



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 196 21 437 B4 2009.02.26**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 21 437.8**  
 (22) Anmeldetag: **28.05.1996**  
 (43) Offenlegungstag: **05.12.1996**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **26.02.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01C 21/26** (2006.01)  
**G01C 21/04** (2006.01)  
**G09B 29/00** (2006.01)  
**G08G 1/0969** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**7-131751 30.05.1995 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Denso Corp., Kariya-shi, Aichi-ken, JP**

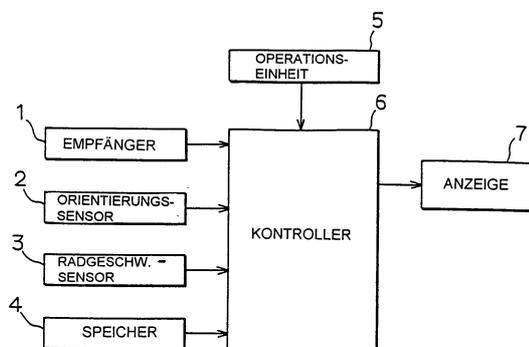
(74) Vertreter:  
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
 KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(72) Erfinder:  
**Ishizaki, Takashi, Kariya, Aichi, JP; Fujimoto,  
 Hidetoshi, Kariya, Aichi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 42 26 230 A1**  
**DE 40 08 460 A1**  
**DE 690 09 058 T2**  
**DE 38 82 686 T2**  
**US 50 31 104**  
**EP 06 24 860 A1**

(54) Bezeichnung: **Navigationssystem und -verfahren mit optimaler Zielroutenbestimmung**

(57) Hauptanspruch: Navigationssystem mit:  
 einer Speichereinrichtung (4) zum Speichern von Verbindungsgliedinformation von Verbindungsgliedern, welche Knoten einer Karte verbinden und einen Wert entsprechend einem Routenaufwand besitzen, und von Verbindungsgliedanschlussinformation;  
 einer Zielbestimmungseinrichtung (5) zum Bestimmen eines Ziels auf der Karte;  
 einer Routenbestimmungseinrichtung (6), welche eine Routenaufwandsspeichereinrichtung zum Speichern des Routenaufwands der Verbindungsglieder enthält, zum Bestimmen einer Zielroute von einer Startposition zu einem von der Zielbestimmungseinrichtung (5) bestimmten Ziel durch Berechnen des Routenaufwands auf der Grundlage der Verbindungsgliedinformation und der Verbindungsgliedanschlussinformation unter Verwendung von Subknoten, welchen jeweils ein Knoten, ein mit dem Knoten verbundenenes Verbindungsglied und Informationen über eine mögliche Route von der Startposition bis zu dem jeweiligen Knoten zugeordnet ist, und unter Verwendung eines Dijkstra-Algorithmus und durch Wählen von Verbindungsgliedern, welche die Zielroute bilden und einen minimalen Aufwand besitzen, welcher durch Berechnen eines einzelnen Routenaufwands für jedes Verbindungsglied, welches mit Knoten in der Zielroute verbunden ist, einer Fahrt von dem Knoten...



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Navigationssystem, welches eine Reisenavigation (cruising navigation) zu einem Reiseziel durch Festlegen einer Route durchführt, welche zu dem Reiseziel führt, und auf ein entsprechendes Verfahren.

**[0002]** Herkömmliche Kfz-Navigationssysteme führen eine Navigation zu einem Ziel unter Hervorheben einer Zielroute auf einer Straßenkarte oder durch Ausgeben von vokalen Befehlen durch, in welche Richtung das Fahrzeug nach dem Bestimmen der Zielroute von einem Startpunkt aus zu dem Ziel fahren sollte, unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus, welcher in Shuji Mizutani, Car Electronics, Seiten 187–188 (1992) offenbart ist.

**[0003]** Bei diesem Navigationssystemtyp wird ein Routenaufwand (route cost) (ein geschätzter Wert der Route, welcher hiernach einfach mit Aufwand bezeichnet wird), von dem Startpunkt zu jedem Knoten auf der Karte unter Verwendung einer Verbindungsgliedinformation, welche Verbindungsglieder zwischen Knoten beschreibt, und unter Verwendung einer Verbindungsgliedanschlußinformation bzw. -verknüpfungsinformation, welche Information bezüglich der Verkehrsvorschriften enthält. Wenn alle Berechnungen bezüglich des Aufwands der Pfade bis zum Ziel fertiggestellt sind, wird die Zielroute durch Zusammenfügen von Verbindungsgliedern bestimmt, welche den minimalen Aufwand besitzen. Beispielsweise wird die Gleichung 1 bei der Berechnung des Aufwands jedes Verbindungsglieds bei dem Dijkstra-Algorithmus in herkömmlichen Navigationssystemen verwendet:

Aufwand = Entfernung zwischen Knoten (Länge der Verbindung bzw. des Verbindungsglieds) × Straßenbreitenkoeffizient × Straßentypkoeffizient (1)

**[0004]** Hierbei ist der Straßenbreitenkoeffizient ein Koeffizient, welcher entsprechend der Straßenbreite bestimmt ist, und der Straßentypkoeffizient ein Koeffizient, welcher entsprechend dem Straßentyp wie einer gebührenpflichtigen Strafe oder dergleichen bestimmt ist. Der Aufwand der Zielroute kann durch Addieren des jeweiligen Aufwands, welcher unter Verwendung von Gleichung 1 erlangt wird, berechnet werden.

**[0005]** Der Ausdruck "Dijkstra-Algorithmus", welcher hierin und bei den Ansprüchen verwendet wird, bezieht sich auf das oben beschriebene Verfahren.

**[0006]** Jedoch kann bei diesem Aufwandsberechnungsverfahren unter Verwendung des oben beschriebenen Dijkstra-Algorithmus das Bestimmen der Zielroute nicht durchgeführt werden, wenn sich

ein Fahrzeug nicht von einem derzeitigen Verbindungsglied (Eingangsverbindungsglied) zu einem nächsten Verbindungsglied (Ausgangsverbindungsglied) wegen entsprechender Verkehrsvorschriften wie dem Verbot eines Links/Rechtsabbiegens, einer Einbahnstraße oder dergleichen bewegen kann. Daher treten infolge derartiger Verkehrsvorschriften Schwierigkeiten wie das Bestimmen einer Rundumroute gegenüber einer optimalen Route auf, und es kann das Unvermögen auftreten, die Zielroute zu bestimmen.

**[0007]** Diese Situation wird hiernach unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) erklärt. Entsprechend [Fig. 7](#) liegen Verkehrsvorschriften vor, nach denen ein Rechtsabbiegen von Verbindungsglied 2 zu Verbindungsglied 6 und von Verbindungsglied 3 zu Verbindungsglied 5 verboten ist (in der Figur zeigt der Ausdruck "x", von welchem ein Pfeil ausgeht, eine verbotene Bewegung an). In derselben Figur erstreckt sich eine ideale Route von einer augenblicklichen Position zu einem Ziel von der augenblicklichen Position zu dem Ziel über einen Knoten 1, das Verbindungsglied 3, einen Knoten 4, ein Verbindungsglied 4, einen Knoten 3 und das Verbindungsglied 6.

**[0008]** Da jedoch bei dem Dijkstra-Algorithmus die Route bezüglich des minimalen Aufwands von der augenblicklichen Position zu jedem Knoten bestimmt wird, wird, wenn der Aufwand zum Knoten 3 über das Verbindungsglied 2 von dem Knoten 1 kleiner ist als der Aufwand zu dem Knoten 3 von dem Knoten 1 über das Verbindungsglied 3, den Knoten 4 und das Verbindungsglied 4, der Aufwand des Knotens 3 auf der Grundlage des erstgenannten Aufwands bestimmt.

**[0009]** Daher wird die Route zu dem Knoten 3 von dem Knoten 1 über das Verbindungsglied 2 als die Route zu dem Knoten 3 bestimmt. Da entsprechend [Fig. 7](#) ein Rechtsabbiegen von dem Verbindungsglied 2 zu dem Verbindungsglied 6 verboten ist, wird die Route zu dem Ziel über den Knoten 3, das Verbindungsglied 4, den Knoten 4, das Verbindungsglied 5, den Knoten 5 und das Verbindungsglied 6 letztendlich als die endgültige Route bestimmt, und daher wird die resultierende Route länger als die vorher beschriebene ideale Route.

**[0010]** Aus der DE 690 09 058 T2 ist ein Navigationssystem bzw. ein Verfahren zum Kodieren eines Straßennetzes für Navigationszwecke bekannt, bei welchem eine minimale Route durch ein Straßennetz bestimmt wird. Dabei wird eine gerichtete graphische Darstellung mittels Knotenpunkten (Straßenkreuzungen) und gewichteten Bogenlinien (Verbindungen zwischen den Straßenkreuzungen bzw. Knotenpunkten) erzeugt. Zur Bestimmung einer minimalen Route wird auf das Straßennetz ein Routensuchalgorithmus angewandt, wobei verbotene Fahrrichtungen berück-

sichtigt werden.

