



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 071 057 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.01.2001 Patentblatt 2001/04**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **G08G 1/01**

(21) Anmeldenummer: **00250248.2**

(22) Anmeldetag: **20.07.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **23.07.1999 DE 19935769**

(71) Anmelder:  
**DDG Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH  
40547 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Becker, Markus Dipl.-Phys. Dr.  
45239 Essen (DE)**  
• **Fastenrath, Ulrich Dipl.-Phys. Dr.  
41462 Neuss (DE)**

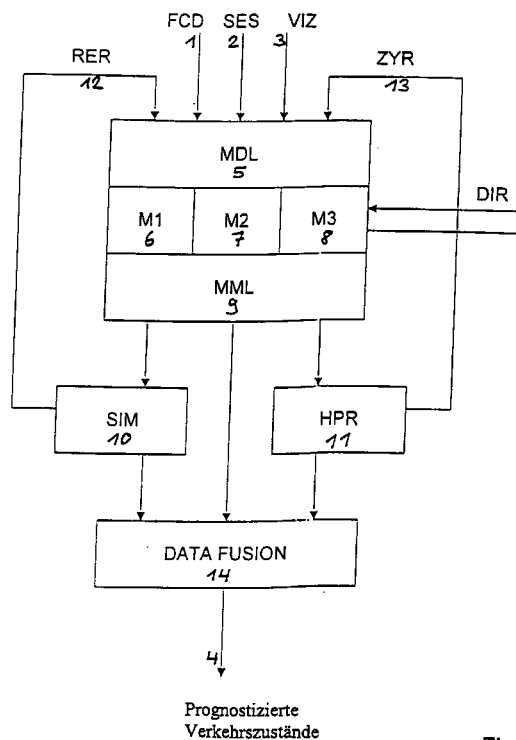
(74) Vertreter:  
**Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al  
Meissner & Meissner,  
Patentanwaltsbüro,  
Hohenzollerndamm 89  
14199 Berlin (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Verkehrszustandsprognose durch rückgekoppelte Zustandskaskade**

(57) Eine qualitativ hochwertige Erzeugung von Verkehrsprognosen aus zeitlich und/oder örtlich lückenhaft vorliegenden Meßdaten wird ermöglicht durch eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erstellung einer Verkehrsprognose für einen Prognosezeitpunkt aus den Zustand eines Verkehrsnetzes betreffenden Meßdaten in einer Verkehrszentrale, wobei zu mehreren Meßsorten im Verkehrsnetz mehrere Zeitpunkte innerhalb eines sich ab dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt zeitlich rückwärts erstreckenden Zeitraumes betreffende, räumlich und/oder zeitlich lückenhafte Meßdaten zum Zustand des Verkehrsnetzes an den Meßsorten erfaßt werden, wobei unter Berücksichtigung des zeitlichen Werte-Verlaufs mehrerer zu diesen Zeitpunkten erfaßter Meßdaten mit zeitlich-räumliche Entwicklungen im Verkehrsnetz repräsentierenden Verkehrsmodellen zeitlich und/oder räumlich die Meßdaten-Lücken auffüllende, Meßdaten simulierende Ersatzdaten generiert werden,

und mit den Verkehrsmodellen für gegenüber dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt künftige, jedoch vor dem Prognosezeitpunkt liegende Zeitpunkte ebenfalls Ersatzdaten generiert werden, worauf eine Prognose von den Zustand des Verkehrsnetzes zu einem gegenüber dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt künftigen Prognosezeitpunkt an Orten des Verkehrsnetzes repräsentierenden Ortszustandsdaten erstellt wird aufgrund der für Zeitpunkte vor dem Prognose-Erstellungs-Zeit-

punkt vorliegenden Meßdaten und Ersatzdaten und der für Zeitpunkte nach dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt vorliegenden Ersatzdaten.



**Fig. 1**

**EP 1 071 057 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erstellung einer Verkehrsprognose.

[0002] Verkehrsinformationssysteme erzeugen 5  
aktuelle Verkehrsinformationen, wie Verkehrsmeldungen oder Reisezeitschätzungen und Navigationsinformationen, basierend auf Meßdaten aus entlang Straßen des Verkehrsnetzes angeordneten stationären Sensoren und/oder in im Verkehrsnetz beweglichen 10  
Fahrzeugen angeordneten Sensoren (FCD) und/oder anderen Meßdatenquellen.

[0003] Aus der WO 98/27525 ist ein Verfahren zur Vervollständigung von räumlichen Lücken in den Meßdaten durch mehrfache Rückkopplung von zu vergan- 15  
genen Zeitpunkten erstellten Prognosen und anderen Daten bekannt.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens bzw. einer Vorrichtung zur Prognose von den Zustand eines Verkehrsnetzes zu einem künftigen Prognosezeitpunkt betreffenden Ortszustandsdaten aufgrund von sich auf mehrere Orte und mehrere Zeitpunkte beziehenden, den Zustand eines Verkehrsnetzes betreffenden Meßdaten. Die Aufgabe wird jeweils durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. 20

[0005] Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine sehr zuverlässige Prognose von künftigen Verkehrszuständen durch Analyse des Werte-Verlaufes von zu mehreren vergangenen Zeitpunkten gemessenen Meßdaten zur Erstellung von Meßdaten simulierenden 25  
Ersatzdaten für Meßdatenlücken in der Vergangenheit und in der Zukunft. Dabei können auch Meßdaten verwendet werden, die zeitlich asynchron erfaßt werden.

