



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 494 193 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.01.2005 Patentblatt 2005/01

(51) Int Cl.7: **G08G 1/0968, G01C 21/34**

(21) Anmeldenummer: **04102432.4**

(22) Anmeldetag: **01.06.2004**

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

(30) Priorität: **30.06.2003 DE 10329507**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

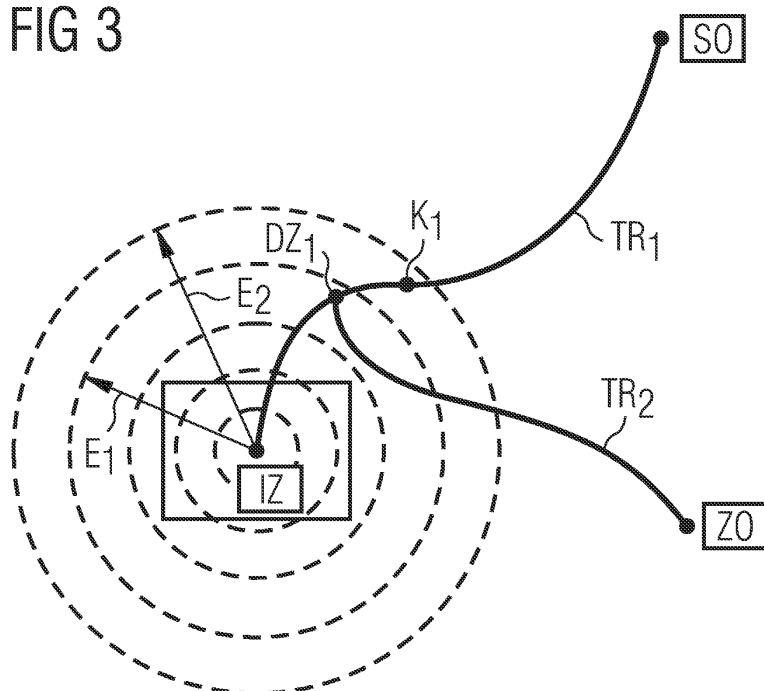
(72) Erfinder:
• **Lichtinger, Michael**
93059 Regensburg (DE)
• **Loibl, Christian**
94541 Grattersdorf (DE)
• **Mayer, Wolfgang**
92224 Amberg (DE)
• **Schupfner, Markus**
93047 Regensburg (DE)

(54) **Verfahren und Navigationssystem zur Routenbestimmung mit Zwischenzielen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Navigationssystem zur Bestimmung einer aus mindestens zwei Teilrouten bestehenden Gesamtroute zwischen einem Start- und einem Zielort mittels einer Routenberechnungseinrichtung, wobei die Teilrouten aus Knoten und Kanten bestehen und die Gesamtroute an einem indirekten Zwischenziel vorbeiführt. Erfindungswesentlich ist, dass zuerst eine erste Zwischenroute zwischen dem Startort und dem indirekten Zwischenziel berechnet wird, auf der ersten Zwischenroute ein Knoten als

ein direktes Zwischenziel bestimmt wird, wobei sich der Knoten innerhalb einer von verschiedenen Kriterien abhängigen Entfernung von dem indirekten Zwischenziel befindet, anschließend die Zwischenroute an dem Knoten gekürzt wird, so dass eine erste Teilroute zwischen dem Startort und dem direkten Zwischenziel definiert ist, und zum Schluss eine zweite Teilroute zwischen dem direkten Zwischenziel und dem Zielort berechnet und mit der ersten Teilroute zu einer Gesamtroute zusammengefügt wird.

FIG 3



EP 1 494 193 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Navigationssystem zur Bestimmung einer aus mindestens zwei Teilrouten bestehenden Gesamtroute zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mittels einer Routenberechnungseinrichtung, wobei die Teilrouten aus Knoten und Kanten bestehen und die Gesamtroute an einem indirekten Zwischenziel vorbeiführt.

[0002] Unter einer Routenberechnungseinrichtung wird eine beliebige Vorrichtung verstanden, welche zur Ermittlung einer Route zwischen einem Start- und einem Zielort verwendet werden kann. Dies kann ein Navigationssystem in einem Kraftfahrzeug, ein ortsfester Computer mit entsprechend installierter Routenberechnungssoftware bzw. Zugang zum Internet oder auch ein tragbares Gerät, wie ein Handy oder ein PDA sein. Die Route kann beispielsweise für Autofahrer oder Fußgänger berechnet werden.