**[0011]** Weitere derartige Navigationssysteme sind bekannt aus der DE 38 82 686 T2, der US 5 031 104 und der EP 0 624 860 A1.

**[0012]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Effizienz eines aus der DE 690 09 058 T2 bekannten Navigationssystems bzw. -verfahrens zu erhöhen.

**[0013]** Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1, 11, 12 und 20. Dementsprechend wird bei dem erfindungsgemäßen Navigationssystem bzw. -verfahren eine optimale Route unter Verwendung von Subknoten bestimmt, denen jeweils ein Knoten, ein mit dem Knoten verbundenes Verbindungsglied sowie Informationen über eine mögliche Route von der Startposition bis zu dem jeweiligen Knoten und Informationen über den jeweiligen Routenaufwand zugeordnet sind. Konkret dargestellt, für jeden Knoten (Straßenkreuzung) werden entsprechend der Anzahl von Verbindungsgliedern (Straßen) Subknoten definiert, die Informationen in Bezug auf den zugeordneten Knoten, das mit dem Knoten verbundene Verbindungsglied, die Möglichkeit einer Routenbildung von der Startposition bis zu dem jeweiligen Knoten (d. h. Berücksichtigung von verbotenen Fahrrichtungen) und über den jeweiligen Routenaufwand (Entfernung) enthalten. Auf ein derart ausgebildetes Straßennetz kann effizient ein Routensuchalgorithmus wie der Dijkstra-Algorithmus angewandt werden.

**[0014]** Entsprechend einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Navigationssystem bereitgestellt, welches folgende Komponenten enthält: eine Speichereinheit zum Speichern von Informationen bezüglich der Verbindungsglieder, welche Knoten verbindende Verbindungsglieder und deren Routenaufwand beschreiben, und von Informationen bezüglich eines Verbindungsgliedanschlusses; eine Zielbestimmungseinheit zum Bestimmen eines Ziels; eine Routenbestimmungseinheit, welche eine Routenaufwandsspeichereinheit zum Speichern des Routenaufwands der Verbindungsglieder aufweist, zum Bestimmen einer Zielroute von einer Startposition zu dem Ziel durch Berechnen des Routenaufwands auf der Grundlage der Informationen bezüglich der Verbindungsglieder und der Informationen bezüglich eines Verbindungsgliedanschlusses unter Verwendung von Subknoten und des Dijkstra-Algorithmus, zum Auswählen von Verbindungsgliedern zur Bildung einer Zielroute mit einem geringsten Aufwand und zum Aktualisieren des Routenaufwands; und eine Navigationseinheit zum Durchführen einer Reisenavigation auf der Grundlage der auf diese Weise gebildeten Navigationsroute.

**[0015]** Auf diese Weise berechnet die Routenbe-

stimmungseinheit den Aufwand aus den Informationen bezüglich der Verbindungsglieder und den Informationen bezüglich des Anschlusses unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus und bestimmt eine Zielroute durch Zusammenfügen von Verbindungsgliedern, welche den minimalen Aufwand besitzen.

**[0016]** Da der Aufwand von Anschlußverbindungsgliedern, welche die Knoten verbinden, bestimmt wird, obwohl sogar ein Bestimmen des Aufwands nicht von Anschlußverbindungsgliedern unter Berücksichtigung von Verkehrsvorschriften durchgeführt werden kann, kann bei der Berechnung des Aufwands das Bestimmen des Aufwands von Anschlußverbindungsgliedern, welche mit anderen Verbindungsgliedern verbunden sind, ohne Berücksichtigung von Verkehrsvorschriften durchgeführt werden. Somit kann das Bestimmen der Zielroute sogar bei Vorhandensein von Verkehrsvorschriften durchgeführt werden.

**[0017]** Entsprechend einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Navigationssystem bereitgestellt, bei welchem die Routenbestimmungseinheit eine Einheit zum Bestimmen, ob der Eintritt in ein bestimmtes Verbindungsglied möglich ist, auf der Grundlage der Information bezüglich eines Verbindungsgliedanschlusses, und zum Ermöglichen von Aktualisierungen des jeweiligen Routenaufwands eines derartigen bestimmten Verbindungsglieds, wenn ein solcher Eintritt möglich ist, enthält.

**[0018]** Die vorliegende Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert.

**[0019]** [Fig. 1](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Gesamtkonstruktion einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0020]** [Fig. 2A–Fig. 2C](#) zeigen Blockdiagramme, welche bei der bevorzugten Ausführungsform verwendete Kartendatenformate darstellen;

**[0021]** [Fig. 3](#) zeigt ein schematisches Diagramm einer bei der Ausführungsform verwendeten typischen Karte;

**[0022]** [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen Flußdiagramme, welche ein Zielroutenverarbeitungsprogramm des in [Fig. 1](#) dargestellten Controllers veranschaulichen;

**[0023]** [Fig. 6](#) zeigt eine Tabelle, welche ein Unterknotendatenspeichergebiet in der in [Fig. 1](#) dargestellten Speichereinheit veranschaulicht; und

**[0024]** [Fig. 7](#) zeigt eine beispielhafte Darstellung, welche eine Schwierigkeit bei Navigationssystemen nach dem Stand der Technik veranschaulicht.

**[0025]** [Fig. 1](#) zeigt eine Gesamtkonstruktion eines Fahrzeugnavigationssystems entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0026]** Um die augenblickliche Fahrzeugposition zu erfassen, enthält das System der vorliegenden Ausführungsform einen GPS-Empfänger **1** (GPS, global positioning system), einen Orientierungs- bzw. Richtungssensor **2** und einen Radgeschwindigkeitssensor **3**. Der GPS-Empfänger **1** empfängt Funkwellen von einem Satelliten und erzeugt ein Signal, welches die gegenwärtige Position des Fahrzeugs anzeigt. Der Orientierungssensor **2** erzeugt ein Richtungssignal auf das Erfassen einer Bewegungsrichtung des Fahrzeugs unter Benutzung beispielsweise des Erdmagnetfelds. Der Radgeschwindigkeitssensor **3** erzeugt ein Entfernungssignal auf das Erfassen einer zurückgelegten Entfernung des Fahrzeugs auf der Grundlage der Drehgeschwindigkeit bzw. Drehzahl der Fahrzeugräder.

**[0027]** Eine Speichereinheit **4** enthält ein Speichermedium wie ein CD-ROM oder dergleichen zum Speichern von Kartendaten oder dergleichen und stellt die Kartendaten oder dergleichen einem Controller **6** bereit.

**[0028]** Eine Operationseinheit **5** wird von einem Fahrer oder dergleichen des Fahrzeugs betätigt und erzeugt die nötigen Operationssignale für die Navigation. Unter Verwendung dieser Operationseinheit **5** kann das beim Bestimmen der Zielroute verwendete Ziel eingegeben bzw. festgelegt werden. Beispielsweise kann das Ziel durch Zeigen auf eine Position auf einem Schirm einer Anzeigeeinheit **7** oder durch Eingeben einer Identifizierungsnummer entsprechend der Position, beispielsweise der Telefonnummer des Ziels bestimmt und eingegeben werden.

**[0029]** Der Controller **6** enthält einen Mikroprozessor oder dergleichen und zeigt eine Straßenkarte eines Bewegungsbereichs des Fahrzeugs auf der Anzeigeeinheit **7** auf der Grundlage von Signalen von jeder der oben beschriebenen Einheiten und Sensoren an. Darüber hinaus berechnet der Controller **6** die augenblickliche Position des Fahrzeugs und führt ein Verfahren zum Anzeigen der augenblicklichen Position des Fahrzeugs bezüglich der Straßenkarte auf der Anzeigeeinheit **7** aus. Wenn die Straßennavigation zu dem Ziel durchgeführt wird, bestimmt der Controller **6** des weiteren die Route zu dem Ziel und führt ein Verfahren zum Hervorheben der Anzeige der Zielroute auf der Anzeigeeinheit **7** aus.

**[0030]** Die Anzeigeeinheit **7** ist auf einem Teil der Instrumentenkonsole des Fahrzeugs vorgesehen und zeigt die Straßenkarte, die augenblickliche Position und dergleichen. Eine LCD-Einheit (LCD, liquid crystal display), eine CRT-Anzeigeeinheit (CRT, cathod

ray tube) oder dergleichen kann als Anzeigeeinheit **7** verwendet werden.

**[0031]** [Fig. 2A–Fig. 2C](#) veranschaulichen Formate der Kartendaten.

**[0032]** Entsprechend der vorliegenden Ausführungsform ist jede Straße auf der Karte in eine Vielzahl von Knoten wie Zwischenabschnitte und dergleichen mit Verbindungsgliedern, welche zwischen die Knoten gesetzt sind, die durch die Straßen verbunden sind, unterteilt. Die Karte ist durch Zusammenfügen derartiger Verbindungsglieder gebildet. Daher sind die Kartendaten mit den in [Fig. 2A–Fig. 2C](#) dargestellten Formaten konstruiert.

