

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

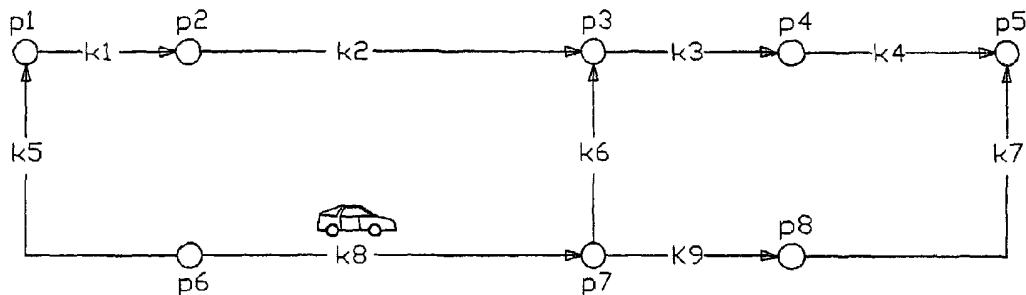
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/016823 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01C 21/26**, (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von G08G 1/0968 **US**): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02918 (72) **Erfinder; und**
- (22) Internationales Anmeldedatum: 8. August 2002 (08.08.2002) (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **MUELLER, Guido** [DE/DE]; Käthe-Kollwitz-Strasse 23, 06484 Quedlinburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaat** (national): US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) **Bestimmungsstaaten** (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (30) **Angaben zur Priorität**: 101 39 549.3 10. August 2001 (10.08.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD FOR DETERMINING ROUTES AND ASSOCIATED NAVIGATION SYSTEM

(54) **Bezeichnung**: VERFAHREN ZUM ERMITTELN VON ROUTEN UND DARAUF BEZOGENES NAVIGATIONSSYSTEM



(57) **Abstract**: The invention relates to a method for determining routes in a network of routes represented in a memory unit in the form of directed edges and nodes arranged between said directed edges. According to the invention, a respective route is calculated from a departure point at an optimum moment in time to a destination from a plurality of spatially separated destination points which are associated with at least one directed edge and/or at least one node. The inventive method comprises the following steps: (A) the various target points are defined, or more particularly specified, especially from various entries in at least one index of given addresses, map destinations, entries in destination memory inputs or the like and/or in at least one index of at least one given category such as post offices, petrol stations or the like; (B) the respective route is optimized at a respective moment in time in the form of a sequence or row of directed edges with nodes respectively arranged between said directed edges, whereby the respective sum of resistance formed by the sum of all resistances related to the sequence or series at the respective moment in time is minimum; (C) a list of respective routes is drawn up for the respective moment in time. ,

(57) **Zusammenfassung**: Um ein Verfahren zum Ermitteln von Routen in einem als gerichtete Kanten und zwischen den gerichteten Kanten angeordnete Knoten in einer Speichereinheit abgebildeten Routennetz wird vorgeschlagen, daß jeweils eine Route von einem Ausgangspunkt zu einem optimalen Zielpunkt aus einer Mehr- oder Vielzahl von räumlich getrennten, jeweils mindestens einer gerichteten Kante und/oder mindestens einem Knoten zugeordneten Zielpunkten berechnet wird, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: (A) Definieren, insbesondere Spezifizieren, der verschiedenen Zielpunkte, insbesondere aus verschiedenen Einträgen - mindestens eines Index gegebener A-dressen, Kartenziele, Zielspeichereinträge oder dergleichen und/oder - mindestens eines Index mindestens einer gegebenen Kategorie, insbesondere mindestens

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/016823 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

einer gegebenen Sonderzielkategorie, wie etwa Postämter, Tankstellen oder dergleichen; (B) Optimieren der jeweiligen Route zum jeweiligen Zeitpunkt als Abfolge oder Reihe von gerichteten Kanten mit jeweils zwischen den gerichteten Kanten angeordneten Knoten dergestalt, dass die jeweilige, durch die Summe aller Widerstände der Abfolge oder Reihe zum jeweiligen Zielpunkt gegebene Widerstandssumme minimal wird; (C) Zusammenstellen der Liste von jeweiligen Routen zum jeweiligen Zielpunkt.

5

Verfahren zum Ermitteln von Routen und
darauf bezogenes Navigationssystem

10

15 **Technisches Gebiet**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln von Routen in einem als gerichtete Kanten und zwischen den gerichteten Kanten angeordnete Knoten in einer Speichereinheit abgebildeten Routennetz, insbesondere Straßennetz,

20

- wobei die zu ermittelnde Route als eine Abfolge oder Reihe von gerichteten Kanten mit jeweils zwischen den gerichteten Kanten angeordneten Knoten bestimmt wird und
- wobei jeder gerichteten Kante und/oder jedem Knoten ein bestimmter Widerstand zugeordnet wird.

25

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise in der Druckschrift EP 0 979 987 A2 offenbart.

30

Die vorliegende Erfindung betrifft des weiteren ein auf ein derartiges Verfahren bezogenes Navigationssystem.

Stand der Technik

In heutzutage gebräuchlichen Navigationssystemen hat der Führer eines Fortbewegungsmittels, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, die Möglichkeit, die Route des Fortbewegungsmittels auf verschiedene Weisen zu beeinflussen, so etwa

- 5 - durch Auswählen unterschiedlicher Optimierungskriterien, wie beispielsweise "kurze Route", "schnelle Route", "Meiden von Autobahnen" oder dergleichen, und/oder
- 10 - durch manuelles oder mittels Verkehrstelematik bestimmtes Beeinflussen von Routenabschnitten, die dann bei der Routenberechnung begünstigt bzw. umfahren werden, und/oder
- 15 - durch Definieren eines oder mehrerer Zwischenziele, die dann der Reihe nach angefahren werden, um abschließend zum Endziel zu führen.

In diesem Zusammenhang ist jedoch zu berücksichtigen, daß sich der Führer des Fortbewegungsmittels vor Beginn der Routensuche stets auf ein zwar beliebiges, aber festes Zwischenziel oder Ziel festzulegen hat; hierbei lassen sich die Zwischenziele bzw. Ziele im wesentlichen in die folgenden Kategorien einteilen:

- 20 - Straßenziel, das heißt das Ziel ist durch einen oder mehrere miteinander verbundene Straßenabschnitte gegeben;
- 25 - Kreuzungsziel, das heißt das Ziel ist durch einen Zielpunkt gegeben, der sich durch die Kreuzung von Straßen mit unterschiedlichen Namen ergibt;
- gerichtetes Punktziel oder ungerichtetes Punktziel, das heißt das Ziel ist durch einen Zielpunkt gegeben, der auf einen Lotpunkt auf einem naheliegenden Straßenabschnitt abgebildet wird.

Die vorgenannten verschiedenen Zieltypen haben jedoch gemeinsam, daß sämtliche Ziele räumlich auf ein in sich geschlossenes Gebiet bezogen sind.

5 Nun ist in diesem Zusammenhang jedoch zu berücksichtigen, daß in einigen Fällen seitens des Führers des Fortbewegungsmittels der Wunsch besteht, eine optimale Route zu irgendeinem von mehreren Zielen angeboten zu bekommen, was sich anhand der folgenden Beispiele verdeutlichen läßt:

10

So sucht ein Führer eines Fortbewegungsmittels in einer ihm fremden Stadt den nächstgelegenen Parkplatz; ein anderer Führer eines Fortbewegungsmittels benötigt etwa eine Route zur nächstgelegenen Tankstelle, denn der Tankinhalt tendiert gegen "Null"; in wieder einem
15 anderen Fall wird einfach die Route zur nächstgelegenen Filiale einer Schnellimbibkette erwartet (weitere Beispiele lassen sich ohne weiteres finden).

20

Bei den derzeit am Markt angebotenen Navigationssystemen werden nun die verschiedenen, in Betracht kommenden Ziele mit einer kurzen Beschreibung in einem Index angezeigt. Der Benutzer des Navigationssystems hat nun die Möglichkeit, eines dieser Ziele aus dem Index auszuwählen und sich eine Route ermitteln zu lassen, wobei die
25 Indexliste in einigen konventionellen Navigationssystemen neben der einfachen Beschreibung auch noch die zugehörige Luftlinienentfernung enthält und gemäß dieser Luftlinienentfernung sortiert ist.

30

In derartigen Fällen kann mithilfe des Kriteriums der Luftlinienentfernung von der aktuellen Position sehr einfach das nächstgelegene Ziel festgestellt werden; jedoch lassen sich in der realen Topographie Beispiele finden, bei denen diese Ziele nur schlecht vom aktuellen Standpunkt des Fortbewegungsmittels aus zu erreichen sind bzw. es

gleichwertige oder sogar bessere alternative Ziele gibt; somit bedeutet "nächst-" nicht notwendigerweise das am nächsten gelegene Ziel, sondern das am besten zu erreichende Ziel.

5 Hierbei läßt sich das optimal zu erreichende Ziel mit sich zur Zeit auf dem Markt befindlichen Navigationssystemen nur durch das nacheinander erfolgende Berechnen der Routen zu sämtlichen im Index abgebotenen Zielen und durch Vergleichen derselben ermitteln; dies stellt selbst dann, wenn lediglich die nächsten drei Ziele entsprechend der jeweiligen
10 Luftlinienentfernung berücksichtigt würden, einen zeitraubenden und nicht handhabbaren Prozeß dar.

Nachdem sich der Benutzer des Navigationssystems für ein Ziel entschieden hat, wird also an diesem Ziel festgehalten. Ist es nicht
15 möglich, der vorgeschlagenen Route zum gewählten Ziel zu folgen - sei es durch einfaches Abweichen von der Route und/oder infolge Straßensperrungen -, so wird weiter am alten Ziel festgehalten, obwohl es ein besseres Ziel gibt. Auf diese Weise ist es denkbar, daß die Route etwa zur gewählten Tankstelle an einer anderen möglichen Tankstelle, die
20 beim Start der Zielführung ein wenig ungünstiger erschien, unmittelbar vorbeiführt.

Um nun ein Verfahren der eingangs genannten Art zu realisieren, wird im Regelfall ein Routennetz, insbesondere ein Straßennetz, durch eine
25 digitale Karte abgebildet. Für das Beispiel des hier vorgestellten Verfahrens wird der Routensuch-Algorithmus nach Ford und Moore verwendet, wobei für diesen Algorithmus und für das vorgestellte Beispiel von folgenden Kriterien zur Abbildung des Routennetzes ausgegangen wird:

30

Ein Routennetz, insbesondere ein Straßennetz, kann für die mathematische Bearbeitung durch einen Routensuch-Algorithmus als

Graph. mit Kanten und mit Knoten dargestellt werden. Hierbei repräsentieren die Kanten die Routen und die Knoten die Vermaschungspunkte des Routennetzes. Da im realen Straßennetz der Verkehrsfluß gerichtet ist, muß auch eine Kante als gerichteter Vektor beschrieben werden (vgl. Figur 1: Beispielnetz, das heißt exemplarisches Routennetz, insbesondere reales Straßennetz, als ein Netzwerk von gerichteten Kanten und von zwischen den gerichteten Kanten angeordneten Knoten).

Den Kanten werden (Fahr-)Widerstände, die sogenannten Streckenwiderstände, zugeordnet, wobei der Streckenwiderstand eine Meßgröße für den Aufwand darstellt, von einem Knoten im Netz zu einem anderen Knoten im Netz zu gelangen. Im einfachsten Falle kann als Streckenwiderstand direkt die Kantenlänge verwendet werden; alternativ kann auch - unter Annahme einer mittleren Verkehrsgeschwindigkeit - die Fahrzeit auf einer Kante als deren Streckenwiderstand betrachtet werden; es sind aber auch Konstellationen denkbar, bei denen Fahrzeit, Länge und andere Größen miteinander verknüpft werden, um den Streckenwiderstand einer Kante im Graphen zu betrachten.

Ergänzend sei an dieser Stelle angemerkt, daß auch den Knoten ein Widerstand (--> Strecke / Manöver / Bestrafung) zugeordnet werden kann, wobei jedoch dieser Knotenwiderstand für das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung nicht von Bedeutung sein soll und somit im folgenden nicht weiter betrachtet werden soll.

Nun bestimmen alle Bestwege-Algorithmen letztlich eine Route zwischen einer Startkante und einer Zielkante im gerichteten Graphen mit der Eigenschaft, daß die Summe aller ihrer den Kanten zugeordneten Streckenwiderstände ein Minimum aufweist. Als Standardalgorithmus zur Routenberechnung ist hierbei ein Verfahren im Serieneinsatz, das sich auf bekannte Bestwege-Algorithmen nach Ford und Moore aus der

Graphentheorie stützt; hierbei werden diese Algorithmen auf die besonderen Anforderungen für den Einsatz in autarken Fahrzeugnavigationssystemen angepaßt.

- 5 Der Algorithmus nach Ford und Moore ist rückwärtsiterierend, "besucht" alle Kanten im Graphen und bewertet die Kanten in bezug auf den günstigsten Widerstand zur Zielkante. Dies bedeutet mit anderen Worten, daß ausgehend von einer Zielkante in jedem Iterationsschritt der widerstandsmäßig günstigste Weg zu den in einer Liste aufgeführten, im
- 10 vorherigen Iterationsschritt optimierten Kanten gesucht wird. Als Ergebnis liefert das Verfahren von jeder Kante im Graphen die optimale Route zur Zielkante.

- 15 Zum Darstellen der Berechnungsergebnisse wird eine sogenannte Routentabelle in der Speichereinheit angelegt, die für das Beispielnetz gemäß Figur 1 wie folgt aussehen würde:

Kante	+Widerstand	+Nachfolger	-Widerstand	-Nachfolger
k1	∞	-	∞	-
k2	∞	-	∞	-
k3	∞	-	∞	-
k4	∞	-	∞	-
k5	∞	-	∞	-
k6	∞	-	∞	-
k7	∞	-	∞	-
k8	∞	-	∞	-
k9	∞	-	∞	-

- 20 Für jede Kante k1 bis k9 im Graphen wird in dieser Tabelle der Widerstand bis zur Zielkante und die in Zielrichtung folgende Nachfolgerkante (= "Nachfolger") angegeben. Als Initialisierungswert wird

der Widerstand auf "unendlich" (∞) und die Nachfolgerkante auf "undefiniert" (-) gesetzt, das heißt der Nachfolger gelöscht; ein positives Vorzeichen ("+") in der Widerstands- und Nachfolgerspalte steht für die Betrachtung der Kante in ihrer Pfeilrichtung, ein negatives Vorzeichen ("-") für die Betrachtung der Kante entgegen ihrer Pfeilrichtung.