[0003] Als indirektes Zwischenziel wird ein vom Bediener der Routenberechnungseinrichtung vorgegebener Ort bezeichnet, durch den die gewünschte Gesamtroute nicht direkt hindurchführen sondern in dessen Nähe sie vorbeilaufen soll. Die bisher im Handel erhältliche Software bzw. Geräte zur Routenberechnung erlauben lediglich die Vorgabe von direkt anzufahrenden Zwischenzielen, im folgenden direkte Zwischenziele genannt. Möchte beispielsweise ein Bediener von Frankfurt aus über die Autobahn nach Düsseldorf gelangen und dabei nicht wie von einer Routenberechnungseinheit vorgeschlagen über die A3 Richtung Köln/Bonn sondern über die A45 an Siegen vorbei fahren, so kann er momentan Siegen nur als direktes Zwischenziel auswählen. Dies führt dazu, dass die Streckenführung durch die Innenstadt von Siegen hindurch erfolgt. Alternativ könnte der Benutzer versuchen, über auf der Autobahn liegende direkte Zwischenziele, beispielsweise bestimmte Autobahnkreuze die Streckenführung zu beeinflussen. Doch dazu müssten ihm diese Autobahnkreuze bereits bekannt sein, was eine Vorkenntnis der ungefähren Route erfordert und damit im Widerspruch zum eigentlichen Verwendungszweck einer Routenberechnungseinheit steht.

[0004] Abhilfe kann geschaffen werden, wenn die Routenberechnungseinheit die Vorgabe von indirekten Zwischenzielen erlaubt. Die DE-10036817-A1 schlägt in diesem Zusammenhang ein Verfahren vor, bei dem ausgehend von einem Startort eine Routenberechnung in Richtung eines indirekten Zwischenzieles, genannt Durchgangszielort, gestartet wird und so lange läuft, bis die Route einen sogenannten Fangbereich um den Durchgangszielort erreicht hat. Die Routenberechnung wird an dieser Stelle abgebrochen und ausgehend von dem so gefundenen Zwischenpunkt wird eine weitere Routenberechnung in Richtung eines nächsten Durchgangszielortes bzw. in Richtung des endgültigen Zielortes durchgeführt. Bei einer Integration eines solchen Verfahrens in ein bestehendes Routenberechnungssy-

stem muss direkt in den Routenberechnungsalgorithmus eingegriffen werden, um dort die Abfrage auf ein Erreichen des Fangbereiches des Durchgangszielortes einzufügen. Dies erfordert einen erhöhten Entwicklungsaufwand, da es zum einen schwieriger ist, in ein bereits bestehendes Softwaremodul neue Teile einzufügen, als einfach ein neues Modul zu programmieren, und da zum anderen die gesamte Routenberechnung erneut getestet und verifiziert werden muss.

In der DE-10036817-A1 wird die Größe des Fangbereiches entweder fest vorgegeben oder an die Länge der berechneten Route bzw. an einen erforderlichen Wechsel der Straßenklasse, beispielsweise von der Autobahn zur Landstraße, angepasst. Bei einem derartigen Vorgehen kann die Routenberechnung dann problematisch werden, wenn ein Benutzer einen Durchgangszielort in einer ungewöhnlichen Lage zur optimalen Route, also der ohne Durchgangszielort ermittelten Route, wählt. So kann der Durchgangszielort beispielsweise sehr nahe an den Start- oder Zielort oder ziemlich dicht neben die optimale Route gelegt werden. Da in einem solchen Fall der nach den genannten Kriterien festgelegte Fangbereich um den Durchgangszielort die nähere Umgebung von Start- und Zielort bzw. optimaler Route mit hoher Wahrscheinlichkeit mit überdeckt, wird sich die berechnete Route nicht von der optimalen Route unterscheiden. Der Wunsch des Benutzers, von der optimalen Route abzuweichen, bleibt im Endeffekt unberücksichtigt.

