



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.09.2006 Patentblatt 2006/37**

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

(21) Anmeldenummer: **06004337.9**

(22) Anmeldetag: **03.03.2006**

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

(72) Erfinder:  
• **Robl, Christian, Dr.-Ing.  
94560 Offenberg (DE)**  
• **Freissler, Thomas, Dipl.-Ing. (FH)  
82131 Gauting (DE)**

(30) Priorität: **11.03.2005 DE 102005011412**

(74) Vertreter: **Müller, Thomas  
Patentanwalt  
Müller & Schubert  
Innere Wiener Strasse 13  
81667 München (DE)**

(71) Anmelder: **Vodafone Holding GmbH  
40213 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren und System zum Erfassen eines Objekts**

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Erfassen eines Objektes mit einem satellitengestützten Positionsbestimmungssystem (7), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Übermitteln einer Positionsangabe von einem dem Objekt (6) zugeordneten Endgerät (8) an ein Erfassungssystem, wobei das Erfassungssystem zumindest eine Rechneinheit (9) aufweist und in dem Erfassungssystem zumindest eine digitale Karte eines geographischen Bereiches vorliegt, in der mindestens einer Strecke in dem geographischen Bereich mindestens eine Markierung (1) überlagert ist, die zumindest zwei Definitionspunkte (2, 3) umfasst. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zum Erfassen des Objektes (6) auf der Strecke des geographischen Bereiches eine variable Eintrittsfläche (11, 11') verwendet wird und überprüft wird, ob mindestens ein Definitionspunkt (2, 3) der Markierung (1) in der Eintrittsfläche (11, 11') liegt. Mit der vorliegenden Erfindung können insbesondere Korridore zuverlässig mittels GPS erkannt werden, auch wenn eine eingeschränkte GPS-Verfügbarkeit vorliegt.

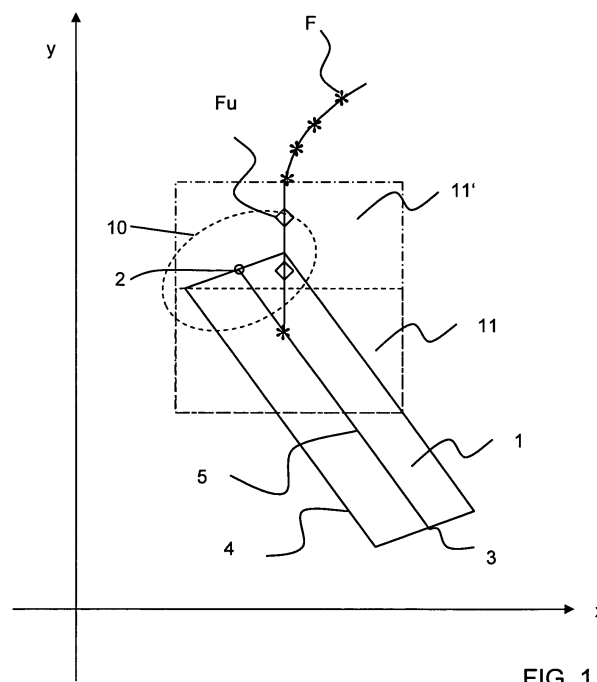


FIG. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Erfassen eines Objektes, insbesondere zum Erfassen der Position eines Objektes in einem geographischen Bereich.

**[0002]** In der DE 101 49 991 A1 ist ein Erfassungssystem für Fahrzeuge mit GPS beschrieben. Bei diesem Verfahren wird von einem Fahrzeug sein empfangenes Koordinatensignal an ein Erfassungssystem übermittelt, wobei ausgewählte Straßenkarten in geeignete Abschnitte unterteilt sind. Jeder Abschnitt ist wiederum in digitale Rechtecksektoren unterteilt, so dass die Koordinaten des jeweils erfassten Fahrzeuges den Rechtecksektoren zugeordnet werden können. Die Länge der Sektoren wird in Abhängigkeit des zu überwachenden Gebietes gewählt. Im Falle einer gebührenpflichtigen Strecke, wie beispielsweise einer Autobahn, kann die Länge der Abschnitte beispielsweise von Ausfahrt zu Ausfahrt gelegt werden. Die Länge der Sektoren in den Abschnitten wird so gewählt, dass diese in den Abschnitt passen und möglichst wenige Sektoren verwendet werden müssen.

**[0003]** Das Erkennen des Einfahrens eines Fahrzeuges in einen Sektor erfolgt bei bekannten Verfahren in der Regel durch die Definition einer Eintrittsfläche um einen vorgegebenen Eintrittspunkt. Die aktuelle Position des Fahrzeuges wird daraufhin überprüft, ob diese in der Eintrittsfläche liegt. Wenn die Zugehörigkeit der aktuellen Position zu der Eintrittsfläche erkannt wird, ist davon auszugehen, dass das Fahrzeug in den Bereich des Sektors eingefahren ist. Dieses Ergebnis wird auch als Erkennen des Sektors bezeichnet.

**[0004]** Der Nachteil dieses Systems und Verfahrens liegt darin, dass ein Fahrzeug bei mangelnder Abdeckung durch das satellitenbasierte Positionsbestimmungssystem in einem Sektor selbst dann nicht erfasst wird, wenn es sich in dem Sektor befindet, nur weil die Eintrittsfläche nicht erfasst wurde.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es somit ein Verfahren und ein System zu schaffen, bei denen ein Objekt auch bei mangelhafter Abdeckung durch ein Positionsbestimmungssystem zuverlässig in einem Abschnitt erfasst werden kann.

**[0006]** Merkmale und Vorteile, die bezüglich des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert werden, gelten -soweit anwendbar- entsprechend für das erfindungsgemäße System und umgekehrt.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass diese Aufgabe gelöst werden kann, indem für die Erfassung eines Objektes in einem geographischen Bereich, beispielsweise auf einer Straße, eine variable Eintrittsfläche verwendet wird.

**[0008]** Die Aufgabe wird insbesondere durch ein Verfahren zum Erfassen eines Objektes mit einem satellitengestützten Positionsbestimmungssystem gelöst, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst. Von einem dem Objekt zugeordneten Endgerät wird eine Positionsangabe an ein Erfassungssystem übermittelt, wobei das Erfassungssystem zumindest eine Rechereinheit aufweist und in dem Erfassungssystem zumindest eine digitale Karte eines geographischen Bereiches vorliegt, in der mindestens einer Strecke in dem geographischen Bereich mindestens eine Markierung überlagert ist, die zumindest zwei Definitionspunkte umfasst. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zum Erfassen des Objektes auf der Strecke des geographischen Bereiches eine variable Eintrittsfläche verwendet wird und überprüft wird, ob mindestens ein Definitionspunkt der Markierung in der Eintrittsfläche liegt.

**[0009]** Als Objekt wird im Sinne dieser Erfindung vorzugsweise ein Fahrzeug, insbesondere ein Kraftfahrzeug, bezeichnet. Der geographische Bereich kann beispielsweise ein Land, eine Stadt oder ein Bezirk sein. Strecken in diesen geographischen Bereichen können insbesondere Straßen, beispielsweise Autobahnen oder Landstraßen, sein. Schließlich kann die Markierung einen so genannten Korridor darstellen, der durch eine Längserstreckung und gegebenenfalls eine Breitenerstreckung definiert wird. Der Korridor kann beispielsweise einen Teil einer Straße, insbesondere einen Autobahnabschnitt zwischen Auf- und Abfahrt, auf der digitalen Karte abdecken. Die Positionsangaben, die an das Erfassungssystem übermittelt werden, werden im Folgenden auch als Fixes bezeichnet.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird eine variable Eintrittsfläche verwendet. Als variable Eintrittsfläche wird im Sinne dieser Erfindung eine Fläche bezeichnet, die für unterschiedliche Positionsangaben unterschiedlich ausgelegt werden kann.

**[0011]** Durch die Verwendung einer solchen variablen Eintrittsfläche kann eine Vielzahl von Vorteilen erzielt werden. Zum einen können Störungen bei der Übermittlung der Positionsangaben Berücksichtigung finden. Weiterhin kann die Eintrittsfläche zur Erkennung von mehr als nur einer Markierung dienen.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Eintrittsfläche bezüglich ihrer Lage variiert. Hierdurch wird es ermöglicht einen Referenzpunkt für die Eintrittsfläche zu wählen, der für die Beurteilung des Erfassens einer Markierung, insbesondere eines Korridors, geeignet ist. Dies ist im Vergleich zu der Fixierung einer Eintrittsfläche an einen in der digitalen Karte vorgegebenen Punkt von Vorteil.

