



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 177 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 691/2002
(22) Anmeldetag: 03.05.2002
(42) Beginn der Patentdauer: 15.03.2004
(45) Ausgabetag: 25.10.2004

(51) Int. Cl.⁷: **G08G 1/04**

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4128312A1 DE 19517032A1
JP 7200986A US 5465115A

(72) Erfinder:
HRIBERNIG GERD
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(73) Patentinhaber:
SIEMENS AG ÖSTERREICH
A-1210 WIEN (AT).

(72) Erfinder:
MARKA GÜNTER
WIEN (AT).
HOPFMÜLLER GEBHARD
SCHÖNAU-SIEBENHAUS,
NIEDERÖSTERREICH (AT).
ZILLER FRIEDMUTH
PARNDORF, BURGENLAND (AT).
WACHMANN BERND
ST. RUPRECHT, STEIERMARK (AT).
STEINER GERHARD
WIEN (AT).
ROSATH HELMUT
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN SOWIE ANLAGE ZUR ÜBERWACHUNG EINES STRASSENABSCHNITTS SOWIE SEINER UMGEBUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Abschnittes einer Straße (STR) sowie dessen Umgebung, insbesondere im Bereich von Personenüberwegen (UWE) und/oder Kreuzungsbereichen, bei welchem zumindest ein Überwachungsbereich (UBR) mit zumindest einem Bilderfassungssystem, insbesondere einer Videokamera (VIK) abgetastet wird, durch ständige Bildanalyse der dadurch gewonnenen Bildinformation Objekte (PER, KFZ) bestimmter vorgegebener Gruppen innerhalb des Überwachungsbereichs identifiziert werden, augenblickliche oder abgeschätzte zukünftige Orts- und/oder Bewegungsparameter der Objekte (PER, KFZ) ermittelt, mit vorgebbaren Vergleichsparametern verglichen werden und in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs ein Auswertesignal abgegeben wird. Weiters betrifft die Erfindung eine Anlage zum Durchführen eines solchen Verfahrens.

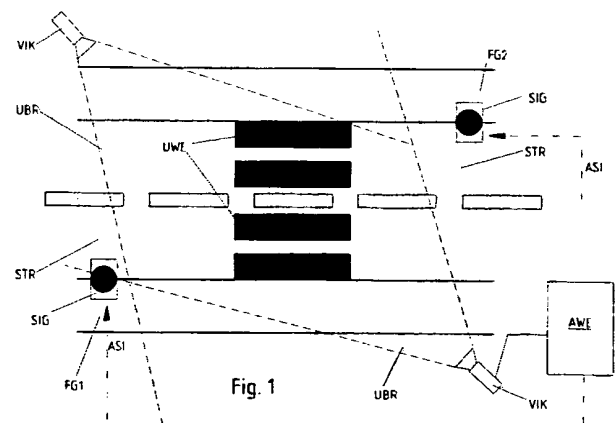


Fig. 1

AT 412 177 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Abschnittes einer Straße sowie dessen Umgebung, insbesondere im Bereich von Personenüberwegen und/oder Kreuzungsbereichen, bei welchem zumindest ein Überwachungsbereich mit zumindest einem Bilderfassungssystem, insbesondere einer Videokamera abgetastet wird, und durch ständige Bildanalyse der dadurch gewonnenen Bildinformation Objekte bestimmter vorgegebener Gruppen innerhalb des Überwachungsbereichs identifiziert werden.

Trotz der Absicherung von Personenüberwegen, wie Zebrastreifen, mit Ampeln, Orangelichtern, etc. treten dennoch jedes Jahr viele Unfälle in diesen Bereichen mit Personen- und Fahrzeugschäden auf. Vergleichbar ist die Situation in Kreuzungsbereichen von Fahrbahnen.

Zurückzuführen ist dies unter anderem darauf, dass eine situationsangepasste Steuerung von Ampeln oder Signalanlagen nur sehr eingeschränkt möglich ist. Beispielsweise erfolgt eine Ampelsteuerung einer Rot-(Gelb)-Grün-Ampel lediglich an Hand eines vorgegebenen Musters, d.h. dass etwa einer 30 Sekunden langen Grünphase, in welcher Fußgänger die Straße passieren können, eine 1-minütige Rotphase folgt, in der ein Passieren nicht gestattet ist.

Dies führt oftmals dazu, dass Grünphasen für die Überquerung der Straße zu kurz sind, oder dass beispielsweise bei permanent orange blinkenden Signalanlagen an Fußgängerüberwegen oder in Kreuzungsbereichen die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer sinkt und diese Anlagen im Extremfall gar nicht mehr wahrgenommen oder einfach ignoriert werden.

Eine Ampelsteuerung in begrenztem Umfang ist an Hand von Induktionsschleifen, die in einem Bereich vor einer Ampel in der Straße angebracht sind, möglich. Mit diesen können ein oder mehrere Fahrzeuge vor einer Ampel erkannt und diese entsprechend gesteuert werden, beispielsweise indem die Ampel für die Fahrzeuge von Rot auf Grün umschaltet.

Eine solche Steuerung einer Ampel oder Signalanlage in Abhängigkeit von Fußgängern ist derzeit nicht möglich. Zwar ist eine Steuerung der Ampelanlage mittels eines entsprechenden Drückers zum Umschalten der Ampel beispielsweise von Rot auf Grün durch Fußgänger möglich, allerdings sind solche Anlagen in der Errichtung relativ kostspielig. Außerdem ist die Steuerung immer von dem Verhalten der Fußgänger und der Akzeptanz einer solchen Anlage abhängig.

In vielen Fällen, insbesondere bei (Schul)Kindern, sind solche Anlagen daher oftmals auch problematisch, da diese entweder gar nicht betätigt werden oder bei einem nicht sofortigen Umschalten die Straße trotzdem in einer Rotphase überquert wird.

Ein allgemeiner Stand der Technik betreffend die Detektion von Objekten bzw. betreffend eine Bildanalyse ist beispielsweise in der DE 195 17 032 A1 beschrieben, die ein Verfahren zur Lokalisierung von Punkten eines bewegten Objektes, insbesondere von Fahrzeugen, in einer Sequenz von Videobildern zeigt.