[0005] Aus der nicht vorveröffentlichten deutschen Anmeldung 10218340.6 sind ein Verfahren sowie ein Navigationssystem zur Bestimmung einer Route für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei denen auf einer Landkarte ein indirektes Zwischenziel, hier Wegpunkt genannt, mittels einer verschiebbaren Markierung ausgewählt wird. Dieser Wegpunkt definiert einen bevorzugten Routenkorridor, der von der Routenberechnungseinheit so zwischen Start- und Zielort gelegt wird, dass dieser Wegpunkt in den Routenkorridor eingeschlossen ist. Anschließend wird eine Route zwischen Start- und Zielort berechnet, wobei der Bereich innerhalb des Routenkorridors bevorzugt wird. Eine solche Bevorzugung wird beispielsweise dadurch erreicht, dass die in der digitalen Straßenkarte den einzelnen Streckenabschnitten zugeordneten Widerstandswerte innerhalb des Korridors herabgesetzt werden. Den von der Routenberechnungseinheit vorgeschlagenen Routenkorridor kann der Benutzer nach Wunsch ändern, um damit den Verlauf der resultierenden Route weiter zu beeinflussen. Ein wichtiger Teil des Verfahrens läuft interaktiv ab, d.h. der Benutzer gibt das indirekte Zwischenziel grafisch vor, woraufhin ihm entweder ein vorgeschlagener Routenkorridor oder bereits eine vorgeschlagene Route angezeigt werden. Diese kann der Benutzer anschließend akzeptieren oder durch Veränderungen der Lage des indirekten Zwischenziels, Hinzufügen weiterer Zwischenziele oder durch Änderung der Größe des Routenkorridors beeinflussen. Dies bietet dem Benutzer die Mög-

lichkeit, die Route ganz nach seinen Vorstellungen zu verformen, birgt auf der anderen Seite jedoch auch die Gefahr der zu aufwändigen Bedienung.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Bestimmung einer Route über ein indirektes Zwischenziel anzugeben, welches mit geringem Aufwand in einem bestehenden Routenberechnungssystem implementiert werden kann. Das Verfahren und ein gattungsgemäßes Navigationssystem sollen desweiteren eine einfache Bedienung erlauben.

[0007] Die Aufgaben werden gelöst durch ein gattungsgemäßes Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs 1. Um den in einer Routenberechnungseinheit bereits bestehenden Standardalgorithmus zur Bestimmung einer Route zwischen zwei fest vorgegebenen Orten unangetastet zu lassen, wird ein Verfahren gewählt, bei dem das indirekte Zwischenziel durch ein direktes Zwischenziel ersetzt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass in einem ersten Verfahrensschritt eine Zwischenroute zwischen dem ersten Ort, also dem Startort, und dem indirekten Zwischenziel berechnet wird. Dafür kann der Standardalgorithmus verwendet werden. Von dieser ersten Zwischenroute wird dann ein Knoten ausgewählt, wobei der Knoten dadurch bestimmt ist, dass er sich in einer nach verschiedenen Kriterien berechneten Entfernung von dem indirekten Zwischenziel befindet. Dieser Knoten wird als direktes Zwischenziel an die Stelle des indirekten Zwischenzieles gesetzt und der Abschnitt der Zwischenroute zwischen dem Startort und dem neu gefundenen direkten Zwischenziel wird als eine erste Teilroute definiert. Ausgehend von dem direkten Zwischenziel kann jetzt, wieder mit dem Standardalgorithmus, eine zweite Teilroute zum Zielort berechnet werden und diese mit der ersten Teilroute zu einer Gesamtroute zusammengefügt werden. Die Gesamtroute wird dem Bediener der Routenberechnungseinheit in bekannter Weise auf einer grafischen Ausgabeeinheit angezeigt, entweder in Form der Streckenführung auf einer Landkarte oder als Aufeinanderfolge von Navigationshinweisen in visueller oder Audioform.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil, dass große Teile des bestehenden Routenberechnungssystems in ihrer ursprünglichen Form genutzt werden können und lediglich zusätzliche Softwaremodule erstellt und sozusagen an das System angehängt werden. Das bereits implementierte Verfahren zur Berechnung einer Route zwischen einem Start- und einem Zielpunkt unter Einbeziehung eines direkten Zwischenzieles wird nur insoweit abgewandelt, als dass zusätzliche Funktionen erstellt werden müssen zur Berechnung der von unterschiedlichen Kriterien abhängigen Entfernung zwischen indirektem und zu suchendem direkten Zwischenziel, zum Suchen des direkten Zwischenzieles auf der berechneten Zwischenroute und zum Kürzen der Zwischenroute an dem gefundenen Knoten. Insbesondere können der bereits bestehende Routen-

berechnungsalgorithmus sowie das festgelegte Format der Straßenkartendaten unverändert genutzt werden, d. h. eine ständige Abfrage auf ein Abbrechen der Routenberechnung bzw. eine Änderung der den Straßenabschnitten zugeordneten Widerstandswerte entfallen.

