



(11) **EP 1 973 086 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.08.2010 Patentblatt 2010/33

(51) Int Cl.:
G08G 1/01 ^(2006.01) *G08G 1/123* ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07122443.0**

(22) Anmeldetag: **06.12.2007**

(54) **Verfahren und System zur Erkennung von Verkehrsstörungen in einer sich dynamisch
ändernden Verkehrslage**

Method and system for recognising traffic disturbances in a dynamically changing traffic environment

Procédé et système destinés à la reconnaissance d'incidents de trafic dans une situation de trafic
changeant de manière dynamique

(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 MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(30) Priorität: **23.03.2007 DE 102007014633**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.09.2008 Patentblatt 2008/39

(73) Patentinhaber: **Deutsche Telekom AG**
53113 Bonn (DE)

(72) Erfinder: **Fastenrath, Ulrich**
53121 Bonn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 235 195 EP-A- 1 742 188
WO-A-2004/059592 US-B1- 6 810 321

EP 1 973 086 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Verkehrsstörungen in einer sich dynamisch ändernden Verkehrslage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein das Verfahren durchführendes System nach dem Oberbegriff des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs.

[0002] Die Verkehrslage auf unseren Straßen ist sehr stark vom Individualverkehr geprägt und kann sich z.B. im Verlauf eines Tages mit einer hohen Dynamik ändern, so dass unliebsame Verkehrsstörungen, wie Hemmung des Verkehrsflusses und insbesondere Staus, sehr rasch auftreten können. Das frühzeitige Erkennen solcher Verkehrsstörungen und mehr noch ihre vorzeitige Prognose stellen hohe technische Anforderungen an dafür ausgelegte Systeme und Dienste.

[0003] Unter den herkömmlichen Verkehrsmeldediensten sind insbesondere die über die Rundfunk-Anstalten bzw. -Sender abgewickelten kollektiven Informationsdienste bekannt, welche in ihrem jeweiligen Sendegebiet die betroffenen Autofahrer über Staus und andere Verkehrsstörungen informieren. Auch werden in zunehmenden Maße die Informationen digital z.B. über Mobilfunk an in den Fahrzeugen installierte Navigationssysteme übertragen, welche den jeweiligen Autofahrer nicht nur mit den aktuellen Verkehrsinformationen versorgen, sondern ihm auch Vorschläge zur Umfahrung solcher Verkehrsstörungen anbieten.

[0004] Diese und ähnliche Verkehrsinformationen können über diverse Medien (Telefon, Internet, Datendienste) verbreitet werden, wobei sie zentral erfasst bzw. aufbereitet werden und in aller Regel aus einzelnen Verkehrsmeldungen bestehen, welche wiederum durch direkte Beobachtung der Objekte des Interesses, wie z.B. durch Beobachtung von Staus, entstehen: Das geschieht im wesentlichen durch menschliche Beobachter, wie z.B. Polizeibeamte und sog. Staumelder, die eine Verkehrsstörung entdecken und diese dann per Funk oder Telefon an eine Zentrale melden. Es gibt auch technische Vorrichtungen in Form von stationären Sensoren (Infrarotsensoren, Ultraschallsensoren, Induktionsschleifen,...) oder mobilen Sensoren, die in sog. "Floating Cars" installiert sind. Die Sensoren detektieren niedrige Geschwindigkeiten oder hohe Verkehrsdichten und melden diese an die Zentrale. In der Zentrale wird dann aus der Summe der Einzelbeobachtungen und deren zeitlichem Verlauf, unter Umständen gar aus einer Einzelbeobachtung, die jeweilige Lage, Länge und ggf. andere Eigenschaften der Verkehrsstörung ermittelt, als Verkehrsmeldung ausgedrückt und für individuelle Informationsdienste oder als kollektive Verkehrsinformation zur Verfügung gestellt. Auf diese und weitere bekannte Verfahren wird z.B. in dem Artikel "Stau-Schau" von P.-M. Ziegler und U. Fastenrath in der Zeitschrift "ct" Ausgabe 9/2004 auf Seiten 172 - 181 Bezug genommen.

[0005] Auch wenn zahlreiche Verfahren zur Detektion bzw. Erhebung von Verkehrsdaten bekannt sind, so lässt

zuweilen die Vollständigkeit der so gewonnenen Information zu wünschen übrig. Dies gilt insbesondere für diejenigen Teile des Straßennetzes, die anfällig für Verkehrsstörungen sind, auf denen aber keine stationäre Detektion existiert, wie z.B. auf Bundesstraßen. Ebenso gilt dies für Straßen, auf denen der mittlere Verkehrsfluss und damit die Dichte mobiler Sensoren geringer ist als etwa auf Bundesautobahnen. Eine geeignete Quelle für hochwertige und vollständige Verkehrsinformationen für diese Teilnetze existiert derzeit nicht.

[0006] In der DE 19638798 A1 wird ein systemgestütztes Verfahren zur Verkehrsdatenerfassung mittels Mobilfunknetzen vorgeschlagen. Dabei erfolgt zur Generierung von Verkehrsinformationen eine Auswertung der anwendungsspezifischen, groben Information über die jeweiligen Aufenthaltsorte von Mobiltelefonen, wie sie in jedem Mobilfunknetz vorliegt. Dieser Vorschlag scheint zwar das Problem der Vollständigkeit zu lösen - werden doch hinreichend viele mobile Telefone auf allen Straßenklassen in Fahrzeugen bewegt - er bringt jedoch spezielle Probleme mit sich: So ist im Gegensatz zu konventionellen, anwendungsspezifischen Quellen für Verkehrsdaten zunächst einmal zu klären, ob der Sensor, nämlich das Mobiltelefon, überhaupt valide Daten über den Individualverkehr liefert oder ggf. in einem Bus, mit dem Fahrrad, zu Fuß oder gar nicht bewegt wird. Gerade in den interessanten Situationen, d.h. bei niedrigen Fließgeschwindigkeiten in einem Stau, ist diese Unterscheidung naturgemäß enorm erschwert. Außerdem sind die Ortsinformationen, welchen im Mobilfunknetz vorliegen, typischerweise mit Fehlern von mehreren hundert Metern behaftet, so dass die exakte Zuordnung von gemessenen Geschwindigkeiten zum Straßennetz, repräsentiert durch eine digitale Karte, insbesondere in dichten Netzen, insbesondere in städtischen Netzen, schwierig und oftmals unmöglich ist. So kann auch bei dieser Datenquelle ein eindeutiges Signal für gestörten Verkehr längere Zeit auf sich warten lassen, ggf. trotz einer vorhandenen Verkehrsstörung ausbleiben. Es bleibt insbesondere das Problem zu lösen, aus den vorhandenen Datenquellen vollständige, aktuelle Informationen über Lage, Länge und Schwere von Verkehrsstörungen zu extrahieren, welche sich in Teilnetzen ereignen, die nicht durch stationäre Sensorik überwacht sind.

