

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 889 454 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1999 Patentblatt 1999/01

(51) Int Cl. 6: G08G 1/01

(21) Anmeldenummer: 98250243.7

(22) Anmeldetag: 02.07.1998

(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

- Michael, Oliver, Dipl.-Geograph
40233 Düsseldorf (DE)
- Schulz, Werner, Dr. rer. nat.
40670 Meerbusch (DE)

(30) Priorität: 04.07.1997 DE 19729914

(74) Vertreter: Presting, Hans-Joachim, Dipl.-Ing. et al
Meissner & Meissner
Patentanwaltsbüro
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)

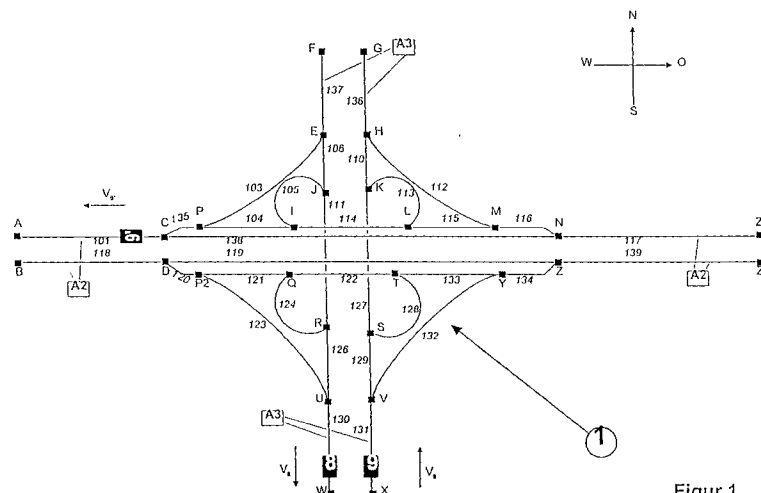
(71) Anmelder: MANNESMANN Aktiengesellschaft
40213 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• Hort, Christian, Dipl.-Ing.
40589 Düsseldorf (DE)

(54) Verfahren und Zentrale zur Prognose und Analyse eines Verkehrsnetzes

(57) Durch ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Analyse eines Kanten (101 bis 139) und Knoten (A bis Z2) aufweisenden Verkehrsnetzes, das in Form einer zumindest Angaben über Verbindungen von Knoten und/oder von Kantenenden miteinander umfassenden, die räumliche Struktur des Verkehrsnetzes repräsentierenden Ausgangsdatei vorliegt, wobei eine das Verkehrsnetz funktionell repräsentierende, Funktionalknoten und Funktionalkanten umfassende Zieldatei erzeugt wird, indem jeweils aus mindestens einem Knoten so-

wie jeweils keiner, einer oder mehreren Kanten ein Funktionalknoten gebildet wird, wobei Funktionalkanten, welche jeweils eine oder mehrere Kanten und keinen, einen oder mehrere Knoten ersetzen, zwischen den gebildeten Funktionalknoten definiert werden und wobei mehrere der Funktionalknoten (10) aus jeweils mehr als einem Knoten gebildet werden, sind eine Zieldatei und eine historische Verkehrsdaten-Datei erzeugbar, welche eine einfache und effiziente Verkehrsanalyse und Verkehrsprognose in einer Verkehrszentrale erlauben.



Figur 1

EP 0 889 454 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse eines Verkehrsnetzes, Verkehrsanalyse, Verkehrsprognose und eine Verkehrsanalyse- und -prognosezentrale.

Bekannt und gebräuchlich, auch als digitale kartografische Datenbasis vorliegende Karten von Verkehrsnetzen für elektronikbasierte Navigationszwecke weisen notwendigerweise eine hohe Detailgenauigkeit auf. Sie umfassen insbesondere Informationen über Kurven, Abfahrten, Abbiegevorschriften, Entfernungen etc., die in der grafischen Darstellung der Karte die Realität möglichst genau approximieren müssen, um dem Anwender, also beispielsweise einem mit Hilfe dieser Karte navigierenden Autofahrer, eine sichere und einfache Navigation zu erlauben. Bei einer Verwendung einer derartigen die geografische Realität approximierenden und weitere Details enthaltenden Datenbasis zur Darstellung und örtlichen Referenzierung von Verkehrsmeldungen mit Bezug auf die kartografische Datenbasis sind in der Kartenbasis enthaltene, obige Details repräsentierende Informationen unbedeutend und ungeeignet. Die durch die räumliche Approximierung bedingte hohe Detaillierung einer derartigen Karte führt bei der Datenreferenzierung bezüglich der Datenbasis und einer darauf aufbauenden Verkehrsprognose zu kaum überwindbaren Problemen. Insbesondere verbraucht eine auf Details einer kartografischen Datenbasis basierende Verkehrsnetzbeschreibung erhebliche Rechenleistung und erlaubt dennoch keine brauchbaren Prognosen.

Ein weiteres Problem besteht im Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Stellen, beispielsweise bei der Übermittlung von Verkehrsinformationen oder bei der Verwendung von historischen Verkehrsdaten zur Verkehrsanalyse oder -prognose. Die Verwendung von verschiedenen, jedoch hochdetaillierten Karten birgt die Gefahr von Inkompatibilitäten zwischen von verschiedenen Stellen benutzten Verkehrsdaten u.a. aufgrund von Unterschieden im Detaillierungsgrad oder Detailfehlern in verwendeten in Datenbasen gespeicherten Karten.