[0009] Ein vom Bediener auf herkömmliche Weise vorgegebenes Zwischenziel muss desweiteren lediglich durch Hinzufügen eines weiteren Attributes als indirektes Zwischenziel gekennzeichnet werden. Zur Vorgabe des Zwischenzieles können bekannte Eingabemöglichkeiten genutzt werden, wie das Eingeben per Tastatur, das Auswählen aus einer Liste von Orten oder die grafische Eingabe auf einer Landkarte über Cursor und Mausklick. Damit bietet das erfindungsgemäße Verfahren die Möglichkeit, die bekannten und bereits optimierten Bedienmöglichkeiten von Routenberechnungseinrichtungen zu nutzen. Die Kennzeichnung des Zwischenzieles als indirektes Zwischenziel erfordert nicht mehr als beispielsweise einen zusätzlichen Mausklick.

[0010] Somit kann zur Lösung der zweiten Aufgabe ein Navigationssystem angegeben werden, welches eine Recheneinheit enthält, die zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist. Diese Recheneinheit ist mit einer Eingabeeinheit, wie beispielsweise einer Tastatur, einer Maus, einem Touchscreen oder einer Bedieneinheit mit Dreh- und Funktionsschaltern zur Eingabe eines indirekten Zwischenzieles verbunden. Desweiteren ist die Recheneinheit mit einer optischen Ausgabeeinheit verbunden, auf der eine Landkarte anzeigbar ist. Auf dieser Landkarte sind mindestens der Start- und Zielort, das indirekte Zwischenziel und der Verlauf der Gesamtroute grafisch darstellbar. Der Bediener gibt in bekannter Weise seinen Start- und Zielort ein und wählt ein Zwischenziel aus, welches er nur noch als indirektes Zwischenziel kennzeichnen muss. Eine Festlegung von weiteren Merkmalen oder Attributen ist nicht erforderlich und auch ein iteratives Vorgehen zur Festlegung beispielsweise eines Routenkorridors entfällt.

[0011] In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der zu suchende Knoten der Zwischenroute aus einer Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen ausgewählt. Diese Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen entspricht der Menge von Knoten der Zwischenroute, welche sich innerhalb einer von bestimmten Kriterien abhängigen Entfernung vom indirekten Zwischenziel befinden. Die Entfernung, welche die Menge an potentiellen direkten Zwischenzielen bestimmt, ist dabei im allgemeinen größer als oder höchstens gleich groß wie die Entfernung, innerhalb der der anschließend zu suchende eine Knoten dieser Menge liegt. Gleich große Entfernungen ergeben sich dann, wenn zur Berechnung beider Entfernungen dieselben Kriterien herangezogen werden.

[0012] Aufgrund dieses Zwischenschritts der Definition einer Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen wird der Suchalgorithmus zum Finden des einen Knotens, welcher das indirekte Zwischenziel als direk-

tes Zwischenziel ersetzen soll, vereinfacht. Eine große Anzahl von Knoten der Zwischenroute kann so bereits von vornherein von der Suche ausgeschlossen werden, was die Rechenzeit reduziert.

[0013] In einer nächsten Ausgestaltung des Verfahrens ist es möglich, sowohl ein indirektes als auch ein direktes Zwischenziel bei der Routenberechnung zu berücksichtigen. Nachdem das indirekte Zwischenziel durch ein erstes direktes Zwischenziel ersetzt und damit eine erste Teilroute generiert wurde, werden zwei weitere Teilrouten zwischen dem ersten direkten und dem weiteren direkten Zwischenziel sowie zwischen dem weiteren direkten Zwischenziel und dem Zielort berechnet. Die Gesamtroute setzt sich wieder wie gewohnt aus den drei Teilrouten zusammen. Natürlich kann diese Reihenfolge der Berechnung auch umgedreht werden, je nachdem, ob das vom Benutzer vorgegebene indirekte oder das direkte Zwischenziel näher am Startort liegt. Die Berechnung kann desweiteren beliebig fortgeführt werden, je nach Anzahl der vorgegebenen Zwischenziele. Der Benutzer hat damit die Möglichkeit, eine Route ganz nach seinem Belieben zu gestalten.