[0007] Aus der US 6 810 321 ist ein Verfahren bekannt, bei denen die Fahrzeuge in regelmäßigen Abständen ihre Geschwindigkeit mitteilen, aus denen dann eine durchschnittliche Geschwindigkeit berechnet wird. Zu jedem Zeitpunkt wird aus einer Mehrzahl von Geschwindigkeiten an einem Ort eine Durchschnittsgeschwindigkeit an diesem Ort berechnet. Die so berechneten aufeinanderfolgenden Durchschnittsgeschwindigkeiten werden voneinander abgezogen, und bei einem Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes wird von einem Stau ausgegangen.

[0008] Aus der EP 1 732 188 A2 ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein definiertes Fahrzeug mit einem GPS Empfänger regelmäßig Informationen an eine Zentrale

sendet, wobei unterschieden wird, ob der Fahrer spricht oder nicht spricht. Während des Sprechens besteht eine Verbindung, so dass die Daten des Ortes des Fahrzeuges übertragen werden können, wobei während des nicht Sprechens die Daten durch Pollen vom mobilen Gerät erlangt werden.

[0009] Aus der EP 1 235 195 A2 ist ein Verfahren bekannt bei dem ein spezifisches Terminal innerhalb des Fahrzeuges als Floating Car Informationen sammelt, die an eine Zentrale gesendet werden. Es sind somit nur spezifische Fahrzeuge mit entsprechenden Terminals zu berücksichtigen.

[0010] Die Wo 20041059592 arbeitet auch auf der Basis eines Probe-Fahrzeuges, das spezifische Informationen an eine Zentrale senden muss. Es bedarf somit eines spezifischen Terminal in einem Fahrzeug.

[0011] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein System zur Erkennung von Verkehrsstörungen in einer sich dynamisch ändernden Verkehrslage vorzustellen, die in vorteilhafter Weise die eingangs genannten Nachteile der herkömmlichen Lösungen überwinden. Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung und ein Verfahren nach den unabhängigen Ansprüchen.

[0012] Insbesondere um die obige Aufgabe zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Erkennung von Verkehrsstörungen in einer sich dynamisch ändernden Verkehrslage in einem räumlichen Bereich vor, bei dem zumindest von einem einem Fahrzeug zugeordneten Mobilfunkgerät Signale in zeitlicher Folge erfasst werden, die eine Präsenz des Fahrzeuges in dem räumlichen Bereich anzeigen, wobei durch eine Auswertung der zeitlichen Folge der Signale auf eine kontinuierliche Fortbewegung des Fahrzeugs entlang eines sich in dem räumlichen Bereich befindlichen Verkehrsweges geschlossen werden kann bzw. wird, und bei dem komplementär zu der Auswertung der zeitlichen Folge der Signale anhand des Ausbleibens der Signale ein Auftreten von Verkehrsstörungen erkannt und angezeigt wird. Hierbei werden die typischen Frequenzen der Signale für freien Verkehr in Abhängigkeit von Streckenabschnitt, Tageszeit und Wochentag aus historischen Daten ermittelt, wobei aus dem Frequenzverlauf eine minimale Zeit ermittelt wird, die abgewartet werden muss, bevor eine Verkehrsstörung angemeldet wird.

[0013] Demnach ergibt sich ein leicht zu realisierendes, aber dennoch sehr zuverlässiges Verfahren zur Erkennung von Verkehrsstörungen. Denn wird im wesentlichen auf bereits vorhandene Daten bzw. Signalen von mobilen Sensoren, insbesondere Mobiltelefonen, zurückgegriffen, aus denen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Zustand "Freie Fahrt" geschlossen werden kann, wobei durch eine intelligente Auswertung die Verkehrsstörungen dazu als raum-zeitliches Komplement erkannt und angezeigt werden können.

[0014] Außerdem stellt die vorliegende Erfindung ein System vor, welches das Verfahren durchführt, wobei das System Empfangsvorrichtungen und eine damit ver-

bundene Zentrale umfasst, die zumindest von einem einem Fahrzeug zugeordneten mobilen Sensor Signale in zeitlicher Folge empfangen bzw. erfasst, welche eine Präsenz des Fahrzeuges in dem räumlichen Bereich anzeigen, wobei durch eine Auswertung der zeitlichen Folge der Signale auf eine kontinuierliche Fortbewegung des Fahrzeuges entlang eines sich in dem räumlichen Bereich befindlichen Verkehrsweges geschlossen werden kann, und dass die Zentrale komplementär zu der Auswertung der zeitlichen Folge der Signale anhand mindestens eines Kriteriums ein Auftreten von Verkehrsstörungen erkennt und für eine Anzeige oder für die Weiterleitung an weiterverarbeitende Systeme oder Nutzer aufbereitet.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen:

[0016] Demnach ist es vorteilhaft, wenn das mindestens eine Kriterium das Ausbleiben der zu erfassenden Signale während einer vorgebbaren Zeitspanne ist. Denn das zumindest zeitweise Ausbleiben der Signale lässt auf eine nicht mehr vorhandene bzw. statische Präsenz der mobilen Sensoren (und damit der Fahrzeuge) in dem beobachteten Raumbereich schließen, was wiederum anzeigt, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit keine freie Fahrt für diese Fahrzeuge herrscht und somit hier eine Verkehrsstörung angezeigt ist.

[0017] Alternativ oder in Ergänzung dazu kann das mindestens eine Kriterium der zeitliche Verlauf der Folge der zu erfassenden Signale sein. In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn das mindestens eine Kriterium ein von dem jeweiligen mobilen Sensor signalisiertes Anmelden und/oder Abmelden des Fahrzeuges in dem räumlichen Bereich darstellt. Hier wird in vorteilhafter Weise auf typische Signale abgestellt, welche in zellulären Mobilfunknetzen üblicherweise im Zusammenhang mit Handover-Prozeduren signalisiert werden.

[0018] Dem entsprechend ist es auch von Vorteil, wenn der mobile Sensor ein in dem Fahrzeug befindliches Mobilfunkgerät ist und wenn der räumliche Bereich ein lokales mehrere Funkzellen umfassendes Versorgungsgebiet eines zellulären Mobilfunknetzes darstellt, und wenn diejenigen Signale erfasst werden, die das Anmelden bzw. Abmelden des Mobilfunkgerätes bzw. Mobiltelefons in der jeweiligen Funkzelle anzeigen, wobei anhand der Funkzellen-Kennung und der zeitlichen Folge der Signale erkannt wird, in welcher Funkzelle sich das Fahrzeug zu welchem Zeitpunkt befindet.