**[0013]** Besonders bevorzugt wird die Lage der Eintrittsfläche in Abhängigkeit der aktuellen gültigen Positionsangaben verändert. Insbesondere wird die aktuelle Positionsangabe als Referenzpunkt für die Eintrittsfläche gewählt, das heißt die Eintrittsfläche um diesen Punkt gelegt. Innerhalb dieser Eintrittsfläche können gegebenenfalls mehrere Definitionspunkte von Markierungen liegen. Somit kann der Eintritt des Fahrzeuges in eine von mehreren Strecken überprüft werden. Erfindungsgemäß wird der Definitionspunkt, insbesondere der Korridor-Startpunkt (Entry-Point), mit dem geringsten Abstand zur aktuellen Positionsangabe, das heißt zur aktuellen GPS-Position, bestimmt. Um ein fälschliches Erfassen einer Markierung zu verhindern, die beispielsweise auftreten kann, wenn ein Fahrzeug eine Strecke, die von

einer Markierung überlagert ist, kreuzt, kann neben dem Abstand zwischen der Positionsangabe und dem Definitionspunkt auch die Bewegungsrichtung des Fahrzeuges, insbesondere die Fahrtrichtung, herangezogen werden. Eine Markierung gilt vorzugsweise nur dann als erkannt, wenn die Differenz zwischen dem Eintrittswinkel in eine Markierung und der Fahrtrichtung unter einem Schwellwert liegt. Die Erkennung der Markierung kann zusätzlich durch Ermittlung des Vorliegens weiterer Fixes in der Markierung überprüft werden bevor die Markierung eindeutig identifiziert wird.

**[0014]** Die Eintrittsfläche wird besonders bevorzugt bezüglich ihrer Größe variiert, insbesondere vergrößert. Hierdurch kann Störungen bei der Ermittlung der Positionsangaben oder bei der Übermittlung der Positionsangaben Rechnung getragen werden. Bei Verwendung eines Verfahrens, bei dem eine fest dimensionierte Fläche um einen Definitionspunkt einer Markierung zur Überprüfung des Eintritts in eine Strecke, insbesondere des Auffahrens auf eine Straße oder des Einfahrens in einen Streckenbereich, verwendet wird, kann es beispielsweise bei mangelnder Abdeckung von GPS-Signalen dazu kommen, dass keine der Positionsangaben in der Fläche liegt, obwohl sich das Fahrzeug auf der Strecke befindet, das heißt ausreichende Positionsangaben in der Markierung vorliegen.

**[0015]** Auch bei Verwendung einer Eintrittsfläche, die zwar statt um den Definitionspunkt der Markierung, insbesondere den Entry-Point des Korridors, um die aktuelle Positionsangabe, gelegt wird, aber eine feste Größe aufweist, kann ein solches Verpassen einer Markierung auftreten. Auch hierbei kann nämlich aufgrund einer mangelnden Abdeckung gegebenenfalls der Definitionspunkt der Markierung außerhalb der fest dimensionierten Fläche liegen. Somit würde auch hier die Markierung nicht erkannt.

**[0016]** Wird hingegen eine variable Fläche verwendet, bei der die Größe der Eintrittsfläche verändert werden kann, insbesondere vergrößert werden kann, so kann auch in den Fällen einer mangelnden Abdeckung eine Markierung zuverlässig erkannt werden. Es ist erfindungsgemäß möglich, dass für zwei oder mehrere Positionsangaben, die aufeinander folgen können jeweils eine Fläche gleicher Größe verwendet wird, das heißt, dass lediglich die Lage der Fläche aber nicht deren Größe variiert wird.

**[0017]** Weiterhin kann die Eintrittsfläche bezüglich ihrer Form variiert werden. Die Form der Eintrittsfläche ist vorzugsweise ein Rechteck. Diese Form ist insbesondere bezüglich der zu speichernden Daten und der Berechnung einer Veränderung der Fläche vorteilhaft. Eine Variation dieser Form der Eintrittsfläche ist beispielsweise die Vergrößerung der Länge und / oder der Breite. Indem die Form der Eintrittsfläche in ihrer Form verändert werden kann, ist es möglich diese in die Richtung zu vergrößern, in der der Bereich einer mangelnden Abdeckung liegt, ohne die Fläche auch in den anderen Richtungen vergrößern zu müssen. Hierdurch kann der Berechnungsaufwand zur Berechnung der Fläche und der Aufwand zur Überprüfung des Vorliegens von Definitionspunkten in der Fläche verringert werden. Somit kann die Rechnerleistung verringert werden.

**[0018]** Die Variation der Form resultiert erfindungsgemäß somit vorzugsweise in einer Eintrittsfläche, die in einer Richtung eine größere Abmessung als in den weiteren Richtungen aufweisen. Besonders bevorzugt ist die Richtung der größten Abmessung der Bewegungsrichtung des Objektes entgegen gesetzt. Hierdurch können Störungen der Positionsermittlung und Übermittlung der Positionsdaten, die vor der aktuell ermittelten Position des Objektes aufgetreten sind, berücksichtigt werden.

**[0019]** Es ist erfindungsgemäß auch möglich, dass für zwei oder mehrere Positionsangaben, die aufeinander folgen können, jeweils eine Fläche gleicher Form verwendet wird, das heißt, dass lediglich die Lage der Fläche und gegebenenfalls deren Größe aber nicht deren Form variiert wird.

**[0020]** Die Variation der Größe der Eintrittsfläche kann durch vorgegebene Schwellwerte begrenzt sein. Es kann somit verhindert werden, dass unrealistische Werte in die Überprüfung der Erfassung einbezogen werden. Vorzugsweise werden ein Minimalwert und ein Maximalwert für die Größe der Fläche festgelegt. Insbesondere der Maximalwert kann einer Minimierung der aufzuwendenden Rechnerleistung dienen.

**[0021]** Das Verfahren umfasst vorzugsweise einen Beurteilungsschritt zum Beurteilen der Gültigkeit der übermittelten Positionsangaben. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass eine Eintrittsfläche nur für Positionen des Objektes berechnet beziehungsweise festgelegt wird, die eine repräsentative Wiedergabe der tatsächlichen Position des Objektes darstellen.

**[0022]** Für die Beurteilung der Gültigkeit der Positionsangaben können die Satellitenübertragung, insbesondere eine Verschlechterung der Genauigkeit (dilation of precision DOP), der Abstand zwischen empfangenen Positionsdaten und/oder die Bewegungsrichtung des Objektes berücksichtigt werden. Insbesondere sind Fixes ungültig, aufgrund mangelnder Verfügbarkeit oder aufgrund von nicht-plausiblen Positionsangaben.

**[0023]** In Abhängigkeit des Ergebnisses des Beurteilungsschrittes der Gültigkeit wird vorzugsweise bestimmt, ob die Eintrittsfläche variiert wird. Wird bei der Überprüfung beispielsweise festgestellt, dass es sich um einen ungültigen Fix handelt, so ist eine Veränderung der für den letzten Fix berechneten Fläche nicht notwendig. In diesem Fall wird der letzte Fix beibehalten, so dass weder die Lage, die Größe noch die Form der Eintrittsfläche geändert wird. In diesem Fall kann auch auf eine erneute Überprüfung des Vorliegens eines Definitionspunktes in der Eintrittsfläche verzichtet werden.

**[0024]** Besonders bevorzugt wird in Abhängigkeit des Ergebnisses des Beurteilungsschrittes der Gültigkeit der Positionsangabe die Größe und/oder die Form der Eintrittsfläche verändert. Besonders bevorzugt wird das Ergebnis des

Beurteilungsschrittes mit dem Ergebnis des zuvor erhaltenen Ergebnisses verglichen.

**[0025]** Stellt sich bei dem Vergleich heraus, dass die aktuelle und die zuletzt erfasste Positionsangabe beide gültig waren, so erfolgt vorzugsweise lediglich eine Änderung der Lage der Eintrittsfläche. Diese wird um den aktuellen Fix gelegt. Die Größe der Fläche und deren Form werden aber gegenüber der zuvor berechneten Fläche nicht verändert.

