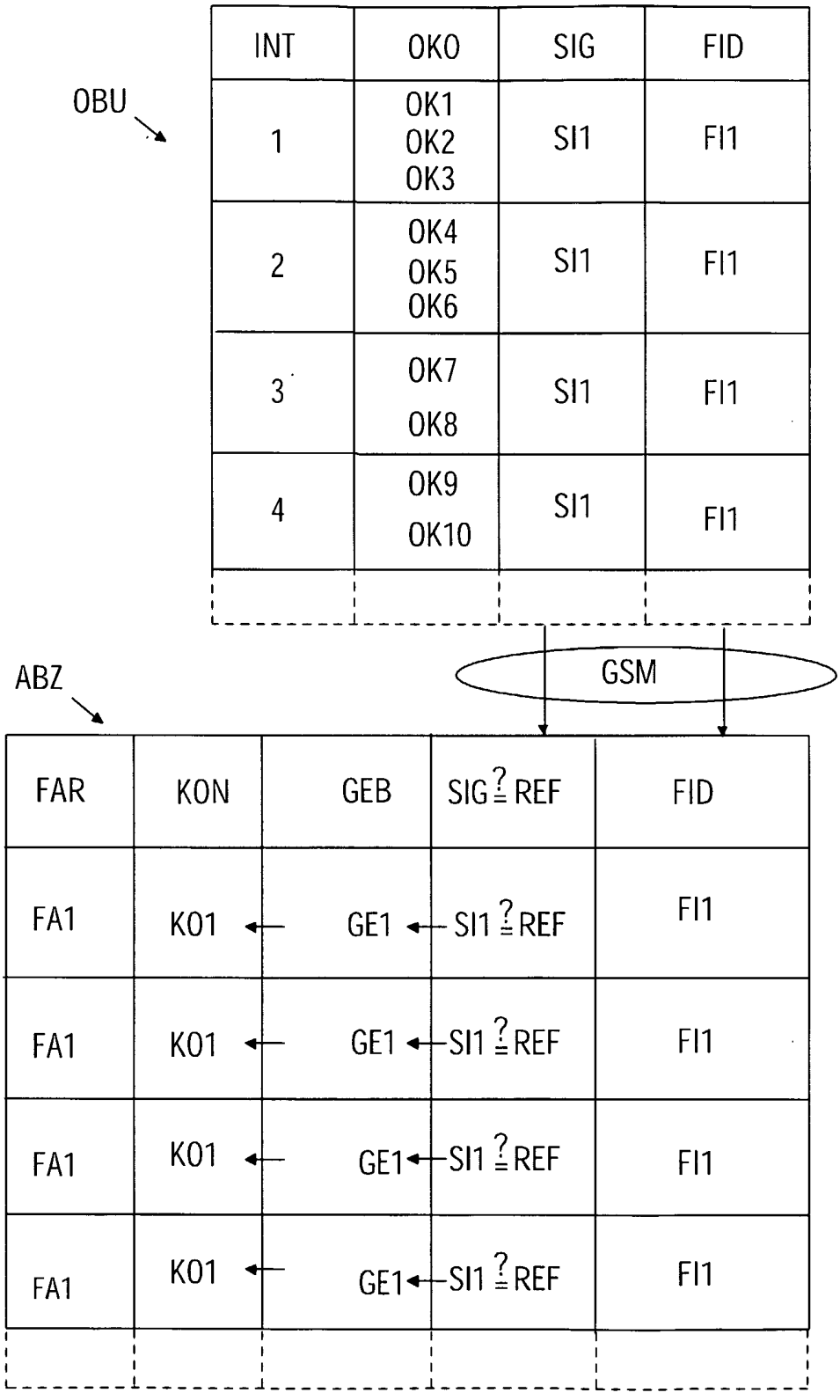

OBU
INT
OKO
SIG
FID
1
OK1
OK2
OK3
SI1
FI1
2
OK4
OK5
OK6
SI1
FI1
3
OK7
OK8
SI1
FI1
4
OK9
OK10
SI1
FI1
GSM
ABZ
FAR
KON
GEB
SIG ? = REF
FID
FA1
KO1
GE1
SI1 ? = REF
FI1
FA1
KO1
GE1
SI1 ? = REF
FI1
FA1
KO1
GE1
SI1 ? = REF
FI1
FA1
KO1
GE1
SI1 ? = REF
FI1