[0006] Zur Erstellung von Verkehrsprognosen kann im Prinzip aus räumlich und/oder zeitlich lückenhaften 35  
Meßdaten eine räumlich und zeitlich lückenlose Verkehrsdaten-Quelle für die Vergangenheit und darauf auch für die Zukunft simuliert (also virtuell erzeugt) werden. Das Ergebnis hiervon sind auf Straßenabschnitte (auch als Richtungsmeßquerschnitte RMQ bezeichnet) bezogene zeitlich künstlich synchronisierte Verkehrsdaten. Diese weisen zweckmäßig ein einheitliches Format dergestalt auf, daß sie in gleichen zyklischen Intervallen und/oder gleichen Einheiten vorliegen; die Intervalle können beispielsweise eine Minute betragen. Bei der Erstellung der räumlich/zeitlich lückenlosen Verkehrsdatenbasis können durch Fehlerschätzung bei der Berechnung für die einzelnen Werte Qualitätsangaben mitgeneriert werden. 40

[0007] Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Dabei zeigt: 45

Fig. 1 als Blockschaltbild Komponenten einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, 55

Fig. 2 im Verlaufe der Zeit von einem Sensor gemessene Meßdaten, aus einer historischen Datenbank entnommene Meßdaten und eine Intervallschätzung (=LOS-Schätzung),

Fig. 3 als Tabelle grundsätzlich zur Vervollständigung von bestimmten Meßdatenlücken etc. geeignete Ersatzdatenquellen.

[0008] Figur 1 verdeutlicht den Datenfluß anhand eines Blockschaltbildes einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0009] Die verwendeten Meßdaten umfassen von in im Verkehrsnetz beweglichen Fahrzeugen angeordneten Sensoren erfaßte Daten 1 (FCD), von stationären Sensoren im Straßenverkehrsnetz erfaßte Daten 2 (SES) sowie von einer anderen Verkehrsinformationszentrale (VIZ) kommende Daten 3 (beispielsweise basierend auf Landesmeldestellen-Meldungen, Polizeifunk etc.).

[0010] Die am Ende ausgegebenen Daten 4 repräsentieren räumlich und zeitlich mit zur Weiterverarbeitung ausreichender Genauigkeit lückenlos (aus den Daten 1 bis 3) vervollständigte Ortszustandsdaten 4. Die Ortszustandsdaten 4 (Geschwindigkeiten, Verkehrsdichte, Staus etc.) sind räumlich dergestalt lückenlos, daß beispielsweise für eine digitale Karte des Straßenverkehrsnetzes mit räumlichen Unterabschnitten für jeden räumlichen Unterabschnitt ein Meßdatum für einen relevanten Zeitpunkt vorliegt, was eine einfachere und bessere Weiterverarbeitung ermöglicht. Zeitlich lückenlos können sie beispielsweise insofern sein, daß für eine ausreichende Zahl von vor dem aktuellen Zeitpunkt liegenden, kurz zurückliegenden Zeitpunkten vervollständigte Meßdaten (Ortszustandsdaten) vorliegen.

[0011] Die Vervollständigung erfolgt im wesentlichen in einer Multidatenlogik MDL 5, in welcher im wesentlichen das erfindungsgemäße Verfahren abläuft. In den Teilmodulen M1 bis M3 6 bis 8 laufen verkehrstechnische Analyseverfahren ab, in welchen unterschiedliche Verkehrsflußmodelle (beispielsweise gemäß Ansprüchen 2 - 4) basierend auf den in der MDL 5 vervollständigten Meßdaten verwendet und optimiert werden. Die Multimodell-Logik MML 9 verknüpft die Ergebnisse der auf unterschiedlichen Analyseverfahren beruhenden Module M1 bis M3, insbesondere in Form einer Zuverlässigkeits-/Glaubwürdigkeits-Analyse und -Auswahl.

[0012] Die Simulationskomponente SIM 10 berechnet erfindungsgemäß aufgrund der von der Multimodell-Logik 9 erzeugten Daten eine Prognose für die Zukunft, wobei der durch die Prognose betroffene Prognosezeitpunkt gegenüber dem Prognose-Erstellung-Zeitpunkt in der Zukunft liegt. Bei der Zukunftsprognose, ausgehend von zu einem vergangenen Zeitpunkt erfaßten Meßdaten, ist eine optimierte Ausnutzung gemessener Meß-

daten durch eine genauere Ablaufanalyse von Vorgängen (Staubbildung etc.) im Straßenverkehrsnetz möglich. Die Komponente HPR 11 generiert aus den von der MML 9 erzeugten aktuellen Daten Ganglinien (also zeitliche Verläufe der Meßdaten) und versucht, den Zusammenhang zwischen Verkehrszuständen und bestimmten Selektionsmerkmalen zu lernen. Die Ergebnisse der Simulationskomponente 10 werden über eine Rückkopplungseinheit RER in die Multidatenlogik rückgekoppelt zur Optimierung der (neben den Daten 1 bis 3) in die MDL einfließenden Meßdaten-Basis.