Vor dem Starten der iterativen Optimierung wird die Zielkante in vorstehender Routentabelle mit dem Widerstand "Null" initialisiert; des weiteren ist die Zielkante in die Liste der bereits optimierten Kanten, nachfolgend als "erste Liste" bezeichnet, einzutragen. Eine "zweite Liste" wird zum Speichern der im nächsten Optimierungsschritt zu prüfenden Kanten benötigt; die zweite Liste ist zu Beginn der iterativen Optimierung leer.

Nach der Initialisierung kann das Optimierungsverfahren starten. Die in der ersten Liste aufgeführten Kanten werden als fiktive Ist-Position des Fortbewegungsmittels betrachtet, und alle mit dieser Istkante vermaschten Kanten, die sogenannten "Ankommerkanten", werden einer Optimierungsprüfung (nachfolgend durch ein O bezeichnet) unterzogen. Hierbei ergibt sich die grundlegende Situation gemäß Figur 2.

Für die Optimierung wird nun angenommen, daß sich das Fortbewegungsmittel auf einer der Ankommerkanten mit Fahrtrichtung zur Istkante befindet. Als Optimierungsbedingung wird dann geprüft, ob die alte vorhandene Route von der Ankommerkante schlechter als die neue Route unter Benutzung der Istkante ist; wenn sich die Route über die Istkante als besser herausstellt, so wird optimiert. Entsprechend den in Figur 2 dargestellten Konstellation ergeben sich die folgenden Optimierungsbeziehungen:

30

Optimierung	Istkante	Ankommerkante
O1a	+k1	-k1
O1b	+k1	+k2
O1c	+k1	-k3

Für jede Istkante-Ankommerkante-Beziehung gemäß der vorstehenden Übersicht erfolgt die Optimierungsprüfung, die am Beispiel der Ankommerkante +k2 (--> Optimierung O1b; vgl. Figur 2) dargestellt wird.

5 In der Optimierungsprüfung wird der alte Routentabellenwiderstand der Ankommerkante +k2 zum Ziel mit dem Widerstand verglichen, den die Ankommerkante haben würde, wenn sie über die Istkante zum Ziel führen würde.

10 Eine Optimierung erfolgt dann, wenn die sogenannte (Widerstands-)Optimierungsbedingung

$$R_{RT,Ist(+k1)} + R_{Kante,Ank(+k2)} < R_{RT(Alt),Ank(+k2)}$$

15 erfüllt ist,

wobei $R_{RT,Ist(+k1)}$ = Widerstand (aus Routentabelle RT) der Istkante +k1 zum Ziel;

$R_{Kante,Ank(+k2)}$ = Kantenwiderstand der Ankommerkante +k2;

$R_{RT(Alt),Ank(+k2)}$ = Widerstand (aus Routentabelle RT) der Ankommerkante +k2 zum Ziel.

20

Die vorgenannte Optimierungsbedingung bedeutet also mit anderen Worten, daß der neue Widerstand der Ankommerkante kleiner als der alte Widerstand der Ankommerkante ist. Der Widerstand der Ankommerkante wird in der Routentabelle dann durch den neuen, kleineren Wert ersetzt,
25 als Nachfolgerkante wird die Istkante eingetragen, und die optimierte Ankommerkante wird in die zweite Liste aufgenommen.

Sind auf diese Weise alle Kanten aus der ersten Liste bearbeitet worden, so werden die erste Liste und die zweite Liste vertauscht, das heißt Ausgangspunkt für die nächsten Optimierungen sind die im letzten Verfahrensschritt optimierten Kanten. Das Verfahren wird beendet, wenn die erste Liste leer aufgefunden wird, das heißt wenn es keine im vorherigen Durchlauf optimierten Kanten mehr gibt.

Nachdem vorstehend auf den Routensuch-Algorithmus nach Ford und Moore eingegangen wurde, soll nun das für die vorliegende Erfindung maßgebliche Problem einer suboptimalen Route zum nächsten Ziel anhand eines Beispiels verdeutlicht werden:

In Figur 1 ist das zu betrachtende Beispielnetz dargestellt. Es wird davon ausgegangen, daß die Kanten k1, k3, k4, k6 sowie k9 jeweils den Widerstandswert 10 und die Kanten k2, k5, k7 sowie k8 jeweils den Widerstandswert 20 aufweisen. Das Fortbewegungsmittel befindet sich zum Betrachtungszeitpunkt auf der Kante +k8, das heißt die Fahrtrichtung entspricht der Vorzugsrichtung.

Der Führer des Fortbewegungsmittels möchte nun von seiner aktuellen Position aus die optimale Route zu einem Ziel aus einer bestimmten Kategorie berechnet haben (dies könnten beispielsweise das nächstbeste Postamt oder die nächstbeste Tankstelle sein, wenn die Tankreserve aktiviert ist). Dazu ruft der Führer des Fortbewegungsmittels den Index der entsprechenden Kategorie (Postämter, Tankstellen, ...) auf und erhält die folgende Liste der sich um die aktuelle Position des Fortbewegungsmittels befindlichen Ziele einer bestimmten Kategorie:

> 20	Ziel A
30	Ziel B

...

Anhand dieser Liste läßt sich jedoch keine Aussage darüber treffen, zu welchem der beiden Ziele - Ziel A oder Ziel B - sich die bessere Route ergibt; dabei hilft auch die in der Indexliste enthaltene Luftlinienentfernung zwischen der aktuellen Position des Fortbewegungsmittels und den einzelnen Zielen nicht. Im Beispielnetz (vgl. Figur 1) wird das Ziel A auf die Kante k1 und das Ziel B auf die Kante k4 abgebildet, wie aus Figur 3 anhand jeweils eines Doppelpfeils hervorgeht.

Auf Basis der vorstehenden Liste würde die Präferenz auf dem der aktuellen Position des Fortbewegungsmittels näheren Ziel A liegen. Für dieses Ziel A ergibt sich bei Anwendung des Bestwege-Algorithmus nach Ford und Moore sowie bei Anwendung der entsprechenden Optimierungsbedingung bezüglich des Widerstands die in Figur 4 dargestellte, durch die Pfeilrichtung markierte Route zum Ziel A, wobei der Gesamtwiderstand der Route zum Ziel A gerade 50 beträgt.

Bei der Bestimmung der Route zum von der aktuellen Position des Fortbewegungsmittels weiter entfernten Ziel B wird die eigentliche Problematik deutlich, denn für dieses Ziel B ergibt sich die in Figur 5 dargestellte, durch die Pfeilrichtung markierte Route mit einem Gesamtwiderstand von 40.

Beim Vergleichen der beiden Routen zum Ziel A und zum Ziel B wird deutlich, daß die Route zum nächstgelegenen Ziel A nicht die optimale Route hervorbringt; diese optimale Route ergibt sich in diesem Beispiel erst mit dem zweitnächsten Ziel B. Insbesondere problematisch ist in diesem Zusammenhang, daß sich die Frage, welches Ziel die optimale Route hervorbringt, mit den konventionellen Verfahren nur durch sukzessives Berechnen der Routen zu sämtlichen Zielen bestimmen läßt.

30

Darstellung der Erfindung: Aufgabe, Lösung, Vorteile

5 Ausgehend von den vorgenannten Nachteilen und Unzulänglichkeiten liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie ein auf ein derartiges Verfahren bezogenes Navigationssystem so weiterzubilden, daß der Nutzer einer Navigation nicht nur die Möglichkeit hat, eine Route von einem Startpunkt zu einem
10 einzigen Zielpunkt zu berechnen, sondern vielmehr eine optimale Route zu einem Ziel einer bestimmten Kategorie bestimmen kann.

10 Diese Aufgabe wird gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen sowie durch ein Navigationssystem mit den im Anspruch 14 genannten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Weiterbildungen
15 der vorliegenden Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Hierbei wird der Fachmann auf dem Gebiet der Verkehrstelematik insbesondere zu schätzen wissen, daß gemäß der Lehre der vorliegenden
20 Erfindung kein sequentielles Bestimmen der Routen zu den verschiedenen Möglichkeiten, sondern vielmehr im Rahmen einer sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" (abgekürzt "MultiDest-RS") das gleichzeitige Berücksichtigen sämtlicher in Frage kommender Ziele erfolgt, so daß die optimale Route zum besten Ziel als Ergebnis ermittelt
25 wird.

In diesem Zusammenhang werden die bei der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" zu berücksichtigenden Ziele als im
30 wesentlichen gleichberechtigt angenommen. Bei diesen Zielen kann es sich um die verschiedenen Einträge des Index einer bestimmten Kategorie von Sonderzielen, wie etwa Postämter, Tankstellen oder dergleichen, handeln; alternativ oder in Ergänzung hierzu ist jedoch auch möglich,

verschiedene Ziele, die nicht aus einer bestimmten Indexkategorie entstammen, für die sogenannte "MultiDestination-Routensuche" zu benutzen; so können beispielsweise Adressen, Kartenziele oder Einträge aus mindestens einem Zielspeicher verwendet werden.

5

Gemäß einem erfindungswesentlichen Merkmal können bei der sogenannten "MultiDestination-Routensuche" mehrere, räumlich nicht zusammenhängende Ziele gleichberechtigt für die Routensuche verwendet werden. Der Führer des Fortbewegungsmittels muß sich in diesem Zusammenhang keine Gedanken machen, welches der Ziele am besten zu erreichen ist, denn die Routenermittlung von der aktuellen Ist-Position zu den Zielen erfolgt so, daß unter Berücksichtigung der

10

gewählten Kriterien, wie etwa "kurze Route", "schnelle Route" oder dergleichen, die optimale Route ermittelt wird.

15

Nach Ermittlung der optimalen Route zu einem der Ziele hat der Führer des Fortbewegungsmittels die Wahl,

- am benutzten Ziel festzuhalten, es zu fixieren bzw. die anderen möglichen Ziele zu verwerfen;
- das aktuelle Ziel selbst zu verwerfen und zu einem der anderen Ziele eine Route zu bestimmen; oder
- sämtliche Ziele als aktiv zu belassen, so daß sich beim Abweichen von der vorgeschlagenen Route zu einem anderen Ziel eine bessere Route ergibt.

20

25

Neben den vorstehend dargelegten gewählten Kriterien können bei der Ermittlung der Route gemäß der vorliegenden Erfindung auch Netzbeeinflussungen durch Telematik oder durch benutzerdefinierte Manipulationen, wie etwa sogenannte "Stau voraus"-Sperrungen, berücksichtigt werden.

30

In bevorzugter Weise sind für die sogenannte "MultiDestination-RoutenSuche" neben den Anpassungen in der Routensuche selbst auch Erweiterungen in der Schnittstelleneinheit der Recheneinheit des Navigationssystems gemäß der vorliegenden Erfindung und/oder im Index zur Definition der gleichberechtigten, zu verwendenden Ziele vorgesehen. Hierbei sind neben den für eine normale Routensuche erforderlichen Informationen über die Startposition, die der Routensuche üblicherweise mithilfe der Ortungseinheit des Navigationssystems bekannt ist, bei der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" ("MultiDest-RS") in zweckmäßiger Weise die verschiedenen gleichberechtigten Ziele zu spezifizieren.

Unabhängig hiervon oder in Verbindung hiermit kann das Navigationssystem gemäß einer besonders erfinderischen Weiterbildung für benutzerdefiniertes manuelles Eingeben, insbesondere für benutzerdefiniertes manuelles Definieren, im speziellen für benutzerdefiniertes manuelles Spezifizieren, und/oder für automatisches Eingeben, insbesondere für automatisches Definieren, im speziellen für automatisches Spezifizieren, ausgelegt werden, wobei das automatische Eingeben unter anderem auch auf dem automatischen Feststellen der aktuellen Position des Fortbewegungsmittels beruhen kann.

Beispielhaft kann etwa mit dem angesichts der aktuellen Tankfüllung noch verfügbaren Restweg gearbeitet werden, so daß dann im Rahmen der sogenannten "MultiDestination-R(outen)S(uche)" eine oder mehrere mögliche Routen vom Ausgangspunkt (zum Beispiel die aktuelle Position des Fortbewegungsmittels) zu einer Mehr- oder Vielzahl von gleichberechtigten, räumlich getrennten Zielpunkten (zum Beispiel die mit der aktuellen Tankfüllung noch erreichbaren Tankstellen) berechnet werden können.

In diesem Zusammenhang kann mithin die eigentliche sogenannte "MultiDestination-R(outen)S(uche)" nach dem nachstehend beschriebenen Definieren (sei es manuell, das heißt durch den Benutzer des Fortbewegungsmittels, und/oder sei es automatisch) einer
5 sogenannten "MultiDestination-Liste" (nachstehend "MultiDest-Liste" genannt) erfolgen:

Die auch als sogenannte "Subdestinationen" (abgekürzt SD) bezeichneten Teilziele der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" können
10 beispielsweise Ziele aus dem Zielspeicher, Adressen, Standort- oder Punktziele sein. Bei dieser Art von Zielen ruft der Nutzer die verschiedenen Ziele auf und speichert diese, anstatt die Routenberechnung zu beginnen, in der sogenannten "MultiDest-Liste" manuell über einen Menüpunkt ab.