[0019] In diesem Zusammenhang wird vorzugsweise anhand einer geografischen Zuordnung der Funkzellen zu den sich in dem räumlichen Bereich befindlichen Verkehrswegen erkannt bzw. geprüft, ob das Fahrzeug sich entlang eines der Verkehrswege bewegt, insbesondere sich mit einer kleinen, für gestörten Verkehr typischen oder großen, gleichmäßigen, für freien Verkehr typischen Geschwindigkeit bewegt.

[0020] Das erfindungsgemäße System wird dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass die Empfangsvorrichtungen Basisstationen eines zellulären Mobilfunknetzes

sind, wobei der mobile Sensor ein in dem Fahrzeug befindliches Mobilfunkgerät bzw. Mobiltelefon ist, welches die Signale an die Basisstation sendet, und dass der räumliche Bereich ein lokales mehrere Funkzellen umfassendes Versorgungsgebiet des zellulären Mobilfunknetzes darstellt, welches von den Basisstationen versorgt wird, und dass die Zentrale die von den Basisstationen empfangenen Signale erfasst und auswertet.

[0021] Im Folgenden werden die Erfindung und die sich daraus ergebenden Vorteile im Detail anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, wobei auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen wird:

Die Figur 1 stellt ein Weg-Zeit-Diagramm zur Verkehrssituation dar, welches mit einer herkömmlichen Methode aus vielen Einzelsignalen von stationären oder mobilen Detektoren erstellt wurde;

Die Figur 2a zeigt einen Kartenausschnitt mit einem geografischen Bereich, der einem Teilersorgungsbereich eines zellulären Mobilfunknetzes entspricht, auf welchen das Verfahren exemplarisch angewendet wird;

Die Figur 2b zeigt eine Tabelle, die Angaben, insbesondere Funkzellen-Parametern enthält, welche die Zentrale zur Durchführung des Verfahrens verwendet;

Die Figur 3 gibt ein Weg-Zeit-Diagramm wieder, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren aus dem Einzelsignal zumindest eines mobilen Detektors erstellt wurde und welches anzeigt, auf welchen Streckenabschnitten und zu welcher Zeit für den Verkehr "Freie Fahrt" herrscht;

Die Figur 4 zeigt ggf. auftretende Lücken bzw. Schatten in diesem Weg-Zeit-Diagramm, wobei mit dem erfindungsgemäßen Verfahren anhand der Lücken bzw. Schatten erkannt wird, ob und wo eine Verkehrsstörung vorherrscht.

[0022] Anhand der Fig. 1 wird hier zunächst die herkömmliche Methode zur Detektion einer Verkehrsstörung mit konventionellen Quellen für Verkehrsdaten dargestellt: Dabei werden Mess- und Meldedaten als Einzelsignale von stationären und mobilen Sensoren bzw. von menschlichen Beobachtern (Meldern) an eine Zentrale übermittelt. Die Zentrale ermittelt aus diesen vielen Einzelsignalen der stationären oder mobilen Detektoren dann Lage, Länge und Schwere einer Verkehrsstörung, und der Stau präsentiert sich schließlich als ausgedehntes Objekt im Weg-Zeit-Diagramm. Wie anhand der Fig. 2 deutlich wird, ist im Zeitraum zwischen 14 h bis etwa 20 h ein erhöhtes Verkehrsaufkommen auf dem Streckenabschnitt zwischen 335 km und 350 km ermittelt worden. In dem Weg-Zeit-Diagramm sind niedrige Geschwindigkeiten hell und dunkel dargestellt, so dass sich

ein zungenförmiges Objekt ergibt, das den Staubereich wieder gibt, der sich dynamisch über den zeitlichen Verlauf ändert und sich bis zum Streckenabschnitt bei 345 km erstreckt. Die Ausdehnung des Staus bzw. der Verkehrsstörung hat in der Zeit um etwa 19 h die längste Ausdehnung, welche vom Kilometer 335 bis 345 reicht. In den übrigen Zeiten war der Stau deutlich kürzer. Die herkömmlichen Methoden liefern zwar direkte Angaben über das Vorhandensein von Verkehrsstörungen, sind aber relativ aufwendig zu realisieren, weil sie insbesondere eine größere Anzahl an Einzelsignalen und somit an Sensoren bzw. Meldern erfordern, um zuverlässige Ergebnisse zu liefern.

[0023] Im Unterschied dazu wird nun anhand der Fig. 2 bis 4 das erfindungsgemäße Verfahren sowie das danach arbeitende System näher beschrieben:

[0024] In der Fig. 2 ist ein geografischer Kartenausschnitt dargestellt, der den Autobahnabschnitt westlich von Stuttgart einschließlich dem Autobahndreieck Leonberg mit Streckenabschnitten der A81 sowie der A8 umfasst. Der letzte Streckenabschnitt auf der A81 in Richtung Süden zum Leonberger Dreieck hin soll hier beispielhaft dem Streckenabschnitt zwischen 335 und 345 km entsprechen, auf den sich auch die hier gezeigten Wege-Zeitdiagramme (siehe Fig. 1 sowie Fig. 3 und 4) beziehen und der in den hier betrachteten räumlichen Bereich fällt.

[0025] Dieser in der Fig. 2a gezeigte räumliche Bereich wird u.a. durch mehrere Basisstationen des zellulären Mobilfunknetzes D1 abgedeckt, wobei jeweils mehrere zueinander benachbarte Funkzellen einen sog. Funkversorgungsbereich LA (Location Area) bilden, dem jeweils eine bestimmte Kennung, der sog. LAC (Location Area Code) zugeordnet ist. Die Funkzellen selbst haben wiederum jeweils eine eigene Funkzellen-Kennung CI (Cell ID). Die Funkzellen werden zumeist von Sektorantennen aus versorgt, die je nach Anforderung einen bestimmten Öffnungswinkel AZM (Azimuth Angle) haben. Diese Daten bzw. Signale und weitere Parameter werden in dem Mobilfunknetz zentral verwaltet, insbesondere auch um das sog. An- und Abmelden von Mobilstationen zu erfassen, wenn diese sich durch die Funkversorgungsgebiete LA bzw. einzelne Funkzellen bewegen und somit jeweils von einer Funkzelle zur nächsten weitergereicht werden müssen. Dieses Weiterreichen (sog. Handover oder auch Handoff bzw. Funkzellen-Wechsel) kann nur dann unterbrechungsfrei erfolgen, wenn das Mobilfunksystem diese Daten stets aktualisiert und frühzeitig die erforderlichen Handover-Prozesse einleitet.

[0026] Die Erfindung macht sich diese bereits vorhandenen System-Funktionalitäten zu Nutze, um eine sehr effektive Auswertung zum Erkennen von Verkehrsstörungen zu realisieren. Denn es ist eine besondere Erkenntnis der Erfindung, dass zur Lösung der eingangs formulierten Probleme sich mobile Sensoren, insbesondere Mobiltelefone bzw. -endgeräte, hervorragend eignen, um frei fließenden Verkehr zu detektieren und daraus dann Erkenntnisse über Verkehrsstörungen zu ge-

winnen und sogar vorausschauende Aussagen treffen zu können.