**[0013]** Die von der Komponente HPR generierten Ganglinien und Zusammenhänge zwischen Verkehrszuständen und Selektionsmerkmalen werden (über ein hier nicht dargestelltes Modul ZYR) ebenfalls als Eingang in die Multidatenlogik 5 eingekoppelt.

**[0014]** Basierend auf den Ausgangsdaten der SIM 10, der MML 9 und der HPR 11 werden in einer Datenfusionseinheit 14 Daten erstellt, welche prognostizierte Verkehrszustände von Abschnitten des Straßenverkehrsnetzes repräsentieren.

**[0015]** Eine Grundidee der MDL 5 besteht darin, aus räumlich und/oder zeitlich unvollständig eingehenden Meßdaten 1 bis 3 (von Sensoren etc.) durch Vervollständigung eine räumlich und zeitlich lückenlose und zeitlich synchrone Meßdatenquelle für die Vergangenheit und eine zwischen dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt und dem Prognosezeitpunkt liegende Zukunft zu simulieren, um eine einfache hochwertige Weiterverarbeitung (für Verkehrsmeldungen, Prognosen, Navigationshinweise etc.) zu ermöglichen.

Figur 2 verdeutlicht die Problematik bei eingehenden Meßdaten aufgrund einer Meßdatenhistorie. In Figur 2 zeigt die nach rechts weisende Achse die Zeit und die nach oben weisende Achse die Geschwindigkeit. Die durchgezogene Linienfolge zeigt zu verschiedenen Zeitpunkten mit einem stationären Sensor (SES) an einer Position im Straßenverkehrsnetz erfaßte Fahrzeugdurchschnittsgeschwindigkeiten (beispielsweise alle Fahrzeuge in einer Minute). Die vom Sensor erfaßten Meßdaten betreffen mehrere bezüglich des jetzigen Zeitpunktes vergangene, hintereinanderliegende und kurz zurückliegende Zeitpunkte: diese Meßdaten werden derart eingebunden, daß ihr zeitlicher Verlauf einer Analyse unterworfen wird und zur Vervollständigung anderer Meßdaten verwendet wird.

**[0016]** Anschaulich erklärt sich dies beispielsweise anhand eines Fahrzeuges, welches zu einem Zeitpunkt einen Sensor an einem Ort passiert und nach einer gewissen Zeit an einem anderen Ort hinter dem Sensor eine bestimmte (gleiche oder bei Staus etc. andere bestimmbare) Geschwindigkeit hat. Aus verschiedenen Geschwindigkeiten von Fahrzeugen zu mehreren Zeitpunkten am Ort des Sensors kann somit auf vermutete (als Meßwert nicht vorliegende) Geschwindigkeiten der Fahrzeuge an Orten hinter dem Sensor wie auch (bei sich ausbreitenden Staus vor dem Sensor) geschlossen

werden.

**[0017]** Neben Daten von stationären Sensoren kann dies auch mit von im Verkehr mitschwimmenden Fahrzeugen implementierten Meßsensoren generierten Meßdaten erfolgen; diese Meßdaten sind ebenfalls unvollständig, da sie nur unter bestimmten Bedingungen und/oder in bestimmten Zeitintervallen übermittelt werden; auch diese Meßdaten aus Fahrzeugen werden in der Regel als Paket übermittelt, wobei in einem Paket mehrere Durchschnittsgeschwindigkeiten (des Fahrzeuges) an verschiedenen Orten (entlang einer vom Fahrzeug befahrenen Straße) zu verschiedenen Zeitpunkten (den Meßzeitpunkten) auf dem Weg entlang der Straße enthalten sind.

**[0018]** Figur 3 verdeutlicht beispielhaft als Tabelle, daß unterschiedlich bedingte Lücken in eingehenden unterschiedlichen generierten Meßdaten mit unterschiedlichen Ersatzdatenquellen vervollständigt werden können. Meßdatenlücken in von stationären Detektoren im Verkehrsnetz erzeugten Meßdaten (SES) können mit Ersatzdatenquellen aus historischen Datenbanken (HPR in Figur 1) und Verkehrsanalysesystem vervollständigt werden, wobei auch die Meßdatenqualität durch eine Fehlerschätzung (LOS-Schätzung) möglich ist.

Datenausfälle in von einer anderen Verkehrsinformationszentrale (weiche auf Landesmeldestellen, Polizeimeldungen etc. Zugriff hat) kommenden Daten und Daten von einem Sensorerfassungssystem können bei Datenausfall beispielsweise auch aus einer historischen Datenbank HPR vervollständigt werden.