**[0026]** Stellt sich bei dem Vergleich heraus, dass zwar die zuletzt erfasste Positionsangabe gültig war, die aktuelle Positionsangabe aber ungültig ist, so wird die Eintrittsfläche weder bezüglich der Lage, der Größe noch der Form verändert. Gleiches gilt für den Fall, dass sowohl die aktuelle als auch die zuletzt erfasste Positionsangabe ungültig sind.

**[0027]** Wird schließlich erkannt, dass die zuletzt erfasste Positionsangabe ungültig, die aktuelle Positionsangabe aber gültig ist, so wird die Eintrittsfläche geändert. Dieser aktuelle Fix stellt somit den ersten Fix nach einem Fixausfall dar. Die neue Eintrittsfläche unterscheidet sich dann in der Lage und der Größe sowie vorzugsweise in der Form von der zuletzt berechneten Eintrittsfläche.

**[0028]** Durch Berücksichtigung der Gültigkeit bei der Festlegung der Größe der Eintrittsfläche kann diese auf eventuell vorliegende Störungen bei der Ermittlung der Position des Objektes durch das Positionsermittlungssystem angepasst werden.

**[0029]** Die Abmessung der Eintrittsfläche wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beim Erfassen einer gültigen Positionsangabe und mindestens einer zuvor erfassten ungültigen Positionsangabe durch den Abstand zwischen der aktuellen gültigen Positionsangabe und der letzten zuvor empfangenen gültigen Positionsangabe bestimmt.

**[0030]** Auf diese Weise wird gewährleistet, dass der Ausfallbereich durch die Eintrittsfläche abgedeckt ist und somit keine Definitionspunkte von Markierungen verpasst werden, die während des Ausfalls passiert wurden. Auch für die Berücksichtigung der ersten Positionsangabe nach dem Anschalten des Endgerätes kann diese Ausführungsform vorteilhaft sein. Bei dieser letztgenannten Variante kann der letzte vor dem Abschalten des Endgerätes empfangene gültige Fix gespeichert werden und der Abstand zwischen diesem gespeicherten Fix und dem ersten gültigen Fix nach dem Anschalten des Endgerätes als Abstand verwendet werden, um den die Fläche vergrößert wird. Es ist aber auch möglich für die Berechnung der Größe der Eintrittsfläche die Zeit vom Einschalten des Endgerätes bis zum ersten gültigen Fix als Bestimmungsgröße zu verwenden. Hierbei wird für jeden fehlenden Fix ab dem Einschalten der ein fiktiver Abstand aufsummiert. Der fiktive Abstand kann beispielsweise in Abhängigkeit der maximal erreichbaren Strecke pro Zeiteinheit bestimmt werden. Beim Erhalt des ersten gültigen Fixes kann die statisch berechnete Fläche um diesen aufsummierten Abstand in alle Richtungen vergrößert werden. Durch diese Art der Rückkalkulation von dem Erhalt des ersten Fixes nach dem Einschalten des Endgerätes ist ein Speichern des letzten Fixes vor dem Abschalten des Endgerätes nicht notwendig.

**[0031]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird besonders bevorzugt zur Ermittlung einer Streckennutzung durch ein Fahrzeug verwendet. Bei dieser Anwendung ist das zuverlässige Erkennen einer Markierung von besonderer Bedeutung. Wird eine Markierung erkannt, das heißt fährt das Fahrzeug in eine Strecke ein, so kann eine für die Nutzung der Strecke anfallende Gebühr erhoben werden. Diese Gebührenerhebung wird mit der vorliegenden Erfindung auch in Fällen der zeitweiligen Abschattung der GPS-Antenne des Empfängers an dem Fahrzeug oder anderweitiger Störungen zuverlässig ermöglicht.

**[0032]** Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein System zum Erfassen eines Objektes mit einem satellitengestützten Positionsbestimmungssystem, wobei das Erfassungssystem zumindest eine Rechneinheit aufweist, die mit einem dem Objekt zugeordneten Endgerät zumindest zeitweise zur Übermittlung von empfangenen Positionsangaben in Kommunikationsverbindung steht und die Rechneinheit einen Speicher umfasst, in dem eine digitale Straßenkarte eines geographischen Bereiches vorliegt, in der mindestens einer Strecke in dem geographischen Bereich mindestens eine Markierung überlagert ist, die zumindest zwei Definitionspunkte umfasst. Das System zeichnet sich dadurch aus, dass das Erfassungssystem eine Berechnungseinheit zum Berechnen einer Eintrittsfläche und eine Überprüfungseinheit zum Überprüfen der Zugehörigkeit eines Definitionspunktes zu der Eintrittsfläche aufweist.

**[0033]** Indem in dem System eine Berechnungseinheit vorgesehen ist, wird es möglich die Eintrittsflächen für die jeweils aktuellen Positionsangaben zu berechnen. Dies ist bei einem System des Standes der Technik, bei dem die Eintrittsfläche fest um den Definitionspunkt einer Markierung gelegt ist, nicht möglich.

**[0034]** Gemäß einer Ausführungsform ist in der Berechnungseinheit ein Schaltelement vorgesehen, das zur Umschaltung zwischen einer dynamischen Berechnung der Fläche und einer statischen Berechnung der Fläche dient.

**[0035]** Als statische Berechnung der Fläche wird die Berechnung bezeichnet, bei der lediglich die der Lage der Eintrittsfläche zu einer davor berechneten Eintrittsfläche geändert wird. Die Größe der Fläche und deren Form werden aber gegenüber der zuvor berechneten Fläche nicht verändert.

**[0036]** Als dynamische Berechnung der Fläche wird die Berechnung bezeichnet, bei der die Lage und die Größe sowie vorzugsweise auch die Form zu einer davor berechneten Eintrittsfläche geändert wird.

**[0037]** Durch das Vorsehen eines Schaltelementes zwischen diesen beiden Berechnungsarten, kann die erforderliche Rechnerleistung minimiert werden.

**[0038]** Das Erfassungssystem umfasst vorzugsweise eine Beurteilungseinheit zum Beurteilen der Gültigkeit einer

## EP 1 701 322 A2

Positionsangabe und die Beurteilungseinheit ist mit der Berechnungseinheit verbunden.

**[0039]** Durch die Verbindung der Beurteilungseinheit mit der Berechnungseinheit kann die Umschaltung zwischen einer dynamischen und einer statischen Berechnung aufgrund der erkannten Gültigkeit oder Ungültigkeit und gegebenenfalls aufgrund der Änderung von Gültigkeit auf Ungültigkeit und umgekehrt erfolgen.

**[0040]** Die Einheiten und Elemente des erfindungsgemäßen Systems können zumindest teilweise zusammengefasst sein. Die Elemente und Einheiten des Systems können zumindest teilweise als Software-Programm ausgestaltet sein.

**[0041]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Figuren erneut erläutert.  
Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung von GPS-Fixes in einem Koordinaten-System mit Markierung;

Figur 2: eine schematische Darstellung eines GPS-Fixes in einem Koordinaten-System;

Figur 3: eine schematische Darstellung eines Gültigkeitsbereiches für Fixes für eine Geschwindigkeit des Empfängers;

Figur 4: schematische Darstellung eines Statecharts des Umschaltprozesses; und

Figur 5: eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Systems.

**[0042]** In Figur 1 ist ein Koordinatensystem gezeigt, in dem die Koordinaten eines geographischen Bereichs in Form einer digitalen Karte (nicht dargestellt) hinterlegt sein können. In digitalen Karten können bestimmten Strecken, insbesondere Straßen, zur Identifizierung Markierungen 1 überlagert werden. Eine solche Markierung 1 ist in Figur 1 dargestellt. Diese Markierung 1 stellt einen so genannten Korridor dar und wird im Folgenden auch als solcher bezeichnet. Der Korridor 1 wird durch zwei Definitionspunkte 2, 3 angegeben, zwischen denen eine Polygonzug 5, insbesondere eine Gerade, verläuft. Weiterhin ist dem Korridor 1 eine Breite 4 zugeordnet. Auf diese Weise umschließt ein Korridor 1 im Wesentlichen einen rechteckigen Bereich in dem Koordinatensystem, der einem Abschnitt einer Strecke, insbesondere einem Autobahnabschnitt zwischen Auffahrt und Abfahrt, (nicht dargestellt) überlagert werden kann.