Hiervon ausgehend liegt die Aufgabe der Erfindung in der Aufbereitung eines in einer kartografischen Datenbasis repräsentierten Verkehrsnetzes zur Vereinfachung der Einbindung von von Verkehrsdetektoren erfaßten Daten und des Austauschs von Informationen mit anderen Stellen.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Analyse eines Verkehrsnetzes gemäß dem unabhängigen Anspruch 1, durch ein Verfahren zur Erzeugung einer historischen Datenbank gemäß Anspruch 12, durch ein Verfahren zur Verkehrsanalyse- und -prognose gemäß dem unabhängigen Verfahrensanspruch 13 und eine Verkehrsprognose-Zentrale gemäß dem unabhängigen Vorrichtungsanspruch 16 gelöst. Das erfindungsgemäße Verkehrsnetz-Analyseverfahren erlaubt rechnerge-

stützt eine einfache und effiziente Analyse eines durch eine kartografische, für Navigationszwecke geeignete Datenbasis repräsentierten Verkehrsnetzes. Damit wird die Einbindung von von Verkehrsdetektoren erfaßten Daten und ein Austausch von Informationen mit anderen Stellen erheblich vereinfacht. Die erfindungsgemäß geschaffene Datenbasis ist aufgrund funktionaler Analyse und Datenreduktion sehr gut zur Analyse und Prognose des Zustandes eines Verkehrsnetzes geeignet, weil sie auf hierfür besonders bedeutsame Informationen reduziert ist. Insbesondere können z.B. an einer Autobahnkreuzung mehrere Knoten und Kanten, also Abzweigungen, Einmündungen etc. zu einem das Autobahnkreuz repräsentierenden Funktionalknoten zusammengefaßt sein. Eine Kante oder Funktionalkante im Sinne des Anspruchs 1 kann z.B. eine einspurige Fahrbahn oder eine mehrspurige Fahrbahn sein.

Im folgenden werden folgende Begriffe verwendet: Das Kartenmaterial liegt als Ausgangsdatei vor und umfaßt Kanten, also Fahrbahnen oder Fahrbahnabschnitte und Knoten, welche mehrere Fahrbahnen an Kreuzungen, Einmündungen oder Abfahrten verbinden oder welche Fahrbahnabschnitte einer Fahrbahn verbinden. Die erzeugte Zielfdatei umfaßt Funktionalkanten und Funktionalknoten zwischen Funktionalkanten.

Ein mit einer durch die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren generierten Zielfdatei durchführbares erfindungsgemäßes Verkehrsanalyse- und -prognoseverfahren ist einfach und kostengünstig realisierbar und erlaubt effiziente Prognosen hoher Qualität. Eine Verkehrsanalyse- und -prognosezentrale, in welcher ein derartiges Verkehrsprognoseverfahren als Programm realisierbar ist, kann effektiv von lokalen Verkehrsparameter-Detektoren an die Zentrale übersandte Daten der Zielfdatei-Datenbasis zuordnen und die Daten korrekt einbinden sowie einfach und hochwertig Reisezeitenberechnungen und Verkehrszustandsprognosen durchführen.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Vorteilhaft für das Verkehrsnetzanalyseverfahren ist insbesondere eine abstrakte und damit von einem Rechner durchführbare Definition der Zugehörigkeit von Verkehrsnetz-Knoten und -Kanten, wie Kreuzungen, Abfahrten, Einmündungen, zu einem Funktionalknoten. So können insbesondere vorzugsweise für einen Funktionalknoten nur Knoten berücksichtigt werden, von denen Kanten abzweigen, die der gleichen Straßenklasse, wie z.B. "Autobahn" angehören, was eine Reduktion auf für Verkehrsanalysen/-prognosen wesentliche Knoten darstellt, wobei beispielsweise in der Nähe eines Autobahnkreuzes Parkplatzabfahrten oder evtl. auch Abfahrten zu Landstraßen ignoriert werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden für die Entscheidung über eine Zuordnung eines Knotens oder einer Kante zu einem Funktionalknoten in der Zielfdatei auf die Zugehörigkeit des Knotens oder der mit dem Knoten verbundenen Kanten hinweisende Na-

mensmerkmale mit einbezogen. Welche dieser Klassifikationsmöglichkeiten oder welche Kombination von zwei oder mehreren dieser Klassifikationsmöglichkeiten verwendet wird, kann von Erfahrungswerten oder der gewählten Ausgangsdatei abhängen.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden beispielhaften Beschreibung der erfindungsgemäßen Verfahren und der Verkehrsprognose-Zentrale. Zur Verdeutlichung wird in der Beschreibung beispielhaft auf ein Straßennetz verwiesen; das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch vorteilhaft auch auf andere Verkehrsnetze anwendbar.

Dabei zeigt

- Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Autobahnkreuz eines Verkehrsnetzes,
- Fig. 2 das Autobahnkreuz aus Fig. 1 mit einem angedeuteten, mehrere Knoten und Kanten im Autobahnkreuz repräsentierenden Funktionsknoten,
- Fig. 3 als Flußdiagramm im wesentlichen den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verkehrsnetzanalyseverfahrens.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Autobahnkreuz 1 mit einer bei Betrachtung der Zeichnung im Querformat von links im Bild nach rechts im Bild verlaufenden, in der Realität z.B. von West nach Ost verlaufenden Autobahn A2 und einer in der Zeichnung bei Betrachtung im Querformat von oben nach unten verlaufenden Autobahn A3. Die dargestellte Betrachtung des Verkehrsnetzes ist in einer z.B. zur Navigation geeigneten Ausgangsdatei gespeichert.

Dabei entsprechen in der Ausgangsdatei die Kanten 101 bis 139 Straßenabschnitten, also im Falle der vorliegenden Autobahnen Autobahnsegmenten. Hier ist zwischen zwei Knoten je eine Kante, also ein Straßenabschnitt 101 bis 139, definiert. Ein Knoten ist eine Kreuzung, Abzweigung, Einmündung etc. oder auch die Grenze zwischen zwei hintereinanderliegenden willkürlich definierten Teilstücken, also Kanten einer Straße oder Fahrbahn oder Fahrbahngruppe. Im vorliegenden Beispiel sind die beiden je einer Richtung zugeordneten Fahrbahngruppen einer Autobahn überall durch eigene Kanten repräsentiert. Im Falle der sich von links nach rechts erstreckenden Autobahn A2 umfaßt der äußerst links dargestellte Abschnitt dieser Autobahn A2 die Kante 118, in welcher sich Fahrzeuge von links nach rechts bewegen, und die Kante 101, in welcher sich Fahrzeuge in entgegengesetzter Richtung, also von rechts nach links bewegen. Entsprechend bewegen sich in dem in der Zeichnung dargestellten untersten Abschnitt der Autobahn A3 im Kantenabschnitt 130 Fahrzeuge von oben nach unten und im Kantenabschnitt 131 Fahrzeuge von unten nach oben. Dabei kann in einer Ausgangsdatei