**[0019]** Wenn bei einem Sensor Erfassungssysteme nur bestimmte Spuren (= Fahrbahnen) zu einer Straße überwacht werden, können nicht überwachte Spuren durch einen Spurschätzer, welcher aufgrund von Erfahrungswerten aus überwachten Spuren auf nicht überwachte Spuren schließen kann, vervollständigt werden.

**[0020]** Nicht überwachte Knoten eines Verkehrsnetzes, wie Ein- und Ausfahrten können zwischen verschiedenen Meßstellen eines Sensorerfassungssystems unbekannte Werte für Durchschnittsgeschwindigkeiten und/oder Fahrzeugzahlen bedingen, wobei diese unbekannten Faktoren - soweit verfügbar - ebenfalls durch historische Datenbanken relativ genau vervollständigbar sind.

**[0021]** Ein LOS-Schätzer (beispielsweise gemäß Figur 3), ist als Ersatzdatenquelle verwendbar. Wenn das Meldeverhalten von stationären Detektoren (SES) im Straßenverkehrsnetz vorsieht, daß sich ein Detektor stets dann meldet, wenn ein Wechsel zwischen definierten Geschwindigkeitsbereichen in den von ihm gemessenen Meßdaten sicher stattgefunden hat (lokales Übertragungskriterium) und dies dem LOS-Schätzverfahren bekannt ist, kann bei jeder Übermittlung eines Datentelegramms (Prognose-Zeitpunkt) von einem Detektor anhand des übermittelten LOS betreffend die Straße eine Prognose für die mittlere Geschwindigkeit getroffen werden. Die Prognosegüte ist durch die halbe

Breite des LOS garantiert, wenn der Prognosewert mit dem Mittelwert des LOS gleichgesetzt wird. Als LOS (Level of Service) wird dabei die Qualität einer Straße in Form der auf ihr fahrbaren Geschwindigkeit bezeichnet. Eine mögliche Einteilung ist von LOS 1 (schlecht, 0 bis 30 km/h), LOS 2 (mittel, 30 bis 60 km/h), LOS 3 (gut, 60 bis 90 km/h), LOS 4 (sehr gut, > 90 km/h).

**[0022]** Die Prognosegüte einer Prognose ist durch die halbe Breite des Geschwindigkeitsbereichs eines LOS garantiert (beispielsweise 0 bis 30 km/h); wenn der Prognosewert mit dem Mittelwert (in dem Falle beispielsweise 15 km/h) des LOS gleichgesetzt wird, da bei stärkeren Abweichungen ein erneutes Datentelegramm des Detektors übersandt würde.

Das LOS-Schatzverfahren kann auch dazu benutzt werden, eine aktuell im System für einen Richtungsmeßquerschnitt (bei stationären Detektoren beispielsweise ein Meßort in Form einer Brücke) vorliegende (den Zeitverlauf repräsentierende) Ganglinie in den aktuellen LOS-Bereich zu verschieben, falls eine Abweichung des letzten aktuellen Meßwertes von einer für den Meßquerschnitt aktuell gültigen Ganglinie existiert. Zum Unterschied des letzten aktuellen Meßwertes der Geschwindigkeit der SES-Daten kann die Differenz zu dem Ganglinienwert des entsprechenden Intervalls gebildet und der Ganglinienwert für die Geschwindigkeit um diese Differenz verschoben werden.

**[0023]** Falls sich die Geschwindigkeitsganglinie eines Straßenverkehrsabschnittes über der oberen Grenze eines LOS-Bereichs befindet, müssen die Geschwindigkeiten der Ganglinie abgesenkt werden, wenn sich die Geschwindigkeitsganglinie unter der unteren Grenze des LOS-Bereichs befindet, müssen sie angehoben werden.

**[0024]** Die zeitliche Abfolge, in der die Meß- und Ersatzdaten bereitgestellt werden, verdeutlicht sich anhand Figur 2.

**[0025]** Zum Zeitpunkt t1 (bei Tagesbeginn) wird von dem Ganglinien-Managementsystem HPR die erste Ganglinie für den Detektor (von welchem das dargestellte SES-Diagramm kommt) übermittelt. Wenn dies nicht der Fall ist, kann zur Datenvervollständigung die Ganglinie des Vortages verwendet werden, falls sie persistent im HPR gespeichert ist.

**[0026]** Zum Zeitpunkt t2 übermittelt dieser Detektor mehrere vergangene Zeitpunkte betreffende Meßdaten (also eine Meßdatenhistorie) aufgrund eines LOS-Wechsels (Durchschnittsgeschwindigkeitsänderung auf einem Straßenabschnitt wie oben angegeben), und der LOS-Schätzer übermittelt auf der Basis dieser Daten eine Prognose für künftige Zeitpunkte.

**[0027]** Zum Zeitpunkt t3 übermittelt der Detektor aufgrund eines erneuten LOS-Wechsels des von ihm beobachteten Straßenabschnittes einen weiteren Satz Meßdaten (weitere Meßdatenhistorie), und der LOS-Schätzer erstellt hierauf basierend eine neue Prognose.