Weiters bekannt sind Detektoren für Fußgänger, bestehend aus einer Videokamera und einem thermischen Bildsensor, welche mit einer Bildverarbeitungseinheit verbunden sind (JP 7200986 A).

Außerdem ist die Bildanalyse zur Zählung von mehreren Personen in einem Überwachungsbereich aus der US 5 465 115 A bekannt.

Ein eingangs erwähntes Verfahren ist aus der DE 41 28 312 A1 bekannt. Dieses Dokument beschreibt ein Verfahren zum Erkennen von Fahrzeugbewegungen und Verkehrsdichten mittels einer Überwachungsanlage. Dazu werden zur Verkehrsbeobachtung eingesetzte Videokameras dazu benutzt, Zählraten und andere für eine Verkehrsdatenerfassung wichtige Informationen zu gewinnen.

Durch Vergleichen jeweils eines von einer Videokamera aufgenommenen aktuellen Bild mit einem abgespeicherten vorherigen Bild werden zunächst Bewegungen festgestellt. Daraufhin werden die in einem Bildspeicher abgelegten Einzelbilder mit in einem Bildmusterspeicher abgelegten Mustern von verschiedenen Fahrzeugkategorie verglichen. Bei einer Übereinstimmung wird ein Zählimpuls erzeugt, der in einem Zählpeicher der jeweils erkannten Fahrzeugkategorie zugeordnet und aufaddiert und abgelegt wird. Diese in einem vorbestimmten Zeitraum erfassten Daten dienen zur Steuerung von Signalanlagen etc.

Allerdings erfolgt mit diesem Verfahren eine Steuerung von Signalanlagen lediglich anhand der Anzahl von detektierten Fahrzeugen bzw. anhand der Verkehrsdichte in einem bestimmten Gebiet. Das momentane Verhalten oder ein zu erwartendes Verhalten von Objekten, wie Fahrzeugen und Personen, kann bei diesem Verfahren allerdings nicht berücksichtigt werden.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Sicherheit von

Verkehrsteilnehmer im Bereich von bestimmten Straßenabschnitten, etwa mit Personenüberwegen oder in Kreuzungsbereichen, noch weiter zu erhöhen, indem auch das aktuelle oder ein zukünftiges Verhalten der Personen bzw. Objekte berücksichtigt wird.

Diese Aufgabe wird mit einem eingangs erwähnten Verfahren dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß augenblickliche oder abgeschätzte zukünftige Orts- und/oder Bewegungsparameter der Objekte ermittelt werden, diese augenblicklichen oder abgeschätzten zukünftigen Orts- und/oder Bewegungsparameter der Objekte mit vorgebbaren Vergleichsparametern verglichen werden und in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs ein Auswertesignal abgegeben wird.

Dank der Erfindung kann aus der über Kameras und Bildanalyse gewonnenen Information hinsichtlich der Art von Objekten und ihrer Verteilung und/oder Bewegung im überwachten Bereich auf das Vorliegen „kritischer“ Situationen geschlossen werden, und es kann über die Ausgabe eines entsprechenden Auswertesignals etwa ein Alarmsignal ausgegeben und/oder eine der Situation entsprechende Steuerung der Ampel- bzw. Signalanlage etc. erfolgen.

Mit einem Verfahren wie in der DE4128312A1 geoffenbart ist ein solches berücksichtigen des aktuellen oder zukünftigen Verhaltens der Objekte in einem Überwachungsbereich nicht möglich.

Beispielsweise ist/sind als Parameter die Anzahl und/oder Dichte der Objekte vorgegeben. An Hand der Dichte und/oder Anzahl bestimmter Objekte in einem Bereich, beispielsweise von Personen vor einem Überweg, kann etwa ermittelt werden, ob diese die Straße überqueren wollen und es kann ein entsprechendes Auswertesignal etwa zur Ampelsteuerung ausgegeben werden.

Von besonderem Vorteil ist das erfindungsgemäße Verfahren, wenn eine Bewegung identifizierter Objekte innerhalb des Überwachungsbereiches zumindest hinsichtlich ihrer Lage und Geschwindigkeit ermittelt wird, und überprüft wird, ob die augenblicklichen oder abgeschätzten zukünftigen Merkmale der Bewegung identifizierter Objekte vorgebbaren Bewegungsmodellen entsprechen.

Hier macht sich die Erfindung zunutze, dass verschiedene Abläufe durch Bewegungsmodelle darstellbar sind, mit welchen die augenblickliche oder prognostizierte Bewegung der erfassten Objekte verglichen werden kann. Wird beispielsweise festgestellt, dass sich ein Objekt im Fußgängerbereich auf den Überweg zu bewegt, kann beispielsweise entsprechend eine Signalanlage umgeschaltet und/oder ein Alarmsignal ausgegeben werden. Natürlich können diese Bewegungsmodelle auch statische Parameter umfassen, etwa wie oben bereits angesprochen die Anzahl der Personen oder deren Dichte in einem bestimmten Bereich.

Eine der häufigsten Gefahrenquellen wird bei einer Ausführungsform erfasst, bei welcher in den Bewegungsmodellen Kollisionsfreiheit der Objekte, insbesondere zwischen Objekten aus unterschiedlichen Gruppen, vorgegeben ist.

Vorteilhaft kann es sein, wenn Bewegungsmodelle über Videoaufnahmen eingegeben und erlernt werden, da auf diese Weise einfach Normalsituationen berücksichtigt werden können, jedoch auch bei geänderten Verhältnissen das Verfahren rasch an die neue Situation angepasst werden kann.

Zusätzlich oder alternativ dazu ist es aber auch möglich, dass Bewegungsmodelle unter Zuhilfenahme einer grafischen Bedienoberfläche eingegeben werden.

Bei bevorzugten Ausführungsformen kommen in erster Linie Personen, wie Fußgänger, Radfahrer etc. und Fahrzeuge in Frage. Weiters wird zweckmäßigerweise in den Bewegungsmodellen der Überwachungsbereich in Fahrzeug- und Personenbereiche unterteilt.