**[0033]** Jedes Verbindungsglied ist auf der Grundlage der Verbindungsgliedinformation wie in [Fig. 2A](#) veranschaulicht konstruiert. Die Verbindungsgliedinformation enthält eine Identifizierungsnummer (Verbindungsglied-ID) zum Identifizieren des Verbindungsglieds, X- und Y-Koordinaten der Start- und Endpunkte des Verbindungsglieds, eine Straßenlänge, einen Straßentyp (zum Anzeigen eines Straßentyps wie einer Straßenbenutzungsgebühr oder dergleichen) und Straßenbreitendaten des Verbindungsglieds.

**[0034]** Des weiteren besitzt jedes Verbindungsglied eine in [Fig. 2B](#) und [Fig. 2C](#) dargestellte Verbindungs- bzw. Anschlußinformation zu jedem Verbindungsglied selbst, welches als Eingangsverbindungsglied dient, und zu Verbindungsgliedern, welche mit beiden Enden eines derartigen Eingangsverbindungsglieds verbunden sind, welche als Ausgangsverbindungsglieder dienen. [Fig. 2B](#) veranschaulicht das Format der Verbindungsinformation an der Seite des Startpunkts, und [Fig. 2C](#) veranschaulicht das Format der Verbindungsinformation an der Seite des Endpunkts. Die Verbindungsinformation der Seite an dem Startpunkt enthält die Zahl n von Verbindungsgliedern, welche mit dem Knoten an der Startseite verbunden sind, die Verbindungsglied-ID davon und Informationen von Verkehrsvorschriften bezüglich aller n Verbindungsglieder, welche mit dem Knoten an der Startseite verbunden sind. Ähnlich enthält die Verbindungsinformation an der Seite des Endpunkts die Zahl m von Verbindungsgliedern, welche mit dem Knoten an der Endseite verbunden sind, die Verbindungsglied-ID davon und Informationen über Verkehrsvorschriften bezüglich aller m Verbindungsglieder, welche mit dem Knoten an der Endseite verbunden sind.

**[0035]** Obwohl die Information bezüglich des Verbindungsgliedanschlusses in der obigen Erörterung als Tabelle von Verbindungsgliedern aus Gründen der Einfachheit ausgedrückt wurde, wird eine derartige Information bezüglich des Verbindungsgliedanschlusses vorzugsweise als Verbindungsgliedliste

ausgeführt, was für einen Fachmann verständlich ist.

**[0036]** Informationen bezüglich Verkehrsvorschriften zeigen an, ob es möglich ist, von dem gegenwärtigen Verbindungsglied (Eingangsverbindungsglied) zu einem Anschlußverbindungsglied (Ausgangsverbindungsglied) fortzufahren und werden unter Verwendung von Flags festgelegt.

**[0037]** Mit derartigen Kartendatenformaten wurde ein Bestimmen der Zielroute wie in der Vergangenheit unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus durchgeführt. Jedoch wird bei der vorliegenden Erfindung die Berechnung des Aufwands unter Berücksichtigung von Informationen bezüglich entsprechender Verkehrsvorschriften derart durchgeführt, daß das Festlegen einer Rundumzielroute wie in dem Abschnitt bezüglich verwandter Technik beschrieben, vermieden wird. Konkret dargestellt, bei der vorliegenden Erfindung werden Aufwandsberechnungen nach dem Bestimmen von Unter- bzw. Subknoten entsprechend [Fig. 3](#) durchgeführt. Jeder Subknoten ist ein imaginärer Knoten, welcher das Bestimmen des Aufwands bezüglich der Anschlußverbindungsglieder (Ausgangsverbindungsglieder) ermöglicht, welche mit den Knoten verbunden sind.

**[0038]** Unter Verwendung dieser Subknoten wird die Zielroute durch ein Routenbestimmungsverfahren des Kontrollers **6** wie in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellt bestimmt. Wie in [Fig. 6](#) dargestellt wird der Aufwand jedes Subknotens an den Anschlußverbindungsgliedern, welche an jedem Knoten angeschlossen sind, in einem vorbestimmten Bereich eines RAM in dem Controller **6** gespeichert. Am Anfang des in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellten Verfahrens wird der Aufwand aller Subknoten anfänglich auf einen maximalen Wert bestimmt.

**[0039]** Bei dem in [Fig. 4](#) dargestellten Routenbestimmungsverfahren wird in einem Schritt **101** das Zielbestimmungs- und das Kartendatenleseverfahren auf der Grundlage der Operationen der Operationseinheit **5** oder dergleichen durchgeführt. Beim Bestimmen des Ziels wird, wenn sich das Ziel auf einem der Verbindungsglieder befindet, das Verbindungsglied zu einem letzten Verbindungsglied, und wenn sich das Ziel nicht auf einem der Verbindungsglieder befindet, wird das am nächsten zu dem Ziel befindliche Verbindungsglied das letzte Verbindungsglied. während des Kartendatenleseverfahrens werden Kartendaten eines vorbestimmten Gebiets, welches das bestimmte Ziel und die augenblickliche Position des Fahrzeugs enthält, aus der Speichereinheit **4** gelesen. Das Verfahren des Bestimmens der Zielroute wird auf der Grundlage derartiger ausgelesener Kartendaten durchgeführt.

**[0040]** Auf der Grundlage der augenblicklichen Position (Startposition) des Fahrzeugs wird in einem

Schritt **102** der Aufwand bezüglich beider Endknoten des Startverbindungsglieds berechnet. In diesem Fall wird eine Position auf dem nächsten Verbindungsglied zu der augenblicklichen Position des Fahrzeugs bestimmt, es wird der Aufwand des Verbindungsglieds unter Verwendung von Gleichung 1 berechnet, und es wird der anfängliche Aufwand von der augenblicklichen Position zu den Knoten an jedem Ende des Verbindungsglieds durch proportionale Verteilung auf der Grundlage der Positionsbeziehung einer derartigen Position bezüglich der jeweiligen Endknoten der Verbindung berechnet. Hier wird der anfängliche Aufwand der Subknoten an den Anschlußverbindungsgliedern bestimmt, welche mit beiden Endknoten verbunden sind.

**[0041]** Bei einem Verbindungsglied 1, welches das zu der augenblicklichen Position nächste Verbindungsglied wie in [Fig. 3](#) veranschaulicht ist, wird, wenn der durch die proportionale Verteilung berechnete Aufwand bezüglich beider Endknoten 1 und 2 gleich "2" bzw. "5" ist, der Aufwand "2" für jeden der Subknoten 1-1 und 1-2 des Knotens 1 bestimmt, und es wird der Aufwand "5" für jeden der Subknoten 2-1 bis 2-3 des Knotens 2 bestimmt.

**[0042]** Als nächstes wird in einem Schritt **103** der Subknoten bestimmt, welcher unter den nichtbezeichneten Subknoten den geringsten Aufwand aufweist. In [Fig. 3](#) befinden sich alle Subknoten in einem nichtbezeichneten Zustand, und es wird ein Subknoten, welcher den minimalen Wert besitzt, beispielsweise der Subknoten 1-1, welcher den Aufwand "2" besitzt, gewählt. Wenn es eine Mehrzahl von Subknoten gibt, welche denselben minimalen Wert besitzen, wird einer aus der Mehrzahl von Subknoten mit geringstem Aufwand gewählt.

**[0043]** Als nächstes wird in einem Schritt **104** der Aufwand des Passierens des Verbindungsglieds mit dem gewählten Subknoten auf der Grundlage von Gleichung 1 berechnet. Entsprechend [Fig. 3](#) wird der Aufwand des Verbindungsglieds 3 berechnet.

**[0044]** In einem Schritt **105** werden die Anschlußverbindungsglieder, welche mit dem Endknoten des Verbindungsglieds mit dem gewählten Subknoten verbunden sind, auf der Grundlage der Verbindungsinformation bestimmt. Entsprechend [Fig. 3](#) werden Anschlußverbindungsglieder 4 und 5, welche mit dem Endknoten 4 des Verbindungsglieds 3 verbunden sind, gewählt.

**[0045]** Danach fährt die Steuerung mit dem in [Fig. 5](#) dargestellten Verfahren fort, bei welchem in Schritten **106** bis **110** der Aufwand der Subknoten aller im Schritt **105** bestimmten Anschlußverbindungsglieder aktualisiert wird. D. h. es wird im Schritt **106** bestimmt, ob der Eintritt in das Anschlußverbindungsglied auf der Grundlage der in [Fig. 2](#) dargestellten In-

formation bezüglich der Verkehrsvorschriften möglich ist oder nicht; im Schritt **107** wird bestimmt, ob der Subknoten an dem Anschlußverbindungsglied nicht-bezeichnet ist oder nicht; und im Schritt **108** wird bestimmt, ob der augenblickliche berechnete Aufwand des Subknotens des Anschlußverbindungsglieds kleiner als der vorher erlangte Aufwand ist. Wenn der augenblickliche berechnete Aufwand kleiner als der vorherige Aufwand ist, wird im Schritt **109** der augenblickliche Aufwand des Subknotens aktualisiert.

**[0046]** Es ist hier festzustellen, daß beim Aktualisieren des Aufwands des Subknotens Verbindungsgliedinformationen über vorhergehende Verbindungsglieder zum Erreichen des Subknotens ebenfalls gespeichert werden.