**[0043]** Einer der Definitionspunkte 2, 3 der Markierung stellt den Startpunkt 2 oder Entry-Point des Korridors 1 und der zweite Definitionspunkt 3 stellt den Endpunkt des Korridors 1 dar.

**[0044]** Ein Objekt 6 (siehe Figur 5), insbesondere ein Fahrzeug, das sich in dem geographischen Bereich bewegt, kann unter Verwendung eines Positionsermittlungssystems 7 erfasst werden. Bevorzugt wird ein satellitengestütztes Positionsermittlungssystem 7, insbesondere GPS (Global Positioning System) verwendet. Bei einem solchen Positionsermittlungssystem 7 werden von einem an oder in dem Fahrzeug 6 vorgesehenen Endgerät 8, das auch als On-Board-Unit (OBU) bezeichnet wird, Satellitensignale empfangen und daraus eine Positionsangabe ermittelt. Diese Positionsangaben werden von dem Endgerät 8 an eine zentrale Rechneinheit 9 übermittelt und können dort weiter verarbeitet werden.

**[0045]** Die von dem Endgerät 8 übermittelten Positionsangaben, die auch als Fixes bezeichnet werden, können in dem Koordinatensystem, das in Figur 1 gezeigt ist, als Punkte festgehalten werden. In der Figur 1 sind mehrere Fixes  $F_u$ ,  $F$  gezeigt, aus denen sich der von dem Fahrzeug 6 zurückgelegte Weg erkennen lässt.

**[0046]** Fährt das Fahrzeug 6 auf eine Strecke auf, die durch einen Korridor 1 markiert ist, so soll dieses Auffahren erkannt werden. Hierdurch kann beispielsweise das Einfahren eines Kraftfahrzeuges 6 in einen gebührenpflichtigen Bereich erkannt werden. In diesem Fall ist der Korridor 1 dem gebührenpflichtigen Bereich überlagert.

**[0047]** Die Genauigkeit der Positionsangaben, die mit einem GPS-System 7 erhalten werden können ist relativ hoch. Dennoch ist es aufgrund der Toleranzen der Genauigkeit und der Tatsache, dass ein Fahrzeug 6 eine Fahrbahn nicht nur auf einer Fahrlinie befahren kann, relativ unwahrscheinlich, dass beim Einfahren in eine Strecke ein Fix  $F$  exakt den Koordinaten des Start-Punktes 2 des Korridors 1 entspricht. Da das Fahrzeug 6 aber tatsächlich in den Korridor 1 einfährt, muss dies erkannt werden. Das Erkennen des Einfahrens in einen Korridor 1 wird auch als Erkennen des Korridors 1 bezeichnet.

**[0048]** Um den Toleranzen der Genauigkeit und der Fahrtrahne eines Fahrzeuges auf einer Fahrbahn Rechnung tragen zu können, kann eine Fläche 10 definiert werden, die um den Start-Punkt 2 des Korridors 1 liegt. Diese Fläche 10 entsprechend dem Stand der Technik ist in der Figur 1 als gestrichelte Linie gezeigt. Bei dieser Fläche handelt es sich um eine Kreisfläche, deren Mittelpunkt der Entry-Point 2 des Korridors 1 ist. Die Größe der Fläche 10 wird durch einen vorgegebenen Wert, insbesondere den Radius, bestimmt.

**[0049]** Bei einem GPS-System 7 kann es aufgrund einer zeitweiligen Abschirmung des GPS-Empfängers 8 oder aufgrund anderer Umstände, die unter Bezugnahme auf Figur 3, erläutert werden, dazu kommen, dass einige Positionsangaben des Fahrzeuges 6 nicht erfasst werden oder ungültig sind. Diese Positionsangaben  $F_u$ , die auch als ungültiger Fix bezeichnet werden, sind in Figur 1 durch Rauten dargestellt. Erst nach der Beendigung der Abschirmung

oder des Fix-Ausfalls aus anderen Gründen, wird wieder ein gültiger Fix F erfasst. In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform liegt dieser erste gültige Fix F nach dem Ausfall in dem Korridor 1 aber außerhalb der um den Entry-Point 2 des Korridors gelegten Fläche 10. Somit würde, obwohl das Fahrzeug 6 die dem Korridor 1 zugeordnete Strecke befährt, der Korridor 1 nicht erkannt werden.

5 **[0050]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann diese Situation nicht eintreten. Wie in dem Ausführungsbeispiel in Figur 1 gezeigt, wird erfindungsgemäß eine Eintrittsfläche 11 um den ersten gültigen Fix F nach einem Fixausfall gelegt. Die Fläche 11 weist die Form eines Rechtecks auf und kann dadurch mit geringem Datenaufwand beschrieben werden. Nach einem Fix-Ausfall wird die Eintrittsfläche 11 dynamisch berechnet. Hierzu wird von einer vorgegebenen Flächengröße ausgehend die Größe der Fläche 11 vergrößert. Insbesondere wird die Fläche 11 in der der Fahrtrichtung R (siehe Figur 2) entgegen gesetzten Richtung soweit vergrößert, dass der letzte vor dem Fix-Ausfall aufgenommene gültige Fix F auf der Kante der neuen Eintrittsfläche 11' liegt. In dieser Fläche 11' liegt in der Figur 1 ebenfalls der Startpunkt 2 des Korridors 1. Auf diese Weise wird in der Konstellation der Figur 1 der Eintritt in den Korridor 1 trotz des Fix-Ausfalls erkannt.

10 **[0051]** Die dynamische Vergrößerung der Eintrittsfläche ist in Figur 2 erneut schematisch dargestellt. Figur 2 zeigt einen Fix F in dem Koordinatensystem mit einer um diesen Fix F definierten Eintrittsfläche 11. Diese Eintrittsfläche 11 ist durch einen Koordinatenpunkt, sowie deren Erstreckung in x-Richtung und in y-Richtung definiert. Das Fahrzeug 6 bewegt sich aus der Position, die durch den Fix F angegeben ist, in der durch den Pfeil R dargestellten Fahrtrichtung. Wird ein Fixausfall erkannt, so wird die Eintrittsfläche 11 entgegengesetzt zu der Fahrtrichtung vergrößert. Diese dynamisch vergrößerte Eintrittsfläche 11' ist durch die gestrichelte Linie angegeben.

15 **[0052]** In dem Fall einer hundertprozentigen GPS-Abdeckung und der Gültigkeit der empfangenen Fixes ist diese dynamische Vergrößerung nicht notwendig. Vielmehr wird in diesem Fall eine statische Eintrittsfläche 11 mit konstanter Flächengröße verwendet und um den jeweiligen Fix F gelegt. Aus Gründen der Optimierung wird hierbei ebenfalls eine Rechteckfläche verwendet.

20 **[0053]** Während hundertprozentiger GPS-Verfügbarkeit bleibt die Dimension der Eintrittsfläche 11 somit fest auf einen parametrierbaren, das heißt vorgegebenen Wert, beispielsweise 100m. Sinkt allerdings die GPS-Verfügbarkeit, so kann bei dem ersten gültigen Fix F nach Fixausfällen die Eintrittsfläche 11 in Abhängigkeit der letzten gültigen und der aktuellen gültigen Position in entgegen gesetzter Fahrtrichtung R vergrößert werden und so die Fläche 11' erhalten werden. In Fahrtrichtung R bleibt die Dimension der Eintrittsfläche 11' gegenüber der statischen Eintrittsfläche 11 unverändert. Eine Eintrittsfläche 11 wird allerdings nur bis zu einem einstellbaren Wert, beispielsweise 1000m vergrößert. Wird innerhalb einer so vergrößerten Eintrittsfläche 11' ein Korridor-Startpunkt 2 gefunden, der im geringsten Abstand zu dem Fix F liegt und bei dem zudem die Differenz aus Eintrittswinkel und Fahrtrichtung unter einem Schwellwert liegt, so wird der dazu gehörige Korridor 1 erkannt. Die Erkennung des Korridors 1 kann zusätzlich durch Ermittlung des Vorliegens weiterer Fixes F in dem Korridor 1 überprüft werden bevor er eindeutig identifiziert wird. Die GPS-Positionen beziehungsweise Fixes F müssen hierbei innerhalb eines vorgegebenen Abstandes zu dem als Polygonzug 5 model-