[0027] Für mobile Sensoren, die z.B. als "Floating Cars" unterwegs sind, wurde hier folgender Zusammenhang erkannt, woraus sich Annahmen bezüglich des Verkehrsflusses ableiten, die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zutreffen:

[0028] Aus der Tatsache, dass ein Floating Car eine größere Distanz mit hoher Geschwindigkeit zurückgelegt hat, folgt unmittelbar, dass auf der Strecke dazwischen, bestehend aus Streckenstücken auf hohen funktionalen Straßenklassen (z.B. Autobahnen oder Bundesstraßen) freier Verkehr geherrscht haben muss, denn sowohl Umwegfahrten (die zudem bei Floating Cars leicht detektierbar wären) als auch Verkehrsstörungen hätten zu Verzögerungen geführt.

[0029] Aber auch für bewegte Mobiltelefone ist diese Aussage richtig. Selbst wenn die Zuordnung von Messdaten zur digitale Straßenkarte nicht eindeutig gelingt, und selbst wenn Zweifel bei der Zuordnung von Messdaten zu PKW (im Unterschied zu Zügen, Bussen o.ä.) bleiben, so gilt: Eine große Verkehrsmenge (die sich übrigens in den Daten des Mobilfunknetzes entsprechend dem Marktanteil des Betreibers widerspiegelt) kann mit einer hohen Geschwindigkeit (die in den Daten des Mobilfunknetzes leicht erkennbar ist, siehe Tabelle in Fig. 2b) nur auf Straßen einer hohen Funktionsklasse transportiert werden, die relativ leicht identifizierbar sind.

[0030] Das Mobilfunknetz generiert also in enger Folge klare Signale für freien Verkehr, die leicht einer digitalen Straßenkarte zuzuordnen sind.

[0031] Wie beispielhaft anhand der in der Fig. 2b dargestellten Tabelle zu sehen ist, wird ein mobiles Telefon zur Uhrzeit 06:28:32 in dem Funkversorgungsbereich mit der Kennung LAC = 28939 erfasst, und zwar beim Eintritt in die Funkzelle mit der Kennung CI = 1222, d.h. am nördlichen Rand des Funkversorgungsbereiches LA. Anhand der weiteren An- und Abmeldeereignisse in den nachfolgenden Funkzellen, welche die Kennungen CI = 1798, 1800, 1563, 3209 und 5417 haben, wird deutlich, dass das Mobiltelefon sich zum südlichen Ende des Bereichs LA bewegt. Aufgrund der kurzen Zeitabstände bzw. der kurzen Zeitdauer, wonach der Versorgungsbereich LA bereits um 06:32:24 wieder verlassen wird, kann darauf geschlossen werden, dass das Mobiltelefon sich mit einer hohen Geschwindigkeit durch den Bereich LA hin bewegt hat, was schließlich durch Abgleich mit den geografischen Daten (digitale Straßennetzkarte) zu dem Schluss führt, dass sich das Mobiltelefon in einem schnell fahrenden Fahrzeug befinden muss, welches sich auf der Autobahn, nämlich auf der A81 sowie der A8 in Richtung Süden bewegt haben muss.

[0032] Anhand der Auswertung der in der Tabelle (siehe Fig. 2b) enthaltenen Daten bzw. Parameter wird klar: Das Mobiltelefon kann sich nur auf den in der Fig. 2a eingezeichneten Autobahnen von Norden nach Süden mit einer relativ hohen und gleichmäßigen Geschwindigkeit bewegt haben.

[0033] Somit wird bereits durch Verfolgung und Auswertung des Signals eines einzelnen mobilen Sensors und durch Abgleich mit den kartografischen Daten die Möglichkeit geschaffen, mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eine zuverlässige Aussage über Freie Fahrt zu geben. Das von den mobilen Sensoren erfasste Signal entspricht somit einem zuverlässigem "Freie Fahrt"-Signal.

[0034] Erfasst man nun ein oder vorzugsweise mehrere solcher Signale in einem Wege-Zeit-Diagramm, so erhält man eine Darstellung, wie sie die Fig. 3 zeigt. Darin sind für den jeweiligen Zeitpunkt die Streckenabschnitte mit einem Freie-Fahrt-Zustand belegt, sofern die entsprechenden Signale in der Zentrale erfasst werden können. Nur wenn die Signale nicht vorliegen oder andere Signale bzw. Parameter vorliegen, die nicht auf "Freie Fahrt" schließen lassen, bilden sich Lücken bzw. Schatten in dem Wege-Zeit-Diagramm aus.

[0035] Bei dem hier vorgeschlagenen Verfahren wird quasi umgekehrt zu den herkömmlichen Verfahren vorgegangen: Denn der Stau wirft einen "Schatten" in den freien Verkehr bzw. in den raum-zeitlichen Teppich der Freifahrt-Signale (siehe Fig. 3). Das Ausbleiben der Signale für freien Verkehr ist für die Zentrale der Anlass, eine Verkehrsstörung anzumelden.

[0036] Auch deren zeitlicher Verlauf und schließlich ihre Abmeldung ergibt sich durch Verfolgung des Komplements derjenigen Strecken, für die klar auf freien Verkehr entschieden werden kann. Ist die Entscheidung getroffen, so wird die Verkehrsstörung durch entsprechende Zeichen oder Linien in dem Wege-Zeit-Diagramm angezeigt (siehe Fig. 4).

[0037] Demnach wird eine Verkehrsstörung dann angemeldet, wenn sich eine hinreichend große Lücke in den Freifahrt-Signalen (s. Fig. 3) aufgetan hat, z.B. wenn auf einem Streckenabschnitt zweimal die mittlere Zeit zwischen einzelnen Signalen verstrichen, aber kein Signal eingetroffen ist. Mit dem Anwachsen der Lücke werden Änderungsmeldungen mit korrigierter Längenangabe generiert. Ein Freifahrt-Signal für den gesamten betroffenen Streckenabschnitt führt zur Abmeldung.