**[0047]** Entsprechend [Fig. 3](#) wird das Verfahren nach dem Schritt **106** bezüglich einem der Anschlußverbindungsglieder 4 und 5 durchgeführt, und hier wird beispielsweise das Verfahren bezüglich des Anschlußverbindungsglieds 4 durchgeführt. Da der Eintritt zu dem Anschlußverbindungsglied 4 von dem Verbindungsglied 3 möglich ist und der Subknoten 4-1 an dem Anschlußverbindungsglied 4 nichtbezeichnet ist, ergeben sich bezüglich der Schritte **106** und **107** positive Ausgänge. Wenn im Schritt **105** berechnet wird, daß der Aufwand des Verbindungsglieds 3 "21" beträgt, so beträgt der Aufwand des Subknotens 4-1 "23", was durch Addieren von "2" (der Aufwand des Subknotens 1-1) auf "21" erzielt wird. Da der Aufwand "23" des Subknotens 4-1 kleiner als der anfänglich bestimmte maximale Wert ist, ergibt sich im Schritt **108** ein positiver Ausgang, und es wird im Schritt **109** der Aufwand des Subknotens 4-1 auf "23" aktualisiert.

**[0048]** Da an diesem Punkt das Verfahren bezüglich aller Anschlußverbindungsglieder noch nicht beendet ist, wird in dem Schritt **110** ein negativer Ausgang ausgegeben, und es wird das Verfahren bezüglich des Anschlußverbindungsglieds 5 nach der Wahl eines neuen Verbindungsglieds in einem Schritt **114** und einer Rückkehr zu dem Schritt **106** durchgeführt. Da ein Eintritt zu dem Anschlußverbindungsglied 5 von dem Verbindungsglied 3 aufgrund von Verkehrsvorschriften unmöglich ist, wird in diesem Fall in dem Schritt **106** ein negativer Ausgang gebildet. Daher wird der Aufwand des Subknotens 4-2 auf dem Anschlußverbindungsglied 5 nicht aktualisiert und verbleibt auf dem maximalen Wert.

**[0049]** Wenn das Verfahren bezüglich aller Anschlußverbindungsglieder beendet ist, wird in dem Schritt **110** ein positiver Ausgang ausgegeben, und es wird in dem Schritt **111** das Verfahren des Bezeichnens des Subknotens durchgeführt, welcher den geringsten Aufwand besitzt. D. h. es wird das Bezeichnungsflag des in dem Schritt **103** bestimmten Unterknotens, welches in dem in [Fig. 6](#) veranschau-

lichten Subknotenaufwandspeicherbereich gespeichert ist, auf "1" bestimmt. Entsprechend [Fig. 3](#) wird das Bezeichnungsflag des Subknotens 1-1 gesetzt.

**[0050]** Als nächstes wird in dem Schritt **112** bestimmt, ob der Subknoten auf dem letzten Verbindungsglied bezeichnet ist oder nicht. Wenn er nichtbezeichnet ist, kehrt die Steuerung zu dem in [Fig. 4](#) dargestellten Schritt **103** zurück.

**[0051]** Wie oben beschrieben wird der Subknoten mit dem minimalen Wert einer nach dem anderen aus den nichtbezeichneten Subknoten gewählt, es wird die Berechnung des Aufwands des Verbindungsglieds bezüglich des Subknotens mit dem minimalen Wert ausgeführt, und es wird das Verfahren des Aktualisierens des Aufwands des Subknotens der mit dem Endknoten des Verbindungsglieds verbundenen Anschlußverbindungsglieder durchgeführt.

**[0052]** Wenn entsprechend [Fig. 3](#) der Aufwand des Subknotens 1-2 der kleinste Aufwand des Aufwands der Knoten während des Aktualisierens des Werts des minimalen Aufwands wird und der Aufwand des Verbindungsglieds 2 "6" beträgt, wird der Aufwand des Subknotens 3-3 auf "8" bestimmt, was durch Addieren von "2" (der Aufwand des Subknotens 1-2) auf "6" (der Aufwand des Verbindungsglieds 2) erzielt wird; es wird jedoch kein Erneuern des Aufwands des Subknotens 3-2 wegen der Verkehrsvorschrift des Verbots des Rechtsabbiegens durchgeführt. Wenn der Aufwand des Verbindungsglieds 4 "4" beträgt, wird der Aufwand des Subknotens 4-2 und 4-3 auf den Wert "12" aktualisiert, welcher durch Addieren von "8" (der Aufwand des Subknotens 3-3) auf "4" (der Aufwand des Verbindungsglieds 4) erzielt wird.

**[0053]** Wenn der Aufwand des Subknotens 4-1 zu "23" wird, was den minimalen Wert darstellt, und der Aufwand des Verbindungsglieds 4 "4" beträgt, wird der Aufwand des Subknotens 3-2 auf dem Anschlußverbindungsglied 6 auf den Wert "27" aktualisiert, welcher durch Addieren von "23" (der Aufwand des Subknotens 4-1) auf "4" (der Aufwand des Verbindungsglieds 4) erzielt wird. Wenn der Aufwand des Knotens 3 beispielsweise auf "8" bestimmt ist und der Aufwand des Knotens 3 nach dem Passieren des Verbindungsglieds 4 "27" beträgt, wird üblicherweise der Aufwand "27" ignoriert, so daß das Bestimmen der idealen Route, welches vorher in dem Abschnitt bezüglich der verwandten Technik beschrieben wurde, nicht durchgeführt werden kann. Da Subknoten an jedem Anschlußverbindungsglied bezüglich jedes Knotens vorgesehen sind, wird andererseits bei der vorliegenden Erfindung der Aufwand der Route bestimmt, welche von dem Verbindungsglied 4 zu dem Verbindungsglied 6 führt.

**[0054]** Dem Verfahren des Schrittes **111** folgend wird das Bezeichnungsflag jedes Subknotens se-

quentiell eins nach dem anderen gesetzt.

**[0055]** Wenn der Subknoten auf dem letzten Verbindungsglied bezeichnet ist und sich der Subknoten 3-2 auf der Route mit dem Wert des minimalen Aufwands befindet, ist die Route von dem Verbindungsglied 4 zu dem Verbindungsglied 6 in der Zielroute enthalten. D. h. entsprechend [Fig. 6](#) ist eine ideale Route von der augenblicklichen Position zu dem Ziel über den Knoten 1, das Verbindungsglied 3, den Knoten 4, das Verbindungsglied 4, den Knoten 3 und das Verbindungsglied 6 bestimmt.

**[0056]** Wenn der Subknoten des letzten Verbindungsglieds bezeichnet ist, wird im Schritt **112** ein positiver Ausgang gebildet, und die Steuerung begibt sich zu einem Schritt **113**, und es wird die Route mit dem Wert des minimalen Aufwands rückwärts von dem Ziel zu der Startposition gezogen.

**[0057]** Danach werden die Verbindungsglied-ID's der Route ausgehend von der Startposition bis zu dem Ziel mit derartigen Verbindungsgliedern bestimmt, und es wird die Zielroute auf der Anzeigeeinheit **7** hervorgehoben.

**[0058]** Während bei der vorliegenden Erfindung die Berechnung der Route ohne Kehrtwendungen (U-turns) ausgeführt wird, kann die Berechnung ebenfalls mit Kehrtwendungen durchgeführt werden. Wenn beispielsweise entsprechend [Fig. 3](#) eine Kehrtwendung in dem Verbindungsglied 2 nach dem Eintreten in dasselbe Verbindungsglied von dem Knoten 1 aus durchgeführt wird, wird dieser Fall so behandelt, als ob der Knoten 3 von dem Verbindungsglied 2 erreicht wurde und danach zu dem Verbindungsglied 2 zurückgekehrt wurde, und somit wird der Aufwand des Subknotens 3-1 auf "8" aktualisiert.

**[0059]** Obwohl die Navigation unter Anzeige der bestimmten Zielroute auf der Anzeigeeinheit **7** durchgeführt wurde, kann die Navigation unter Stimmabgabe durchgeführt werden.

**[0060]** Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben wurde, wird festgestellt, daß verschiedene Abänderungen und Modifizierungen möglich sind. Derartige Abänderungen und Modifizierungen liegen im Rahmen der durch die Ansprüche definierten Erfindung. Beispielsweise kann neben einer Ausführung auf der Grundlage eines Mikroprozessors jede Funktion jedes Schrittes der in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) veranschaulichten Flußdiagramme ebenfalls unter Verwendung einer festverdrahteten Logikschaltung ausgeführt werden. Darüber hinaus können die hierin offenbarten Programme in einem für einen Computer lesbaren Medium wie einem CD-ROM, Floppy-Disk, RAM oder dergleichen gespeichert werden.