ebenso wie in einer Zieldatei ein Autobahnabschnitt auch durch nur eine Kante repräsentiert sein; ebenso ist die Darstellung eines Autobahnabschnittes durch z. B. drei Kanten für jede Fahrtrichtung bei dreispurigen Autobahnen möglich; auch kann insbesondere in einer Ausgangsdatei vor einem Autobahnkreuz an einer darauf zuführenden oder davon abführenden Autobahn für eine Abbiegemöglichkeit und damit eine eigene Spur eine eigene Kante vorgesehen sein.

5 Auf der Autobahn A3 ist in der Kante 130 ein in der Zeichnung von oben nach unten in der Richtung des Pfeiles V8 fahrendes Fahrzeug 8 und in der Kante 131 ein in der Zeichnung von unten nach oben, also in Richtung des Pfeiles V9 fahrendes Fahrzeug 9 zur Veranschaulichung dargestellt.

10 Die Kanten 101 bis 139 sind jeweils durch Knoten A bis Z2 verbunden. An einem Knoten A bis Z2 können eine, zwei oder mehr als zwei Kanten 101 bis 139 anliegen. Die räumliche Position von Verkehrsnetzelementen kann z.B. durch Kanten, Knoten oder beides gespeichert sein. Aus der Darstellung in Fig. 1 ergibt sich ein Problem einer derartigen Verkehrsnetzdarstellung: Wenn z.B. an einem Autobahnkreuz zwei Datenbanken zweier verschiedener Anwender, wie Service-Provider, Verkehrsanalysezentren etc. unterschiedliche Auflösung von Detailknoten oder von Teilkanten aufweisen, ist eine Übertragung von erfaßten Verkehrszuständen zwischen den Anwendern schwierig.

15 Eine befahrbare Verbindung zwischen Kantenenden kann in der zur Verkehrsnavigation geeigneten Ausgangsdatei in unterschiedlicher Weise abgespeichert sein; insbesondere kann bei der dargestellten, hier Fahrtrichtungen unterscheidenden Darstellung beispielsweise abgespeichert sein, daß die Kante 131 eine Verbindung, also eine Fahrtmöglichkeit eines Fahrzeuges 9, mit der Kante 129 und 132 hat. Für die Kante 116 würde dies bedeuten, daß abgespeichert ist, daß ein Fahrzeug von ihr aus zur Kante 112 und 115 weiterfahren kann.

20 Ein Verkehrsnetz besteht z.B. aus unterschiedlichen Straßenklassen, wie Autobahnen, Landstraßen, Seitenstraßen, Ab- und Zufahrten zu Parkplätzen etc., wobei mit einer Kante und/oder einem Knoten die Straßenklasse, welcher sie oder er angehört, in einer Datei mit abgespeichert sein kann. Ferner kann in einer Datei für Kanten und/oder Knoten insbesondere die Bezeichnung der Straße, zu welcher diese Kante gehört, abgespeichert sein, wie beispielsweise "A2" oder "B17". Ferner können unterschiedliche Attribute zu Kanten und/oder Knoten abgespeichert sein. Ein Attribut ist beispielsweise die Straßenklasse, zu welcher die Straße gehört, welcher ein Knoten oder eine Kante jeweils zugeordnet ist, die Bezeichnung der Straße, eine Angabe, ob die Kante eine oder beide Fahrtrichtungen repräsentiert, wieviele Fahrbahnen die Kante aufweist, ob Abbiegespuren vorgesehen sind, wieviele Abbiegespuren vorgesehen sind, in welche Richtung abgebogen werden kann und dgl.

Die dargestellte Repräsentation des in der Ausgangsdatei gespeicherten Verkehrsnetzes umfaßt verschiedene für eine Navigation sehr hilfreiche Details. So wird aus der Karte deutlich, daß ein Fahrzeug 9, welches sich auf der Kante 131 der Autobahn A3 auf das Kreuz zubewegt und auf der dargestellten Zeichnung nach links, also als Fahrzeug 9' in Richtung des Pfeiles V9' auf der Autobahn A2 weiterfahren soll, sich auf den Kanten 131, 129, 127, 113, 114, 104, 135, 101 fortbewegt. Durch die Darstellung der Kante 113 ist ersichtlich, daß, obwohl räumlich das in der Karte von unten, also von Süden kommende Fahrzeug nach links, also nach Westen, weiterfahren soll, es erforderlich ist, daß das Fahrzeug vor der Kante 113 nach rechts abbiegt. Dies ist als Navigationshilfe vorteilhaft, weil z.B. dem Fahrer der Hinweis gegeben werden kann, sich bereits in der Kante 129 rechts einzuordnen und rechts abzubiegen sowie am Ende der Kante 113 vorsichtig abbiegend auf die Kante 114 zu stoßen.

Derartige Details werden jedoch für eine Verkehrszustandsanalyse und eine Verkehrsprognose nicht benötigt; sie sind wie oben bereits ausgeführt sogar eher hinderlich. Deshalb wird nun ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Analyse des Verkehrsnetzes vorgestellt, welches aus der Ausgangsdatei eine Zieldatei erstellt, welche besser für Verkehrsanalysen und Verkehrsprognosen geeignet ist. Die Zieldatei kann auch als abstrakter Kartenlayer oder AKL bezeichnet werden.