**[0028]** Zum Zeitpunkt t4 aktualisiert das Ganglinien-Managementsystem HPR die zu Tagesbeginn (t1)

gelieferte Ganglinie. Die neue Ganglinie beschreibt das Verkehrsgeschehen wirklich besser als die alte Ganglinie, da dem Teilsystem HPR zur Selektion der Ganglinie mehr Informationen vorliegen.

**[0029]** So können Lücken in den Meßdaten durch einen Rückgriff aus Ersatzdaten aus der historischen Datenquelle HPR beseitigt werden.

**[0030]** Bei sich widersprechenden Daten aus unterschiedlichen Quellen (beispielsweise aktualisierten Ganglinien/alten Ganglinien, LOS-Schätzungen/aktuellen Ganglinien, Meßdatenhistorien/aktuellen Sensor-meßdaten) ist ein Auswahlprozeß aufgrund der Meßdatenqualität ausführbar. Dabei kann die Datenquelle ausgewählt werden, für welche die meisten Meßdaten vorliegen, bzw. bei Fehlen von Meßdaten die Ersatzdaten mit der geringsten berechneten Fehlerwahrscheinlichkeit.

**[0031]** Die vervollständigten Daten können beispielsweise auf Zeitintervalle der Länge 1 min. transformiert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erstellung einer Verkehrsprognose für einen Prognosezeitpunkt aus den Zustand eines Verkehrsnetzes betreffenden Meßdaten in einer Verkehrszentrale, wobei zu mehreren Meßorten im Verkehrsnetz mehrere Zeitpunkte innerhalb eines sich ab dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt zeitlich rückwärts erstreckenden Zeitraumes betreffende, räumlich und/oder zeitlich lückenhafte Meßdaten zum Zustand des Verkehrsnetzes an den Meßorten erfaßt werden, wobei unter Berücksichtigung des zeitlichen Werte-Verlaufs mehrerer zu diesen Zeitpunkten erfaßter Meßdaten mit zeitlich-räumliche Entwicklungen im Verkehrsnetz repräsentierenden Verkehrsmodellen zeitlich und/oder räumlich die Meßdaten-Lücken auffüllende, Meßdaten simulierende Ersatzdaten generiert werden,

und mit den Verkehrsmodellen für gegenüber dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt künftige, jedoch vor dem Prognosezeitpunkt liegende Zeitpunkte ebenfalls Ersatzdaten generiert werden,

worauf eine Prognose von den Zustand des Verkehrsnetzes zu einem gegenüber dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt künftigen Prognosezeitpunkt an Orten des Verkehrsnetzes repräsentierenden Ortszustandsdaten erstellt wird aufgrund der für Zeitpunkte vor dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt vorliegenden Meßdaten und Ersatzdaten und der für Zeitpunkte nach dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt vorliegenden Ersatzdaten.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Verkehrsmodell verwendet wird, welches räumliche Meßdaten-Lücken zwischen zwei Meßorten, zu welchen Meßdaten vorliegen, dadurch auffüllt, daß den Orten zwischen den beiden Meßorten Ersatzdaten zugewiesen werden, welche durch Interpolation, insbesondere lineare Interpolation der zu den beiden Meßorten vorliegenden Meßdaten, gewonnen werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß ein Verkehrsmodell verwendet wird, welches Verkehrsstörungen zwischen zwei Meßpunkten A und B aufgrund der zeitlichen Entwicklung der Verkehrsfluß-Differenz der Verkehrsflüsse an den Meßorten A und B bestimmt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß ein Verkehrsflußmodell verwendet wird, welches Ersatzdaten betreffend den Verkehrszustand an Orten und zu Zeiten im Verkehrsnetz, zu welchen keine Meßdaten vorliegen, aus vorliegenden Meßdaten durch Lösungen von Differentialgleichungen betreffend den Verkehrsfluß, die Verkehrsdichte und die Verkehrsgeschwindigkeit bestimmt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die räumlich und/oder zeitlich lückenhaften Meßdaten für zumindest auch den Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt vervollständigt werden, indem aus dem zeitlichen Werte-Verlauf von mehreren vergangenen Zeitpunkten betreffenden Meßdaten auf den Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt gerichtete Prognosen erstellt werden, um derart eine räumlich und/oder zeitlich hinreichend lückenlose, den aktuellen Zustand des Verkehrsnetzes repräsentierende Meß- und Ersatzdatenbasis für die Erstellung einer Prognose für die Zukunft zu generieren.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß der Zustand mehrerer Straßenabschnitte

bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß Meßdaten von an Straßen des Verkehrsnetzes stationär angeordneten Sensoren erfaßt werden, insbesondere in Form von Meßdaten, die Durchschnittsgeschwindigkeiten mehrerer Fahrzeuge an einer Stelle und/oder die Anzahl von die Stelle passierenden Fahrzeugen pro Zeiteinheit umfassen.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß Meßdaten von an in Verkehrsnetzen beweglichen Fahrzeugen angeordneten Sensoren (FCD) erfaßt werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Meßdaten Geschwindigkeiten jeweils eines Fahrzeuges umfassen.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die einen künftigen Zustand des Verkehrsnetzes repräsentierenden Ortszustandsdaten zur Erstellung von an Verkehrsteilnehmer zu sendenden Navigationshinweisen verwendet werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die einen künftigen Zustand des Verkehrsnetzes zu einem Prognosezeitpunkt repräsentierenden prognostizierten Ortszustandsdaten zur Erstellung von mittlere Fahrzeuggeschwindigkeiten und/oder Reisezeiten in jeweils einem Straßenabschnitt des Verkehrsnetzes repräsentierenden, an Verkehrsteilnehmer zu sendenden Informationen verwendet werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß auf einen Zustand zu einem künftigen Prognosezeitpunkt des Verkehrsnetzes repräsen-

tierenden prognostizierten Ortszustandsdaten basierende, den Grad von Stauungen repräsentierende Informationen an Verkehrsteilnehmer gesendet werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

daß auch auf den Zustand von Orten zu einem künftigen Prognosezeitpunkt geschlossen wird, zu welchen Orten keine Meßdaten vorliegen.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

daß der Prognosezeitpunkt in der nahen Zukunft, insbesondere weniger als 30 min hinter dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt liegt.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

daß der Prognosezeitpunkt um maximal die Zeit hinter dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt liegt, die der Verkehr benötigt, um sich von einem Netzknoten in Form einer Kreuzung, Einmündung oder dgl. zum nächsten Netzknoten auszubreiten.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

daß auf den einen zukünftigen Prognosezeitpunkt betreffenden Ortszustandsdaten basierende Informationen an mindestens einen Verkehrsteilnehmer, insbesondere per Mobilfunk (SMS-MT oder SMS-CB) oder Radio (insbesondere RDS-TMC), gesendet werden.

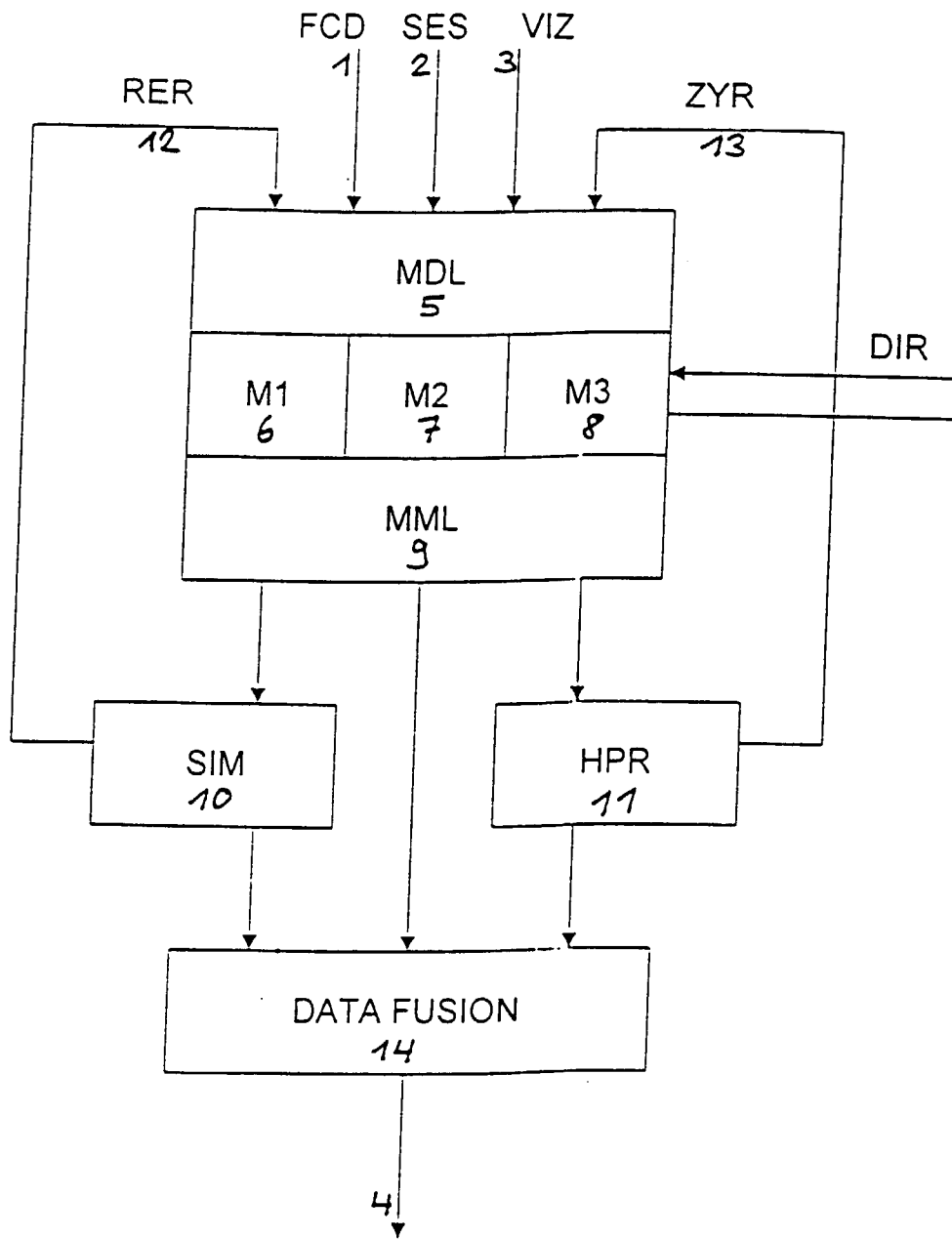
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