**[0061]** Vorstehend wurde ein Navigationssystem mit optimaler Zielroutenbestimmung offenbart. Werte eines Routenaufwands werden unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus auf der Grundlage einer Verbindungsgliedinformation und einer Verbindungsbzw. Verknüpfungsinformation berechnet, und es wird eine Zielroute auf der Grundlage eines Zusammenfügens von Verbindungsgliedern bestimmt, welche den geringsten Routenaufwand besitzen. Der Routenaufwand wird für Subknoten jedes Anschlußverbindungsglieds bestimmt. Daher können optimale Routen bestimmt werden, obwohl Verkehrsvorschriften wie das Verbot des Rechtsabbiegens oder dergleichen bezüglich bestimmter Knoten existieren.

## Patentansprüche

1. Navigationssystem mit:  
 einer Speichereinrichtung (**4**) zum Speichern von Verbindungsgliedinformation von Verbindungsgliedern, welche Knoten einer Karte verbinden und einen Wert entsprechend einem Routenaufwand besitzen, und von Verbindungsgliedanschlußinformation;  
 einer Zielbestimmungseinrichtung (**5**) zum Bestimmen eines Ziels auf der Karte;  
 einer Routenbestimmungseinrichtung (**6**), welche eine Routenaufwandsspeichereinrichtung zum Speichern des Routenaufwands der Verbindungsglieder enthält, zum Bestimmen einer Zielroute von einer Startposition zu einem von der Zielbestimmungseinrichtung (**5**) bestimmten Ziel durch Berechnen des Routenaufwands auf der Grundlage der Verbindungsgliedinformation und der Verbindungsgliedanschlußinformation unter Verwendung von Subknoten, welchen jeweils ein Knoten, ein mit dem Knoten verbundenes Verbindungsglied und Informationen über eine mögliche Route von der Startposition bis zu dem jeweiligen Knoten zugeordnet ist, und unter Verwendung eines Dijkstra-Algorithmus und durch Wählen von Verbindungsgliedern, welche die Zielroute bilden und einen minimalen Aufwand besitzen, welcher durch Berechnen eines einzelnen Routenaufwands für jedes Verbindungsglied, welches mit Knoten in der Zielroute verbunden ist, einer Fahrt von dem Knoten zu dem Verbindungsglied bestimmt wird, und zum einzelnen Aktualisieren des Routenaufwands der Verbindungsglieder, welche mit den Knoten in der Zielroute verbunden sind; und  
 einer Navigationseinrichtung (**7**) zur Durchführung einer Reisenavigation auf der Grundlage der Navigationsroute.

2. Navigationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Routenbestimmungseinrichtung (**6**) eine Routenaufwandsaktualisierungseinrichtung (**109**) zum Aktualisieren des Routenaufwands und eine Bestimmungseinrichtung (**106**) aufweist zum Bestimmen, ob der Eintritt zu einem bestimmten Verbindungsglied möglich ist, auf der Grundlage der

Verbindungsgliedanschlußinformation, und zum Ermöglichen, daß die Routenaufwandsaktualisierungseinrichtung (109) einen Routenaufwand des bestimmten Verbindungsglieds aktualisiert, wenn ein derartiger Eintritt möglich ist.

3. Navigationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Routenbestimmungseinrichtung (6) dem Aktualisieren des Routenaufwands der Verbindungsglieder in Übereinstimmung mit einer Richtung des Eintritts zu den Verbindungsgliedern dient.

4. Navigationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Routenbestimmungseinrichtung (6) dem Aktualisieren eines Routenaufwands eines bestimmten Verbindungsglieds bezüglich einer Richtung von einem bestimmten Knoten zu einem bestimmten Verbindungsglied dient.

5. Navigationssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Routenaufwandsspeichereinrichtung den Routenaufwand bezüglich jedes Verbindungsglieds speichert.

6. Navigationssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte des Routenaufwands auf einen vorbestimmten maximalen Wert anfänglich festgelegt sind und auf kleinere Werte aktualisiert werden können.

7. Navigationssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Werte des Routenaufwands anfänglich auf einen vorbestimmten maximalen Wert festgelegt sind; und die Routenbestimmungseinrichtung (6) dem Aktualisieren des Routenaufwands des bestimmten Verbindungsglieds auf einen Wert dient, welcher kleiner als der vorbestimmte maximale Wert ist.

8. Navigationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsinformation wenigstens einen Verbindungsgliedidentifizierungskode, eine Verbindungsgliedstartkoordinate, eine Verbindungsgliedende-koordinate, eine Verbindungsgliedlänge, einen Verbindungsgliedtyp oder eine Verbindungsgliedbreite enthält; und die Verbindungsgliedanschlußinformation eine Information bezüglich Verkehrsvorschriften enthält.

9. Navigationssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsgliedinformation wenigstens einen Verbindungsgliedidentifizierungskode, eine Verbindungsgliedanfangskoordinate, eine Verbindungsgliedende-koordinate, eine Verbindungsgliedlänge, einen Verbindungsgliedtyp oder eine Verbindungsgliedbreite enthält; und die Verbindungsgliedanschlußinformation eine Infor-

mation bezüglich Verkehrsvorschriften enthält.

10. Navigationssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Routenbestimmungseinrichtung (6) dem Aktualisieren des Aufwands der Verbindungsglieder in Übereinstimmung mit einer Richtung des Eintritts zu den Verbindungsgliedern dient.

11. Von einem Rechnerprogramm gesteuerte Vorrichtung zur Bestimmung von Routen auf einer Karte, mit:

einer ersten mit einem für einen Rechner lesbaren Kode versehenen Einrichtung (101), um einen Rechner dazu zu veranlassen, eine Verbindungsgliedinformation von Verbindungsgliedern, welche Knoten verbinden, und Verbindungsgliedanschlußinformation bzw. -verknüpfungsinformation, welche eine Information bezüglich Verkehrsvorschriften enthält, aus einem Speichermedium zu lesen;

einer zweiten mit einem für einen Rechner lesbaren Kode versehenen Einrichtung (103), um den Rechner dazu zu veranlassen, unter Verwendung von Subknoten, welchen jeweils ein Knoten, ein mit dem Knoten verbundenes Verbindungsglied und Informationen über eine mögliche Route von der Startposition bis zu dem jeweiligen Knoten zugeordnet sind, einen Knoten aus nichtbezeichneten Knoten zu wählen, welche von der ersten mit einem für einen Rechner lesbaren Kode versehenen Einrichtung (101) ausgelesen wurden, so daß ein Routenaufwand von einer Startposition zu einem Ziel minimal ist;

einer dritten mit einem für einen Rechner lesbaren Kode versehenen Einrichtung (104), um den Rechner dazu zu veranlassen, einen Aufwand für ein Hindurchtreten durch bestimmte Verbindungsglieder, welche mit den nichtbezeichneten Knoten verbunden sind, zu berechnen, und zum einzelnen Berechnen und Speichern eines Routenaufwands einer Fahrt von den Knoten zu jedem bestimmten Verbindungsglied, welches mit den Knoten verbunden ist; und einer vierten mit einem für einen Rechner lesbaren Kode versehenen Einrichtung (109, 112), um den Rechner zum wiederholten Ausführen der Wahl und von Berechnungsoperationen zu veranlassen und um den Routenaufwand für Verbindungsglieder zu aktualisieren, welche mit den Knoten in der Zielroute verbunden sind.

12. Verfahren zum Navigieren eines Fahrzeugs unter Verwendung einer durch eine Mehrzahl von Knoten, welche durch Verbindungsglieder verbunden sind, definierten Karte von einer Startposition des Fahrzeugs zu einer Zielposition des Fahrzeugs, wobei die Knoten und Verbindungsglieder mögliche Bewegungspfade des Fahrzeugs darstellen, mit den Schritten:

Wählen eines Knotens am nächsten zu der Fahrzeugsstartposition als Fahrzeugstartknoten und als augenblicklicher Knoten;