Zur erfindungsgemäßen Verkehrsnetzanalyse zur Erzeugung einer besonders für Verkehrsanalysen und Verkehrsprognosen geeigneten Zieldatei wird aus mehreren einander zuordenbaren Knoten und evtl. Kanten ein Funktionalknoten 10 gebildet und eine Zieldatei generiert, in welcher für die mit diesem Funktionalknoten 10 verbundenen Funktionalkanten oder über Funktionalkanten verbundenen Funktionalknoten, welche sich außerhalb dieses Funktionalknotens 10 befinden, Funktionalverbindungsdaten abgelegt werden, welche einzelne oder zusammengefaßte, befahrbare, direkte oder über Kanten innerhalb des Funktionalknotens führende Verbindungen der funktionalknoten-seitigen Enden dieser letzteren Funktionalkanten oder Funktionalknoten miteinander definieren.

In der Zieldatei werden Funktionalknoten und/oder Funktionalkanten gespeichert. Hier sind dies die Funktionalknoten 10 (Figur 2), A, B, F, G, Z2, Z1, W, X oder die Funktionalkanten 101, 118, 136, 137, 117, 139, 130, 131. Die Knoten A, B, F, G, Z2, Z1, W, X können z. B. ausgewertete Funktionalknoten oder auch im Prozeß noch unausgewertete Knoten der Ausgangsdatei sein. Entsprechendes gilt auch für die bezeichneten Kanten. Wenn hinter A, B ein weiterer Funktionalknoten in Form eines Autobahnkreuzes läge, würden die Knoten A, B keine Funktionalknoten werden. Möglich wäre alternativ auch die Definition und Speicherung der virtuellen, nur in Figur 2 dargestellten Scheinkanten am Funktionalknoten 10 als weitere Funktionalkanten. Ferner ist es alternativ auch möglich, den Funktionalknoten 10 so zu

definierten, daß die Knoten A, B, C, D, E, F, G, H, N, Z, Z1, Z2, U, V, W, X, 10 Funktionalknoten sind. In Fig. 2 ist der Funktionalknoten 10 funktionell als Stern in der Mitte der Kreuzungen der Autobahnen A2 und A3 dargestellt.

In Fig. 1 ersetzt der Funktionalknoten 10 räumlich die Knoten P, I, J, K, L, M, P2, Q, T, Y, R, S. Der Funktionalknoten 10 in der Zieldatei enthält ferner die Funktionalknotenanschlußpunkte E, H, N, Z, V, U, C, D. Hier wird abgespeichert, welche am Funktionalknoten 10 anliegenden Funktionalkanten mit welchen weiteren am Funktionalknoten 10 anliegenden Funktionalkanten verbunden sind. Dann wäre die am Funktionalknoten 10 anliegende Funktionalkante 131 mit den Funktionalkanten, in welche ein Fahrzeug 9 über den Funktionalknoten 10 hinweg einfahren kann, verbunden, nämlich mit den Kanten 101, 136, 139, 130. In der Zieldatei ist der Funktionalknoten 10 hier lediglich über den Kreuzungsmittelpunkt definiert.

Dabei ist es von Bedeutung, wie entschieden wird, welche Knoten einem zu bildenden Funktionalknoten jeweils zuzuordnen sind. So können für einen Funktionalknoten nach einer Ausprägung des Verfahrens nur Knoten berücksichtigt werden, die der gleichen Straßenklasse angehören. Somit wären beim vorliegenden Autobahn-Funktionalknoten 10 nur Knoten zu berücksichtigen, von denen Autobahnsegmente, also Autobahnkanten abzweigen. In Fig. 1 nicht dargestellte Knoten, von welchen z. B. Abfahrten zu Parkplätzen oder Zufahrten von Parkplätzen abzweigen, wären nicht zu berücksichtigen. Damit können unwesentliche Abzweigungen reduziert werden. Ebenso ist es möglich, für einen Funktionalknoten 10 nur Knoten zu berücksichtigen, die einer um nicht mehr als eine Vorgabe niedrigeren Straßenklasse angehören. Damit wären beispielsweise für einen Autobahn-Funktionalknoten 10 in Fig. 1 nicht dargestellte Ein- und Ausfahrten von Landstraßen, die der nächstniedrigeren Straßenklasse angehören, mit berücksichtigbar. Welche Art von Straßen mit zu berücksichtigen wären, hängt von der Vorgabe eines Grenzwertes ab. Dieser kann beispielsweise aufgrund von Informationen über an bestimmten Knoten auftretende Verkehrsflüsse aus Kanten niedrigerer Straßenklasse gewählt werden. Für verschiedene Funktionalknoten der gleichen Klasse in einem Verkehrsnetz sind unterschiedliche Vorgaben der mit zu berücksichtigenden Knoten von anderen Straßenklassen möglich.

Auch ist es möglich, für die Entscheidung über die Zuordnung eines Knotens zu einem Funktionalknoten ein in der Ausgangsdatei auf die Zugehörigkeit des Knotens oder einer Kante an einem Funktionalknoten hinweisendes Namensmerkmal, wie beispielsweise "A2" oder "Autobahnkreuz Köln-Süd" zu verwenden. Ferner ist es möglich, zwei oder mehr dieser Klassifikationsvarianten kombiniert zu verwenden.

In der erzeugten Zieldatei werden für jeweils eine Funktionalkante und/oder für jeweils einen Funktionalknoten neben Informationen über anliegende Funktio-

nalkanten oder/und Funktionalknoten weitere Daten als Attribute evtl. mit abgespeichert. Insbesondere ist es sinnvoll, die Position des Funktionalknotens oder der Funktionalkante mit abzuspeichern, welche z.B. aus den Positionen anliegender Knoten und/oder Kanten gewonnen werden kann. Ferner können bei einem Funktionalknoten oder einer Funktionalkante jeweils Attribute, wie die Positionen von Kanten und/oder Knoten oder die Information, ob man von einer Kante in eine bestimmte andere Kante des Funktionalknotens oder der Funktionalkante rechts oder links abbiegen muß, mit abgespeichert werden.

Durch Beschreibung des Verkehrsnetzes anhand eines Funktionalknotens 10 wird auch die Datenbasis reduziert, da ein Funktionalknoten 10 eine Vielzahl von Knoten ersetzt.