[0038] Das vorgeschlagene Verfahren kann vorteilhaft ausgestaltet werden durch Hinzufügen von Informationen über die Schwere der Störung im zeitlichen Verlauf der Verkehrsmeldung. Bei der Anmeldung wird in der Regel nur die Information über Lage und Ausdehnung des "Schattens" vorliegen, und der Meldungsinhalt würde im wesentlichen beschränkt sein auf Angaben wie in diesem Beispiel:

"10.10.2010 07:11:30, 3 km Stau zwischen Anschlussstelle Mustertal und Kreuz Beispielstadt ab Streckenkilometer 42"

[0039] Geschwindigkeitsmessungen in der näheren Umgebung, selbst wenn sie aus dem Mobilfunknetz stammen und sich nicht sofort eindeutig einer Straße zuordnen lassen, bilden zumindest eine Obergrenze für die noch mögliche Geschwindigkeit auf der als gestört er-

kannten Strecke. Auch ein Floating Car oder in Ausnahmefällen ein vom Stau erfasster stationärer Sensor können Geschwindigkeitsmessungen beisteuern, so dass dann die nächste Meldungsversion umfassender sein und etwa lauten könnte:

"10.10.2010 07:19:30, 5 km Stau zwischen Anschlussstelle Mustertal und Kreuz Beispielstadt ab Streckenkilometer 39, Zeitverlust 15 Minuten, Tendenz zunehmend"

[0040] Ein in diesem Kontext anwendbares Verfahren zur Generierung von An-, Änderungs- und Abmeldungen wird an sich in der DE 199 05 284 A1 beschrieben und ist nicht Kern dieser Erfindung.

[0041] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich aus durch Ermittlung der typischen Frequenz der Signale für freien Verkehr in Abhängigkeit von Streckenabschnitt, Tageszeit und Wochentag aus historischen Daten. Aus dem Frequenzverlauf wird eine minimale Zeit ermittelt (z.B. das doppelte des mittleren zeitlichen Abstandes zwischen zwei Signalen für freien Verkehr), die abgewartet werden muss, bevor eine Verkehrsstörung angemeldet werden kann. Dadurch wird die jeweils geringst mögliche Anmeldeverzögerung erreicht. Außerdem lässt sich ein Grenzwert für die gemessene Frequenz festlegen, unterhalb dessen das Verfahren deaktiviert werden muss: bei geringen Verkehrsflüssen, etwa nachts, wirft ein Stau keinen Schatten mehr und sollte dann wie üblich direkt (mittels Signalen für gestörten Verkehr) erkannt werden.

[0042] Zusammenfassend wird also ein Verfahren vorgeschlagen, welches Verkehrsstörungen erkennt als raum-zeitliches Komplement von räumlich vollständigen, lokalisierbaren, zeitlich in dichter Folge vorliegenden Signalen für freien Verkehr, die vorzugsweise durch mobile Sensoren, typischerweise mobile Telefone, aber auch "Floating Cars", erzeugt werden, und daraus Verkehrsmeldungen zur Verwendung in Informationsdiensten generiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von Verkehrsstörungen in einer sich dynamisch ändernden Verkehrslage in einem räumlichen Bereich (LA), unter Verwendung eines Mobilfunknetzes, das Funkzellen aufweist, wobei beim Eintreten und Austreten aus den Funkzellen (LAC) eines Mobilfunkgeräts vom Mobilfunknetz Signale in zeitlicher Folge geliefert werden, die eine Präsenz des Fahrzeuges in dem räumlichen Bereich (LA) anzeigen, wobei durch Abgleich der zeitlichen Folge der Signale mit einer digitalen Straßennetzkarte auf eine ungestörte Fortbewegung des Fahrzeugs entlang eines sich in dem räumlichen Bereich (LA) befindlichen Verkehrsweges (A81, A8) geschlossen wird, und dass kom-

plementär zu der Auswertung der zeitlichen Folge der Signale anhand des Ausbleibens der Signale ein Auftreten von Verkehrsstörungen erkannt und angezeigt wird

dadurch gekennzeichnet,

dass typische Frequenzen der Signale für freien Verkehr in Abhängigkeit von Streckenabschnitt, Tageszeit und Wochentag aus historischen Daten ermittelt werden, wobei aus dem Frequenzverlauf eine minimale Zeit ermittelt wird, die abgewartet werden muss, bevor eine Verkehrsstörung angemeldet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mehrmaliges Ausbleiben der zu erfassenden Signale während einer vorgebbaren Zeitspanne vorliegt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein signalisiertes Anmelden und/oder Abmelden des Fahrzeuges in dem räumlichen Bereich (LAC) erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der räumliche Bereich ein lokales, mehrere Funkzellen umfassendes Versorgungsgebiet (LA) eines zellulären Mobilfunknetzes darstellt, und dass diejenigen Signale erfasst werden, die das Anmelden bzw. Abmelden des Mobilfunkgerätes in den Funkzellen anzeigen, wobei anhand der Funkzellen-Kennung (CI) und der zeitlichen Folge der Signale erkannt wird, in welcher Funkzelle sich das Fahrzeug zu welchem Zeitpunkt befindet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand einer geografischen Zuordnung der Funkzellen zu den sich in dem räumlichen Bereich (LA) befindlichen Verkehrswegen (A81, A8) erkannt wird, ob das Fahrzeug sich entlang eines der Verkehrswege (A81), insbesondere mit einer kleinen, stautypischen oder hohen, gleichmäßigen Geschwindigkeit, bewegt.

6. System zur Erkennung von Verkehrsstörungen in einer sich dynamisch ändernden Verkehrslage in einem räumlichen Bereich (LA), wobei das System Empfangsvorrichtungen in Form von Basisstationen eines zellulären Mobilfunknetzes und eine damit verbundene Zentrale umfasst, wobei beim Eintreten und Austreten aus den Funkzellen (LAC) eines Mobilfunkgeräts vom Mobilfunknetz Signale in zeitlicher Folge geliefert werden, die eine Präsenz des Fahrzeuges in dem räumlichen Bereich (LA) anzeigen, wobei durch ein Abgleichen der zeitlichen Folge der Signale mit einer digitalen Straßennetzkarte auf eine kontinuierliche Fortbewegung des Fahrzeugs entlang eines sich in dem räumlichen Bereich (LA) befindlichen Verkehrsweges

(A81, A8) geschlossen wird, und dass die Zentrale komplementär zu der Auswertung der zeitlichen Folge der Signale anhand des Ausbleibens der Signale ein Auftreten von Verkehrsstörungen erkennt und für eine Anzeige oder für die Weiterleitung an weiterverarbeitende Systeme oder Nutzer aufbereitet, **dadurch gekennzeichnet, dass** typische Frequenzen der Signale für freien Verkehr in Abhängigkeit von Streckenabschnitt, Tageszeit und Wochentag aus historischen Daten ermittelt werden, wobei aus dem Frequenzverlauf eine minimale Zeit ermittelt wird, die abgewartet werden muss, bevor eine Verkehrsstörung angemeldet wird.