Wählen eines Knotens am nächsten zu der Fahrzeugzielposition als Fahrzeugzielknoten;  
 Berechnen von Werten eines Routenaufwands (**102**) von dem augenblicklichen Knoten zu allen Zielknoten, welche mit dem augenblicklichen Knoten über ein einziges Verbindungsglied verbunden sind;  
 für jeden der Zielknoten, welche mit dem augenblicklichen Knoten über ein einziges Verbindungsglied verbunden sind, Durchführen einer Subknotenzuordnung des Routenaufwands von der Fahrzeugstartposition zu einem Subknoten des Zielknotens und einer Route von der Fahrzeugstartposition zu dem Subknoten des Zielknotens, welcher den Routenaufwand besitzt, mit einem Subknoten des Zielknotens, falls der Routenaufwand geringer ist als ein bereits dem Subknoten zugeordneter Routenaufwand und die Bewegung von dem augenblicklichen Knoten zu dem Subknoten entlang der Route gestattet ist;  
 jedem Zielknoten einen kleinsten Routenaufwand und einen Pfad von der Fahrzeugstartposition zu dem Zielknoten Zuordnen, welcher den kleinsten Routenaufwand der Subknoten des Zielknotens aufweist;  
 Wählen (**103**) eines Knotens der Mehrzahl von Knoten bezüglich der Karte, dessen Routenaufwand nicht größer als der Routenaufwand aller anderen Knoten der Mehrzahl von Knoten ist, als Knoten mit einem geringsten Aufwand;  
 wenn der Knoten mit dem geringsten Aufwand nicht als augenblicklicher Knoten gewählt wurde, Wählen des Knotens mit dem geringsten Aufwand als augenblicklichen Knoten und Wiederholen der Berechnungs- und Zuordnungsschritte;  
 wenn der Knoten mit dem geringsten Aufwand als augenblicklicher Knoten gewählt wurde und ein Knoten außer dem Fahrzeugzielknoten, welcher nicht als augenblicklicher Knoten gewählt wurde, einen ihm zugeordneten Routenaufwand besitzt, welcher geringer als ein Routenaufwand des Fahrzeugzielknotens ist, Wählen des nicht ausgewählten Knotens außer dem Fahrzeugzielknoten als augenblicklichen Knoten und Wiederholen der Berechnungs- und Zuordnungsschritte; und  
 wenn der Knoten mit dem geringsten Aufwand als augenblicklicher Knoten gewählt wurde und ein Knoten außer dem Fahrzeugzielknoten, welcher nicht als augenblicklicher Knoten ausgewählt wurde, einen ihm zugeordneten Routenaufwand besitzt, welcher nicht geringer als ein Routenaufwand des Fahrzeugzielknotens ist, Wählen eines dem Fahrzeugzielknoten zugeordneten Pfads als Pfad mit geringstem Aufwand von der Fahrzeugstartposition zu der Fahrzeugzielposition.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des dem Subknoten Zuordnens einen Schritt aufweist, bei welchem dem Subknoten der Routenaufwand von der Fahrzeugstartposition zu dem Zielknoten und eine Route von der Fahrzeugstartposition zu dem Zielknoten zuge-

ordnet wird, wobei der Routenaufwand bezüglich eines Subknotens des Zielknotens dem Zielknoten am nächsten ist, falls eine Bewegung von dem augenblicklichen Knoten zu dem Zielknoten gestattet ist wie die Zielinformation bezüglich der Verkehrsvorschriften angezeigt, welche einem augenblicklichen Zielverbindungsglied zugeordnet sind, welches den augenblicklichen Knoten und den Zielknoten verbindet.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Information bezüglich der Verkehrsvorschriften eine erlaubte Bewegungsrichtung des Fahrzeugs von dem augenblicklichen Zielverbindungsglied anzeigt.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Information bezüglich der Verkehrsvorschriften eine erlaubte Richtung des Abbiegens des Fahrzeugs von einem letzten Verbindungsglied in einem Pfad mit dem geringsten Aufwand von der Startposition zu dem augenblicklichen Knoten zu dem augenblicklichen Zielverbindungsglied anzeigt.

16. Verfahren nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch den Schritt des Bestimmens der Startposition auf der Grundlage von Signalen von wenigstens einem globalen Positionierungssystem (**1**), einem Fahrzeugorientierungssensor (**2**) oder einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor (**3**).

17. Verfahren nach Anspruch 12, des weiteren gekennzeichnet durch den Schritt des Eingebens (**101**) einer Anzeige der Zielposition von einem Benutzer.

18. Verfahren nach Anspruch 12, des weiteren gekennzeichnet durch den Schritt des Erzeugens (**113**) einer von einem Benutzer wahrnehmbaren Beschreibung des Pfads mit dem geringsten Aufwand.

19. Verfahren nach Anspruch 12, des weiteren gekennzeichnet durch den Schritt des Erzeugens (**113**) einer von einem Benutzer wahrnehmbaren Beschreibung einer Position des Fahrzeugs relativ zu dem Pfad mit geringstem Aufwand.

20. Fahrzeugnavigationssystem mit:  
 einer Speichervorrichtung (**4**) zum Speichern von Daten bezüglich einer Karte, welche durch eine Mehrzahl von Knoten, die durch Verbindungsglieder von einer Startposition des Fahrzeugs zu eine Zielposition des Fahrzeugs miteinander verbunden sind, definiert ist, wobei die Knoten und Verbindungsglieder mögliche Bewegungspfade des Fahrzeugs darstellen; und  
 einem Mikroprozessor, welcher zur Durchführung folgender Operationen vorgesehen ist:  
 Lesen (**101**) der Daten entsprechend der Karte, welche in der Speichervorrichtung gespeichert sind;  
 Wählen eines Knotens, welcher am nächsten zu der

Fahrzeugstartposition befindlich ist, als Fahrzeugstartknoten und als augenblicklicher Knoten;  
Wählen eines Knotens, welcher am nächsten zu der Fahrzeugzielposition befindlich ist, als Fahrzeugzielknoten;

Berechnen (**102**) von Werten des Routenaufwands von dem augenblicklichen Knoten zu allen Zielknoten, welche mit den augenblicklichen Knoten über ein einziges Verbindungsglied verbunden sind;

für jeden der Zielknoten, welche mit dem augenblicklichen Knoten über ein einziges Verbindungsglied verbunden sind, Durchführen einer Subknoten-zuordnung des Routenaufwands von der Fahrzeugstartposition zu einem Subknoten des Zielknotens und einer Route von der Fahrzeugstartposition zu dem Subknoten des Zielknotens, welcher den Routenaufwand besitzt, mit einem Subknoten des Zielknotens, falls der Routenaufwand geringer ist als ein bereits dem Subknoten zugeordneter Routenaufwand und die Bewegung von dem augenblicklichen Knoten zu dem Subknoten entlang der Route gestattet ist;

jedem Zielknoten einen kleinsten Routenaufwand und einen Pfad von der Fahrzeugstartposition zu dem Zielknoten Zuordnen, welcher den geringsten Routenaufwand der Subknoten des Zielknotens aufweist;

Wählen eines Knotens (**103**) der Mehrzahl von Knoten der Karte, dessen Routenaufwand nicht größer als der Routenaufwand aller anderen Knoten in der Mehrzahl von Knoten ist, als Knoten mit geringstem Aufwand;

wenn der Knoten mit geringstem Aufwand nicht als augenblicklicher Knoten gewählt wurde, Wählen des Knotens mit dem geringsten Aufwand als augenblicklicher Knoten und Wiederholen der Berechnungs- und Zuordnungsfunktionen;

wenn der Knoten mit geringstem Aufwand als augenblicklicher Knoten gewählt wurde und ein Knoten außer dem Fahrzeugzielknoten, welcher nicht als augenblicklicher Knoten gewählt wurde, einen ihm zugeordneten Routenaufwand besitzt, welcher geringer als ein Routenaufwand des Fahrzeugzielknotens ist, Wählen des nichtgewählten Knotens außer dem Fahrzeugzielknoten als augenblicklicher Knoten und Wiederholen der Berechnungs- und Zuordnungsfunktionen; und

wenn der Knoten mit dem geringsten Aufwand als augenblicklicher Knoten gewählt wurde und ein Knoten außer dem Fahrzeugzielknoten, welcher nicht als augenblicklicher Knoten gewählt wurde, einen ihm zugeordneten Routenaufwand besitzt, welcher nicht geringer als ein Routenaufwand des Fahrzeugzielknotens ist, Wählen eines dem Fahrzeugzielknoten zugeordneten Pfads als Pfad mit geringstem Aufwand von der Fahrzeugstartposition zu der Fahrzeugzielposition.

21. System nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor dazu vorgesehen ist, dem Subknoten einen Routenaufwand von der

Fahrzeugstartposition zu dem Zielknoten und eine Route von der Fahrzeugstartposition zu dem Zielknoten zuzuordnen, wobei der Routenaufwand bezüglich eines Subknotens des Zielknotens am nächsten zu dem augenblicklichen Knoten ist, falls eine Bewegung von dem augenblicklichen Knoten zu dem Zielknoten gestattet ist wie durch die Information bezüglich der Verkehrsvorschriften angezeigt, welche einem augenblicklichen Zielverbindungsglied zugeordnet sind, welches den augenblicklichen Knoten mit dem Zielknoten verbindet.

22. System nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Information bezüglich der Verkehrsvorschriften eine erlaubte Bewegungsrichtung des Fahrzeugs auf dem augenblicklichen Zielverbindungsglied anzeigt.

23. System nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Information bezüglich der Verkehrsvorschriften eine erlaubte Abzweigerichtung des Fahrzeugs von einem letzten Verbindungsglied in einem Pfad mit dem geringsten Aufwand von der Startposition zu dem augenblicklichen Knoten zu dem augenblicklichen Zielverbindungsglied anzeigt.

24. System nach Anspruch 20, des weiteren gekennzeichnet, durch:

eine Fahrzeugbewegungsanzeigevorrichtung (**1, 2, 3**) zum Erzeugen wenigstens eines Positionssignals, welches eine Position des Fahrzeugs relativ zu der Karte darstellt, eines Fahrzeugorientierungssignals, welches eine Ausrichtung des Fahrzeugs darstellt, oder eines Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, welches eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs darstellt, als Ausgangssignal;

wobei der Mikroprozessor des weiteren für die Bestimmung der Startposition auf der Grundlage des Ausgangssignals der Fahrzeugbewegungsanzeigevorrichtung (**1, 2, 3**) vorgesehen ist.