Außerdem ist es günstig, wenn in den Bewegungsmodellen der Wechsel von Objekten zwischen Fahrzeugbereich und Personenbereich berücksichtigt ist.

Damit können die verschiedensten Situationen, wie eine oder mehrere Personen bewegen sich im Personenbereich, bewegen sich in Richtung Straße oder auf der Straße, ein Fahrzeug nähert sich dem Überweg oder dem Kreuzungsbereich, ein Fahrzeug befindet sich auf Kollisionskurs mit einer Person, eine Anzahl von Personen wartet bei einer Rotphase der Fußgängerampel vor dem Überweg, etc. sowie verschiedenste Kombinationen dieser Konstellationen berücksichtigt und mit der aktuellen oder einer prognostizierten Konstellation der Objekte verglichen und ein entsprechendes Auswertesignal ausgegeben werden.

Um ein sicheres Überqueren einer Straße zu ermöglichen, ist es weiters von Vorteil, wenn in den Bewegungsmodellen die Verweildauer von Personen in dem Fahrzeugbereich berücksichtigt ist.

Bei dem Auswertesignal handelt es sich etwa um ein Steuer- und/oder Umschaltesignal, beispielsweise für eine akustische und/oder optische Signal- oder Alarmanlage.

Die Erfindung betrifft auch eine Anlage zur Überwachung eines Straßenabschnittes und seiner Umgebung, insbesondere im Bereich von Personenüberwegen und/oder Kreuzungsbereichen, unter Benutzung eines vorstehend beschriebenen Verfahrens, wobei die Anlage zumindest ein Bilderfassungssystem, insbesondere eine Videokamera sowie zumindest eine Auswerteeinheit aufweist.

Vorteilhaft ist es, wenn diese Anlage mit einem elektronischen Erfassungssystem verbunden ist. Solche Erfassungsgerät, beispielsweise sogenannte „Rotlichtgeräte“, erlauben das Fotografieren von Fahrzeugen, insbesondere bei einem nicht gesetzeskonformen Verhalten im Straßenverkehr. Gesetzesentwürfe und zum Teil auch schon Gesetze sehen vor, dass das Überfahren von Überwegen auch dann nicht mehr gestattet ist, wenn ein Fußgänger nur die Absicht andeutet, den Überweg zu queren und ihn noch nicht betreten hat. Ein entsprechendes Vergehen eines Fahrzeuglenkers, d.h. ein Nicht-Anhalten vor dem Überweg, kann mit der vorliegenden Erfindung erkannt und entsprechend das Rotlichtgerät aktiviert werden.

Üblicherweise verfügt das Rotlichtgerät über eine eigene Kamera zum Fotografieren des Verkehrsgeschehens. Bei einer integrierten Anlage kann aber grundsätzlich auch vorgesehen sein, dass eine oder mehrere Kameras der Anlage neben der ständigen Bildaufnahme auch für die Erstellung der Einzelfotos im Falle eines Verkehrsvergehens verwendet werden.

Im folgenden ist die Erfindung an Hand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen

Fig. 1 einen Straßenabschnitt, der gemäß der Erfindung überwacht wird,

Fig. 2 eine erste Konstellation eines Objektes in dem Überwachungsbereich, und

Fig. 3 eine weitere Konstellation eines Objektes in dem Überwachungsbereich.

Figur 1 zeigt die Umgebung einer Straße STR mit einem Überweg UWE für Personen. Über einen solchen Fußgängerweg UWE, hier in Form eines sogenannten Zebrastreifens, ist es Personen möglich, die Straße STR unter Vorrang gegenüber auf der Straße fahrenden Fahrzeugen zu überqueren, sodass ein Wechsel von einem Personen- bzw. Fußgängerbereich FG1 auf den auf der gegenüberliegenden Seite der Straße STR befindlichen Fußgängerbereich FG2 möglich ist. Zumeist sind solche Überwege UWE zusätzlich mit einer Signalanlage SIG, beispielsweise einer Rot-(Gelb)-Grün-Ampel oder einer orange blinkenden Signalanlage ausgestattet. Es sei hier noch angemerkt, dass hier und im weiteren von „Fußgängern“ als einer Gruppe von Objekten die Rede ist, die sich normalerweise in einem „Fußgängerbereich“ bzw. Personenbereich bewegen bzw. befinden, dass aber unter Fußgängern auch Radfahrer und andere Personen, die sich nicht mit Motorkraft und in der Regel nicht auf der Straße STR, d.h. auf dem für die Motorfahrzeuge vorgesehenen Bereich bewegen, umfasst sind.

Ein Bildaufnahmesystem wie etwa eine Videokamera VIK nimmt einen Überwachungsbereich UBR ständig auf, d.h. dieser Bereich UBR, der bei fest montierter Kamera von der Brennweite des verwendeten Objektivs abhängt, wird ständig abgetastet. Bei Verwendung von Zoomobjektiven und/oder schwenkbaren Kameras sind derartige Überwachungsbereiche auch variabel.

Grundsätzlich ist die Überwachung mit zwei oder mehreren Kameras VIK wie dargestellt möglich, in der Regel ist aber eine Kamera ausreichend.

Die von der Kamera VIK gelieferte Information wird zu einer Auswerteeinheit AWE geliefert und in dieser verarbeitet. Im Zuge dieser Verarbeitung werden zunächst durch ständige Analyse der aufeinanderfolgenden Bilder Objekte identifiziert, nämlich Objekte verschiedener Gruppen.

Diese Objekte können wie oben bereits erläutert Personen sein, die sich im Fußgängerbereich FG1, FG2 befinden, etwa dort gehen oder stehen, oder die die Straße STR queren, beispielsweise auf dem Überweg UWE. Weitere Objekte sind vorzugsweise Fahrzeuge, die sich auf der Straße STR in dem Überwachungsbereich befinden.