Claims

1. Method for detecting traffic disruptions in a dynamically changing traffic situation in a spatial area (LA), using a mobile telephone network that has radio cells, wherein the mobile telephone network provides signals in a time sequence which indicate a presence of the vehicle in the spatial area (LA) when a mobile telephone device enters and exits the radio cells (LAC), wherein an unimpeded progress of the vehicle along a traffic route (A81, A8) located in the spatial area (LA) is inferred from comparison of the time sequence of the signals with a digital street map, and that, in a manner complementary to the analysis of the time sequence of the signals, an occurrence of traffic disruptions is detected and displayed on the basis of the absence of the signals, **characterized in that** typical frequencies of the signals for free traffic flow are ascertained from historical data as a function of route section, time of day, and day of the week, wherein a minimum time that must be waited before reporting a traffic disruption is ascertained from the frequency behavior.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** a repeated absence of the signals to be detected is present during a predefinable time span.
3. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a signaled sign-on and/or sign-off of the vehicle in the spatial region (LAC) takes place.
4. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the spatial region represents a local service area (LA) comprising multiple radio cells of a cellular mobile telephone network, and **in that** the signals that indicate the sign-on or sign-off of the mobile telephone device in the radio cells are detected, wherein the radio cell identifier (CI) and the time sequence of the signals are used to determine which radio cell the vehicle is located

in at any given point in time.

5. Method according to claim 4, **characterized in that** a geographic association of the radio cells with the traffic routes (A81, A8) located in the spatial area (LA) is used to detect whether the vehicle is moving along one of the traffic routes (A81), in particular at a low speed typical of a traffic jam or at a high, uniform speed.
6. System for detecting traffic disruptions in a dynamically changing traffic situation in a spatial area (LA), wherein the system comprises receiving devices in the form of base stations of a cellular mobile telephone network and a central office connected thereto, wherein the mobile telephone network provides signals in a time sequence which indicate a presence of the vehicle in the spatial area (LA) when a mobile telephone device enters and exits the radio cells (LAC), wherein a continuous progress of the vehicle along a traffic route (A81, A8) located in the spatial area (LA) is inferred from a comparison of the time sequence of the signals with a digital street map, and that the central office, in a manner complementary to the analysis of the time sequence of the signals, detects and prepares for display, or for forwarding to users or systems for further processing, an occurrence of traffic disruptions on the basis of the absence of the signals, **characterized in that** typical frequencies of the signals for free traffic flow are ascertained from historical data as a function of route section, time of day, and day of the week, wherein a minimum time that must be waited before reporting a traffic disruption is ascertained from the frequency behavior.

Revendications

1. Procédé de détection de perturbations de circulation dans une situation de circulation qui change de manière dynamique dans une zone géographique (LA), utilisant un réseau de téléphonie mobile comportant des cellules radio, des signaux signalant une présence du véhicule dans la zone géographique (LA) étant fournis dans l'ordre chronologique par le réseau de téléphonie mobile lorsqu'un appareil de téléphonie mobile entre et sort des cellules radio (LAC), la comparaison de l'ordre chronologique des signaux avec une carte de réseau routier numérique conduisant à un déplacement normal du véhicule le long d'une voie de communication (A81, A8) située dans la zone géographique (LA), et une apparition de perturbations de circulation étant détectée et signalée de manière complémentaire à l'analyse de l'ordre chronologique des signaux moyennant l'absence des signaux, **caractérisé en ce que**

des fréquences typiques des signaux d'une libre circulation sont déterminées en fonction du tronçon de route, de l'heure et du jour de la semaine, à partir de données historiques, un temps minimum d'attente avant qu'une perturbation de circulation soit déclarée étant déterminé à partir de la variation de fréquence.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** y a une absence répétée des signaux à détecter pendant une durée pré-déterminable. 5
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** connexion signalée et/ou une déconnexion signalée du véhicule dans la zone géographique (LAC) est effectuée. 10 15
4. Procédé selon l'une de revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone géographique représente une zone locale desservie (LA) d'un réseau de téléphonie mobile cellulaire composée de plusieurs cellules radio, et **en ce que** les signaux détectés sont ceux qui signalent la connexion ou la déconnexion de l'appareil de téléphonie mobile dans les cellules radio, l'identification des cellules radio (CI) et l'ordre chronologique des signaux permettant de détecter dans quelle cellule radio se trouve le véhicule et à quel moment. 20 25
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'une** affectation géographique des cellules radio aux voies de communication (A81, A8) se trouvant dans la zone géographique (LA) permet de détecter si le véhicule se déplace le long de l'une des voies de communication (A81), notamment à une petite vitesse typique d'un embouteillage ou à une vitesse élevée régulière. 30 35
6. Système de détection de perturbations de circulation dans une situation de circulation qui change de manière dynamique dans une zone géographique (LA), le système comprenant des dispositifs de réception sous la forme de stations de base d'un réseau de téléphonie mobile cellulaire et une station centrale qui y est reliée, des signaux signalant une présence du véhicule dans la zone géographique (LA) étant fournis dans l'ordre chronologique par le réseau de téléphonie mobile lorsqu'un appareil de téléphonie mobile entre et sort des cellules radio (LAC), la comparaison de l'ordre chronologique des signaux avec une carte de réseau routier numérique conduisant à un déplacement continu du véhicule le long d'une voie de communication (A81, A8) située dans la zone géographique (LA), et la station centrale détectant une apparition de perturbations de circulation de manière complémentaire à l'analyse de l'ordre chronologique des signaux moyennant l'absence des signaux et la mettant en forme en vue d'un signale- 40 45 50 55

ment ou du réacheminement vers des systèmes ou des utilisateurs pour être traitée,

caractérisé en ce que

des fréquences typiques des signaux d'une libre circulation sont déterminées en fonction du tronçon de route, de l'heure et du jour de la semaine, à partir de données historiques, un temps minimum d'attente avant qu'une perturbation de circulation soit déclarée étant déterminé à partir de la variation de fréquence.