15

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Vorgang des Erzeugens der sogenannten "MultiDest-Liste" aus den einzelnen Zielen die folgenden Verfahrensschritte auf (vgl. Figur 6):

20

- (A.1) Starten;
- (A.2) Initialisieren der sogenannten "MultiDest-Liste";
- (A.3) Auswählen eines bestimmten Ziels, wie etwa Adresse, Kartenziel, Zielspeichereintrag oder dergleichen;
- (A.4) Kopieren der Beschreibung dieses Ziels in die sogenannte
25 "MultiDest-Liste" (im Graphen);
- (A.5) Hinzufügen mindestens eines weiteren Ziels:
 - wenn mindestens ein weiteres Ziel hinzugefügt (+), dann Gehen vor Schritt (A.3);
 - wenn kein weiteres Ziel hinzugefügt (-),
30 dann Gehen zu Schritt (A.6);
- (A.6) Beenden des Verfahrens.

Eine alternative oder ergänzende Möglichkeit kann darin bestehen, die sogenannte "MultiDest-Liste" mit den Einträgen der Liste von Sonderzielen der gewünschten Kategorie (Postämter, Tankstellen oder ähnliches) um die Ist-Position des Fortbewegungsmittels zu füllen; hierbei ist die Anzahl von Einträgen der sogenannten "MultiDest-Liste" nur durch die Endlichkeit des Arbeitsspeichers des Navigationssystems begrenzt. In diesem Falle wählt der Nutzer nicht ein bestimmtes Ziel aus der Liste aus, sondern definiert sämtliche Einträge als Teilziele; es ist jedoch auch möglich, einzelne Einträge der Liste einer sogenannten "MultiDest-Liste" hinzuzufügen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Vorgang des Erzeugens der sogenannten "MultiDest-Liste" aus einer Sonderzielliste die folgenden Verfahrensschritte auf (vgl. Figur 7):

- (A.11) Starten;
- (A.12) Auswählen der Kategorie, insbesondere der Sonderzielkategorie;
- (A.13) Übernehmen der Liste als sogenannte "MultiDest-Liste":
 - wenn Liste als sogenannte "MultiDest-Liste" übernommen (+), dann Gehen zu Schritt (A.14):
Initialisieren der sogenannten "MultiDest-Liste";
 - wenn Liste nicht als sog. "MultiDest-Liste" übernommen (-), dann Gehen zu Schritt (A.17):
Auswählen eines bestimmten Ziels;
- (A.15) Kopieren der Zielbeschreibung in die sogenannte "MultiDest-Liste" (im Graphen);
- (A.16) Abarbeiten sämtlicher Ziele oder einer bestimmten Anzahl von Zielen:
 - wenn sämtliche Ziele oder die bestimmte Anzahl von Zielen abgearbeitet (+), dann Gehen zu Schritt (A.18);
 - wenn noch nicht sämtliche Ziele oder noch nicht die bestimmte Anzahl von Zielen abgearbeitet (-), dann Gehen vor Schritt (A.15);

(A.18) Beenden des Verfahrens.

Nachdem auf diese Weise sämtliche Teilziele definiert sind, kann die nachfolgend beschriebene sogenannte "MultiDestination-RoutenSuche" mit den gewünschten Kriterien gestartet werden. Hierbei läßt sich der allgemeine Ablauf der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" bei Heranziehung des Routensuch-Algorithmus nach Ford und Moore in zweckmäßiger Weise im wesentlichen in die folgenden Abschnitte untergliedern (vgl. Figur 8 und detaillierter Figur 9):

10

(R.1) Starten;

(R.2) Bestimmen des sogenannten "MultiDest":
Definieren der beiden Teilziele A und B;

15

(R.3) Initialisieren:

(R.3.1) Initialisieren der Routentabelle:

Zunächst erfolgt die Grundinitialisierung der Routentabelle; hierbei wird der Widerstand auf unendlich (∞) gesetzt und der Nachfolger gelöscht (-);

20

(R.3.2) Initialisieren der in der sogenannten "MultiDest-Liste" beschriebenen Kanten der Teilziele:

Nach der Grundinitialisierung der Routentabelle müssen sämtliche Kanten der zu berücksichtigenden Teilziele in der Routentabelle als Ziel initialisiert werden; hierzu wird in der Routentabelle der Widerstand zu "Null" und der Nachfolger auf den Initialisierungswert (kein Nachfolger: "-") der in einer sogenannten "MultiDest-Beschreibungsliste" eingetragenen Kanten gesetzt; ferner werden die bearbeiteten Kanten in die zweite Liste, das heißt in die Liste der noch zu optimierenden Kanten

25

30

aufgenommen.

(R.4) Optimieren der Kanten des Graphen:

5 Nach dem Initialisieren der Routentabelle und der sogenannten "MultiDest-Beschreibungsliste" erfolgt die eigentliche Routensuche; anhand der nachfolgend dargestellten Optimierungsbedingungen bzw. -regeln wird die Optimierung der Route durchgeführt, wie aus Figur 10 hervorgeht:

(R.4.1) Start der Kantenoptimierung;

10 (R.4.2) Bestimmen, ob $R_{RT(Neu),Ank} < R_{RT(Alt),Ank}$,

wobei $R_{RT(Neu),Ank} = R_{Kante,Ank} + R_{RT,Ist}$:

- wenn Bedingung $R_{RT(Neu),Ank} < R_{RT(Alt),Ank}$ erfüllt (+),
dann Gehen zu Schritt (R.4.3):

Aktualisieren des Eintrags in der Routentabelle:

15 Aktualisieren des Widerstandswerts der Ankommerkante in der Routentabelle und Eintragen der Istkante als Nachfolger;

- wenn Bedingung $R_{RT(Neu),Ank} < R_{RT(Alt),Ank}$ nicht erfüllt(-),
dann Gehen zu Schritt (R.4.4):

20 Beenden der Kantenoptimierung.

Die hinreichende Bedingung für die Optimierung wird durch die Formel $R_{Kante,Ank} + R_{RT,Ist} < R_{RT(Alt),Ank}$ dargestellt, das heißt die Kante muß optimiert werden, wenn die Summe aus dem Streckenwiderstand der Ankommerkante und dem in der Routentabelle eingetragenen Widerstand der Istkante kleiner als der alte, in der Routentabelle eingetragene Widerstand der Ankommerkante ist. Mit dem Erfüllen dieser Bedingung ergibt sich die Notwendigkeit einer Optimierung; es werden die neuen Eigenschaften der Ankommerkante in die Routentabelle und als Nachfolger die Istkante eingetragen. Sind alle Kanten aus der zum Speichern der bereits optimierten Kanten eingesetzten ersten Liste in der beschriebenen Weise bearbeitet, so werden die erste Liste

25

30

5 der bereits optimierten Kanten und eine zweite, zum Speichern der im nächsten Optimierungsschritt zu prüfenden Kanten benötigte Liste vertauscht, das heißt Ausgangspunkt für die nächsten Optimierungen sind die im letzten Verfahrensschritt optimierten Kanten. Das Verfahren terminiert, wenn die erste Liste leer aufgefunden wird.

(R.5) Zusammenstellen der Routenliste:

10 Nach dem vollständigen Optimieren wird die Routenliste aus der Routentabelle erzeugt. Ausgehend von der Kante der aktuellen Position des Fortbewegungsmittels werden die Kanten entsprechend der Nachfolgerverkettung in der Routentabelle in die Routenliste geschrieben. Mittels der letzten Kante in dieser Routenliste läßt sich über die sogenannte "MultiDest-Beschreibungsliste" das aktuelle Teilziel bestimmen und in einer
15 sogenannten "MultiDest-Indexliste" für eine eventuelle Fixierung kennzeichnen.

(R.6) Beenden des Verfahrens.

20 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gelangt bei der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" - basierend auf dem Bestwege-Algorithmus nach Ford und Moore - zum Beschreiben der Eigenschaften der Kanten des Graphen mindestens eine
25 Routentabelle zum Einsatz. Eine derartige Routentabelle enthält die Beschreibung der Eigenschaften sämtlicher Kanten des Routennetzes bezüglich eines Abschnitts der Route zum Ziel; jede Kante wird durch einen Eintrag abgebildet, der die Eigenschaften der Kante sowohl in Pfeilrichtung als auch entgegen der Pfeilrichtung enthält.

30 Bei der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" wird die optimale Route zum bestmöglichen Ziel in einer einzigen Routentabelle

beschrieben, wobei der Aufbau einer grundinitialisierten Routentabelle in zweckmäßiger Weise wie folgt ist:

Kante	+Widerstand	+Nachfolger	-Widerstand	-Nachfolger
k1	∞	-	∞	-
k2	∞	-	∞	-
k3	∞	-	∞	-
...	∞	-	∞	-
k(M-1)	∞	-	∞	-
kM	∞	-	∞	-

- 5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt die Beschreibung der Teilziele und der Verknüpfung mit den zugehörigen Kanten im Graphen mittels der miteinander verknüpften sogenannten "MultiDest-Indexliste" und der sogenannten "MultiDest-Beschreibungsliste", zusammengefaßt auch als sogenannte "MultiDest-
- 10 Liste" bezeichnet.

- Hierbei sind in der sogenannten "MultiDest-Indexliste" sämtliche Teilziele enthalten. Diese sogenannte "MultiDest-Indexliste" enthält keinerlei Sortierung und dient lediglich dazu, einen einfachen Zugriff auf die Liste der das Teilziel beschreibenden Kanten zu ermöglichen, wie aus dem
- 15 nachfolgend dargestellten exemplarischen Aufbau der sogenannten "MultiDest-Indexliste" hervorgeht:

MultiDest-Index	Status / Beschreibung
1	/ Name des Teilziels
2	/ Name des Teilziels
3	/ Name des Teilziels
...	/ Name des Teilziels
N-1	/ Name des Teilziels

N

/ Name des Teilziels

Für jedes Teilziel (= sogenannte Subdestination SD) wird in der in Figur 11 links oben abgebildeten sogenannten "MultiDest-Indexliste" ein Verweis auf die Liste der zur jeweiligen Subdestination SD gehörenden Kanten K (--> in Figur 11 rechts unten abgebildete sogenannte "MultiDest-Beschreibungsliste") gespeichert; Figur 11 veranschaulicht mithin den Zusammenhang zwischen der sogenannten "MultiDest-Indexliste" und der sogenannten "MultiDest-Beschreibungsliste".

10 Wenn die vorliegende Erfindung in zweckmäßiger Weise weitergebildet werden soll, so wird zum Speichern der bereits optimierten Kanten eine erste Liste der bereits optimierten Kanten eingesetzt. Eine zweite Liste wird zum Speichern der im nächsten Optimierungsschritt zu prüfenden Kanten benötigt und enthält demzufolge zweckmäßigerweise die im

15 nächsten Optimierungsschritt zu prüfenden Kanten; die zweite Liste ist zu Beginn der iterativen Optimierung leer. Hierbei ergeben sich die im nächsten Optimierungsschritt zu prüfenden Kanten im Wege der bereits diskutierten Optimierungsbeziehungen, wobei von einer Istkante aus wieder sämtliche Ankommerkanten überprüft werden (vgl. Figur 2).

20 Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß es durch die vorliegende Erfindung möglich ist, die optimale Route von einer Ist-Position zu einem von mehreren gleichberechtigten, nicht zusammenhängenden Zielen zu ermitteln. Hierbei erfolgt keine sequentielle Bestimmung zu den einzelnen

25 möglichen Zielen; vielmehr wird die Route im Rahmen des sogenannten "MultiDestination-RoutenSuch"-Verfahrens unter Berücksichtigung sämtlicher in Frage kommender Ziele als optimale Route ermittelt.

Hiermit ergibt sich unter anderem der Vorteil, daß der Führer des Fortbewegungsmittels mittels der optimalen Routenführung zum besten

30 Zielpunkt gelangt, das heißt daß ungünstige Routenführungen, wie sie bei

der ausschließlichen Wahl des nächstgelegenen Ziels auftreten können, vermieden werden, denn es finden sämtliche Ziele Berücksichtigung.

5 Des weiteren wird der Fachmann in bezug auf die vorliegende Erfindung anerkennen, daß diese nicht auf den Einsatz eines bestimmten Routensuch-Algorithmus beschränkt ist; zwar ist der vorstehend exemplifizierte Routensuch-Algorithmus nach Ford und Moore für die vorliegende Erfindung ausgesprochen geeignet, jedoch läßt sich das Verfahren auch mit anderen mathematisch exakten Verfahren zum
10 Ermitteln des "besten Weges" aus der Graphentheorie realisieren.

Wie bereits vorstehend erläutert, werden beim vorgestellten Verfahren sämtliche Ziele gleichzeitig berücksichtigt, so daß die Bestimmung der optimalen Route zum besten Ziel mit einem Mal erfolgt, was wiederum
15 eine schnellere Berechnung der Route als bei der sequentiellen Ermittlung nach sich zieht. In diesem Zusammenhang findet eine permanente Optimierung der Route und des besten Ziels von der aktuellen Ist-Position statt, das heißt beim Abweichen von der Route wird automatisch eine neue optimale Route zum besten Ziel bestimmt. Da bei diesem erneuten
20 Bestimmen der Route wieder sämtliche Ziele Berücksichtigung finden, setzt sich das für diese aktuelle Ist-Position beste Ziel durch; hierbei muß das neue Ziel nicht dem zuvor genutzten Ziel entsprechen.

Da bei der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" sämtliche in
25 Frage kommenden Ziele berücksichtigt werden, liegt immer die optimale Route zum optimalen Ziel vor. Es kann somit zu jedem Zeitpunkt die entsprechende Entfernung zum aktuellen Ziel sowie die verbleibende Fahrzeit oder auch die geschätzte Ankunftszeit angegeben werden. Unabhängig hiervon oder in Verbindung hiermit kann eine Kombination
30 mit verschiedenen Routenkriterien erfolgen; so läßt sich das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung unter Berücksichtigung verschiedenster Optimierungskriterien, wie etwa "kurze Route" oder

"schnelle Route", anwenden. Neben den Optimierungskriterien läßt sich das Verfahren auch mit verschiedenen Netzmanipulationen, wie etwa Telematik oder manuellen Sperrungen, kombinieren.