Identifizierte Objekte können zusätzlich markiert werden, sodass ihre Position auf einem Monitor herausgestrichen wird. Auf jeden Fall werden Orts- und/oder Bewegungsparameter eines Objektes, wie ihre Lage und vorteilhafterweise zusätzlich ihre Geschwindigkeit im Sinne eines Vektors ermittelt, wobei in weiterer Folge auch eine Abschätzung eines plausiblen weiteren Bewegungsverlaufes durchgeführt wird.

An Hand der Lage der Objekte kann eine Konfiguration, d.h. eine Verteilung der Objekte ermittelt werden, welche mit Vergleichsparametern, welche vorzugsweise im Rahmen eines Bewe-

gungsmodellen vorgegeben sind, verglichen wird. Im einfachsten Fall umfassen diese Bewegungsmodelle lediglich die Anzahl von bestimmten Objekten oder eine statische Verteilung von einem oder mehreren, unter Umständen auch aus verschiedenen Gruppen stammenden Objekten.

5 Üblicherweise umfassen solche Bewegungsmodelle aber auch dynamische Parameter, wie vektorielle Geschwindigkeit, Beschleunigung, etc. Derartige Bewegungsmodelle können über Videoaufnahmen eingegeben und gelernt werden. Alternativ oder zusätzlich können die Modelle auch unter Verwendung einer grafischen Bedienoberfläche oder anderer Hilfsmittel eingegeben werden.

10 Zur Bildverarbeitung und Bewertung von erfassten Objekten stehen dem Fachmann verschiedene Verfahren und Algorithmen zur Verfügung. Nur beispielsweise sei auf das Produkt „Video Sensor Telemat MTD“ der Siemens Building Technologies AG verwiesen, welches die Überwachung vorgegebener, mit Videokameras abgetasteter Zonen auf das Eindringen von Personen betrifft. Weiters ist es beispielsweise aus der DE 44 13 788 C1 bekannt geworden, Personen aus von ihnen ausgeführten typischen Bewegungsabläufen zu identifizieren.

15 Weiters sei in diesem Zusammenhang noch auf das sogenannte „People Tracking“ verwiesen, siehe dazu beispielsweise R. T. Collins, A. J. Lipton, T. Kanade, H. Fujiyoshi, D. Duggins, Y. Tsin, D. Tolliver, N. Enomoto, O. Hasegawa, P. Burt, L. Wixson, „A System for Video Surveillance and Monitoring“, Carnegie Mellon University, CMU-RI-TR-00-12, 2000.

20 Ein Bewegungsmodell enthält beispielsweise den Fall, dass sich ein oder mehrere Personen im Gehsteig- bzw. Fußgängerbereich FG1, FG2 vor dem Überweg UWE aufhalten oder sammeln. Bewegungsmodelle umfassen beispielsweise den Fall, dass sich ein Fußgänger in dem Fußgängerbereich FG1, FG2 bewegt, sich aber nicht auf den Überweg UWE begibt, oder dass er den Überweg UWE betritt, dass sich ein oder mehrere Fahrzeuge im Überwachungsbereich auf der Straße STR bewegen, aber natürlich auch verschiedenste Kombination all dieser Konstellationen.

25 Falls im Zuge der Bildverarbeitung und Bewertung sowie dem Vergleich mit dem Modellverhalten Situationen festgestellt werden, die kritisch, insbesondere im Hinblick auf die Sicherheit der Objekte aus der Personengruppe sind, wird von der Auswerteeinheit AWE ein Auswertesignal ASI, etwa ein Steuer- oder Umschaltesignal abgegeben. Dieses Signal kann verschiedene weitere Ereignisse auslösen, wie Abgabe eines Alarmsignals, z.B. akustischer Art, Aktivieren oder Umschalten einer Signalanlage, wie einer Ampel oder eines blinkenden Orangelichtes, Aktivieren eines Rotlichtgerätes, mit dem etwa bei einem gesetzeswidrigen Verhalten ein Fahrzeug fotografiert werden kann, etc., aber auch mehrere dieser Ereignisse gemeinsam.

Auf diese Weise wäre beispielsweise folgendes Szenario denkbar:

- 35 • Vorerst wird aufgrund der gegebenen Personendichte vor dem Überweg UWE eine Fußgängerampel von Rot auf Grün geschaltet, sodass die Personen die Straße STR passieren können;
- anschließend, etwa wenn festgestellt wird, dass sich ein Fahrzeug trotz Rotphase für das Fahrzeug dem Überweg UWE nähert und keine Anstalten für einen Bremsvorgang macht, wird ein Hupgeräusch zur Warnung des Fahrzeuglenkers und der die Straße STR auf dem Überweg UWE querenden Person abgegeben, und schließlich
- 40 • wenn der Überweg trotz Rotphase überfahren wird, wird ein Rotlichtgerät aktiviert, mit dem das Fahrzeug fotografiert wird.

Ein Bewegungsmodell könnte auch noch eine Variante „ältere Person“ umfassen. Bei dieser Variante kann die langsamere Fortbewegungsgeschwindigkeit von älteren oder gebrechlichen Personen berücksichtigt werden, und wenn bei der Bewegungsanalyse eine entsprechende Konstellation - nämlich dass in der vorgegebenen Zeit der Grünphase eine Überquerung nicht mehr möglich ist - ermittelt wird, kann die Grünphase der Fußgängerampel entsprechend verlängert werden und/oder die Ampel für die Kraftfahrzeuge entsprechend länger auf Rot bleiben.

Die Erfindung eignet sich auch besonders gut im Zusammenhang mit (orange) blinkenden Signalanlagen. Bei diesen wird ein Fahrzeuglenker durch ein andauernd blinkendes (Orange)Licht auf einen Personenüberweg aufmerksam gemacht. Das Ständige Blinken der Anlage führt aber häufig zu einem Gewöhnungseffekt, insbesondere bei Fahrzeuglenkern, die die entsprechend Strecke relativ häufig befahren, und die Aufmerksamkeit wird dementsprechend reduziert.