Fig. 9

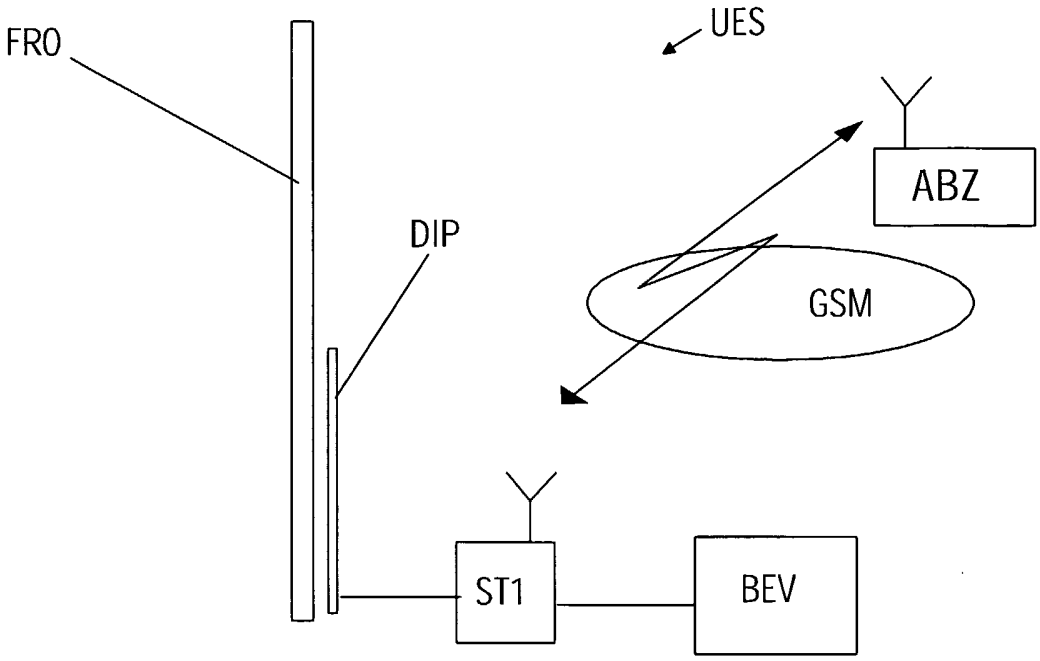


Fig. 10

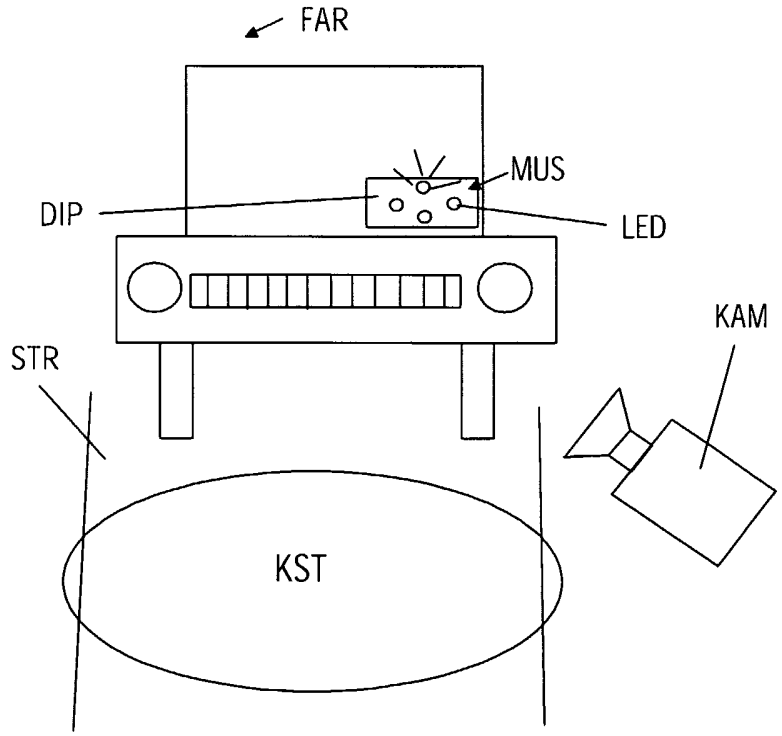


Fig. 11