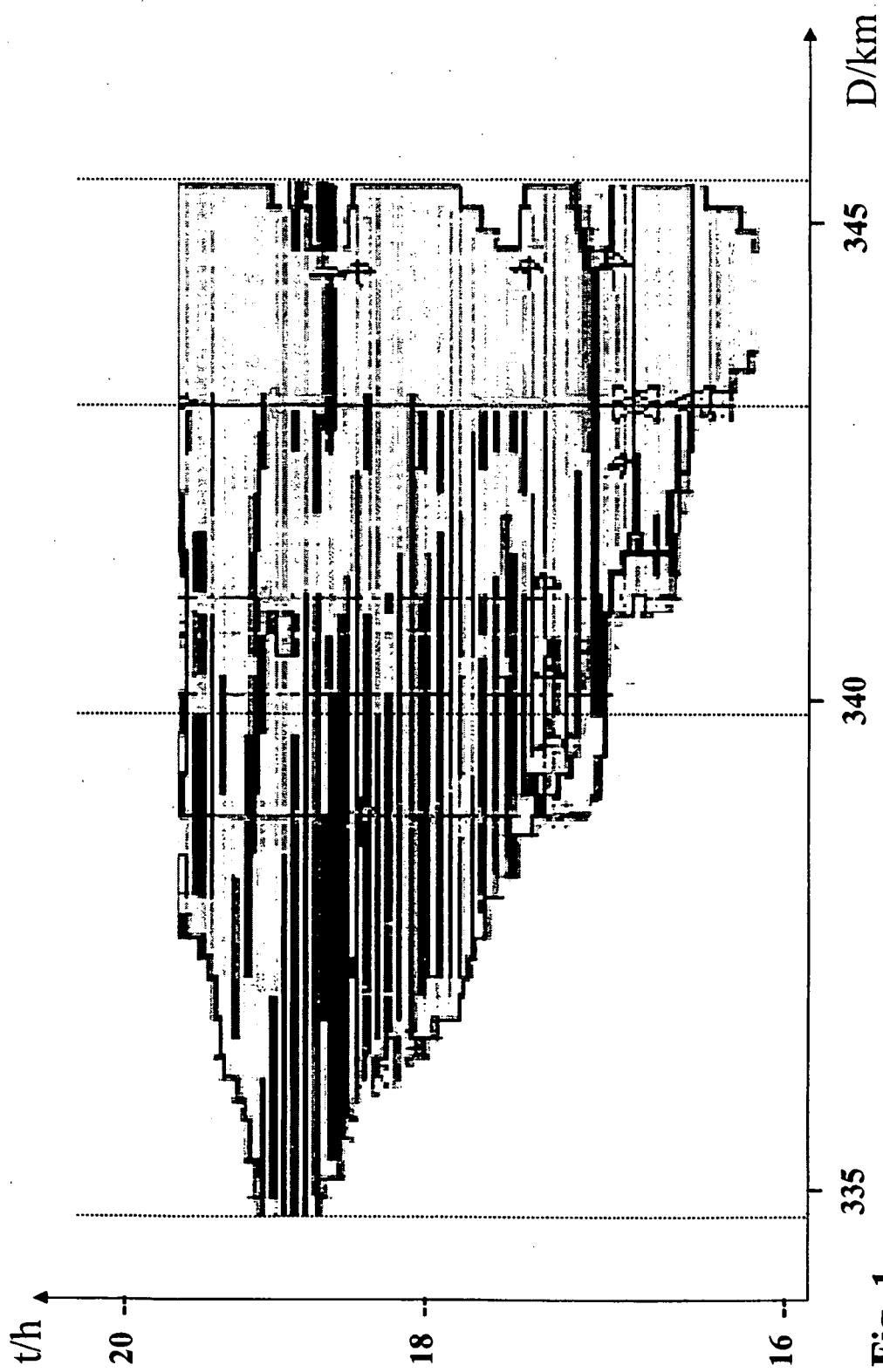
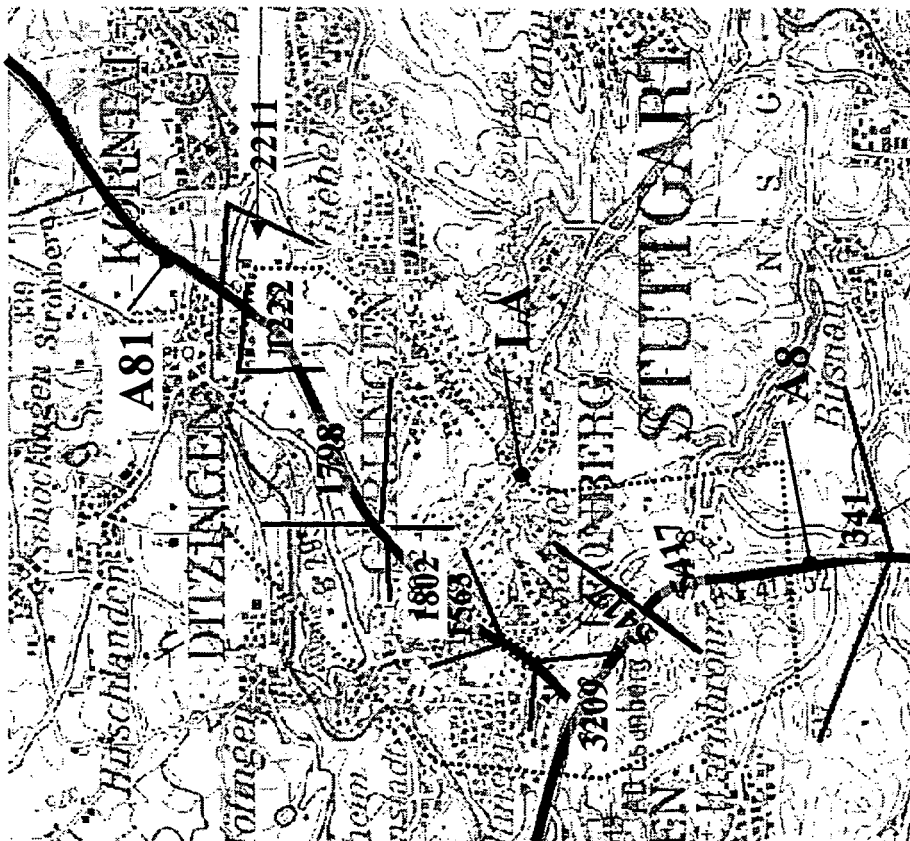


Fig. 1



LAC	CI	AZM	T
28961	2211 (22111)	...	...
28939	1222	120	06:28:32
28939	1798	45	06:28:40
28939	1800	225*	06:29:46
28939	1563	45*	06:30:24
28939	3209	240	06:31:17
28939	5417	300	06:31:38
28939	5417	160	06:32:24
28950	341	...	06:33:39