55 Mit der Erfindung wird es nun möglich, die Signalanlage erst dann zu aktivieren, wenn sich eine Person in der Nähe des Überweges befindet und/oder Anstalten trifft, den Überweg zu betreten,

sodass allfällige Gewöhnungseffekte wesentlich reduziert werden können.

In den folgenden beiden Figuren 2 und 3 ist noch ein Ausführungsbeispiel einer Überwachung eines Fußgängerüberweges dargestellt, mit einer entsprechenden Ampelsteuerung.

Figur 2 und 3 zeigen eine Straße STR sowie Fußgängerbereiche FG1, FG2 zu beiden Seiten der Straße, etwa einen Gehsteig. Die Fußgängerbereiche FG1, FG2 sind durch einen Überweg UWE miteinander „verbunden“. Ein mittels einer oder mehrerer nicht dargestellter Kameras überwachter Bereich UBR ist in den Figuren schraffiert dargestellt. Weiters ist noch eine Ampelanlage SIG zu erkennen, die entsprechend Auswertesignalen, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren je nach Konstellation der überwachten Objekte abgegeben werden, gesteuert oder beeinflusst werden kann. Die Signalanlagen SIG, unabhängig davon ob es sich nun um akustische Alarmanlagen, Ampeln, etc. handelt, stehen dabei mit der in Figur 1 gezeigten Auswerteeinheit AWE in Verbindung. Dies kann beispielsweise über eine Verkabelung erfolgen, besonders vorteilhaft ist es allerdings, wenn die Verbindung über eine Funkverbindung erfolgt, da dann keine umfangreichen Verkabelungen notwendig sind und bestehende Ampelanlagen etc. leicht nachgerüstet werden können.

In dem gezeigten einfachen Beispiel basiert das erfindungsgemäße Verfahren lediglich auf der Erkennung von Personen als Objekten, und an Hand der Konstellation oder Bewegung der Person(en) erfolgt dann die Steuerung der Ampelanlage SIG. Das gezeigte Beispiel dient dabei nur zum einfacheren Verständnis, es ist aber klar, dass natürlich eine wesentlich komplexere Überwachung an Hand unterschiedlicher Objekte, wie zusätzlich Fahrzeuge (Autos, Motorräder, etc.), Radfahrern - auch in Abhängigkeit davon, ob sich diese auf der Straße STR oder im Fußgängerbereich FG1, FG2 aufhalten oder bewegen -, sowie die Steuerung von mehreren Signal- und Alarmanlagen möglich ist.

In Figur 2 erkennt man nun eine Person PER zu verschiedenen Zeitpunkten t1 und t2, die sich im Fußgängerbereich FG1 bewegt. An Hand der ständig durchgeführten Bildanalyse wird erkannt, dass sich die Person entlang des gezeigten Pfeils im Fußgängerbereich FG1 fortbewegt, ohne den Überweg UWE zu betreten. In diesem Fall wird nun beispielsweise ein Auswertesignal erzeugt und an die Signalanlage SIG bzw. eine Steuerung dieser Anlage übermittelt, sodass diese auf Grün geschaltet wird und so das Fahrzeug KFZ (zu den Zeitpunkten t1 und t2) wie dargestellt die Straße STR im Bereich des Überweges UWE befahren kann.

Je nach dem in welchem Zustand sich die Signalanlage SIG hinsichtlich der Signalisierung befindet, kann natürlich mit dem Auswertesignal bewirkt werden, dass - falls die Ampel bereits „Grün“, also freie Fahrt für das Fahrzeug KFZ anzeigt - diese gar nicht erst umgeschaltet wird. Es könnte natürlich auch vorgesehen sein, dass in dem in Figur 2 gezeigten Beispiel gar kein Auswertesignal erzeugt wird, da sich keine Kollisionsgefahr zwischen verschiedenen Objekten, d.h. dem Fahrzeug und der Person ergibt, sodass die Ampelanlage einfach in dem momentan vorhandenen Signalisierungszustand verbleibt.

In Figur 3 ist schließlich die Situation dargestellt, dass sich auf dem Gehweg FG1 befindliche Person PER auf den Überweg bewegt, wie dies an Hand der Trajektorie zu den Zeitpunkten t1 - t4 an Hand der Bildanalyse ermittelt wird. In diesem Fall wird ein Auswertesignal erzeugt und ausgegeben, mit dem die Ampelanlage SIG auf Rot geschaltet wird, sodass ein sich näherndes Fahrzeug (Zeitpunkt t1) den Überweg UWE nicht mehr befahren darf (stehendes Fahrzeug zum Zeitpunkt t3, t4). Zusätzlich kann auch noch vorgesehen sein, beispielsweise einen akustischen Alarm, etwa ein lautes Hupen auszugeben, damit der Fahrzeuglenker und auch die Person PER auf dem Überweg bzw. die den Überweg betretende Person gewarnt wird. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass ein zusätzliches akustisches Warnsignal nur dann ausgegeben wird, wenn sich trotz Umschalten der Ampel auf Rot die Person und das Fahrzeug nach wie vor auf Kollisionskurs befinden.

Genauso könnte natürlich eine orange blinkende Signalanlage, die sich in einem inaktiven, d.h. nicht blinkenden Zustand befindet, in einen aktiven, blinkenden Zustand umgeschaltet werden.

Mit der Erfindung kann also die Sicherheit im Straßenverkehr insbesondere in Bereichen, wo Personen auf Kraftfahrzeuge treffen, wesentlich erhöht werden. Dazu werden mit der Auswerteeinheit, die mit einer oder mehreren Videokameras in Verbindung steht, unter Verwendung bildverarbeitender Algorithmen die Positionen und Trajektorie (Bewegungspfade) der einzelnen Objekte ermittelt und bewertet. Die Bewertung erfolgt dabei unter anderem aufgrund von gekoppelten Orts-

und Zeitinformationen sowie einer zugrunde liegenden Modellierung der beweglichen Objekte, beispielsweise an Hand einem plausiblen physikalischen Verhalten der Objekte.