Der strukturelle Ablauf eines erfindungsgemäßen Verkehrsnetzanalyse-Verfahrens wird nun anhand des in Fig. 3 dargestellten Flußdiagramms erläutert. Dabei soll aus einer in einer beispielsweise zur Navigation geeigneten, detaillierten Ausgangsdatei eine funktionale, zur Prognose geeignete Zieldatei erzeugt werden.

Zur Kontretisierung ist hier wiederum beispielhaft ein Straßenverkehrsnetz zugrundegelegt.

Dazu wird die Ausgangsdatei zunächst umsortiert in eine klassifizierte Ausgangsdatei, wobei Kanten und/oder Knoten mit einem bestimmten Klassifizierungsmerkmal, beispielsweise einem Straßentyp, wie "Autobahn", getrennt betrachtet werden. Im in Fig. 1 dargestellten Beispiel wird ein räumlicher Teilausschnitt des zum Straßentyp "Autobahn" gehörenden Teils eines Verkehrsnetzes betrachtet.

Die funktionale Analyse und ggf. Zuweisung von Funktionalknoten wird dabei jeweils für die Elemente, also Kanten und Knoten, einer bestimmten Straßenklasse, also Autobahn etc., getrennt durchgeführt. Somit werden hier zunächst alle Autobahnen und später alle Landstraßen etc. betrachtet.

Zunächst werden die Straßenelemente, also Kanten oder/und Knoten im Schritt 20a nach ihrer Straßenklasse, wie z.B. "Autobahn" klassifiziert. Dann wird im Schritt 20 der Anfang einer Autobahn, hier in Form der beiden Knoten A, B in Fig. 1, gesucht. Von einem Knoten, beispielsweise vom Knoten B, ausgehend, wird nun das Verkehrsnetz analysiert. Beim Knoten B wird z.B. in mögliche Fahrtrichtung der Fahrzeuge, also in Richtung der Kante 118, fortschreitend analysiert. Es wird der nächste Abzweigepunkt nach der Kante 118, also der nächste eine Abfahrt, Zufahrt, Kreuzung etc. repräsentierende Knoten, in Schritt 21 des Flußdiagramms gesucht. Dies ist der Knoten D. An diesem Knoten D wird nun für die an ihm anliegenden Kanten 119, 120 im Schritt 22 geprüft, welcher Straßenklasse diese angehören. Dabei kann insbesondere betrachtet werden, ob es sich um eine Autobahn, eine Landstraße, eine Abfahrt oder Zufahrt zu einem Rastplatz, einen Feldweg etc. handelt; jedoch können auch bekannte Informationen über die Zahl abbiegender Fahrzeuge mit einbezo-

gen werden. Im vorliegenden Falle handelt es sich bei den Kanten 119 und 120 ebenfalls um Autobahnsegmente. Wenn es sich z.B. bei der Kante 120 um eine Parkplatzzufahrt handeln würde, wäre im Schritt 23 des Flußdiagramms zu entscheiden, daß diese nicht zu betrachten wäre, der Knoten D wäre zu eliminieren, würde also kein Funktionalknoten werden und im Flußdiagramm wäre unter Punkt 21 mit der Straße in Fahrtrichtung fortschreitend fortzufahren.

Im Schritt 23 wird eventuell auch z.B. aufgrund der räumlichen Lage und/oder Verknüpfung mit anderen Knoten oder Kanten oder aufgrund des Namens etc. jeweils entschieden, ob ein Knoten einem Funktionalknoten zuzuordnen ist oder ein Funktionalknoten wird.

Nun wären im Schritt 24 zum Knoten D zuführende weitere Kanten zu suchen. Im vorliegenden Falle kann in Knoten D in Richtung 119 und 120 weitergefahren werden, jedoch führen keine weiteren Kanten zu ihm. Die Zufuhr von Fahrzeugen über weitere Kanten verdeutlicht sich beispielsweise am Knoten Y. Von der Kante 133 wird die Analyse fortfahren in Fahrtrichtung, also über den Knoten Y zur Kante 134. Dabei wäre beim Knoten Y festzustellen, daß eine zuführende Kante vorhanden ist, also daß Fahrzeuge von der Kante 132 ebenfalls in den Knoten Y einfließen. Diese derart gemäß Nummer 24 im Flußdiagramm in Fig. 3 festgestellten Kanten können zu einem Funktionalknoten in Form der mit ihm verbundenen als Zuflußkanten oder z.B. in Form der über Funktionalkanten mit ihm verbundenen Funktionalknoten abgespeichert werden. Auch können für eine Funktionalkante die mit ihr verbundenen Funktionalkanten oder Funktionalknoten abgespeichert werden. Im Schritt 25 des Flußdiagramms wird nach weiteren zugehörigen Kanten gesucht, also nach weiteren Zufahrten oder Abfahrten von Fahrzeugen vom Knoten. Alle diese Informationen werden im Schritt 26 für einen Funktionalknoten oder eine Funktionalkante jeweils als "Attribut" abgespeichert.

Ferner werden für einen Funktionalknoten oder eine Funktionalkante aus der Ausgangsdatenbank erzeugbare oder eingebare Abbiegevorschriften, wie beispielsweise "von Kante 131 zu Kante 114 nach rechts abbiegen", ausgewertet und ggf. als Attribut im Schritt 27 mit abgespeichert.

Im Schritt 27 wird nun der räumliche Knotenmittelpunkt der zum Funktionalknoten "Autobahnkreuz 10" gehörigen Knoten oder eine Funktionalkantenposition vorzugsweise aufgrund von Geokoordinaten der Ausgangsdatei berechnet und für den Funktionalknoten oder eine Funktionalkante mit abgespeichert. Ferner erhält ein Funktionalknoten, wie das Autobahnkreuz, eine eindeutige Identifizierung. Diese Identifizierung kann im Zusammenhang mit der realen geografischen Position des Funktionalknotens stehen, also beispielsweise mit dessen geografischer Länge und Breite.