5 Auch ist darauf hinzuweisen, daß sich das vorliegende Verfahren der sogenannten "MultiDestination-Routensuche" ohne weiteres in Zwischenziel- oder sogenannte "ViaArea"-Routensuchverfahren integrieren läßt, so daß die spezifischen Eigenschaften dieser
10 Zwischenziel- oder "ViaArea"-Routensuchverfahren genutzt werden können; so ist in diesem Zusammenhang beispielsweise die vollständige Beschreibung der Route zum eigentlichen Ziel über die "ViaArea" zu nennen.

Des weiteren können gemäß der vorliegenden Erfindung sogenannte
15 Telematik-Service-Provider dynamisch Ziele einprägen, um beispielsweise den Verkehrsfluß zu lenken. Hierbei bleibt das Navigationssystem im Fortbewegungsmittel völlig autonom und kann auf das Abweichen des Führers des Fortbewegungsmittels von der Route autark und schnell reagieren. Im Gegensatz hierzu können derartig schnelle Reaktionszeiten
20 bei Verfahren, bei denen ein Telematik-Service-Provider die Routenberechnung vollständig übernimmt und den Routenverlauf in das Fortbewegungsmittel herunterlädt, nicht erreicht werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich die Verwendung des
25 vorstehend dargelegten Verfahrens in einem Fortbewegungsmittel, insbesondere in einem Navigationssystem eines Fortbewegungsmittels.

Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann das vorstehend dargelegte
30 Verfahren auch in einer insbesondere softwarebasierten Routensuch-Applikation einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage, insbesondere eines Personal Computers (PC) als PC-Tool, zum Einsatz gelangen; hierdurch wird der Anwender der elektronischen

5 Datenverarbeitungsanlage beispielsweise in die Lage versetzt, vor
Fahrtantritt die avisierte Route auf mindestens ein verkehrsbezogenes
Ereignis, wie etwa auf mindestens eine Sperrung, auf mindestens einen
Stau bzw. stockenden Verkehr und/oder auf mindestens einen
Verkehrsunfall, zu überprüfen; im Bedarfsfalle kann sich der Anwender
der elektronischen Datenverarbeitungsanlage dann eine Alternativ- oder
Ausweichroute bestimmen und anzeigen lassen.

10 Auch ist eine Verwendung des vorstehend dargelegten Verfahrens
dahingehend möglich, daß ein Serviceprovider eine zweckmäßigerweise
optimierte Route auf Anfrage eines Anwenders mittels einer
elektronischen Datenverarbeitungsanlage berechnet und die dergestalt
ermittelte Route per Datenfernübertragung in das Fortbewegungsmittel,
insbesondere in das Kraftfahrzeug, des Anwenders übermittelt.

15

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

20 Weitere Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden
Erfindung werden nachstehend anhand des durch die Figuren 1 bis 15
veranschaulichten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt:

25 Fig. 1 ein exemplarisches Routennetz, insbesondere ein reales
Straßennetz, als ein Netzwerk von gerichteten Kanten und von
zwischen den gerichteten Kanten angeordneten Knoten;

Fig. 2 eine exemplarische Optimierung der Kanten am Knoten;

30

Fig. 3 die beiden Teilziele A und B sowie deren jeweilige Entfernung
vom Fortbewegungsmittel im Beispielnetz gemäß Fig. 1;

- Fig. 4 eine exemplarische Route des Fortbewegungsmittel zum Teilziel A;
- 5 Fig. 5 eine exemplarische Route des Fortbewegungsmittel zum Teilziel B;
- Fig. 6 den Vorgang des Erzeugens der sogenannten "MultiDest-Liste" aus den einzelnen Zielen;
- 10 Fig. 7 den Vorgang des Erzeugens der sogenannten "MultiDest-Liste" aus einer Sonderzielliste;
- Fig. 8 den allgemeinen Ablauf der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche";
- 15 Fig. 9 den Ablauf der sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" in detaillierterer Form (mit Querbezügen zu Fig. 8);
- 20 Fig. 10 den Vorgang des Optimierens der Route anhand der Optimierungsbedingungen bzw. -regeln;
- Fig. 11 den Zusammenhang zwischen der sogenannten "MultiDest-Indexliste" und der sogenannten "MultiDest-Beschreibungsliste";
- 25 Fig. 12 den ersten Optimierungsschritt anhand des Beispielnetzes gemäß Fig. 1;
- Fig. 13 die Route des Fortbewegungsmittels von der aktuellen Position zum optimalen Teilziel B im Beispielnetz gemäß Fig. 1;
- 30

Fig. 14 die Route des Fortbewegungsmittels von der aktuellen Position zum optimalen Teilziel A im Beispielnetz gemäß Fig. 1; und
 Fig. 15 in schematischer Prinzipdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines Navigationssystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

Gleiche oder ähnliche Ausgestaltungen, Elemente oder Merkmale sind in den Figuren 1 bis 15 mit identischen Bezugszeichen versehen.

10

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Ermitteln von Routen wird das Routennetz gemäß Figur 1 eingesetzt, wobei für dieses Routennetz angenommen wird, daß die Kanten k1, k3, k4, k6 sowie k9 jeweils den Widerstandswert 10 und die Kanten k2, k5, k7 sowie k8 jeweils den Widerstandswert 20 aufweisen. Das Fahrzeug befindet sich zum Betrachtungszeitpunkt auf der Kante +k8 (das "+"-Zeichen symbolisiert, daß die Fahrtrichtung der Vorzugsrichtung entspricht). Die unabhängigen, aber gleichberechtigten Teilziele stellen die Kante k1 für das Teilziel A und die Kante k4 für das Teilziel B dar.

Nach Definieren der beiden Teilziele A und B (vgl. Verfahrensschritt (R.2) in den Figuren 8 und 9) ergibt sich die folgende sogenannte "MultiDest-Indexliste" (vgl. Figur 11 links oben):

25

MultiDest-Index	Status / Beschreibung
1	/ Teilziel A
2	/ Teilziel B

Des weiteren ergibt sich nach Definieren der beiden Teilziele A und B die folgende sogenannte "MultiDest-Beschreibungsliste" (vgl. Figur 11 rechts unten):

MultiDest-Index	Kante
1	+k1
1	-k1
2	+k4
2	-k4

5

Der Vorgang der eigentlichen sogenannten "MultiDestination-RoutenSuche" beginnt mit dem Initialisieren der Routentabelle (vgl. Verfahrensschritt (R.3.1) in Figur 9); hierbei wird für jeden Eintrag der Widerstand auf "unendlich" (∞) gesetzt und die Nachfolgerkante (= "Nachfolger") auf "undefiniert" (-) gesetzt, das heißt der Nachfolger gelöscht, so daß sich die folgende grundinitialisierte Routentabelle ergibt:

10

Kante	+Widerstand	+Nachfolger	-Widerstand	-Nachfolger
k1	∞	-	∞	-
k2	∞	-	∞	-
k3	∞	-	∞	-
k4	∞	-	∞	-
k5	∞	-	∞	-
k6	∞	-	∞	-
k7	∞	-	∞	-
k8	∞	-	∞	-
k9	∞	-	∞	-

15

In einem nächsten Verfahrensschritt (vgl. Verfahrensschritt (R.3.2) in Figur 9) erfolgt das Initialisieren der durch die sogenannte "MultiDest-Beschreibungsliste" beschriebenen Kanten der Teilziele A und B, das

5 heißt der als Ziel in Frage kommenden Kanten. Hierbei werden die Routentabelleneinträge der in der sogenannten "MultiDest-Beschreibungsliste" verzeichneten Kanten als Ziel initialisiert; hierzu wird der Widerstand auf "Null" gesetzt und der Nachfolger als "Ziel" gekennzeichnet; ferner werden die Kanten in die Liste der im nächsten Verfahrensschritt zu optimierenden Kanten eingetragen, so daß sich die folgende Routentabelle ergibt:

Kante	+Widerstand	+Nachfolger	-Widerstand	-Nachfolger
k1	0	Ziel	0	Ziel
k2	∞	-	∞	-
k3	∞	-	∞	-
k4	0	Ziel	0	Ziel
k5	∞	-	∞	-
k6	∞	-	∞	-
k7	∞	-	∞	-
k8	∞	-	∞	-
k9	∞	-	∞	-

10 Dementsprechend erhält die erste Liste zum Speichern der bereits optimierten Kanten die folgende Form:

+k1 -k1 +k4 -k4

15 Beim sich daran anschließenden Verfahrensschritt des Optimierens der dem aktuellen Abschnitt zugeordneten Kanten des Graphen gelangen die in den Figuren 8 und 9 unter dem Verfahrensschritt (R.4) dargelegten Optimierungsbedingungen zur Anwendung, wobei für den ersten Optimierungsschritt (vgl. Figur 12) die folgende erste Liste zum Speichern der bereits optimierten Kanten zugrunde liegt (vgl. Verfahrensschritt (B.6) in Figur 9):

20

+k1 -k1 +k4 -k4

Dementsprechend lautet die zweite Liste zum Speichern der im nächsten Verfahrensschritt zu prüfenden Kanten:

5

Der erste Optimierungsschritt (vgl. Figur 12) soll anhand der Optimierung O1a beispielhaft dargestellt werden. Für die Ankommerkante +k5 (vgl. Verfahrensschritt (B.8) in Figur 9) ergibt sich aus dem Streckenwert dieser Kante aus dem Routentableneintrag der Istkante (vgl. Verfahrensschritt (B.7) in Figur 9) der folgende neue Widerstandswert (vgl. Figur 10):

10

$$R_{RT(\text{Neu}),\text{Ank}(+k5)} = R_{\text{Kante},\text{Ank}(+k5)} + R_{RT,\text{Ist}(+k1)}$$

$$R_{RT(\text{Neu}),\text{Ank}(+k5)} = 20 + 0$$

15

$$R_{RT(\text{Neu}),\text{Ank}(+k5)} = 20$$

Der neue Widerstandswert der Ankommerkante +k5 wird entsprechend der in bezug auf Figur 10 dargelegten Optimierungsbedingung (R.4.2) mit dem alten Widerstandswert dieser Ankommerkante +k5 verglichen:

20

$$R_{RT(\text{Neu}),\text{Ank}(+k5)} < R_{RT(\text{Alt}),\text{Ank}(+k5)}$$

$$20 < \infty$$

Mithin ist die Optimierungsbedingung erfüllt, so daß die Ankommerkante +k5 optimiert werden muß. Dazu wird der neue Widerstandswert und der Nachfolger (Istkante) in die Routentabelle eingetragen (vgl. Verfahrensschritt (R.4.3) in Figur 10).

25

Für die weiteren Optimierungen O1b bis O1h (vgl. Verfahrensschritte (B.10) und (B.11) in Figur 9) gilt eine analoge Vorgehensweise, so daß die

30

Routentabelle nach Abschluß des ersten Optimierungsschritts das folgende Bild ergibt:

Kante	+Widerstand	+Nachfolger	-Widerstand	-Nachfolger
k1	0	Ziel	0	Ziel
k2	∞	-	20	-k1
k3	10	+k4	∞	-
k4	0	Ziel	0	Ziel
k5	20	+k1	∞	-
k6	∞	-	∞	-
k7	20	-k4	∞	-
k8	∞	-	∞	-
k9	∞	-	∞	-

- 5 Zum Abschluß des ersten Optimierungsschritts liegt die folgende erste Liste zum Speichern der bereits optimierten Kanten vor:

- 10 Dementsprechend lautet die zweite Liste zum Speichern der im nächsten Verfahrensschritt zu prüfenden Kanten:

+k5 -k2 +k3 +k7

- 15 Wenn also sämtliche Optimierungsbeziehungen bzw. -regeln abgearbeitet sind, ist die erste Liste zum Speichern der bereits optimierten Kanten leer (vgl. Verfahrensschritt (B.6) in Figur 9), und in der zweiten Liste zum Speichern der im nächsten Verfahrensschritt zu prüfenden Kanten befinden sich die in diesem Verfahrensschritt optimierten Kanten. Diese Kanten dienen im nächsten Verfahrensschritt als Ausgangsbasis für die dann folgende Optimierung (vgl. Verfahrensschritt (B.12) in Figur 9).

5 Ausgehend von den Ergebnissen dieser ersten Optimierungswelle erfolgen einige weitere Optimierungsschritte, nach deren Abschluß es keine Istkante-Ankommerkante-Beziehung gibt, für die sich eine erfolgreiche Optimierung ergibt, so daß die zweite Liste zum Speichern der im nächsten Verfahrensschritt zu prüfenden Kanten leer bleibt; an dieser Stelle sind die optimalen Wege von jeder Kante zum bestmöglichen Ziel beschrieben, so daß sich nach vollständiger Optimierung des Berechnungsgebiets die folgende Routentabelle ergibt:

10

Kante	+Widerstand	+Nachfolger	-Widerstand	-Nachfolger
k1	0	Ziel	0	Ziel
k2	40	-k2	20	-k1
k3	10	+k4	20	+k3
k4	0	Ziel	0	Ziel
k5	20	+k1	40	+k5
k6	20	+k3	30	+k6
k7	20	-k4	40	+k7
k8	40	+k6	40	+k5
k9	30	+k7	30	+k6

15 Beim sich nunmehr anschließenden Verfahrensschritt des Zusammenstellens der Routenliste (vgl. Verfahrensschritt (R.5) in Figur 10) wird nach dem vollständigen Optimieren die Routenliste aus der Routentabelle erzeugt. Ausgehend von der Kante +k8 der aktuellen Fahrzeugposition werden die Kanten entsprechend den Nachfolgerverweisen in der Routentabelle in die Routenliste geschrieben:

Nummer	Kante	+Widerstand zum Ziel	Nachfolger zum Ziel
1	+k8	40	+k6
2	+k6	30	+k3

3	+k3	20	+k4
4	+k4	0	

Hierbei läßt sich das aktuelle Teilziel mithilfe der letzten Kante in dieser Routenliste über die sogenannte "MultiDest-Beschreibungsliste" (vgl. Figur 11 rechts unten) bestimmen (im vorliegenden Falle ist es mit der Kante +k4 das Teilziel mit dem MultiDest-Index 2, wobei sich anhand der sogenannten "MultiDest-Indexliste" mit diesem MultiDest-Index weitere Informationen, wie etwa die Beschreibung oder der Name, ermitteln lassen), so daß sich im Ergebnis durch Verwendung einer konventionellen Routensuche das gefundene Teilziel B fixieren läßt (vgl. Figur 13 zur entsprechenden Route von der aktuellen Position +k8 zum optimalen Teilziel B).