25. System nach Anspruch 20, des weiteren gekennzeichnet durch eine Eingabeeinrichtung (**5**) zum Eingeben einer von einem Benutzer bereitgestellten Anzeige der Zielposition.

26. System nach Anspruch 20, des weiteren gekennzeichnet durch eine Ausgabeeinrichtung (**7**) zum Erzeugen einer von einem Benutzer wahrnehmbaren Beschreibung des Pfads mit geringstem Aufwand.

27. System nach Anspruch 20, des weiteren gekennzeichnet durch eine Ausgabeeinrichtung (**7**) zum Erzeugen einer von einem Benutzer wahrnehmbaren Beschreibung einer Position des Fahrzeugs relativ zu dem Pfad mit geringstem Aufwand.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

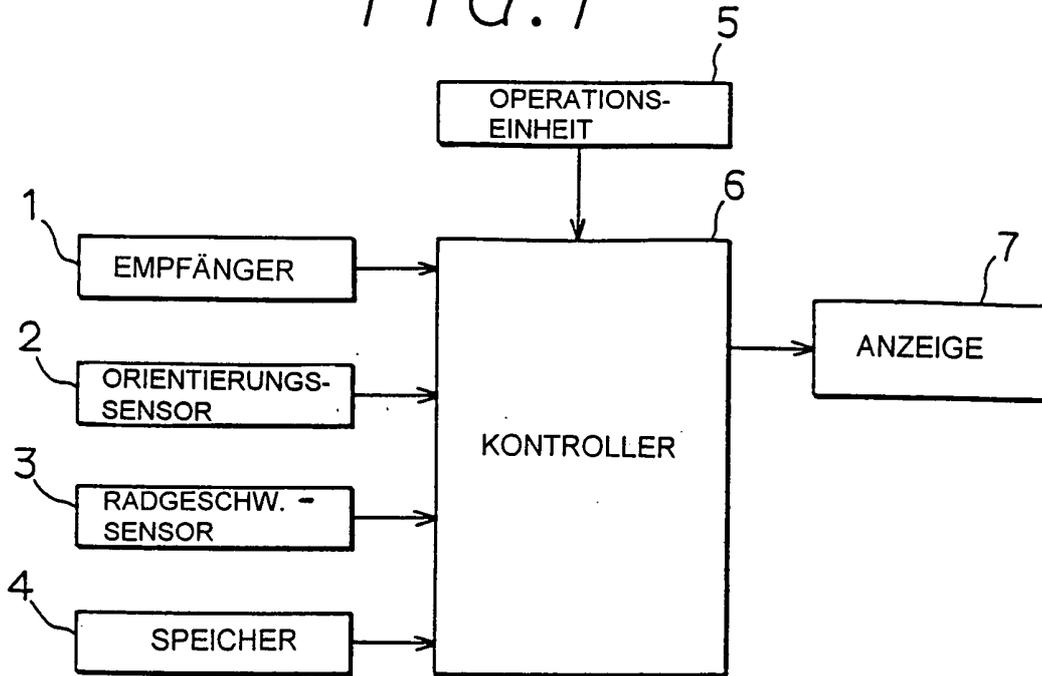


FIG. 7

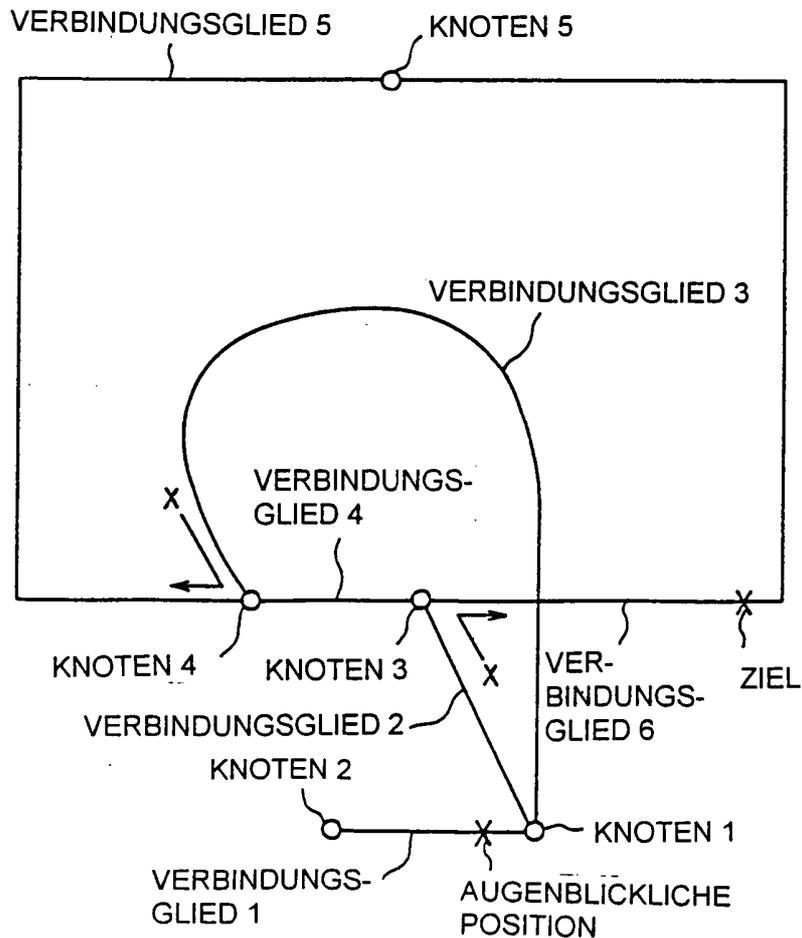


FIG. 2A

|                      |              |             |                |              |                 |
|----------------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-----------------|
| VERBUNDUNGS-GLIED-ID | START-KOORD. | ENDE-KOORD. | STRASSEN-LÄNGE | STRASSEN-TYP | STRASSEN-BREITE |
|----------------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-----------------|

FIG. 2B

|  |                      |                       |       |
|--|----------------------|-----------------------|-------|
| ANZAHL VON (N) VERBUNDUNGSGLIEDANSCHLÜSSEN AM STARTPUNKT | VERBUNDUNGS-GLIED-ID | VERKEHRS-VORSCHRIFTEN | ..... |
|--|----------------------|-----------------------|-------|

N VERBUNDUNGSGLIEDER

FIG. 2C

|  |                      |                       |       |
|--|----------------------|-----------------------|-------|
| ANZAHL VON (M) VERBUNDUNGSGLIEDANSCHLÜSSEN AM ENDPUNKT | VERBUNDUNGS-GLIED-ID | VERKEHRS-VORSCHRIFTEN | ..... |
|--|----------------------|-----------------------|-------|