daß durch Fehleranalyse der Fehlerfortpflanzung während der verfahrensgemäßen Berechnungen oder durch ein Expertensystem die Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit des Ergebnisses geschätzt wird und diese Schätzung mit Verkehrsinformationen ausgegeben wird.

18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

19. Vorrichtung, insbesondere nach Anspruch 18, zur Erstellung von Verkehrsprognosen für einen künftigen Prognosezeitpunkt aus den Zustand eines Verkehrsnetzes betreffenden Meßdaten in einer Verkehrszentrale, wobei zu mehreren Meßorten im Verkehrsnetz mehrere Zeitpunkte innerhalb eines sich ab dem Prognosezeitpunkt zeitlich rückwärts erstreckenden Zeitraumes betreffende Meßdaten betreffend den Zustand des Verkehrsnetzes an den Meßorten erfaßt werden, wobei die Vorrichtung eine Prognoseeinrichtung aufweist, die so ausgebildet ist,

- daß unter Berücksichtigung des zeitlichen Werte-Verlaufs mehrerer zu diesen Zeitpunkten erfaßter Meßdaten mit zeitlich-räumliche Entwicklungen im Verkehrsnetz repräsentierenden Verkehrsmodellen zeitlich und/oder räumlich die Meßdaten-Lücken auffüllende, Meßdaten simulierende Ersatzdaten generiert werden,
- daß mit den Verkehrsmodellen für gegenüber dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt künftige, jedoch vor dem Prognosezeitpunkt liegende Zeitpunkte ebenfalls Ersatzdaten generiert werden, und
- daß darauf eine Prognose von den Zustand des Verkehrsnetzes zu einem gegenüber dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt künftigen Prognosezeitpunkt an Orten des Verkehrsnetzes repräsentierenden Ortszustandsdaten erstellt wird aufgrund der für Zeitpunkte vor dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt vorliegenden Meßdaten und Ersatzdaten und der für Zeitpunkte nach dem Prognose-Erstellungs-Zeitpunkt vorliegenden Ersatzdaten.