Geschieht dieses Fixieren des optimalen Teilziels B nicht, so bleiben die weiteren Teilziele aktiv, so daß sich durch externe Einflüsse auf das Routennetz, wie etwa Telematik, oder durch Abweichen von der optimalen Route ein anderer optimaler Weg zu einem besseren Teilziel ergibt. In diesem Falle ergibt sich mit dem Abweichen von +k8 auf -k8 die folgende Routenliste, wobei die entsprechende Route von der aktuellen Position -k8 zum optimalen Teilziel A in Figur 14 dargestellt ist:

20

Nummer	Kante	+Widerstand zum Ziel	Nachfolger zum Ziel
1	-k8	40	+k5
2	+k5	20	+k1
3	+k1	0	

Zusammenfassend kann mithin festgestellt werden, daß sich mittels der vorliegenden Erfindung die optimale Route von der aktuellen Ist-Position zum besten Ziel bestimmen läßt. Das im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgestellte Verfahren läßt sich in diesem Zusammenhang sehr gut nachweisen, denn es gibt eine wesentliche und notwendige

25

Bedingung, die beim Einsatz des hier beschriebenen Verfahrens erfüllt sein muß.

5 Des weiteren sind mehrere voneinander unabhängige, nicht zusammenhängende, aber gleichberechtigte Ziele zu definieren, wobei vor der Bestimmung der Route das eingesetzte, optimal zu erreichende Teilziel noch nicht feststeht. Hierbei können die eingesetzten Teilziele sich aus freien Zielen zusammensetzen oder aus einer Liste einer Kategorie, insbesondere einer Sonderzielkategorie, des Index entstammen.

10

In bezug auf die vorliegende Erfindung wird der Fachmann insbesondere zu schätzen wissen, daß das vorliegende Ausführungsbeispiel zum Einsatz in einem anhand Figur 15 veranschaulichten Navigationssystem 100 eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist und hierzu eine Recheneinheit 15 10 zum Durchführen des vorstehend dargelegten Verfahrens aufweist. Dieser Recheneinheit 10 ist eine in Form eines Massendatenspeichers (digitale Karte) ausgebildete Speichereinheit 20 zum Abbilden des Straßennetzes als gerichtete Kanten k und zwischen den gerichteten Kanten k angeordnete Knoten p zugeordnet; des weiteren ist der 20 Recheneinheit 10 eine Sensoreinheit 30 zum Aufnehmen der aktuellen Position des Kraftfahrzeugs zugeordnet.

Zum Orten der aktuellen Position des Fahrzeugs weist die Recheneinheit 10 eine mit der Sensoreinheit 30 in Verbindung stehende Ortungseinheit 25 12 auf; zum Bestimmen derjenigen Route mit der minimalen Widerstandssumme weist die Recheneinheit 10 eine mit der Ortungseinheit 12 und mit der Speichereinheit 20 in Verbindung stehende Routensucheinheit 14 auf.

30 Des weiteren zeichnet sich das Navigationssystem 100 dadurch aus, daß die Recheneinheit 10 eine mit der Routensucheinheit 14 und mit der Speichereinheit 20 in Verbindung stehende Indexeinheit 16 zum

Definieren und zum Spezifizieren verschiedener Zielpunkte aus verschiedenen Einträgen

- mehrerer Indices gegebener Adressen, Kartenziele, Zielspeichereinträge oder dergleichen und
- 5 - mehrerer Indices jeweils einer gegebenen Kategorie, nämlich jeweils einer gegebenen Sonderzielkategorie, wie etwa Postämter, Tankstellen oder dergleichen, aufweist.

10 Über eine mit der Ortungseinheit 12, mit der Routensucheinheit 14 und mit der Indexeinheit 16 in Verbindung stehende Schnittstelleneinheit 18 steht die Recheneinheit 10 mit einer Eingabeeinheit 40 zum Eingeben der vorstehend dargelegten verschiedenen Zielpunkte in Verbindung. Hierbei ist die Eingabeeinheit 40 in erfindungswesentlicher Weise sowohl für

15 benutzerdefinierte manuelle Eingaben als auch für automatische Eingaben ausgelegt sein, wobei die automatischen Eingaben auf dem automatischen Feststellen der aktuellen Fahrzeugposition beruhen. Exemplarisch kann etwa mit dem angesichts der aktuellen Tankfüllung noch verfügbaren Restweg gearbeitet werden, so daß sich die

20 Routensuche in diesem Falle auf das – manuell bestimmbare oder automatisch erfolgende - Ermitteln von in Frage kommenden Tankstellen als potentielle Zielpunkte bezieht.

25 Gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung kann die Routensuche auch als mindestens eine sogenannte "MultiDestination-RoutenSuche" ("MultiDest-RS") ausgelegt sein kann; im dargelegten Falle der Tankstellen als potentielle Zielpunkte werden dann bei der "MultiDestination-R(outen)S(uche)" mehrere mögliche Routen vom Ausgangspunkt (= aktuelle Fahrzeugposition) zu einer Mehr- oder Vielzahl

30 von möglichen, räumlich getrennten Zielpunkten (= mit der aktuellen Tankfüllung noch erreichbare Tankstellen) berechnet.

Des weiteren ist der Recheneinheit 10 eine mit der Schnittstelleneinheit 18 in Verbindung stehende Anzeige- oder Displayeinheit 50 zum optischen Darstellen der berechneten Route sowie eine mit der Schnittstelleneinheit 18 in Verbindung stehende Lautsprechereinheit 60 zum akustischen Darstellen der berechneten Route zugeordnet.

Ansprüche

5

1. Verfahren zum Ermitteln von Routen in einem als gerichtete Kanten (k) und zwischen den gerichteten Kanten (k) angeordnete Knoten (p) in einer Speichereinheit abgebildeten Routennetz, insbesondere Straßennetz,
- 10 - wobei die zu ermittelnde Route als eine Abfolge oder Reihe von gerichteten Kanten (k) mit jeweils zwischen den gerichteten Kanten (k) angeordneten Knoten (p) bestimmt wird und
- wobei jeder gerichteten Kante (k) und/oder jedem Knoten (p) ein bestimmter Widerstand zugeordnet wird,

15

dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils eine Route von einem Ausgangspunkt zu einem optimalen Zielpunkt aus einer Mehr- oder Vielzahl von räumlich getrennten, jeweils mindestens einer gerichteten Kante (k) und/oder mindestens einem Knoten (p) zugeordneten Zielpunkten berechnet wird, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

20

- (A) Definieren, insbesondere Spezifizieren, der verschiedenen Zielpunkte, insbesondere aus verschiedenen Einträgen
- 25 - mindestens eines Index gegebener Adressen, Kartenziele, Zielspeichereinträge oder dergleichen und/oder
- mindestens eines Index mindestens einer gegebenen Kategorie, insbesondere mindestens einer gegebenen Sonderzielkategorie, wie etwa Postämter, Tankstellen oder dergleichen;
- 30 (B) Optimieren der jeweiligen Route zum jeweiligen Zielpunkt als Abfolge oder Reihe von gerichteten Kanten (k) mit jeweils

zwischen den gerichteten Kanten (k) angeordneten Knoten (p) dergestalt, daß die jeweilige, durch die Summe aller Widerstände der Abfolge oder Reihe zum jeweiligen Zielpunkt gegebene Widerstandssumme minimal wird;

- 5 (C) Zusammenstellen der Liste von jeweiligen Routen zum jeweiligen Zielpunkt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Verfahrensschritt (C) des Zusammenstellens der Liste von
10 jeweiligen Routen zum jeweiligen Zielpunkt ein Verfahrensschritt (D) des Anzeigens derjenigen Route mit der minimalen Widerstandssumme folgt.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
15 daß das Verfahren für mindestens eine sogenannte "MultiDestination-RoutenSuche" ("MultiDest-RS") ausgelegt ist, bei der jeweils mindestens eine Route von einem Ausgangspunkt zu einer Mehr- oder Vielzahl möglicher, räumlich getrennter Zielpunkte berechnet wird.
- 20 4. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verfahrensschritt (A) des Definierens, insbesondere des Spezifizierens, der verschiedenen Zielpunkte aus verschiedenen Einträgen mindestens eines Index
25 gegebener Adressen, Kartenziele, Zielspeichereinträge oder dergleichen die folgenden einzelnen Schritte aufweist:
- (A.1) Starten;
- (A.2) Initialisieren der sogenannten "MultiDest-Liste";
- (A.3) Auswählen eines bestimmten Ziels, wie etwa Adresse, Kartenziel,
30 Zielspeichereintrag oder dergleichen;
- (A.4) Kopieren der Beschreibung dieses Ziels in die sogenannte "MultiDest-Liste" (im Graphen);

- (A.5) Hinzufügen mindestens eines weiteren Ziels:
- wenn mindestens ein weiteres Ziel hinzugefügt (+), dann Gehen vor Schritt (A.3);
 - wenn kein weiteres Ziel hinzugefügt (-), dann Gehen zu Schritt (A.6);
- 5 (A.6) Beenden des Verfahrensschritts (A).
5. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verfahrensschritt (A) des
- 10 Definierens, insbesondere des Spezifizierens, der verschiedenen Zielpunkte aus verschiedenen Einträgen mindestens eines Index mindestens einer gegebenen Kategorie, insbesondere mindestens einer gegebenen Sonderzielkategorie, wie etwa Postämter, Tankstellen oder dergleichen, die folgenden einzelnen Schritte
- 15 aufweist:
- (A.11) Starten;
- (A.12) Auswählen der Kategorie, insbesondere der Sonderzielkategorie;
- (A.13) Übernehmen der Liste als sogenannte "MultiDest-Liste":
- wenn Liste als sogenannte "MultiDest-Liste" übernommen (+), dann Gehen zu Schritt (A.14):
- 20 Initialisieren der sogenannten "MultiDest-Liste";
- wenn Liste nicht als sog. "MultiDest-Liste" übernommen (-), dann Gehen zu Schritt (A.17):
- Auswählen eines bestimmten Ziels;
- 25 (A.15) Kopieren der Zielbeschreibung in die sogenannte "MultiDest-Liste" (im Graphen);
- (A.16) Abarbeiten sämtlicher Ziele oder einer bestimmten Anzahl von Zielen:
- wenn sämtliche Ziele oder die bestimmte Anzahl von Zielen abgearbeitet (+), dann Gehen zu Schritt (A.18);
 - wenn noch nicht sämtliche Ziele oder noch nicht die bestimmte Anzahl von Zielen abgearbeitet (-), dann Gehen vor Schritt (A.15);
- 30

- (A.18) Beenden des Verfahrensschritts (A).
- 5 6. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß beim Verfahrensschritt (A) die verschiedenen Zielpunkte
- mittels benutzerdefinierten manuellen Eingebens und/oder
 - mittels automatischen Eingebens
- 10 aus den verschiedenen Einträgen mindestens eines Index gegebener Adressen, Kartenziele, Zielspeichereinträge oder dergleichen definiert, insbesondere spezifiziert, werden.
- 15 7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß beim automatischen Eingeben der jeweilige aktuelle Standort des Fortbewegungsmittels automatisch festgestellt wird.
- 20 8. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Route iterativ ausgehend von der dem jeweiligen Zielpunkt zugeordneten Kante (k) berechnet wird.
- 25 9. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verfahrensschritt (B) des Optimierens der jeweiligen Route zum jeweiligen Zielpunkt die folgenden einzelnen Schritte aufweist:
- (B.1) Erstellen einer Routentabelle, in der für jede gerichtete Kante (k) sowohl in Vorwärtsrichtung (+) als auch in Rückwärtsrichtung (-) jeweils ein Widerstandswert sowie jeweils eine Nachfolgerkante (k) eintragbar ist;
 - (B.2) Setzen aller Widerstandswerte der Routentabelle auf unendlich (∞) und Löschen aller Nachfolgerkanten (k);
 - (B.3) Setzen des jeweiligen Widerstandswerts der den jeweiligen Zielpunkten zugeordneten Kanten (k) auf Null;

- (B.4) Speichern der den jeweiligen Zielpunkten zugeordneten Kanten (k) in einer ersten Liste für bereits optimierte Kanten (k);
- (B.5) Erstellen einer leeren zweiten Liste für im nächsten Schritt zu optimierende Kanten (k);
- 5 (B.6) Bestimmen, ob erste Liste leer:
- wenn erste Liste leer (+),
dann Beenden des Verfahrensschritts (B);
- (B.7) Setzen einer Kante (k) aus der ersten Liste als Istkante;
- (B.8) Bestimmen aller mit der Istkante vermaschten Kanten (k) als Ankommerkanten;
- 10 (B.9) Bestimmen für die jeweilige Ankommerkante, ob die Optimierungsbedingung, daß die Summe aus dem Streckenwiderstand(Ankommerkante) und dem Widerstand(Istkante) kleiner als der Widerstand(Ankommerkante) ist, erfüllt ist:
- 15
- wenn Optimierungsbedingung erfüllt (+), dann
 - Eintragen der jeweiligen Ankommerkante in die zweite Liste,
 - Setzen des Widerstandswerts der jeweiligen Ankommerkante in der Routentabelle auf die Summe aus dem
- 20 Streckenwiderstand(Ankommerkante) und dem Widerstand(Istkante),
- Eintragen der Istkante als Nachfolgerkante (k) der jeweiligen Ankommerkante;
 - wenn Optimierungsbedingung nicht erfüllt (-),
- 25 dann Verwerfen der Ankommerkante;
- (B.10) Bestimmen, ob alle Ankommerkanten bearbeitet:
- wenn noch nicht alle Ankommerkanten bearbeitet (-), dann
 - Setzen einer anderen Kante (k) aus der ersten Liste als Istkante und
- 30
- Gehen zu Schritt (B.8);
 - wenn alle Ankommerkanten bearbeitet (+),
dann Gehen zu Schritt (B.11);