[0014] Die zuerst beschriebene Abfolge der für die Route wesentlichen Orte, nämlich Startort, indirektes Zwischenziel, direktes Zwischenziel und Zielort dient als Grundlage für eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei dieser Ausgestaltung wird das indirekte Zwischenziel nicht nur durch ein sondern durch zwei direkte Zwischenziele ersetzt. Dafür werden zwei Zwischenrouten berechnet, die erste zwischen dem Startort und dem indirekten Zwischenziel und die zweite zwischen dem indirekten Zwischenziel und dem Zielort. Auf beiden Zwischenrouten wird der Knoten bestimmt, welcher sich innerhalb einer nach verschiedenen Kriterien bestimmten Entfernung vom indirekten Zwischenziel befindet. Diese beiden Knoten ersetzen als direkte Zwischenziele das indirekte Zwischenziel. Die beiden Zwischenrouten werden an diesen Knoten gekürzt und zwischen den direkten Zwischenzielen wird die noch fehlende Teilroute berechnet.

[0015] Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass sich bei einer Routenberechnung vom Startort SO über das indirekte Zwischenziel IZ zum Zielort ZO dieselbe Streckenführung ergibt wie bei einer Berechnung in der Gegenrichtung, von ZO über IZ nach SO. Bei nur einem direkten Zwischenziel ist dies nicht der Fall, was für einen Benutzer u.U. verwirrend sein kann, da er im allgemeinen für die Hinfahrt dieselbe Route erwartet wie für die Rückfahrt.

[0016] Das zweite direkte Zwischenziel als Ersatzknoten für das indirekte Zwischenziel kann natürlich ebenfalls wieder aus einer Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen ausgewählt werden, welche sich alle innerhalb einer bestimmten Entfernung vom indirekten Zwischenziel befinden, um dadurch das Suchen des Ersatzknotens auf der zweiten Zwischenroute zu vereinfachen.

[0017] Als ein Kriterium, welches die Entfernungen

vom indirekten Zwischenziel bestimmt, wird in einer Ausgestaltung der Erfindung die flächenmäßige Ausdehnung des indirekten Zwischenzieles berücksichtigt. So wird i.a. das indirekte Zwischenziel als Ortsname vorgegeben werden, und den Dörfern oder Städten kann eine flächenmäßige Ausdehnung in Form eines den Ort umschließenden Kreises oder Rechteckes zugeordnet werden. Werden die indirekten Zwischenziele über besondere Punkte, wie beispielsweise Autobahnkreuze oder landschaftliche Sehenswürdigkeiten definiert, können diesen ebenfalls vordefinierte Ausdehnungen zugeordnet werden, da ja der Bediener auch diese Punkte bewusst als direkt anzufahrende Orte ausschließt.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung wird als entfernungsbestimmendes Kriterium die Straßenklasse der Knoten der Zwischenroute betrachtet. Für kleinere Straßen, wie Durchfahrts- oder Landstraßen, ergeben sich kleinere Entfernungswerte und für Autobahnen und Bundesstraßen größere. Bei längeren Gesamtrouten, die hauptsächlich auf den größeren Straßen liegen, wird damit sichergestellt, dass für die Vorbeifahrt an dem indirekten Zwischenziel keine unnötigen Klassenwechsel zu kleineren Straßen hin erfolgen. Sollte die Gesamtroute eher kurz sein oder unter Umständen sowieso nur auf kleineren Straßen entlangführen, da beispielsweise der Bediener auf einer landschaftlich schönen Strecke fahren will, wird an das indirekte Zwischenziel auch näher herangefahren.

[0019] Ein weiteres Kriterium zur Bestimmung der Entfernung zum indirekten Zwischenziel sind die geometrischen Verhältnisse eines Dreieckes, welches durch den Startort, das indirekte Zwischenziel und den Zielort aufgespannt wird. So sind zum einen die Verhältnisse der Seitenlängen dieses Dreieckes zueinander von Interesse, da diese angeben, ob und in welchem Maße das indirekte Zwischenziel näher am Start- oder am Zielort liegt. Hat der Bediener das indirekte Zwischenziel sehr nahe an einen dieser Orte gelegt, so würde im Normalfall die Streckenführung dadurch nicht beeinflusst werden. Aus diesem Grund wird in so einem Fall der Entfernungswert ziemlich klein gewählt, um die Route tatsächlich in Richtung dieses Zwischenziels umzuleiten. Interessant ist auch eine Berücksichtigung der Winkel des Dreieckes. Ist beispielsweise der Winkel, dessen Scheitelpunkt am indirekten Zwischenziel liegt, eher klein, so befindet sich das indirekte Zwischenziel weit weg von der optimalen Route zwischen Start- und Zielort. Die Entfernung für den zu suchenden Ersatzknoten kann in diesem Fall relativ groß sein. Es ist nämlich davon auszugehen, dass bei einer Berechnung von zwei Einzelrouten zwischen dem Startort und dem Zwischenziel bzw. dem Zwischenziel und dem Zielort die beiden Routen in der Nähe des indirekten Zwischenzieles aufgrund dessen spitzwinkliger Lage aufeinander treffen und identisch bis zum Zwischenziel weiterlaufen. Da der Bediener jedoch extra nicht auf ein- und derselben Straße hin- und wiederzurfahren will, ist also ein