Als kurze Erläuterung sei hier nochmals kurz auf Figur 3 verwiesen, die weiters noch ein x-y-Koordinatensystem zeigt. Zeigt nun die Trajektorie der Person PER - welche die Koordinaten und Bewegungsgrößen (Ort, Geschwindigkeit) eines Teilchens oder Körpers, in diesem Fall des (optischen) „Schwerpunktes“ oder Mittelpunktes der Person PER, als Funktion der Zeit wiedergibt - wie zu dem Zeitpunkt t1 (bzw. vorher und noch kurz nachher) lediglich eine y-Komponente in der Bewegungsrichtung, so unterbleibt ein Auswertesignal bzw. ein abgegebenes Auswertesignal belässt die Fahrzeugampel auf Grün. Erhält nun die Bewegungsrichtung eine x-Komponente in einem gewissen Ausmaß und in Richtung der Fahrbahn, so wird ein entsprechendes Auswertesignal zum Umschalten der Fahrzeugampel auf Rot und/oder einer nicht dargestellten Personenampel auf Grün abgegeben. Es kann auch eine Orangelichtanlage aktiviert werden, oder auch ein Hupgeräusch abgegeben werden. In der Regel wird, damit eine entsprechende Ampelsteuerung etc. erfolgt, ein gewisser Minimalwert einer Änderung der x-Komponente überschritten werden müssen, d.h. $\delta x_{\text{Pers}} \geq \delta x_{\text{min}}$ (in Richtung der Straße STR), damit nicht bereits ein natürliches leichtes „Torkeln“ einer Person bereits zu einem Auswertesignal führt.

Weiters kann beispielsweise in den Vergleichsmodellen eine Grenze X_{Gre} a Fußgängerweg FG1 eingeführt werden, und bei einem Überschreiten dieser Grenze X_{Gre} wird automatische ein entsprechendes Auswertesignal abgegeben.

Weitere Parameter, die in einem entsprechenden Modell verwendet werden können, sind beispielsweise die Verweildauer t_{Pers} auf dem Überweg UWE, die abgeschätzte Zeit, die eine Person noch zum Queren des Überweges benötigen wird, im Vergleich zu der noch verbleibenden Grünphase der Ampel für die Person, etc.

Solche Parameter können auch noch beispielsweise die Anzahl von Personen, oder die Dichte von Personen in eine bestimmten Bereich sein, und bei einem Überschreiten des Wertes für die Dichte der Personen vor einem Überweg UWE wird die Fußgängerampel von Rot auf Grün umgeschaltet.

Ein besonders wichtiger Aspekt ist die Kollisionsvermeidung, in diesem Zusammenhang insbesondere für Objekte aus verschiedenen Objektgruppen. Dazu wird an Hand der Bildanalyse der Abstand zwischen jeweils zwei Objekten aus unterschiedlichen Objektgruppen, wie etwa einem Fahrzeug und einer Person, ermittelt, und für den Fall, dass eine vorgebbare Mindestdistanz unterschritten wird, ein Auswertesignal ausgegeben, welches einen Alarm ausgibt, etwa in Form eines Hupgeräusches, eines Ampelblinkens, etc.

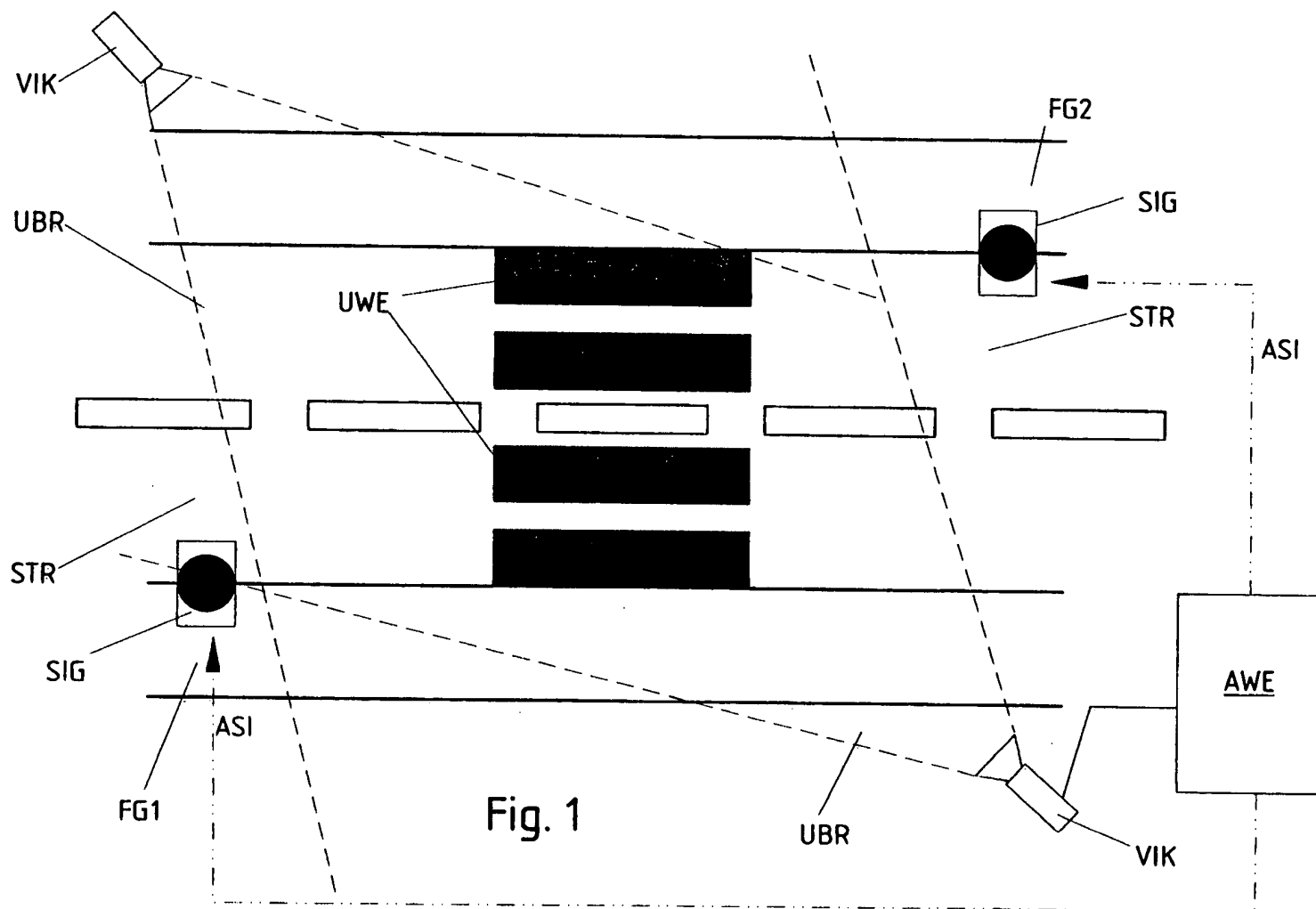
Im Rahmen der Erfindung werden nun einzelne oder mehrere solcher Parameter mit vorgebbaren Modellparametern verglichen. Dies kann an Hand eines Einzelvergleichs erfolgen, im allgemeinen erfolgt dieser Vergleich aber im Rahmen von Bewegungsmodellen, in denen modellierte Verhalten der Objekte vorgegeben sind, die mit dem tatsächlichen Verhalten und/oder einem prognostizierten Verhalten verglichen werden. Solche Bewegungsmodelle enthalten dabei einerseits natürlich dynamische Parameter (Geschwindigkeit, Beschleunigung, etc.), aber auch statische Parameter, d.h. auch die oben angesprochenen Verhalten wie das Stehen von Objekten, deren Anzahl und Dichte in einem Bereich wird mit diesem Modellen mit umfasst.