- (B.11) Bestimmen, ob alle Kanten (k) aus erster Liste bearbeitet:
- wenn noch nicht alle Kanten (k) aus erster Liste bearbeitet (-), dann Gehen zu Schritt (B.7);
 - wenn alle Kanten (k) aus erster Liste bearbeitet (+), dann Gehen zu Schritt (B.12);
- 5 (B.12) Vertauschen der ersten Liste mit der zweiten Liste, Leeren der zweiten Liste und Gehen zu Schritt (B.6).
- 10 10. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ermitteln der Route vom Ausgangspunkt zum jeweiligen Zielpunkt
- dieser aktuelle Zielpunkt festgehalten und/oder fixiert wird und die anderen möglichen Zielpunkte verworfen werden; oder
 - 15 - dieser aktuelle Zielpunkt verworfen und eine Route zu einem der anderen möglichen Zielpunkte bestimmt wird; oder
 - sämtliche Zielpunkte als aktiv belassen werden, so daß sich beim Abweichen von der berechneten Route zu einem anderen Zielpunkt eine bessere Route ergibt.
- 20 11. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die berechnete Route auf mindestens eine Beeinflussung des Routennetzes durch mindestens eine benutzerdefinierte Manipulation und/oder durch
- 25 Telematik, insbesondere durch mindestens ein verkehrsbezogenes Ereignis, wie etwa durch mindestens eine Sperrung, durch mindestens einen Stau bzw. stockenden Verkehr und/oder durch mindestens einen Verkehrsunfall, überprüft wird.
- 30 12. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammengestellte Liste von jeweiligen Routen zum jeweiligen Zielpunkt mittels

- 5 Verkehrstelematik direkt, etwa mittels GPRS (= General Packet Radio Service) und/oder mittels GSM (= Global System for Mobile Communication) und/oder mittels UMTS (= Universal Mobile Telecommunication System) oder von einem Serviceprovider online, in mindestens ein Navigationssystem (100) eingespielt wird.
13. Verwendung des Verfahrens gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12
- 10 - in einem Fortbewegungsmittel, insbesondere in einem Navigationssystem eines Fortbewegungsmittels, und/oder
- in einer insbesondere softwarebasierten Routensuch-Applikation einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage, insbesondere eines Personal Computers (PC), und/oder
- 15 - in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage eines Serviceproviders.
14. Navigationssystem (100) für ein Fortbewegungsmittel, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, aufweisend mindestens eine
- 20 Recheneinheit (10) zum Durchführen des Verfahrens gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12.
15. Navigationssystem gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Recheneinheit (10) mindestens eine Speichereinheit (20)
- 25 zum Abbilden eines Routennetzes, insbesondere eines Straßennetzes, als gerichtete Kanten (k) und zwischen den gerichteten Kanten (k) angeordnete Knoten (p) zugeordnet ist.
16. Navigationssystem gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichereinheit (20) in Form mindestens eines
- 30 Massendatenspeichers (digitale Karte) ausgebildet ist.

17. Navigationssystem gemäß mindestens einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Recheneinheit (10) mindestens eine Sensoreinheit (30) zum Aufnehmen der aktuellen Position des Fortbewegungsmittels zugeordnet ist.
- 5
18. Navigationssystem gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (10) mindestens eine mit der Sensoreinheit (30) in Verbindung stehende Ortungseinheit (12) zum Orten der aktuellen Position des Fortbewegungsmittels aufweist.
- 10
19. Navigationssystem gemäß Anspruch 15 oder 16 und gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (10) mindestens eine mit der Ortungseinheit (12) und mit der Speichereinheit (20) in Verbindung stehende Routensucheinheit (14) zum Bestimmen derjenigen Route mit der minimalen Widerstandssumme aufweist.
- 15
20. Navigationssystem gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (10) mindestens eine mit der Routensucheinheit (14) und mit der Speichereinheit (20) in Verbindung stehende Indexeinheit (16) zum Definieren, insbesondere zum Spezifizieren, verschiedener Zielpunkte, insbesondere aus verschiedenen Einträgen
- 20
- mindestens eines Index gegebener Adressen, Kartenziele, Zielspeichereinträge oder dergleichen und/oder
 - mindestens eines Index mindestens einer gegebenen Kategorie, insbesondere mindestens einer gegebenen Sonderzielkategorie, wie etwa Postämter, Tankstellen oder dergleichen, aufweist.
- 25
- 30
21. Navigationssystem gemäß Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (10) mindestens eine mit der

Ortungseinheit (12), mit der Routensucheinheit (14) und mit der Indexeinheit (16) in Verbindung stehende Schnittstelleneinheit (18) aufweist.

- 5 22. Navigationssystem gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Recheneinheit (10) mindestens eine mit der Schnittstelleneinheit (18) in Verbindung stehende Eingabeeinheit (40) zum Eingeben verschiedener Zielpunkte, insbesondere aus verschiedenen Einträgen
- 10 - mindestens eines Index gegebener Adressen, Kartenziele, Zielspeichereinträge oder dergleichen und/oder
- mindestens eines Index mindestens einer gegebenen Kategorie, insbesondere mindestens einer gegebenen Sonderzielkategorie, wie etwa Postämter, Tankstellen oder dergleichen,
- 15 zugeordnet ist.
23. Navigationssystem gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabeeinheit (40)
- für mindestens eine benutzerdefinierte manuelle Eingabe
- 20 und/oder
- für mindestens eine automatische Eingabe ausgelegt ist.
24. Navigationssystem gemäß Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die automatische Eingabe auf dem automatischen Feststellen des jeweiligen aktuellen Standorts des Fortbewegungsmittels basiert.
- 25 25. Navigationssystem gemäß mindestens einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Recheneinheit (10) mindestens eine mit der Schnittstelleneinheit (18) in Verbindung
- 30

stehende Anzeige- oder Displayeinheit (50) zum optischen Darstellen der berechneten Route zugeordnet ist.

- 5 26. Navigationssystem gemäß mindestens einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Recheneinheit (10) mindestens eine mit der Schnittstelleneinheit (18) in Verbindung stehende Lautsprechereinheit (60) zum akustischen Darstellen der berechneten Route zugeordnet ist.
- 10 27. Navigationssystem gemäß mindestens einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Navigationssystem (100) für mindestens eine sogenannte "MultiDestination-RoutenSuche" ("MultiDest-RS") zum Berechnen von jeweils mindestens einer Route von einem Ausgangspunkt zu einer Mehr- oder Vielzahl möglicher, räumlich getrennter Zielpunkte ausgelegt
- 15 ist.