25 **[0053]** Während hundertprozentiger GPS-Verfügbarkeit bleibt die Dimension der Eintrittsfläche 11 somit fest auf einen parametrierbaren, das heißt vorgegebenen Wert, beispielsweise 100m. Sinkt allerdings die GPS-Verfügbarkeit, so kann bei dem ersten gültigen Fix F nach Fixausfällen die Eintrittsfläche 11 in Abhängigkeit der letzten gültigen und der aktuellen gültigen Position in entgegen gesetzter Fahrtrichtung R vergrößert werden und so die Fläche 11' erhalten werden. In Fahrtrichtung R bleibt die Dimension der Eintrittsfläche 11' gegenüber der statischen Eintrittsfläche 11 unverändert. Eine Eintrittsfläche 11 wird allerdings nur bis zu einem einstellbaren Wert, beispielsweise 1000m vergrößert. Wird innerhalb einer so vergrößerten Eintrittsfläche 11' ein Korridor-Startpunkt 2 gefunden, der im geringsten Abstand zu dem Fix F liegt und bei dem zudem die Differenz aus Eintrittswinkel und Fahrtrichtung unter einem Schwellwert liegt, so wird der dazu gehörige Korridor 1 erkannt. Die Erkennung des Korridors 1 kann zusätzlich durch Ermittlung des Vorliegens weiterer Fixes F in dem Korridor 1 überprüft werden bevor er eindeutig identifiziert wird. Die GPS-Positionen beziehungsweise Fixes F müssen hierbei innerhalb eines vorgegebenen Abstandes zu dem als Polygonzug 5 model-

30 **[0054]** Das Umschalten von einer statischen zu einer dynamischen Eintrittsfläche erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgrund der Gültigkeit der Fixes F,  $F_u$ . Der Umschaltprozess ist in Figur 4 schematisch durch ein Statechart dargestellt. Die Bezeichnung, beziehungsweise das Event, "new-fix" zeigt an, dass ein neuer Fix F,  $F_u$  vorliegt. Ist dieser Fix F gültig (valid=1), so erfolgt keine Umschaltung (switch=0). Für diesen Fix F wird daher eine statische Eintrittsfläche berechnet. Wird hingegen ein ungültiger Fix  $F_u$  erkannt, so wird die GPS-Position des letzten gültigen Fixes F gehalten. In diesem Fall erfolgt dann aber eine Umschaltung auf eine dynamische Berechnung der Eintrittsfläche 11. Bei dieser dynamischen Berechnung wird zunächst, die Position, des letzten gültigen Fixes F so lange gehalten, insbesondere gespeichert wird, bis erneut ein gültiger Fix F erfasst wird.

35 **[0055]** Gleichzeitig wird mit jedem ungültigen Fix  $F_u$  die Position des letzten ungültigen Fix mit dem neuen ungültigen Fix überschrieben. Zu dem Zeitpunkt, zu dem erneut ein gültiger Fix erhalten wird, wird dann die Eintrittsfläche 11' durch Differenzbildung zwischen den x- und y-Koordinaten des letzten gültigen Fixes und der aktuellen Position, das heißt des aktuellen gültigen Fixes, berechnet. Nach dieser dynamisch berechneten Eintrittsfläche 11' wird, sofern der nächste erhaltene Fix F einen gültigen Fix darstellt, erneut auf eine statische Berechnung der Fläche 11 umgeschaltet.

40 **[0056]** Bei der dynamischen Berechnung der Fläche 11' wird neben der ermittelten Differenz zwischen den Koordinaten des letzten gültigen Fixes F und des aktuellen gültigen Fixes F eine Mindestgröße und eine Maximalgröße der Fläche berücksichtigt. Die Mindestgröße entspricht der bei der statischen Berechnung zugrunde gelegte Größe.

45 **[0057]** Zudem kann die Größe der Eintrittsfläche 11 bei der dynamischen Berechnung nur in die Richtung, die entgegen der Fahrtrichtung liegt, vergrößert werden. Die Vergrößerung der Fläche 11 in alle Richtungen kann insbesondere für den Fall der so genannten Time-to-first-Fix verwendet werden. In diesem Fall stellt der letzte gültige Fix F den Fix dar, der vor dem Abschalten des Endgerätes 8, insbesondere des OBU erfasst und gespeichert wurde. Bei dem ersten nach dem Anschalten der OBU 8 erfassten Fix F ist noch keine Richtung bekannt. Um während der "Time to first fix" beim Anschalten der OBU 8 keine Korridore zu verpassen, muss die Eintrittsfläche 11' in alle Richtungen pro fehlendem Fix

50 **[0056]** Bei der dynamischen Berechnung der Fläche 11' wird neben der ermittelten Differenz zwischen den Koordinaten des letzten gültigen Fixes F und des aktuellen gültigen Fixes F eine Mindestgröße und eine Maximalgröße der Fläche berücksichtigt. Die Mindestgröße entspricht der bei der statischen Berechnung zugrunde gelegte Größe.

55 **[0057]** Zudem kann die Größe der Eintrittsfläche 11 bei der dynamischen Berechnung nur in die Richtung, die entgegen der Fahrtrichtung liegt, vergrößert werden. Die Vergrößerung der Fläche 11 in alle Richtungen kann insbesondere für den Fall der so genannten Time-to-first-Fix verwendet werden. In diesem Fall stellt der letzte gültige Fix F den Fix dar, der vor dem Abschalten des Endgerätes 8, insbesondere des OBU erfasst und gespeichert wurde. Bei dem ersten nach dem Anschalten der OBU 8 erfassten Fix F ist noch keine Richtung bekannt. Um während der "Time to first fix" beim Anschalten der OBU 8 keine Korridore zu verpassen, muss die Eintrittsfläche 11' in alle Richtungen pro fehlendem Fix

$F_u$  vergrößert werden. Es ist aber auch möglich für die Berechnung der Größe der Eintrittsfläche 11' die Zeit vom Einschalten der OBU 8 bis zum ersten gültigen Fix F als Bestimmungsgröße zu verwenden. Hierbei wird für jeden fehlenden Fix  $F_u$  ab dem Einschalten der OBU 8 ein fiktiver Abstand aufsummiert. Der Abstand kann beispielsweise in Abhängigkeit der maximal erreichbaren Strecke pro Zeiteinheit bestimmt werden. Wird beispielsweise von einer Geschwindigkeit vom 50m/s ausgegangen und jede Sekunde das Vorliegen eines Fixes F,  $F_u$  überprüft, so muss pro fehlendem Fix  $F_u$  ein Abstand von 50m angenommen werden. Beim Erhalt des ersten gültigen Fixes kann die statisch berechnete Fläche um diesen aufsummierten Abstand in alle Richtungen vergrößert werden. Durch diese Art der Rückkalkulation von dem Erhalt des ersten Fixes F nach dem Einschalten des OBU 8 ist ein Speichern des letzten Fixes F vor dem Abschalten des OBU 8 nicht notwendig.

**[0058]** Die Beurteilung, ob es sich bei einem empfangenen Fix um einen gültigen Fix handelt, kann durch einen Filter durchgeführt werden. Fixes werden ungültig aufgrund einer mangelnden Verfügbarkeit oder aufgrund von nicht plausiblen GPS-Daten.

**[0059]** Zur Filterung kann ein Zulässigkeitsbereich für einen Fix F' definiert werden, der zeitlich nach einem Fix F erhalten wird. Der in Figur 3 dargestellte Zulässigkeitsbereich 12 trifft für geringe Geschwindigkeiten bei dem Fix F', insbesondere für Geschwindigkeiten unterhalb eines Geschwindigkeitsschwellwertes zu. Wie sich aus der Figur 3 entnehmen lässt, kann bei diesen Geschwindigkeiten ein Fix F', der in unmittelbarer Nähe 2 des zuvor aufgenommenen Fixes F' liegt, gültig sein. Dies stellt den so genannten Kriechfall dar, in dem sich ein Fahrzeug mit sehr geringer Geschwindigkeit bewegt. Um aber dennoch Fixes ausschließen zu können, die aufgrund von Störungen oder dem für GPS-Systeme typischen Rauschen, erfasst würden, ist in unmittelbarer Nähe des ersten Fixes F der Zulässigkeitsbereich auf einen Winkelbereich  $2\alpha$  beschränkt, der um die Fahrtrichtung R, des Fahrzeuges bei dem ersten Fix F liegt. Erst ab einem unteren Grenzwert, der den minimalen Fixabstand 13 beschreibt, kann der nächste Fix F' in einer beliebigen Richtung um den ersten Fix F liegen. Aufgrund der Geschwindigkeit, die für den Zulässigkeitsbereich 12 zugrunde gelegt wird, kann auch ein maximaler Abstand 14 definiert werden. Ist der Abstand zwischen Fix F und Fix F' größer als der Maximalwert, so ist der Fix F' ungültig.