M VERBUNDUNGSGLIEDER

FIG. 3

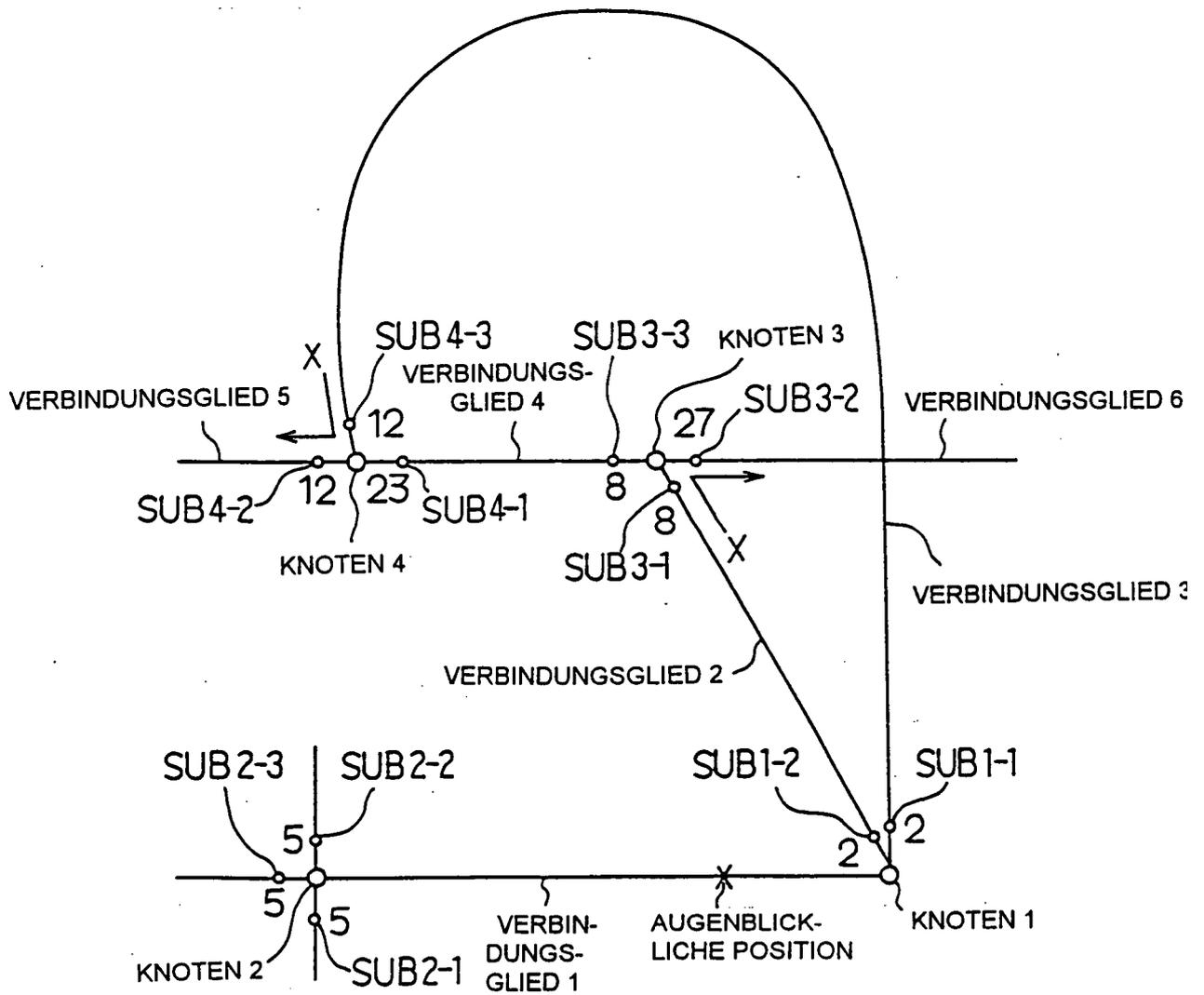


FIG. 4

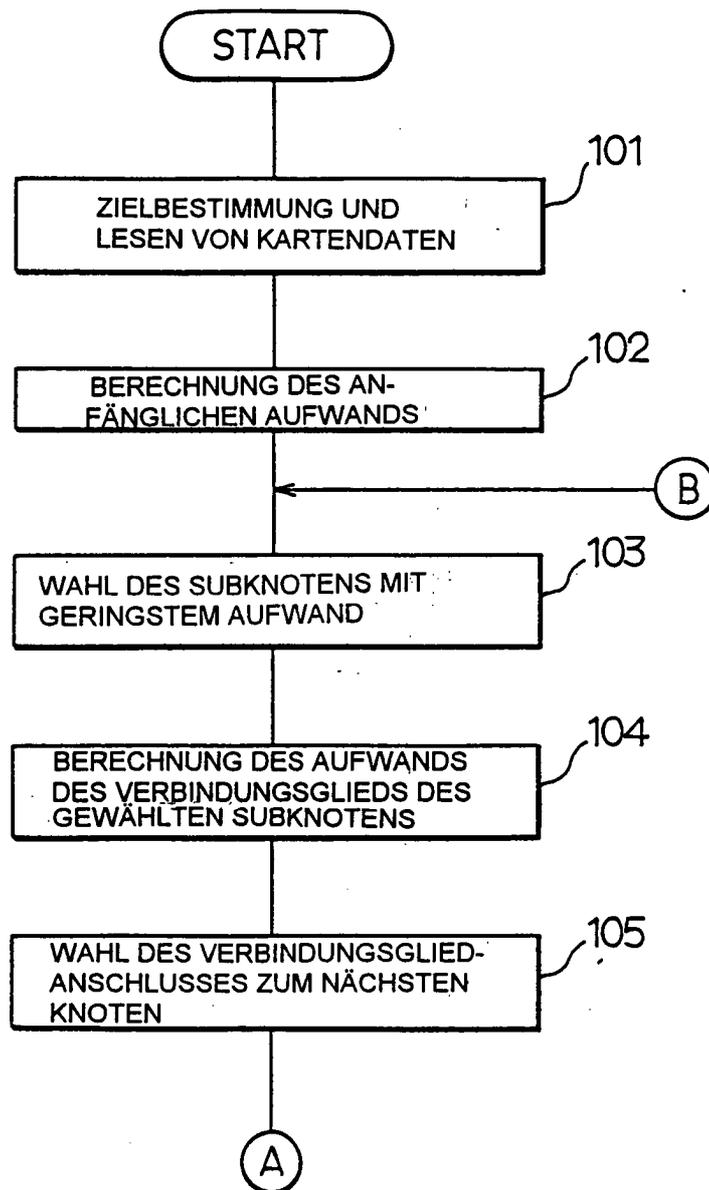


FIG. 5

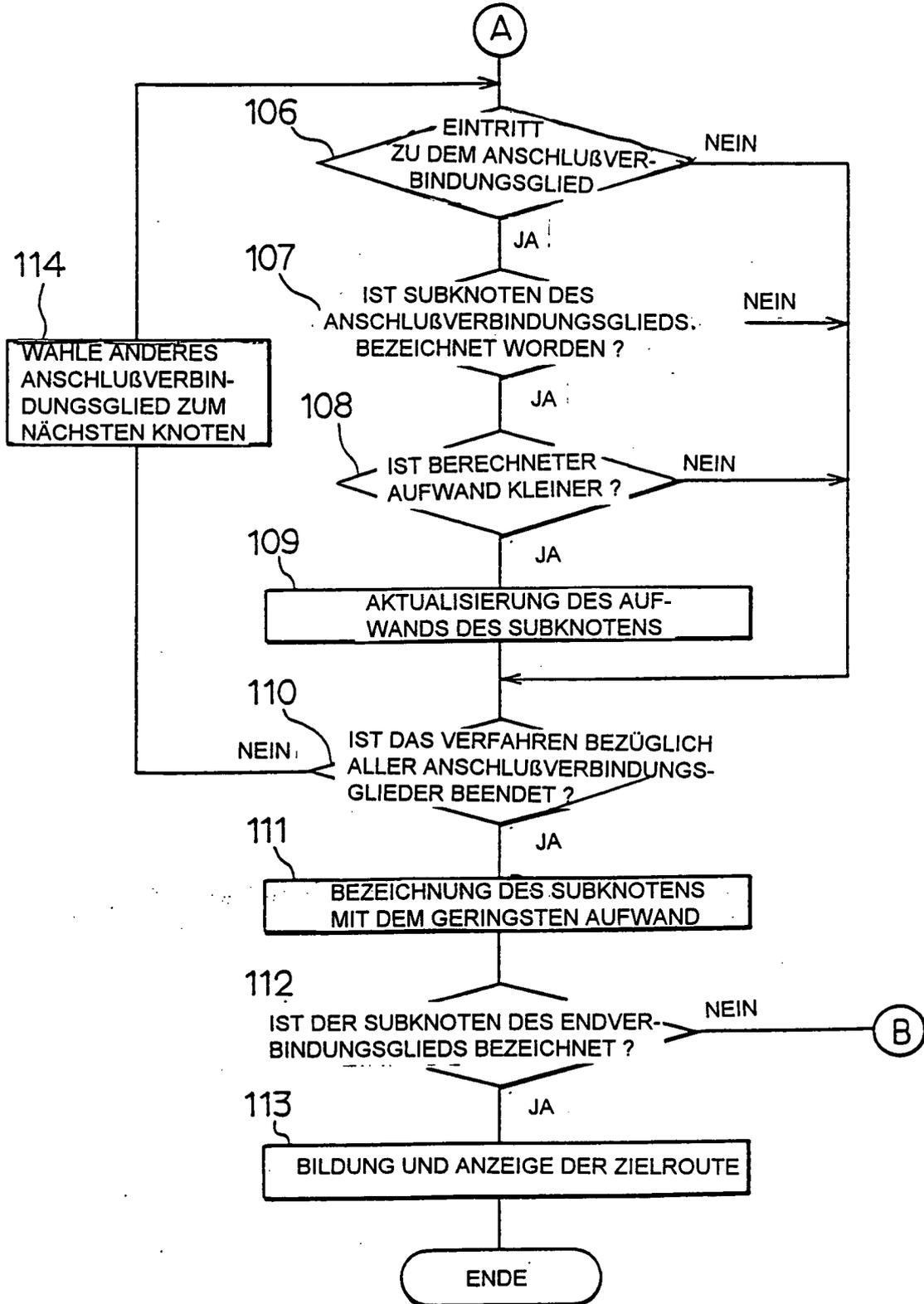


FIG. 6

| SUBKNOTEN | AUFWAND    | BEZEICH-<br>NUNGSGFLAG |
|-----------|------------|------------------------|
| ⋮         | ⋮          | ⋮                      |
| 1 - 1     | MAX → 「2」  | 0 → 1                  |
| 1 - 2     | MAX → 「2」  | 0 → 1                  |
| 2 - 1     | MAX → 「5」  | 0 → 1                  |
| 2 - 2     | MAX → 「5」  | 0 → 1                  |
| 2 - 3     | MAX → 「5」  | 0 → 1                  |
| 3 - 1     | MAX → 「8」  | 0 → 1                  |
| 3 - 2     | MAX → 「27」 | 0 → 1                  |
| 3 - 3     | MAX → 「8」  | 0 → 1                  |
| 4 - 1     | MAX → 「23」 | 0 → 1                  |
| 4 - 2     | MAX → 「12」 | 0 → 1                  |
| 4 - 3     | MAX → 「12」 | 0 → 1                  |
| ⋮         | ⋮          | ⋮                      |