1/8

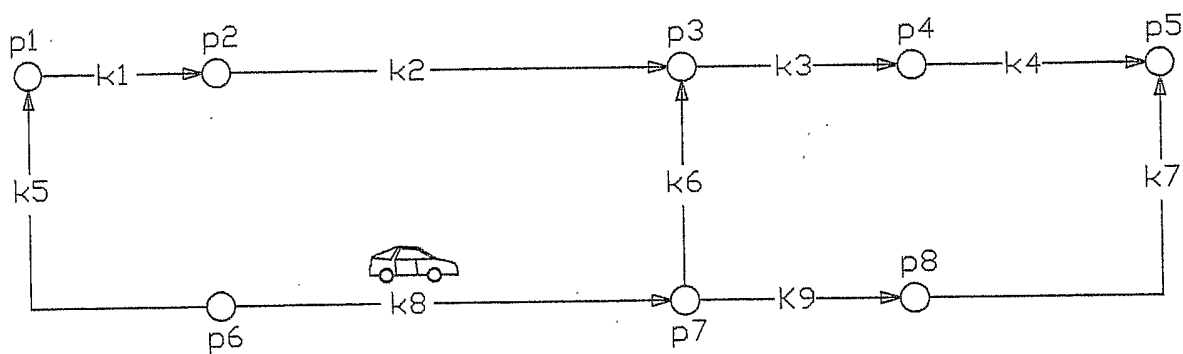


Fig.1

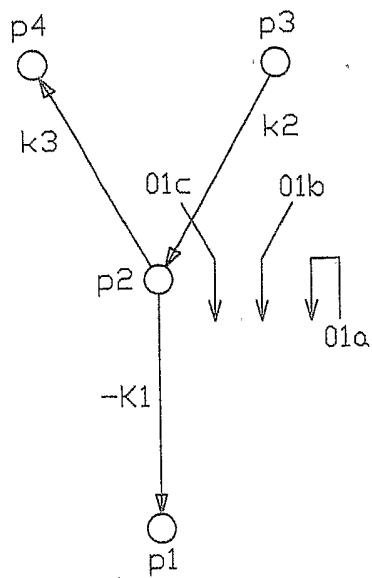


Fig.2

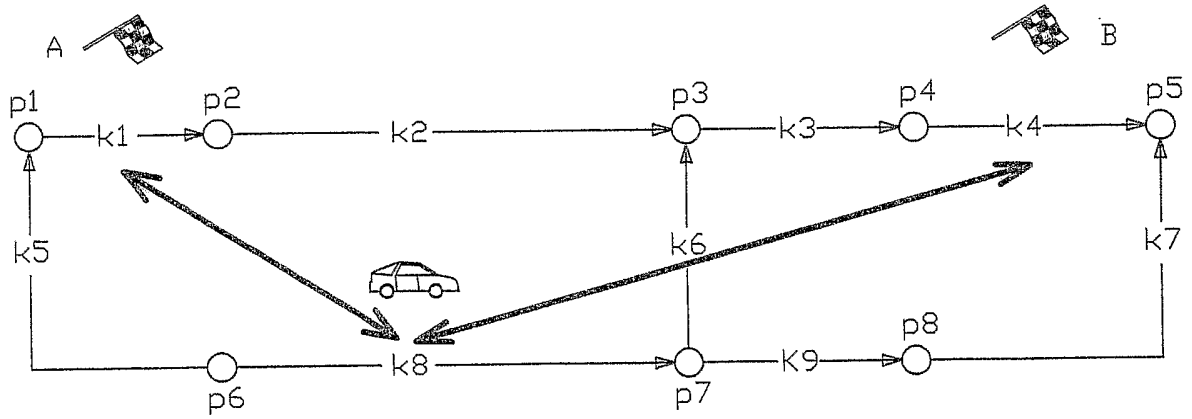


Fig.3

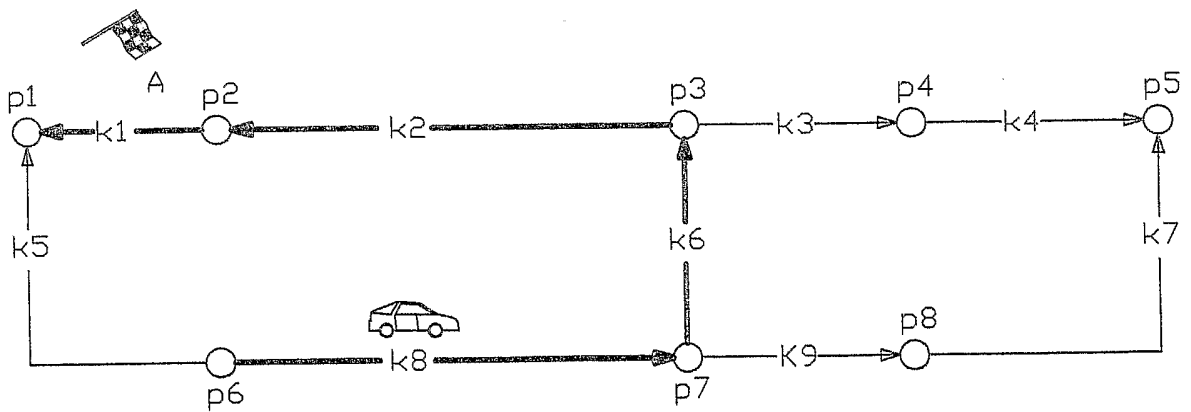


Fig.4

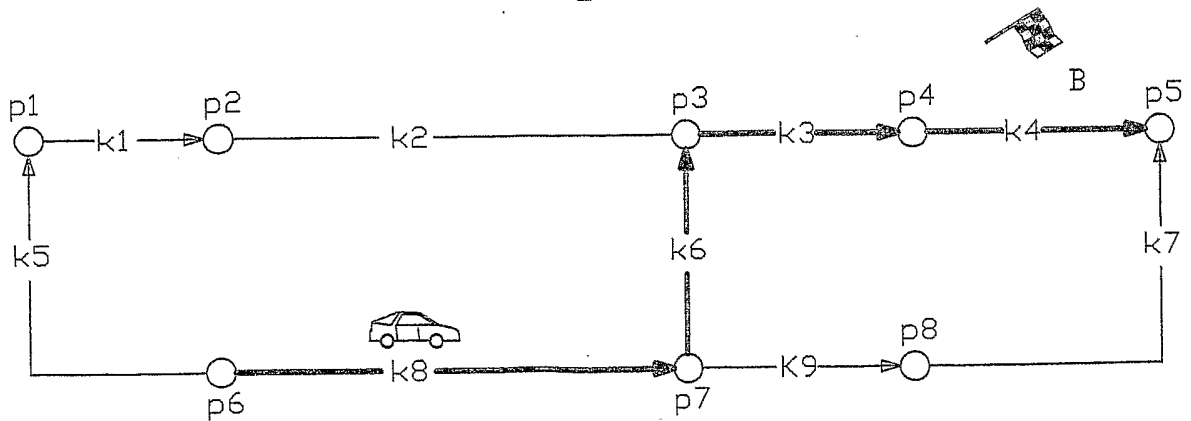


Fig.5

Fig.7

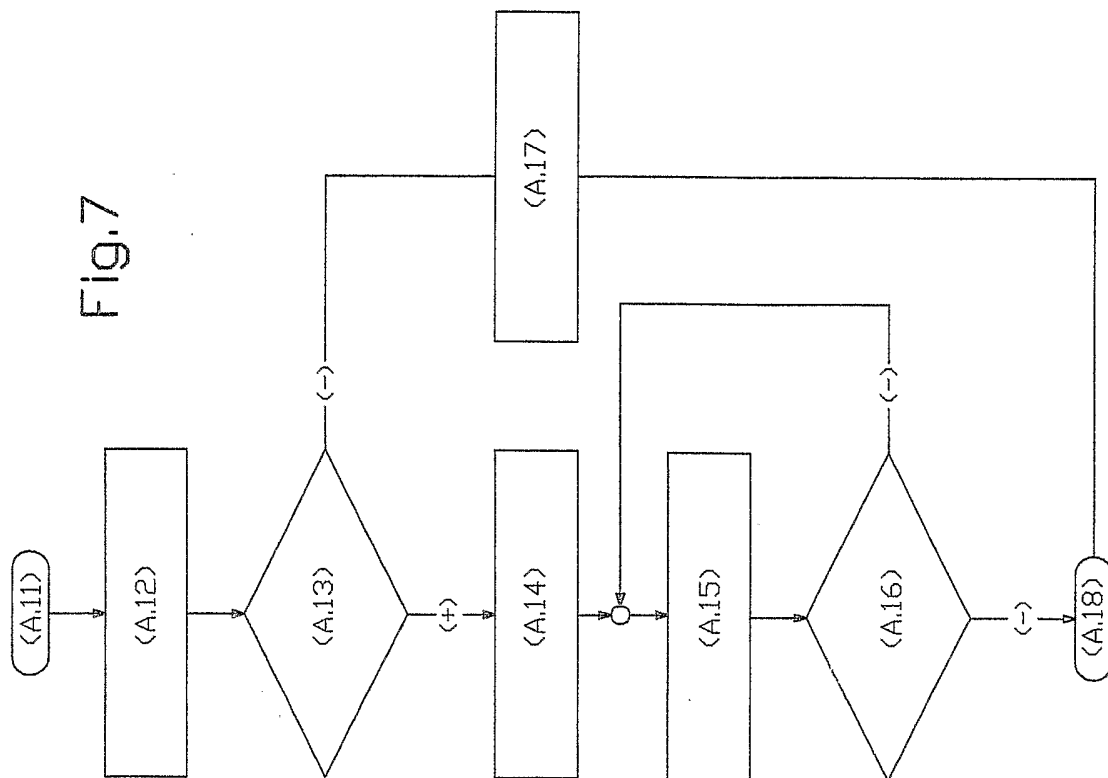


Fig.6

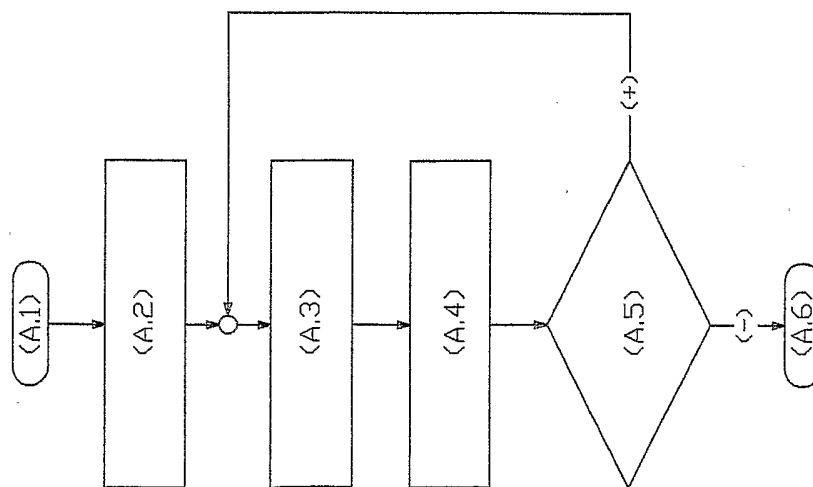


Fig.8

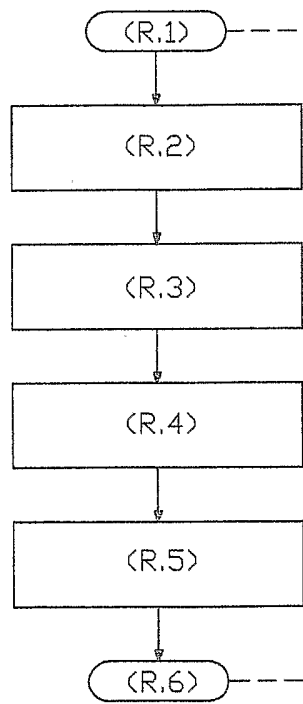
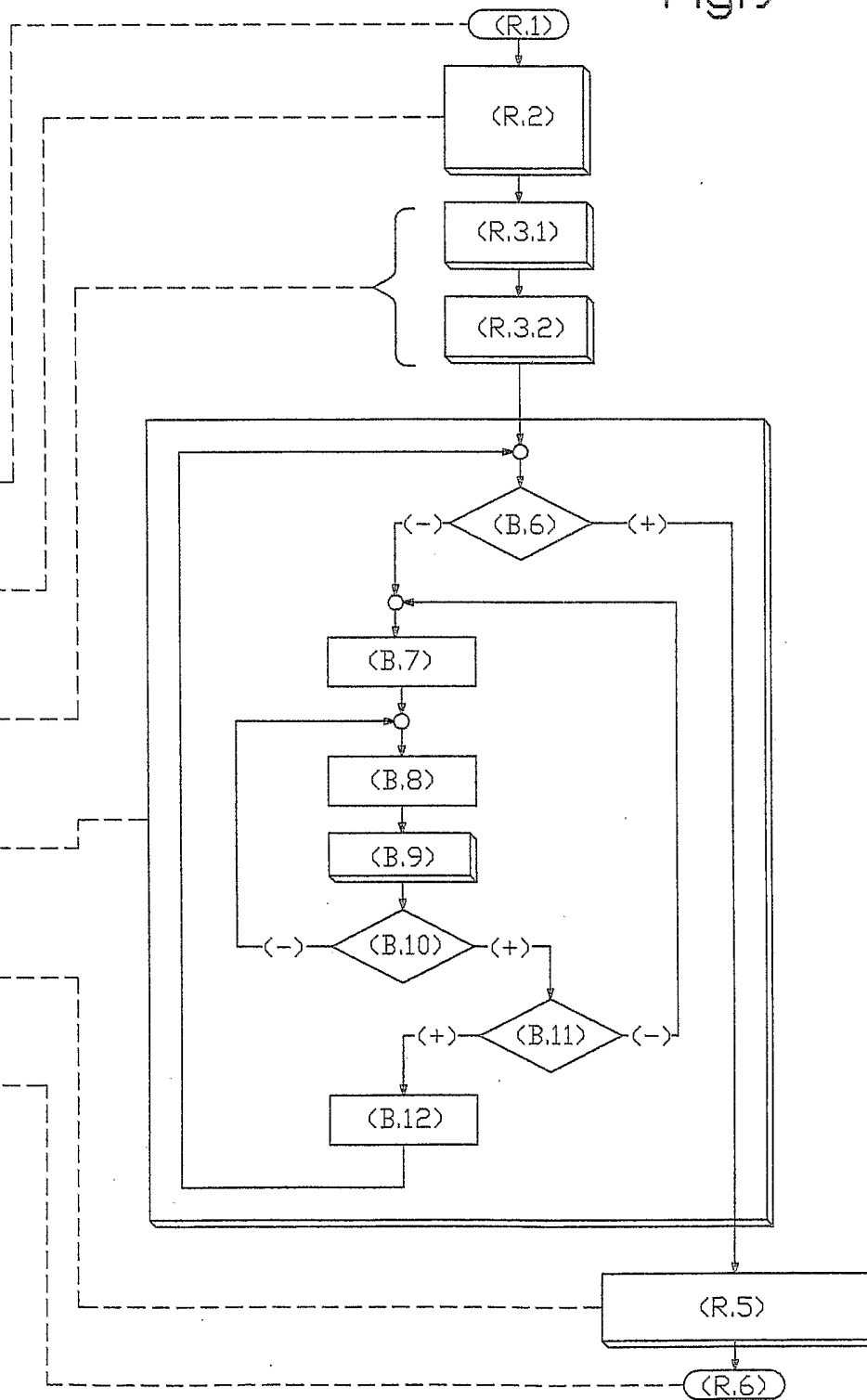