**[0060]** Bei einer Geschwindigkeit über der Mindestgeschwindigkeit ist ein Kriechverhalten des Fahrzeuges ausgeschlossen, so dass der Winkelbereich um die Fahrtrichtung R in unmittelbarer Nähe des Fixes F nicht zu dem Zulässigkeitsbereich 12 zählt.

**[0061]** Es ist allerdings auch möglich, dass ein Fix F', der bei einer Geschwindigkeit unterhalb der Mindestgeschwindigkeit oder bei darüber liegender Geschwindigkeit, erfasst wird, als zulässig erkannt wird, obwohl er außerhalb des in der Figur 3 gezeigten Zulässigkeitsbereiches 12 liegt, insbesondere einen größeren Abstand, als den Maximalabstand 14 zu dem Fix F aufweist. Dies ist der Fall, wenn die Geschwindigkeit des zuvor aufgenommenen Fixes F größer als die Mindestgeschwindigkeit ist. Hierdurch kann eine zeitweilige Abschirmung des Empfängers, was insbesondere bei einer Tunnelfahrt der Fall ist, berücksichtigt werden. Entspricht der aufgenommene Fix F dem letzten vor dem Eintritt in den Tunnel aufgenommenen Fix, so wird der nächste Fix F', der erfasst wird, der erste Fix sein, der nach dem Verlassen des Tunnels verfügbar ist. Dieser Fix F' wird aber in der Regel außerhalb des für normales Fahren definierten Zulässigkeitsbereiches 12 liegen. Da die Geschwindigkeit des Fixes F bei der Einfahrt in den Tunnel über der Mindestgeschwindigkeit liegt, kann diese Situation erkannt werden und der außerhalb des Zulässigkeitsbereiches 12 liegende Fix als zulässig oder zumindest als gültig erkannt werden.

**[0062]** Als Bedingung für einen gültigen GPS-Fix wird zudem die Qualität des Fixes, das heißt gegebenenfalls herrschende Einflüsse von Satellitenkonstellationen Reflexionen berücksichtigt.

**[0063]** Der Phasengang der Filterung der Fixes bezüglich deren Gültigkeit kann so gewählt werden, dass der Filterausgang noch eine gültige GPS-Position berechnen kann, obwohl der eigentliche GPS-Fix schon nicht mehr gültig ist.

**[0064]** Mit der vorliegenden Erfindung können somit Korridore zuverlässig mittels GPS erkannt werden, auch wenn eine eingeschränkte GPS-Verfügbarkeit vorliegt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen eines Objektes mit einem satellitengestützten Positionsbestimmungssystem (7), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Übermitteln einer Positionsangabe von einem dem Objekt (6) zugeordneten Endgerät (8) an ein Erfassungssystem, wobei das Erfassungssystem zumindest eine Rechneinheit (9) aufweist und in dem Erfassungssystem zumindest eine digitale Karte eines geographischen Bereiches vorliegt, in der mindestens einer Strecke in dem geographischen Bereich mindestens eine Markierung (1) überlagert ist, die zumindest zwei Definitionspunkte (2, 3) umfasst,

**dadurch gekennzeichnet, dass** zum Erfassen des Objektes (6) auf der Strecke des geographischen Bereiches eine variable Eintrittsfläche (11, 11') verwendet wird und überprüft wird, ob mindestens ein Definitionspunkt (2,

## EP 1 701 322 A2

3) der Markierung (1) in der Eintrittsfläche (11, 11') liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsfläche (11) bezüglich ihrer Lage, ihrer Größe und/oder ihrer Form variiert wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen Beurteilungsschritt zum Beurteilen der Gültigkeit der übermittelten Positionsangaben (F, F<sub>U</sub>) umfasst.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit des Ergebnisses des Beurteilungsschrittes der Gültigkeit bestimmt wird, ob die Eintrittsfläche (11) variiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsfläche (11') in einer Richtung eine größere Abmessung als in den weiteren Richtungen aufweist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtung der größten Abmessung der Bewegungsrichtung (R) des Objektes (6) entgegen gesetzt ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Variation der Größe der Eintrittsfläche (11, 11') durch vorgegebene Schwellwerte begrenzt ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe und/oder Form der Eintrittsfläche (11') beim Erfassen einer gültigen Positionsangabe (F) und mindestens einer zuvor erfassten ungültigen Positionsangabe (F<sub>U</sub>) durch den Abstand zwischen der aktuellen gültigen Positionsangabe (F) und der letzten zuvor empfangenen gültigen Positionsangabe (F) bestimmt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lage der Eintrittsfläche (11, 11') in Abhängigkeit der aktuellen gültigen Positionsangaben (F) verändert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Beurteilung der Gültigkeit der Positionsangaben (F, F<sub>U</sub>) die Satellitenübertragung, insbesondere eine Verschlechterung der Genauigkeit (dilatation of precision DOP), der Abstand zwischen empfangenen Positionsdaten (F, F<sub>U</sub>) und/oder die Bewegungsrichtung (R) des Objektes (6) berücksichtigt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses zur Ermittlung einer Streckennutzung durch ein Fahrzeug (6) verwendet wird.
12. System zum Erfassen eines Objektes mit einem satellitengestützten Positionsbestimmungssystem, wobei das Erfassungssystem (15) zumindest eine Rechneinheit (9) aufweist, die mit einem dem Objekt (6) zugeordneten Endgerät (8) zumindest zeitweise zur Übermittlung von empfangenen Positionsangaben (F, F<sub>U</sub>) in Kommunikationsverbindung steht und die Rechneinheit (9) einen Speicher (16) umfasst, in dem eine digitale Straßenkarte eines geographischen Bereiches vorliegt, in der mindestens einer Strecke in dem geographischen Bereich mindestens eine Markierung (1) überlagert ist, die zumindest zwei Definitionspunkte (2, 3) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erfassungssystem (15) eine Berechnungseinheit (17) zum Berechnen einer Eintrittsfläche (11, 11') und eine Überprüfungseinheit (18) zum Überprüfen der Zugehörigkeit eines Definitionspunktes (2, 3) zu der Eintrittsfläche (11, 11') aufweist.
13. System nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Berechnungseinheit ein Schaltelement vorgesehen ist, das zur Umschaltung zwischen einer dynamischen Berechnung der Eintrittsfläche (11, 11') und einer statischen Berechnung der Eintrittsfläche (11, 11') dient.
14. System nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erfassungssystem eine Beurteilungseinheit (19) zum Beurteilen der Gültigkeit einer Positionsangabe (F, F<sub>U</sub>) umfasst und die Beurteilungseinheit (19) mit der Berechnungseinheit (17) verbunden ist.