Ersatzknoten für das indirekte Zwischenziel in einiger Entfernung zu suchen.

Ein weiterer Winkel von Interesse ist der Winkel mit dem Scheitelpunkt am Startpunkt. Ist dieser Winkel eher klein, so befindet sich das indirekte Zwischenziel nahe der optimalen Route zwischen Start- und Zielort. Auch in so einem Fall würde normalerweise die Streckenführung durch das Zwischenziel nicht beeinflusst werden. Um dies aber nach Wunsch des Bedieners doch zu erreichen, wird der Entfernungswert wieder ziemlich klein gewählt.

Die Betrachtung des Dreieckes zwischen Startort, Zwischenziel und Zielort bringt den Vorteil, dass gegenüber dem bekannten Verfahren auch eine ungewöhnlich gewählte Lage des indirekten Zwischenziels mitberücksichtigt wird und zu einer Veränderung der optimalen Route führt.

[0020] All die genannten Kriterien können beliebig einzeln oder auch alle miteinander kombiniert werden, um die Entfernungswerte noch besser an die Wünsche des Bedieners anzupassen. Eine bevorzugte Kombination besteht darin, dass die durch die räumliche Ausdehnung des indirekten Zwischenzieles bestimmten Entfernungswerte multipliziert werden mit einem Faktor, welcher von der Straßenklasse der Knoten der Zwischenrouten abhängt. Das Ergebnis dieser Multiplikation kann über weitere Multiplikationen verändert werden, wobei die weiteren Faktoren von den Eigenschaften des oben beschriebenen Dreieckes bestimmt werden. Im optimalen Fall wird aufgrund der Kombination dieser Kriterien eine Route berechnet, welche vom Bediener sofort akzeptiert wird. Dies erspart ihm jegliche Versuche, durch Änderungen in der Vorgabe des indirekten Zwischenziels oder durch Eingabe zusätzlicher direkter oder indirekter Zwischenziele die Route nach seinen Vorstellungen zu gestalten.

[0021] Da jedoch die Vorstellungen von Bediener zu Bediener stark unterschiedlich sein können, ist es in einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, bedienerabhängige Kriterien im Routenberechnungssystem abzuspeichern und je nach aktuellem Bediener die Routenberechnung entsprechend zu konfigurieren. So könnten beispielsweise die oben beschriebenen Faktoren bedienerabhängig ermittelt und festgehalten werden.

[0022] Desweiteren ist es vorgesehen, die entfernungsbestimmenden Kriterien an die befahrene geographische Region anzupassen.

[0023] So können kontinental- oder länderspezifische Konfigurationsdateien im Routenberechnungssystem gespeichert und jederzeit vor Beginn einer neuen Routenberechnung ladbar sein.

[0024] Das erfindungsgemäße Navigationssystem wird in einer Weiterbildung dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit zur Ausführung des Routenberechnungsverfahrens mit der Ersetzung des indirekten Zwischenzieles über zwei direkte Zwischenziele ausgebildet ist. Die Ausgabeeinheit zeigt bei diesem Naviga-

tionssystem dieselbe Gesamtroute für eine Routenberechnung vom Startort über das indirekte Zwischenziel zum Zielort wie für eine Berechnung vom Zielort über das indirekte Zwischenziel zum Startort an.