Fig.9



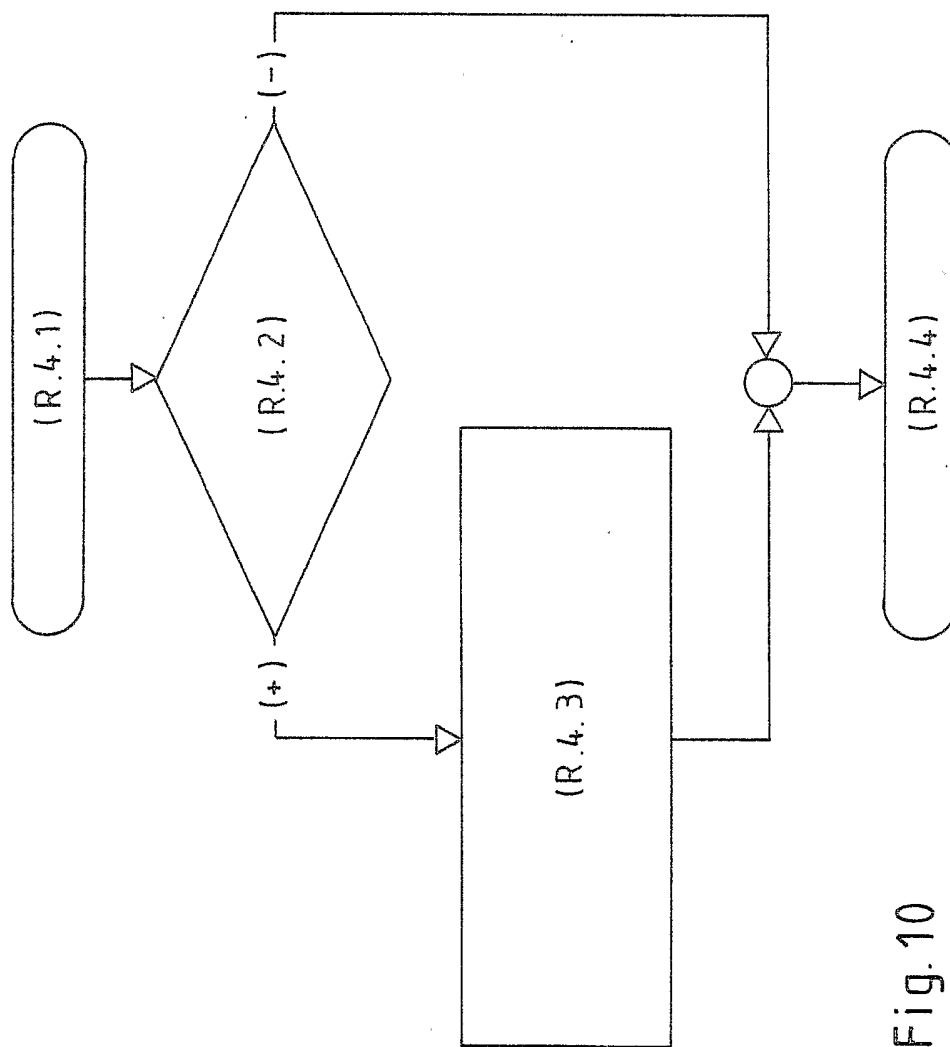


Fig. 10

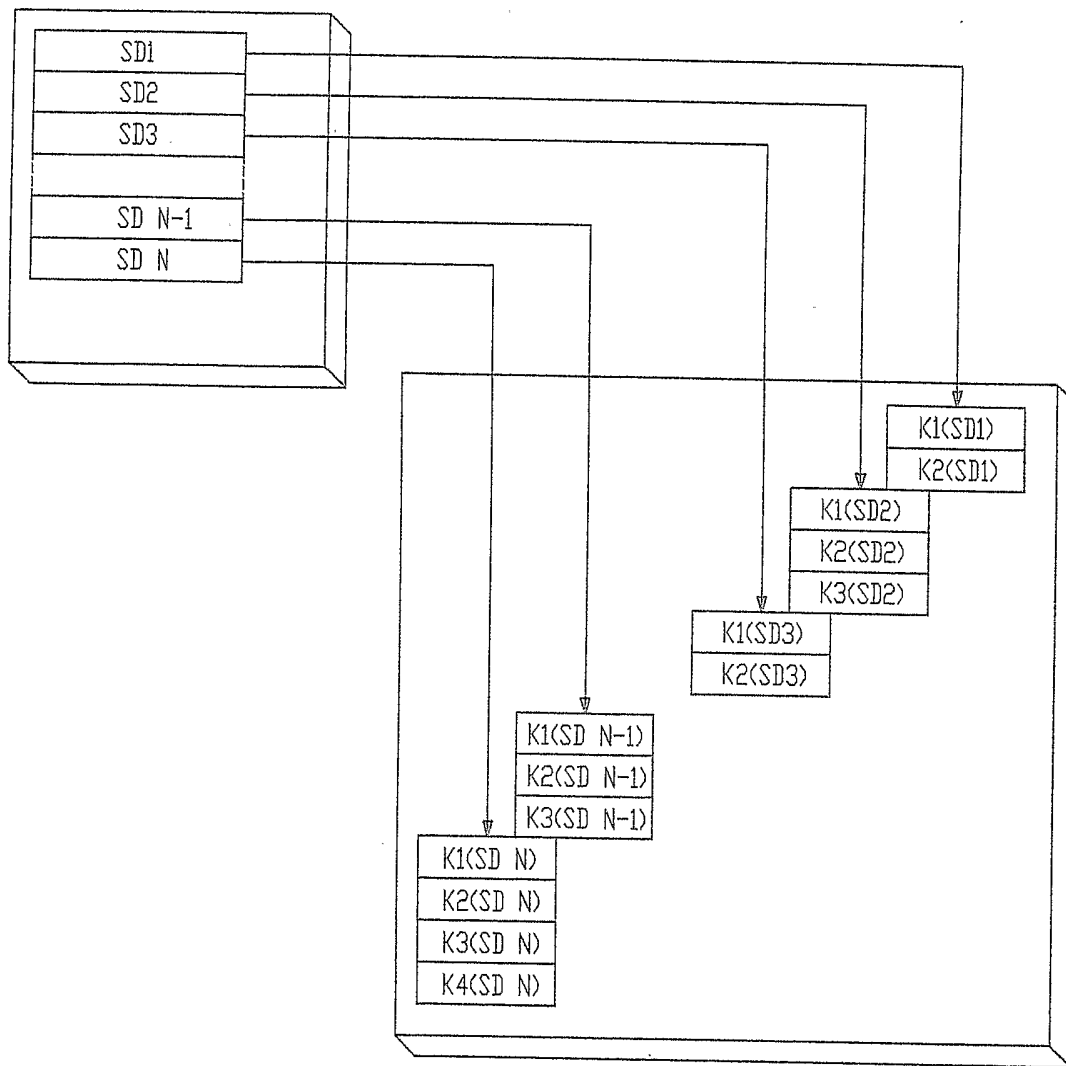


Fig.11

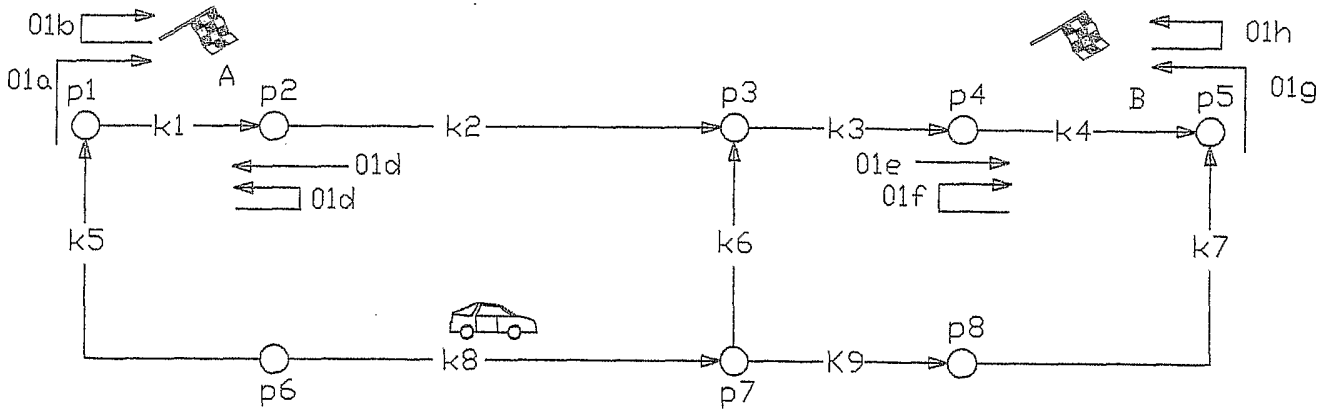


Fig.12

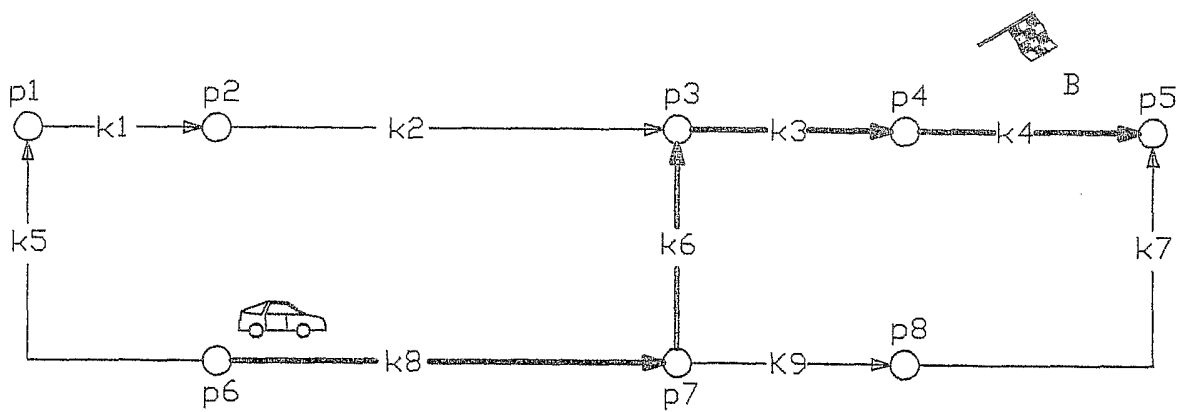


Fig.13

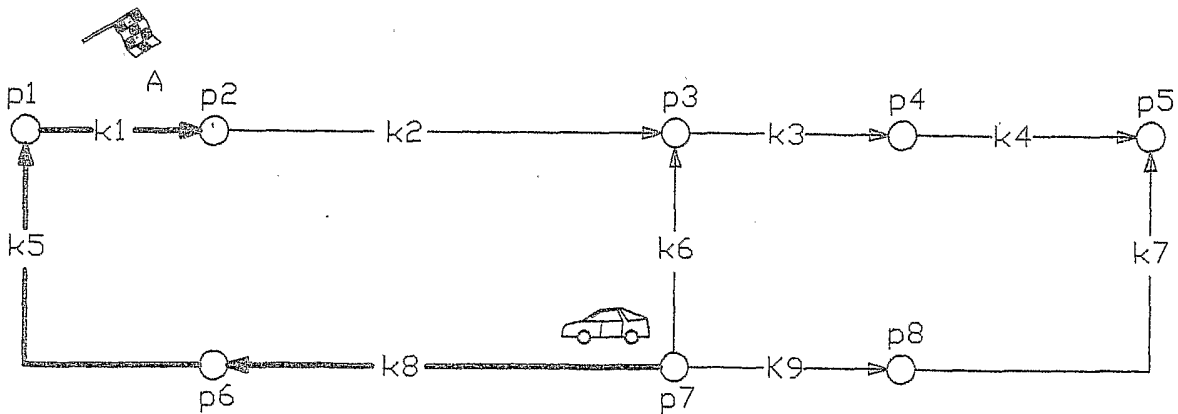


Fig.14

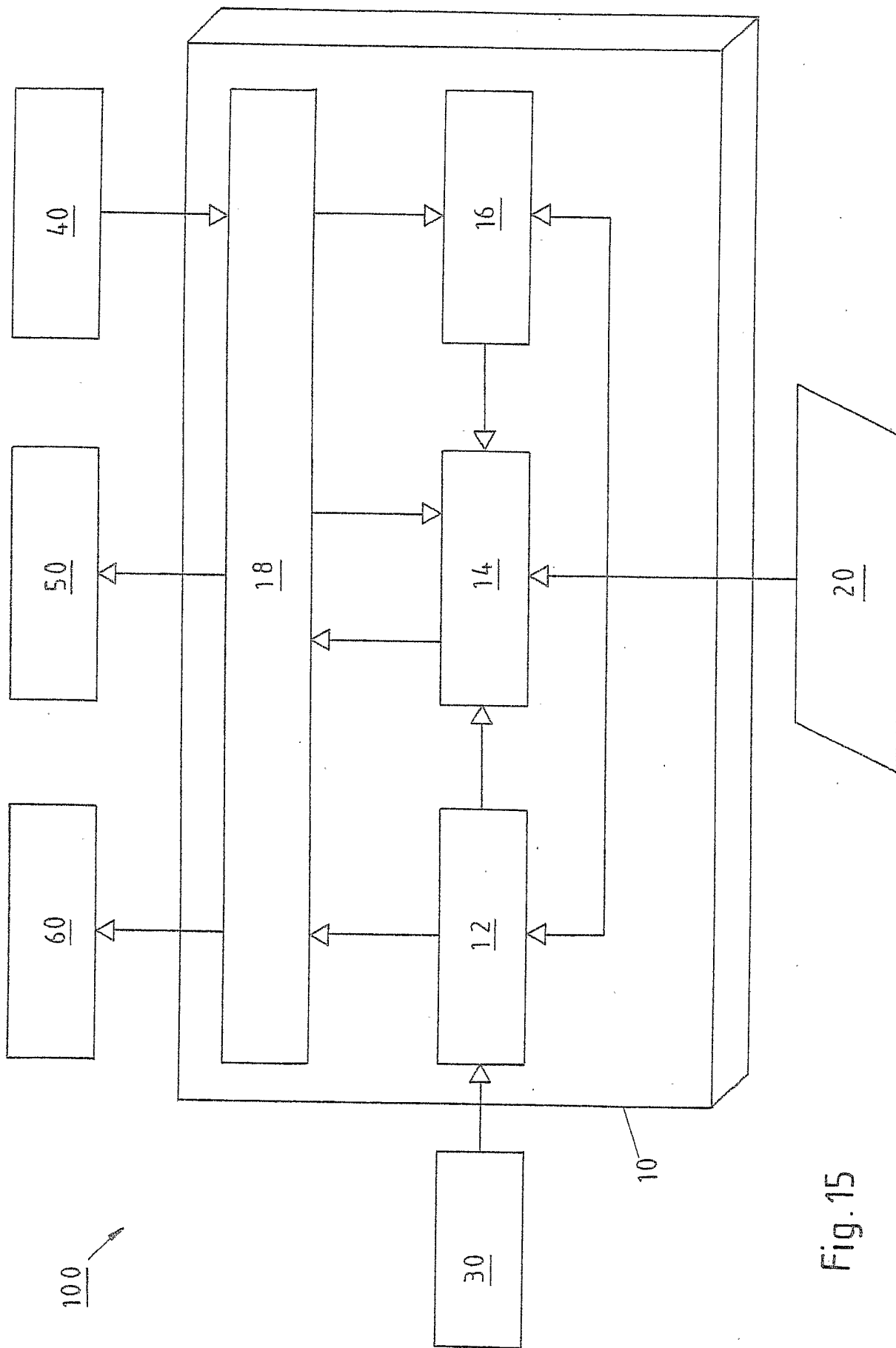


Fig.15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02918

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01C21/26 G08G1/0968

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01C G08G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 28 295 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28 December 2000 (2000-12-28) Zusammenfassung page 27, line 23 -page 27, line 65 page 21, line 1 -page 21, line 54 page 17, line 32 -page 17, line 34 page 9, line 11 -page 9, line 35 page 6, line 25 -page 7, line 21 page 5, line 40 -page 5, line 55 page 4, line 19 -page 4, line 37 page 2, line 67 -page 3, column 26; figures 1-26	1, 13-21
A	DE 199 03 909 A (DELPHI 2 CREATIVE TECH GMBH) 3 August 2000 (2000-08-03) Das ganze Dokument --- -/--	1-27

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 December 2002

Date of mailing of the international search report

13/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fourrichon, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02918

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 230 099 B1 (FABIAN THOMAS) 8 May 2001 (2001-05-08) Das ganze Dokument ----	1-27
A	US 4 984 168 A (NEUKRICHNER ERNST-PETER ET AL) 8 January 1991 (1991-01-08) Das ganze Dokument -----	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/02918

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19928295	A	28-12-2000	DE 19928295 A1	28-12-2000
			AU 5964000 A	09-01-2001
			WO 0079219 A1	28-12-2000
			EP 1105696 A1	13-06-2001
DE 19903909	A	03-08-2000	DE 19903909 A1	03-08-2000
			WO 0046777 A1	10-08-2000
			EP 1151428 A1	07-11-2001
			JP 2002536648 T	29-10-2002
US 6230099	B1	08-05-2001	DE 19836485 A1	17-02-2000
			EP 0979987 A2	16-02-2000
US 4984168	A	08-01-1991	DE 3719017 A1	15-12-1988
			AT 79969 T	15-09-1992
			DE 3874115 D1	01-10-1992
			WO 8809974 A1	15-12-1988
			EP 0323485 A1	12-07-1989

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02918

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01C21/26 G08G1/0968

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 G01C G08G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 28 295 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28. Dezember 2000 (2000-12-28) Zusammenfassung Seite 27, Zeile 23 -Seite 27, Zeile 65 Seite 21, Zeile 1 -Seite 21, Zeile 54 Seite 17, Zeile 32 -Seite 17, Zeile 34 Seite 9, Zeile 11 -Seite 9, Zeile 35 Seite 6, Zeile 25 -Seite 7, Zeile 21 Seite 5, Zeile 40 -Seite 5, Zeile 55 Seite 4, Zeile 19 -Seite 4, Zeile 37 Seite 2, Zeile 67 -Seite 3, Spalte 26; Abbildungen 1-26	1,13-21
A	DE 199 03 909 A (DELPHI 2 CREATIVE TECH GMBH) 3. August 2000 (2000-08-03) Das ganze Dokument	1-27

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Dezember 2002	13/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Fourrichon, P
---	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02918

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 230 099 B1 (FABIAN THOMAS) 8. Mai 2001 (2001-05-08) Das ganze Dokument ---	1-27
A	US 4 984 168 A (NEUKRICHNER ERNST-PETER ET AL) 8. Januar 1991 (1991-01-08) Das ganze Dokument -----	1-27

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02918

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19928295	A	28-12-2000	DE 19928295 A1	28-12-2000
			AU 5964000 A	09-01-2001
			WO 0079219 A1	28-12-2000
			EP 1105696 A1	13-06-2001
DE 19903909	A	03-08-2000	DE 19903909 A1	03-08-2000
			WO 0046777 A1	10-08-2000
			EP 1151428 A1	07-11-2001
			JP 2002536648 T	29-10-2002
US 6230099	B1	08-05-2001	DE 19836485 A1	17-02-2000
			EP 0979987 A2	16-02-2000
US 4984168	A	08-01-1991	DE 3719017 A1	15-12-1988
			AT 79969 T	15-09-1992
			DE 3874115 D1	01-10-1992
			WO 8809974 A1	15-12-1988
			EP 0323485 A1	12-07-1989