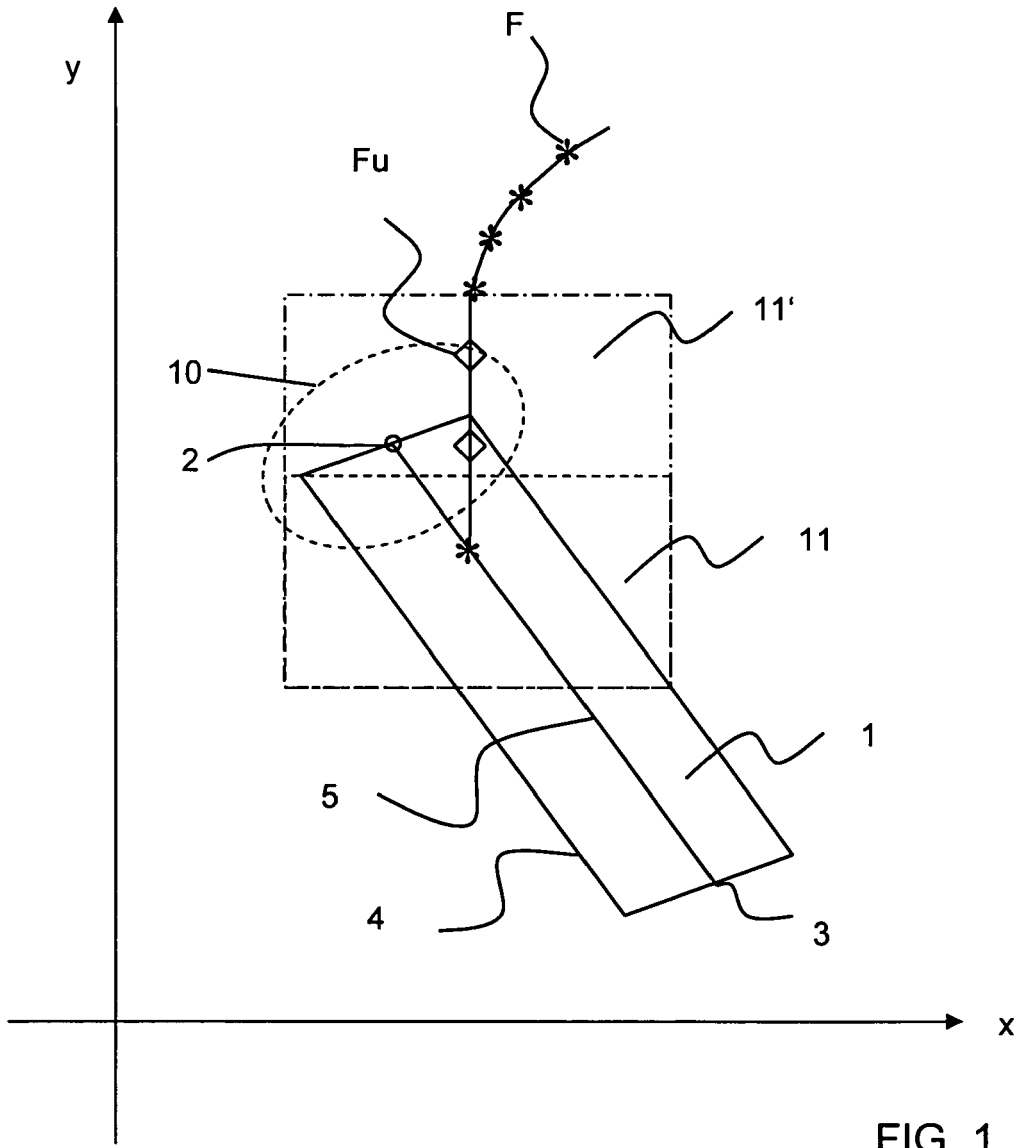


FIG. 1

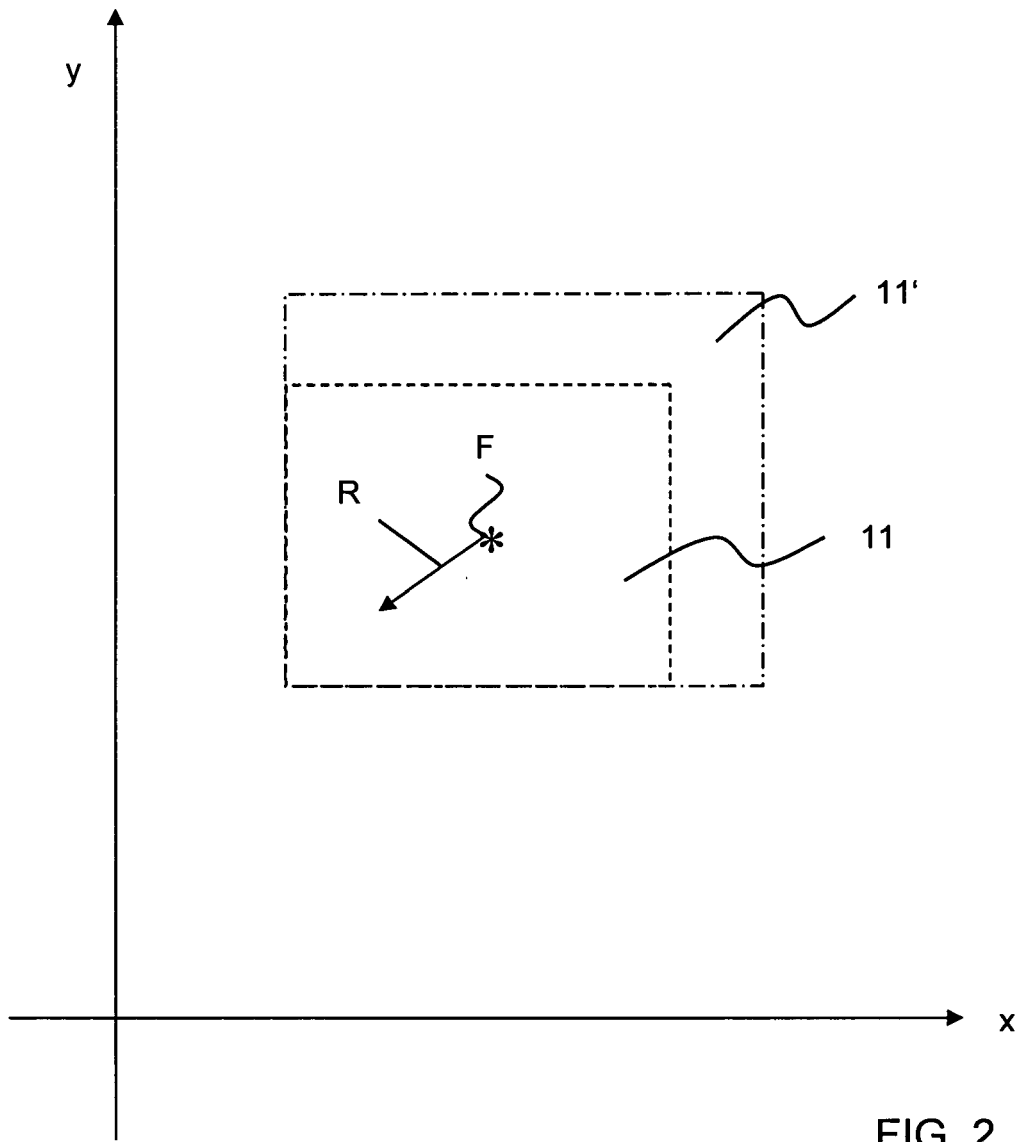


FIG. 2

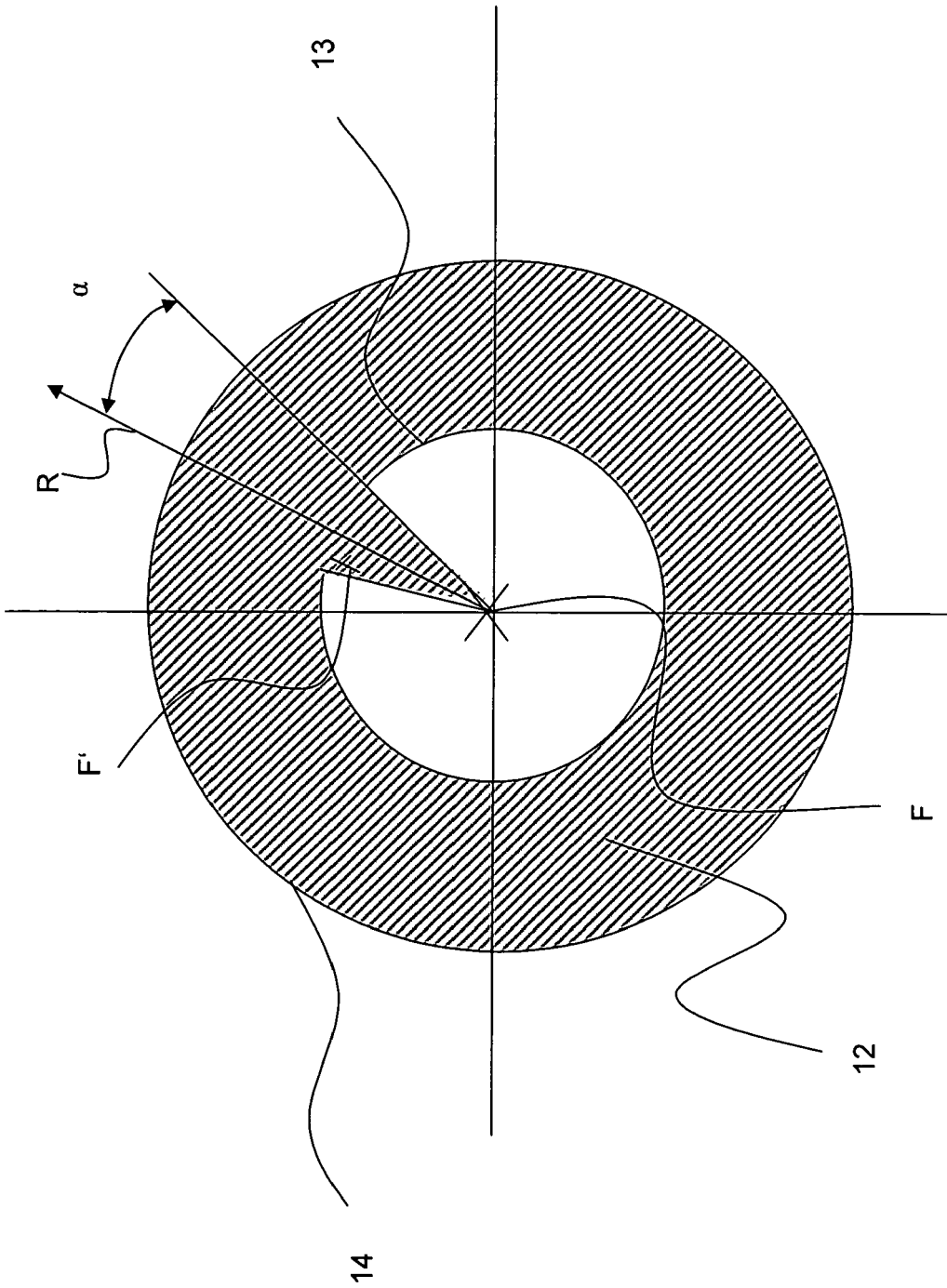


FIG. 3