[0025] Eine weitere spezielle Ausgestaltung des Navigationssystems sieht vor, dass zusätzlich eine Speichereinheit zur Speicherung von Konfigurationsdateien im Navigationssystem enthalten ist, wobei die Konfigurationsdateien zur Festlegung der Entfernungen dienen, die die Mengen der potentiellen direkten Zwischenziele bestimmen bzw. die Knoten definieren, welche die indirekten Zwischenziele ersetzen.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Landkarte mit einer Gesamtroute sowie wesentlichen Knoten, insbesondere einem direkten Zwischenziel;
- Fig. 2 eine Landkarte wie in Fig. 1, mit insbesondere zwei direkten Zwischenzielen;
- Fig. 3 eine Darstellung von Kriterien zur Festlegung von Entfernungen vom indirekten Zwischenziel;
- Fig. 4 bis 6 Sonderformen von entfernungsbestimmenden Dreiecken.

[0027] In Fig. 1 ist im Hintergrund der Umriss einer Deutschlandkarte zu sehen. In stark vergrößertem Maßstab sind die von einem Bediener einer Routenberechnungseinrichtung vorgegebenen Startort SO, indirektes Zwischenziel IZ und Zielort ZO zu sehen. Zwischen SO und IZ wird eine Zwischenroute berechnet, die in dem dargestellten Fall aus nur vier wesentlichen Knoten zwischen SO und IZ bestehen soll. Anhand von Kriterien, wie beispielsweise der flächenmäßigen Ausdehnung von IZ, wird eine Entfernung E1 festgelegt, welche auch als Kreis um IZ mit dem Radius E1 betrachtet werden kann. Es wird nun derjenige von den vier Knoten der Zwischenroute zwischen SO und IZ ausgewählt, welcher am weitesten von IZ entfernt ist, aber noch innerhalb der Entfernung E1 liegt. Dieser Knoten wird als direktes Zwischenziel DZ1 definiert und die Zwischenroute wird an diesem Knoten gekürzt, so dass sich die erste Teilroute aus den Knoten SO, K1, K2, K3 und DZ1 zusammensetzt. Ausgehend von DZ1 wird danach eine zweite Teilroute zu ZO berechnet, welche die Knoten K4 bis K7 enthält. Die gestrichelt eingezeichnete Gesamtroute wird aus den beiden Teilrouten zusammengesetzt und führt in einer Entfernung, die ein wenig kleiner ist als E1, an dem indirekten Zwischenziel IZ vorbei.

[0028] Aus Fig. 2 geht die Vorgehensweise hervor, wenn IZ nicht durch ein sondern durch zwei direkte Zwischenziele DZ ersetzt wird. Zuerst wird, analog zu Fig. 1, eine erste Zwischenroute zwischen SO und IZ berechnet, dort der erste Knoten, der innerhalb E1 liegt, ausgewählt und als DZ1 definiert und die Zwischenroute

an DZ1 zur ersten Teilroute abgekürzt. Anschließend wird eine zweite Zwischenroute zwischen IZ und ZO berechnet, auf der zweiten Zwischenroute wird der äußerste, innerhalb von E1 liegende Knoten bestimmt und als zweites direktes Zwischenziel DZ2 definiert. Die zweite Zwischenroute wird an DZ2 gekürzt, so dass sie zwischen DZ2 und ZO verläuft. Abschließend wird zwischen DZ1 und DZ3 eine dritte Teilroute berechnet und die gestrichelt dargestellte Gesamtroute aus den drei Teilrouten zusammengesetzt. Die Reihenfolge der einzelnen Schritte kann bis zu einem gewissen Grad variiert werden, da beispielsweise die Zwischenrouten beide gleichzeitig berechnet und DZ1 und DZ2 gleichzeitig bestimmt werden können.

[0029] Mit Fig. 3 wird verdeutlicht, wie die Entfernung zur Auswahl eines Knotens einer Zwischenroute festgelegt wird. Um das indirekte Zwischenziel IZ ist ein Rechteck gelegt, welches die flächenmäßige Ausdehnung von IZ kennzeichnet. Ausgehend von geometrischen Abmessungen dieses Rechtecks, beispielsweise einer Seitenlänge oder Diagonale, wird ein erster Wert als Entfernungswert festgelegt. Dieser wird im hier dargestellten Fall mit fünf unterschiedlichen Faktoren multipliziert, was zu fünf, unterschiedlich großen, gestrichelt eingezeichneten Kreisen um IZ führt. Jeder der fünf Faktoren entspricht einer Straßenklasse, wobei die höchste Straßenklasse, also die Autobahnen, mit dem größten Faktor verknüpft sind und damit auch zum äußersten Kreis führen.