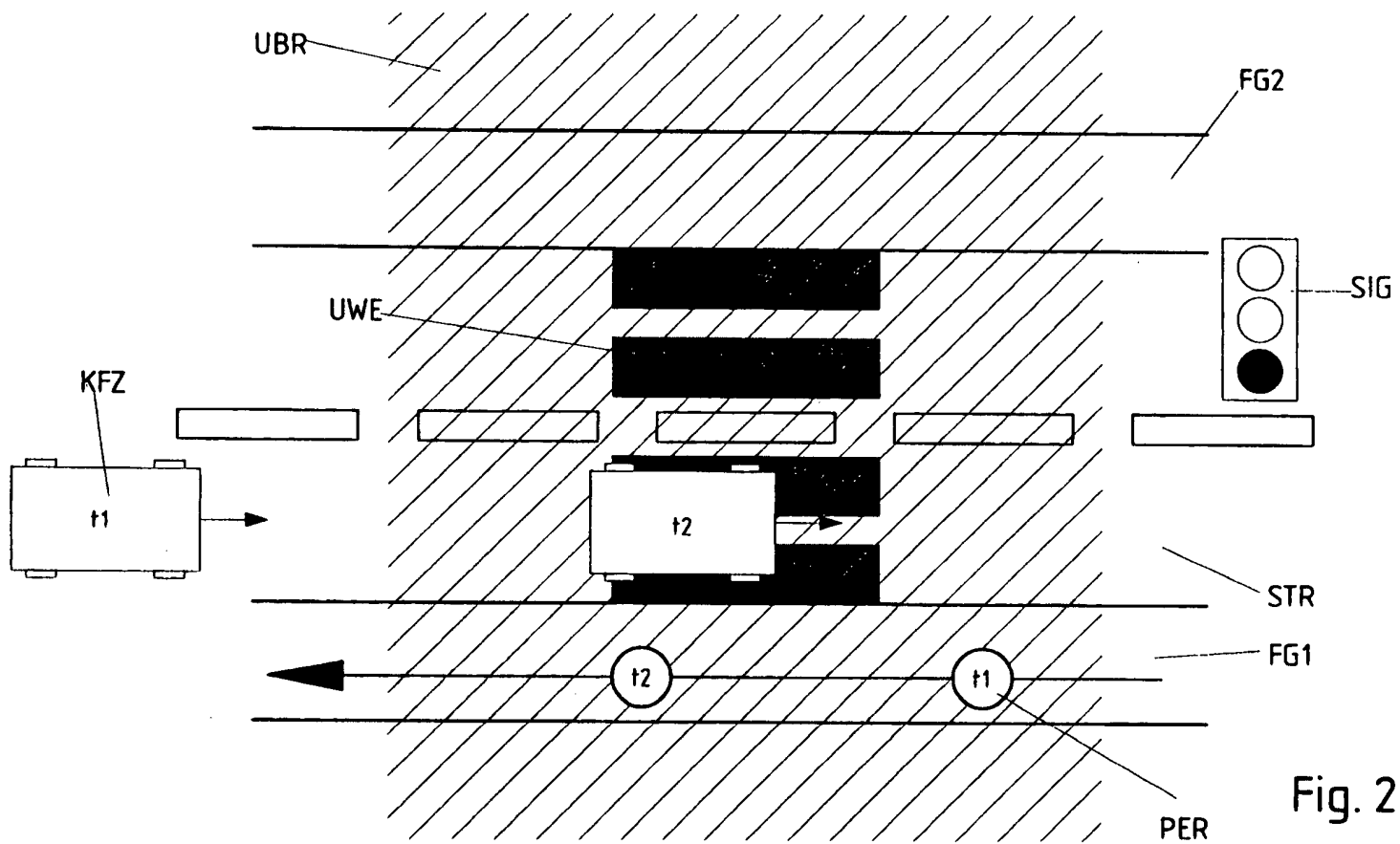
PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Überwachung eines Abschnittes einer Straße (STR) sowie dessen Umgebung, insbesondere im Bereich von Personenüberwegen (UWE) und/oder Kreuzungsbereichen, bei welchem zumindest ein Überwachungsbereich (UBR) mit zumindest einem Bilderfassungssystem, insbesondere einer Videokamera (VIK) abgetastet wird, und durch ständige Bildanalyse der dadurch gewonnenen Bildinformation Objekte (PER, KFZ) bestimmter vorgebbarer Gruppen innerhalb des Überwachungsbereichs identifiziert werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass augenblickliche oder abgeschätzte zukünftige Orts- und/oder Bewegungsparameter der Objekte (PER, KFZ) ermittelt werden, diese augenblicklichen oder abgeschätzten zukünftigen Orts- und/oder Bewegungsparameter der Objekte (PER, KFZ) mit vorgebbaren Vergleichsparametern verglichen werden und in Abhän-

- gigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs ein Auswertesignal (ASI) abgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Parameter die Anzahl und/oder Dichte der Objekte (PER, KFZ) vorgegeben ist.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bewegung identifizierter Objekte (PER, KFZ) innerhalb des Überwachungsbereiches (UBR) zumindest hinsichtlich ihrer Lage und Geschwindigkeit ermittelt wird, und überprüft wird, ob die augenblicklichen oder abgeschätzten zukünftigen Merkmale der Bewegung identifizierter Objekte vorgebbaren, an sich bekannten Bewegungsmodellen entsprechen.
 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den an sich bekannten Bewegungsmodellen Kollisionsfreiheit der Objekte (PER, KFZ) vorgegeben ist.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass an sich bekannte Bewegungsmodelle über Videoaufnahmen eingegeben und erlernt werden.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass an sich bekannte Bewegungsmodelle unter Zuhilfenahme einer grafischen Bedienoberfläche eingegeben werden.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem Objekte Personen (PER) sind.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welchem die Objekte Fahrzeuge (KFZ) sind.
 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den an sich bekannten Bewegungsmodellen der Überwachungsbereich in Fahrzeug- und Personenbereiche (STR; FG1, FG2) unterteilt ist.
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den an sich bekannten Bewegungsmodellen der Wechsel von Objekten zwischen Fahrzeugbereich (STR) und Personenbereich (FG1, FG2) berücksichtigt ist.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den an sich bekannten Bewegungsmodellen die Verweildauer von Personen (PER) in dem Fahrzeugbereich (STR) berücksichtigt ist.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auswertesignal (ASI) ein Steuer- und/oder Umschaltesignal, beispielsweise für eine akustische und/oder optische Signal- oder Alarmanlage ist.

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN





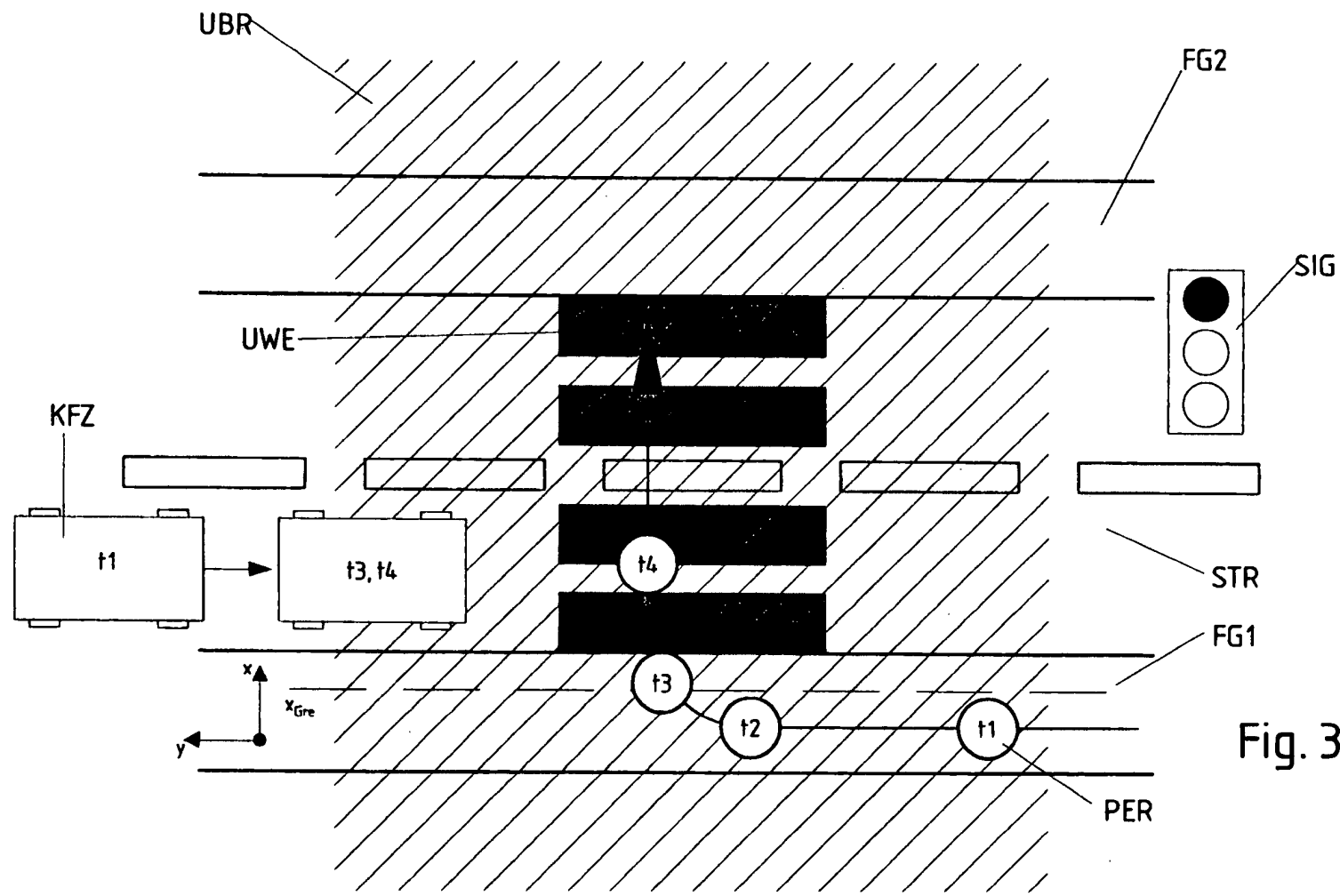


Fig. 3