Die Festlegung der Funktionalknotenmittelpunkts-Koordinaten ist im Flußdiagramm als Schritt 28 bezeichnet.

Für einen Funktionalknoten, wie ein Autobahnkreuz 10, werden für alle darin enthaltenen Knoten und/oder Kanten die Verbindungen ausgewertet und für den Funktionalknoten 10 abgespeichert. Ferner werden für die in einem Funktionalknoten enthaltenen Knoten und/oder Kanten im Schritt 29 des Flußdiagramms Attribute, wie beispielsweise die Anweisung links abzubiegen, ausgewertet und als Attribute des Funktionalknotens mit abgespeichert.

Funktionalankanten können ferner unter Angabe ihrer Position und/oder ihres Anfangs- und Endknotens in einer Datenbank gespeichert werden; ferner kann für eine Funktionalankante jeweils abgespeichert werden, in welche Funktionalankante oder -kanten sich der Verkehrsfluß von ihr aus fortbewegt.

Mit einer gemäß obigem Verfahren gewonnenen Zieldatei ist eine Verkehrsanalyse zur aktuellen Verkehrsinformation oder zur Erstellung historischer Daten ebenso wie eine Verkehrsprognose wesentlich besser möglich. Eine Zuordnung von zu einem Zeitpunkt gültigen Verkehrsdaten, wie Verkehrsdaten von Verkehrsdetektoren und/oder Verkehrsinformationen, wie mündliche Staumeldungen etc., zu Funktionalknoten und/oder Funktionalankanten obiger Zieldatei und Abspeicherung, erlaubt den Aufbau einer historischen Datenbank. Diese erlaubt eine hochwertige Verkehrsanalyse und durch Extrapolation insbesondere auch eine Verkehrsprognose. Auch ist eine derartige Datenbank wegen der Standardisierung der Zuordnung von Daten besonders für die Verarbeitung in einem Rechner geeignet. Zur Verkehrsprognose oder -analyse werden dabei lokale Verkehrsparameter, wie Verkehrsdichte, Verkehrsfluß und/oder Geschwindigkeit, über nach obigem Verfahren bestimmte Funktionalknoten oder/und Funktionalankanten hinweg sowie die Veränderung dieser Verkehrsparameter erfaßt, wobei sich durch die Funktional-Analyse des Verkehrsnetzes eine erhebliche Vereinfachung und Verbesserung der Analyse oder Prognose ergibt. In einer derartigen Verkehrsanalyse oder Verkehrsprognose durchführenden Zentrale ist eine Eingabevorrichtung, wie z.B. ein Empfänger für von Verkehrsdetektoren gesendete lokale Verkehrsparameter, wie Verkehrsfluß, Verkehrsdichte und/oder Fahrzeuggeschwindigkeiten betreffende Daten vorgesehen. Die Verkehrsanalyse- oder -prognosezentrale weist einen Speicher für eine nach obigen Verfahren erzeugbare, das Verkehrsnetz repräsentierende Zieldatei und einen Speicher für eine historische Datenbank auf. Für eine aufgrund der Zieldatei erzeugbare Verkehrsprognose ist eine Ausgabeeinheit vorzusehen; eine Ausgabe ist auf einem Bildschirm und/oder über Funk und/oder durch Ausdruck etc. möglich.

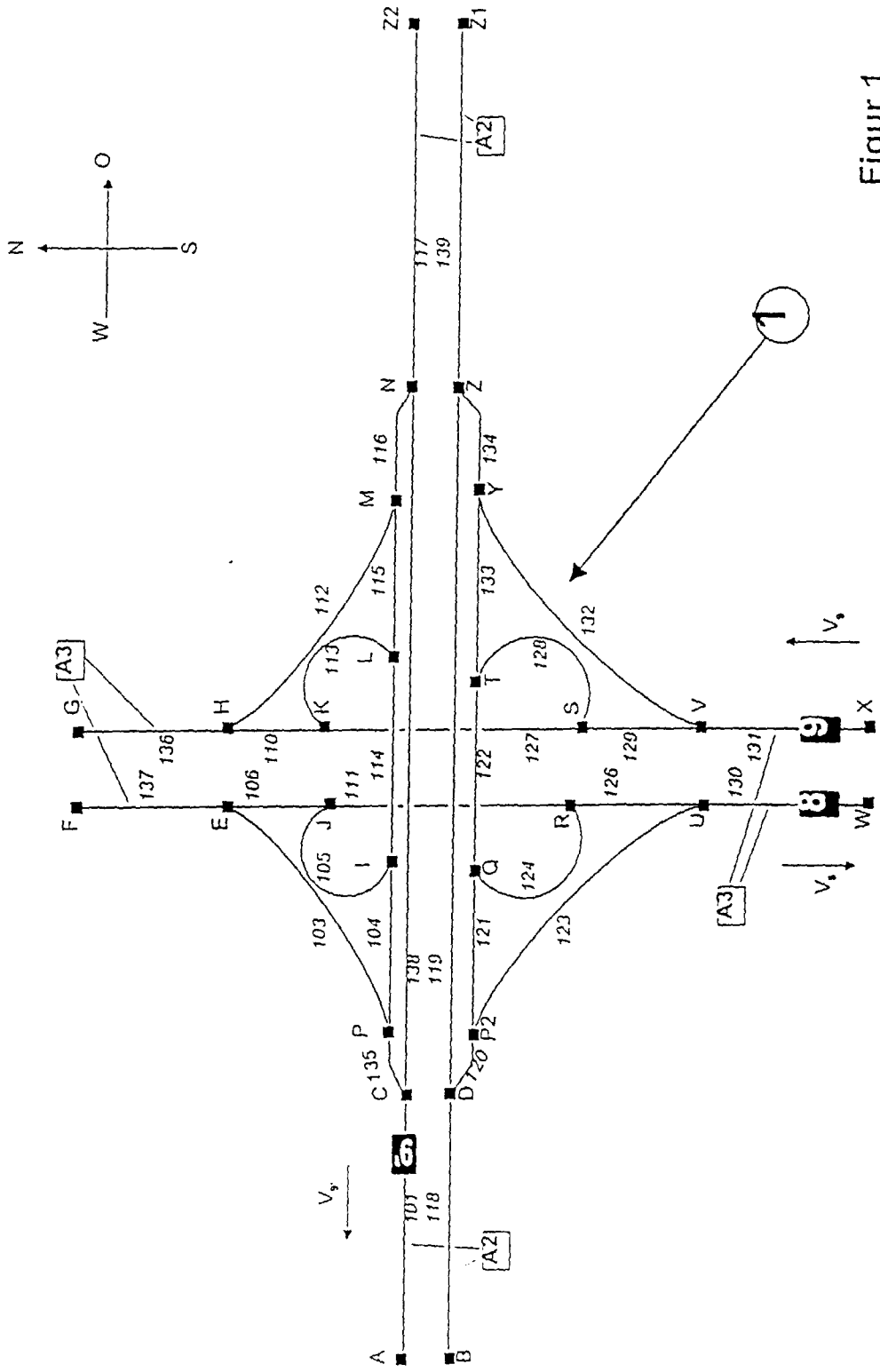
Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermöglichen einer Verkehrsinformation oder Verkehrsprognose durch rechnergestütz-