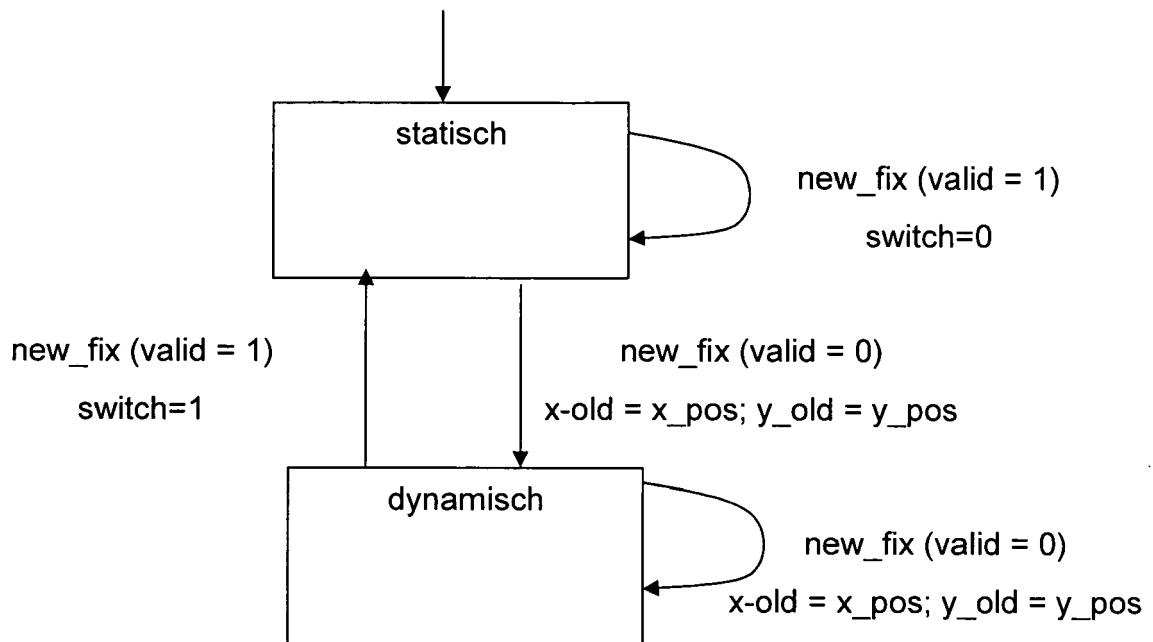


FIG. 4

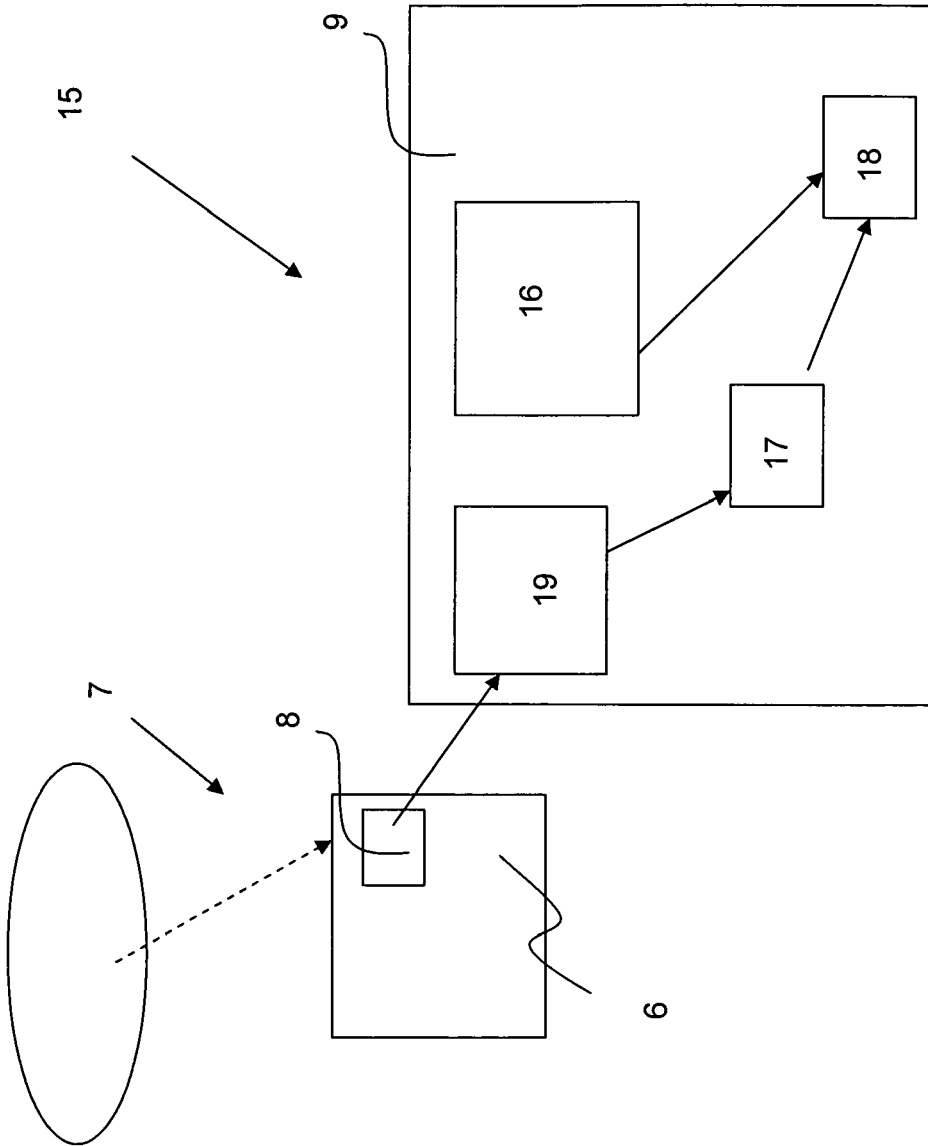


FIG. 5

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10149991 A1 [0002]