Prognostizierte  
Verkehrszustände

Fig. 1

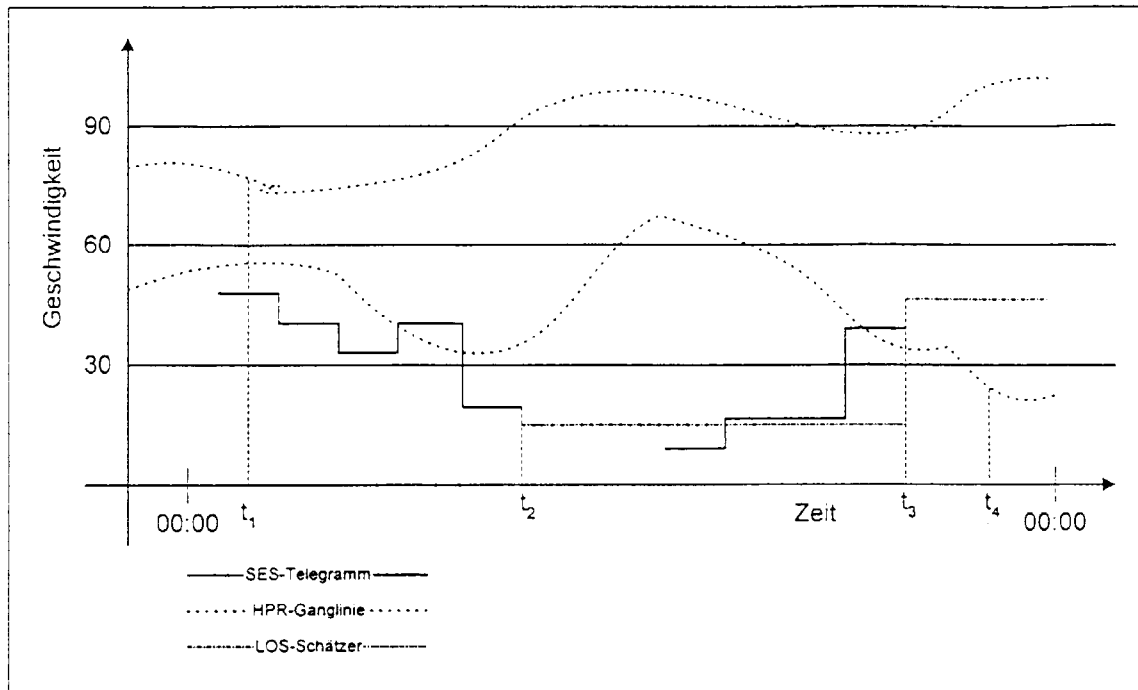


Fig. 2

| Ursache                                       | Ersatzdaten-Quelle                       |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Meßdatenlücken                                | LOS-Schätzer                             |
| Datenausfälle                                 | Berechnete Ganglinien<br>(HPR-Verfahren) |
| Nicht überwachte Spuren                       | Spurschätzer                             |
| Nicht überwachte Knoten (Ein- und Ausfahrten) | Heuristische Ganglinien                  |

Fig. 3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 25 0248

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                                                                                                                                             | Betrifft Anspruch                                      | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)                     |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | EP 0 902 405 A (SIEMENS AG)<br>17. März 1999 (1999-03-17)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,5-7,<br>9-19                                         | G08G1/01                                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | * Abbildung 7 *<br>* Seite 3, Zeile 1-20,40-60 *<br>* Seite 4, Zeile 1-5,50-55 *<br>* Seite 5, Zeile 20-25 *<br>* Seite 7, Zeile 34-55 *<br>* Seite 8, Zeile 15-25 *<br>* Seite 13, Zeile 5-30 *<br>* Seite 15, Zeile 5-35 *<br>* Seite 18, Zeile 24-45 *<br>---                                                                                                | 2-4,8,16                                               |                                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DE 197 37 440 A (MANNESMANN AG)<br>27. August 1998 (1998-08-27)<br>* Abbildungen 1-3 *<br>* Spalte 1, Zeile 1-15,25-35,55-70 *<br>* Spalte 2, Zeile 1-10,25-30 *<br>* Spalte 3, Zeile 50-55 *<br>---                                                                                                                                                            | 2,16                                                   |                                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | US 5 684 475 A (KRAUSE BERNHARD ET AL)<br>4. November 1997 (1997-11-04)<br>* Abbildung 1 *<br>* Spalte 3, Zeile 45-70 *<br>* Spalte 4, Zeile 1-30 *<br>---                                                                                                                                                                                                      | 3                                                      | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7)<br><br>G08G<br>G01C |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | KERNER B S ET AL: "STRUCTURE AND<br>PARAMETERS OF CLUSTER IN TRAFFIC FLOW"<br>PHYSICAL REVIEW E. STATISTICAL PHYSICS,<br>PLASMAS, FLUIDS, AND RELATED<br>INTERDISCIPLINARY TOPICS,AMERICAN<br>INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, NY,US,<br>Bd. 50, Nr. 1, Juli 1994 (1994-07), Seiten<br>54-83, XP000874333<br>ISSN: 1063-651X<br>* Seite 54, Zeile 30-70 *<br>--- | 4                                                      |                                                             |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                                                             |
| Recherchenort<br><b>DEN HAAG</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Abschlußdatum der Recherche<br><b>17. Oktober 2000</b> | Prüfer<br><b>Coffa, A</b>                                   |
| <p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br/>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br/>A : technologischer Hintergrund<br/>O : mündliche Offenbarung<br/>P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br/>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br/>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                                                             |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 25 0248

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                        |                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                                            | Betrifft<br>Anspruch                                   | KLASSIFIKATION DER<br>ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | EP 0 921 509 A (NAVIGATION TECHNOLOGIES<br>CORP) 9. Juni 1999 (1999-06-09)<br>* Spalte 1, Zeile 5-15 *<br>* Spalte 2, Zeile 49-60 *<br>* Spalte 8, Zeile 5-20, 45-60 *<br>* Spalte 11, Zeile 30-55 *<br>* Abbildungen 1, 2A, 2B, 2C *<br>----- | 8                                                      |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                        | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7)    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                        |                                            |
| Recherchenort<br><b>DEN HAAG</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                | Abschlußdatum der Recherche<br><b>17. Oktober 2000</b> | Prüfer<br><b>Coffa, A</b>                  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                        |                                            |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 00 25 0248

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-10-2000

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0902405                                          | A                             | 17-03-1999                        | KEINE                         |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| DE 19737440                                         | A                             | 27-08-1998                        | WO 9836397 A 20-08-1998       |
|                                                     |                               |                                   | EP 0960411 A 01-12-1999       |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| US 5684475                                          | A                             | 04-11-1997                        | AT 182709 T 15-08-1999        |
|                                                     |                               |                                   | DE 59602517 D 02-09-1999      |
|                                                     |                               |                                   | EP 0740280 A 30-10-1996       |
|                                                     |                               |                                   | ES 2135134 T 16-10-1999       |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| EP 0921509                                          | A                             | 09-06-1999                        | US 6047234 A 04-04-2000       |
|                                                     |                               |                                   | JP 11249552 A 17-09-1999      |
| -----                                               |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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