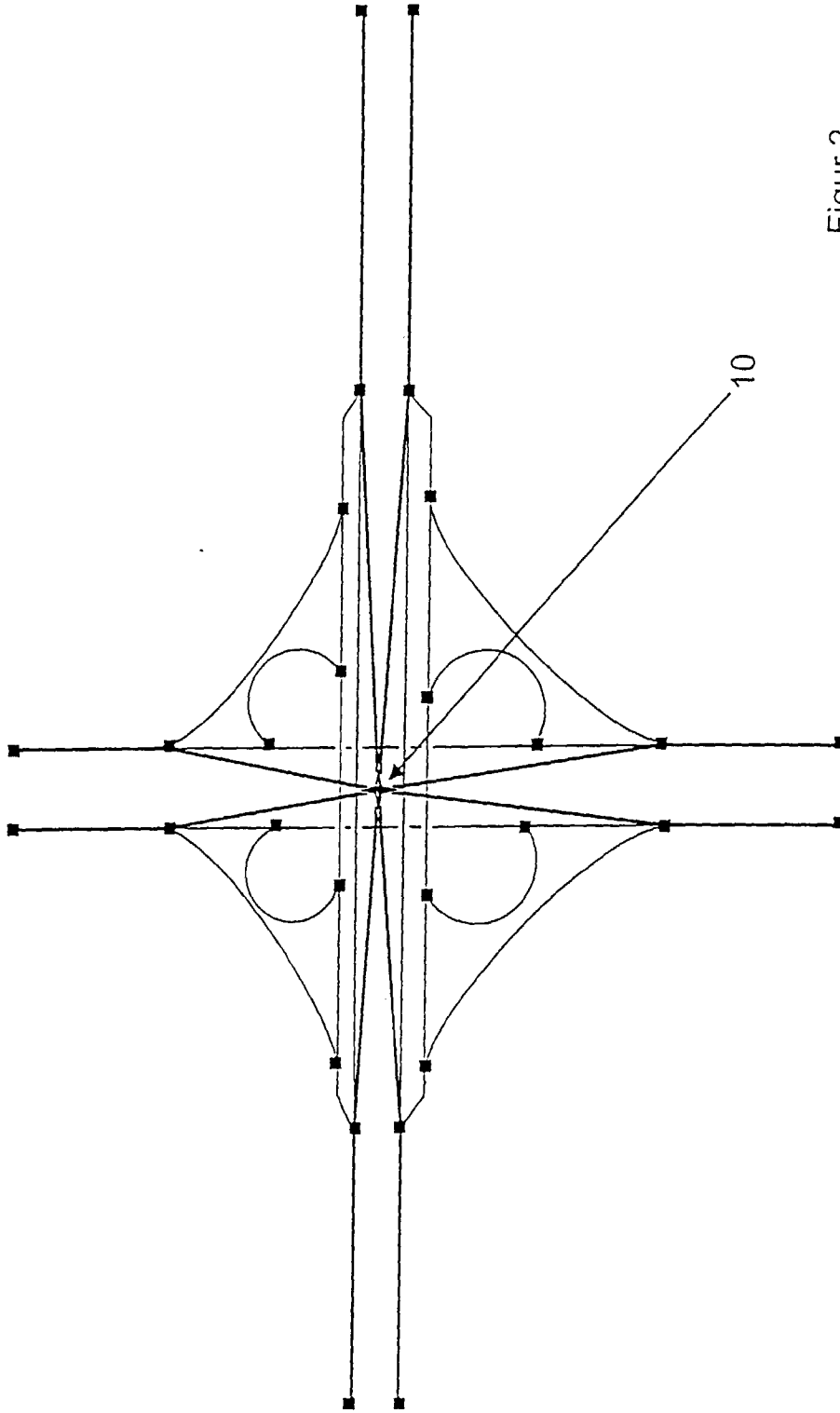
te Analyse eines Kanten (101 bis 139) und Knoten (A bis Z2) aufweisenden Verkehrsnetzes, das in Form einer zumindest Angaben über Verbindungen von Knoten und/oder von Kantenenden miteinander umfassenden, die räumliche Struktur des Verkehrsnetzes repräsentierenden Ausgangsdatei vorliegt, wobei eine das Verkehrsnetz funktionell repräsentierende, Funktionalknoten und Funktionalankanten umfassende Zieldatei erzeugt wird, indem jeweils aus mindestens einem Knoten sowie jeweils keiner, einer oder mehreren Kanten ein Funktionalknoten gebildet wird, wobei Funktionalankanten, welche jeweils eine oder mehrere Kanten und keinen, einen oder mehrere Knoten ersetzen, zwischen den gebildeten Funktionalknoten definiert werden und wobei mehrere der Funktionalknoten (10) aus jeweils mehr als einem Knoten gebildet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Funktionalknoten nur Knoten berücksichtigt werden, von denen Kanten abzweigen, die der gleichen Straßenklasse angehören.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Bildung eines Funktionalknotens zu berücksichtigenden Knoten und Kanten anhand ihrer Straßenklasse ausgewählt werden und die hierbei zu berücksichtigenden Straßenklassen vorgegeben werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Funktionalknoten nur Kanten und/oder Knoten, von denen (101 bis 139; A bis Z2) Kanten abzweigen, denen in der Ausgangsdatei ein auf ihre Zugehörigkeit zu einem Funktionalknoten hinweisendes Namensmerkmal zugeordnet ist, berücksichtigt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Funktionalknoten nur Kanten und/oder Knoten berücksichtigt werden, mit denen eine Kante verbunden ist, der in der Ausgangsdatei ein auf ihre Zugehörigkeit zu einer bestimmten Straßenklasse oder Straße hinweisendes Namensmerkmal zugeordnet ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zieldatei die geographische Lage von Funktionalknoten und/oder Funktionalankanten jeweils mit abgespeichert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zu einem Funktionalknoten oder/und einer Funktionalkante jeweils Attribute gebildet werden und mit abgespeichert werden, für welche Knoten-Attribute und/oder Kanten-Attribute berücksichtigt werden. 5
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Suche nach Funktionalknoten am Straßenanfang einer zu einer bestimmten Straßenklasse gehörenden Straße begonnen wird und wobei bei Beginn der Suche an einer Kante diese Kante Teil einer Funktionalkante wird, während bei Beginn der Suche an einem Knoten dieser Knoten Teil eines Funktionalknotens wird. 10
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem definierten Funktionalknoten und/oder jeder Funktionalkante eine eindeutige Kennzeichnung zugeordnet wird. 15
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kennzeichnung aufgrund der geographischen Koordinaten des Funktionalknotens und/oder der Funktionalkante festgelegt wird. 20
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen jeweils zwei Funktionalknoten definierte Funktionalkanten in der Zieldatei gespeichert werden. 25
12. Verfahren zur Erzeugung einer historischen Datenbank, gekennzeichnet durch folgende Schritte: 30
- Eingabe von Verkehrsinformationen und/oder Verkehrsdaten, 45
 - Eingabe der zugehörigen Gültigkeitszeiten oder -Zeiträume
 - Zuordnung der Verkehrsinformationen und/oder Verkehrsdaten zu Funktionalknoten und/oder Funktionalkanten, 50
 - Abspeicherung der Verkehrsinformationen und/oder Verkehrsdaten mit Referenzierung zu Funktionalknoten und/oder Funktionalkanten als historische Datenbank. 55
13. Verfahren zur Verkehrsanalyse und/oder Verkehrsprognose unter Verwendung einer nach einem der vorhergehenden Ansprüche generierten Zieldatei, wobei von einer Zentrale Daten oder Informationen, die die lokale Verkehrssituation betreffen, den Funktionalknoten und/oder den Funktionalkanten in der Zieldatei zugeordnet werden.
14. Verfahren zur Verkehrsanalyse und/oder Verkehrsprognose nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß historische Verkehrsdaten und/oder Informationen aus einer Datenbank nach Anspruch 12 zur Analyse und/oder Prognose mitverwendet werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei eine künftige Verkehrssituation prognostiziert und mit Bezug von prognostizierten Details zu Funktionalknoten und/oder Funktionalkanten der Zieldatei ausgegeben wird.
16. Zentrale zur Verkehrsanalyse und/oder Verkehrsprognose, welche einen Speicher mit einem Programm zur Verkehrsanalyse und/oder Verkehrsprognose, insbesondere nach einem der Ansprüche 13 bis 15, umfaßt.
17. Zentrale, insbesondere nach Anspruch 16, zur Verkehrsanalyse und/oder Verkehrsprognose, welche einen Speicher mit einer nach einem der Ansprüche 1 bis 11 generierten Zieldatei und/oder einen Speicher mit einer Datenbank nach Anspruch 12 umfaßt.