Fig. 2b

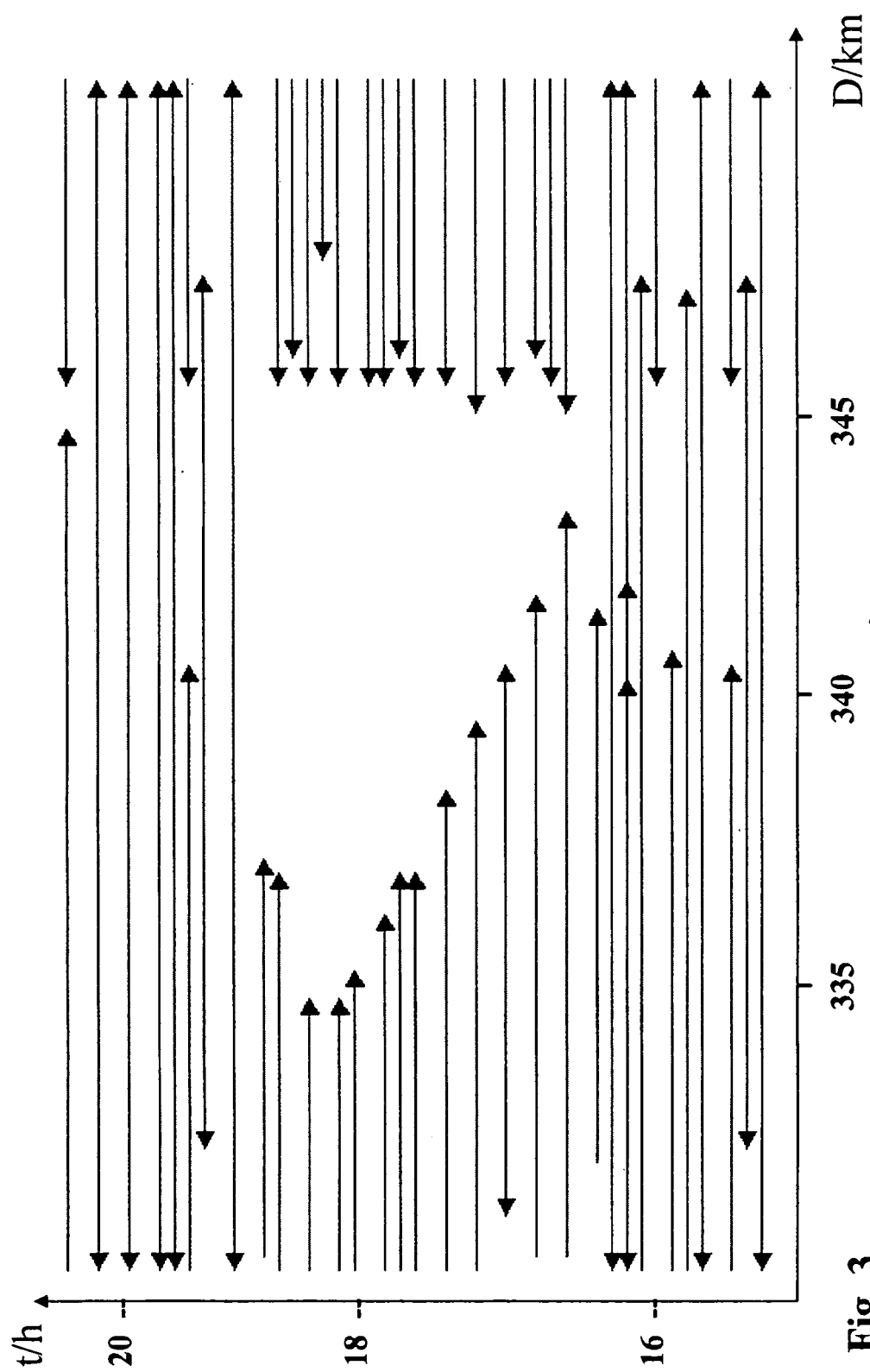


Fig. 3

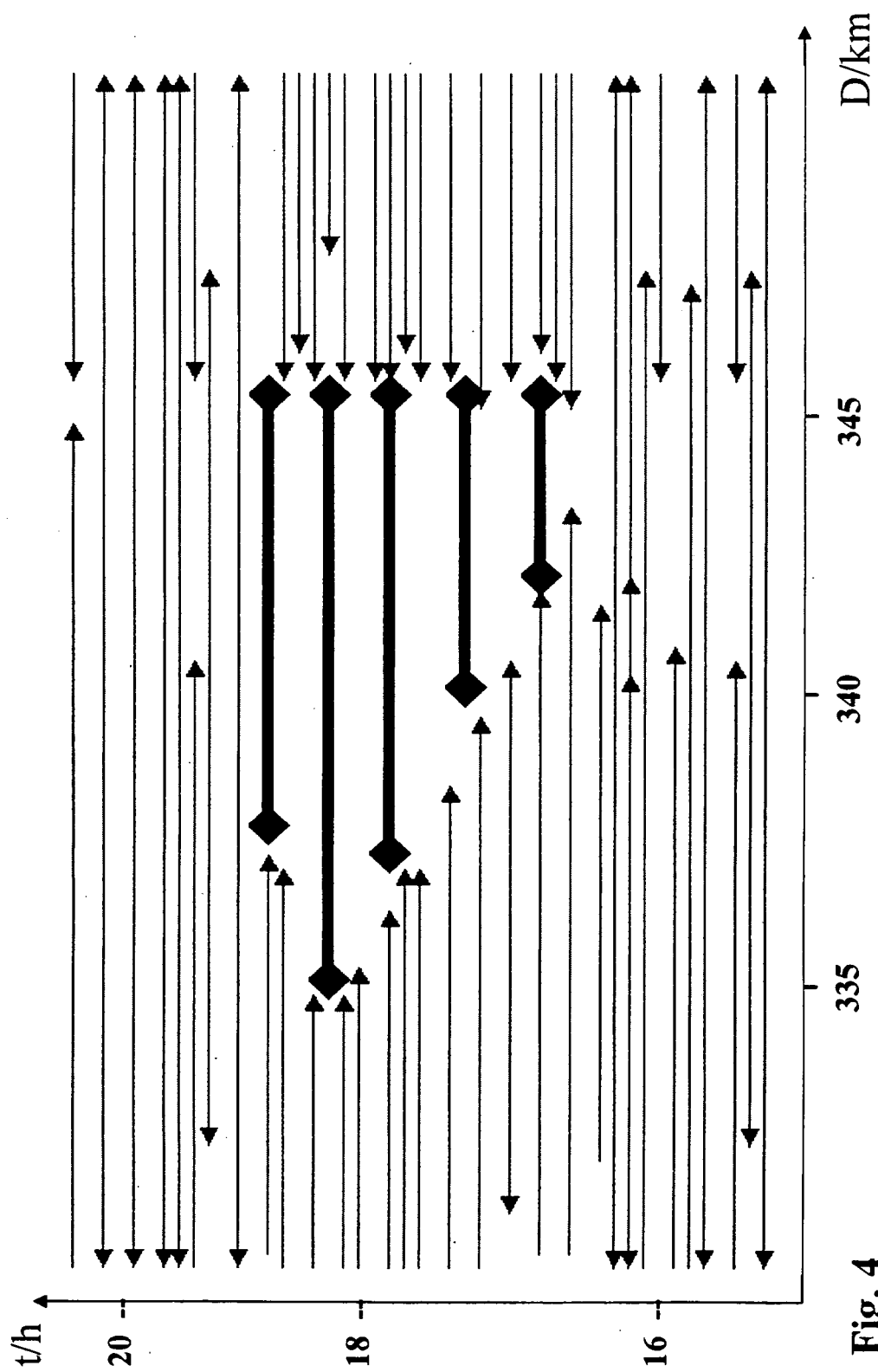


Fig. 4

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 19638798 A1 [0006]
- US 6810321 B [0007]
- EP 1732188 A2 [0008]
- EP 1235195 A2 [0009]
- DE 19905284 A1 [0040]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **P.-M. Ziegler ; U. Fastenrath.** *Stau-Schau*, September 2004, 172-181 [0004]