Figur 1



Figur 2

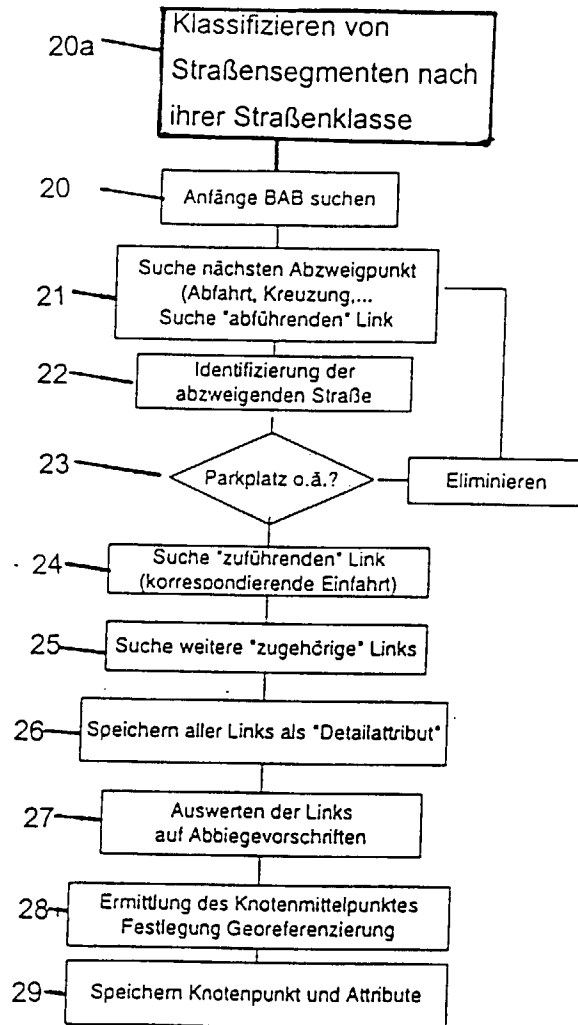


Fig. 3