Nachdem die Zwischenroute zwischen SO und IZ berechnet wurde, wird mit der Suche nach dem das indirekte Zwischenziel ersetzenden Knoten begonnen. Dafür wird der größte der fünf Radien als sogenannter zweiter Entfernungswert E2 festgelegt. Dieser Entfernungswert E2 bestimmt alle innerhalb des äußeren Kreises befindlichen Knoten der Zwischenroute zwischen SO und IZ als Menge der potentiellen direkten Zwischenziele, die IZ ersetzen können. An dem ersten außerhalb von E2 liegenden Knoten kann nun mit der Suche begonnen und in Richtung IZ durchgeführt werden. Dazu wird der jeweils nächste Knoten in Richtung IZ auf seine zugehörige Straßenklasse abgefragt und ihm entsprechend der Straßenklasse einer der fünf Radien zugeordnet. Liegt der betrachtete Knoten innerhalb des ihm zugeordneten Radius, so ist das direkte Zwischenziel gefunden. In Fig. 3 liegt ein Knoten K1 zwischen dem äußeren Radius E2 und dem nächstkleineren Radius. Dieser Knoten hat die zweithöchste Straßenklasse, d.h. der Straßenabschnitt, auf dem er liegt, ist eine Bundesstraße. Ihm wird also der zweitgrößte Radius als zu überprüfender Entfernungswert zugeordnet. Da K1 außerhalb des zweitgrößten Radius liegt, muss die Suche fortgesetzt werden. Der nächste, ebenfalls auf einer Bundesstraße befindliche Knoten liegt dann bereits innerhalb des ihm zugeordneten Radius, womit das direkte Zwischenziel DZ1 gefunden ist. Der ihm zugeordnete Radius wird als erster Entfernungswert E1 bezeichnet. Zwischen SO und DZ1 wird nun die

erste Teilroute TR1 bestimmt und ausgehend von DZ1 die zweite Teilroute TR2 berechnet.

[0030] Das in Verbindung mit Fig. 3 beschriebene Vorgehen zur Suche nach dem das indirekte Zwischenziel IZ ersetzenden Knoten DZ1 auf einer Zwischenroute bedeutet für den in Fig. 2 gezeigten Fall von zwei Zwischenrouten und zwei zu suchenden Knoten DZ1 und DZ2, dass die Entfernungswerte für DZ1 und DZ2 je nach Straßenklasse der Knoten unterschiedlich groß ausfallen können. Dann müsste in Fig. 2 für DZ1 ein Radius E1 und für DZ2 beispielsweise ein größerer Radius E3 eingezeichnet werden.

[0031] In bestimmten Fällen kann es vorkommen, dass ausgehend vom größten Radius und der ihm zugeordneten Straßenklasse sich die Straßenklassen der betrachteten Knoten mehrfach ändern. Dann kann es sinnvoll sein, die Suche nach einer bestimmten Anzahl von Klassenwechseln gezielt abubrechen, um eine sinnvolle Gesamtroute zu generieren. Der Benutzer hat bei der Wahl seines indirekten Zwischenzieles sicherlich nicht beabsichtigt, über mehrere Kreuze und Abzweigungen möglichst nah an dieses Zwischenziel herangeführt zu werden, sondern er möchte in vernünftiger Entfernung daran vorbeigeleitet werden.

[0032] Die in Fig. 3 dargestellten, den einzelnen Straßenklassen zugeordneten Radien können über die Betrachtung des durch SO, IZ und ZO aufgespannten Dreiecks noch weiter verändert werden. Einige Sonderfälle dieses Dreiecks sind in den Figs. 4 bis 6 abgebildet. So befindet sich IZ in Fig. 4 relativ nah an SO. Wird zwischen SO und ZO eine Route möglichst über Autobahn gewählt, so wird der größte Radius um IZ relativ großzügig sein. Dies könnte jedoch dazu führen, dass das gefundene direkte Zwischenziel auf der Direktverbindung zwischen SO und ZO liegt, also auf der optimalen Route zwischen SO und ZO. Da der Benutzer jedoch eine Änderung der Route beabsichtigt, sollten die um IZ gelegten Radien eher klein ausfallen. Dies wird erreicht, indem das Verhältnis der Seiten a zu b betrachtet wird. Fällt dieses deutlich ungleich Eins aus, so befindet sich IZ nahe an SO oder ZO und die Radien werden klein gewählt.

[0033] Einen anderen Sonderfall zeigt Fig. 5. Hier liegt IZ weit ab von der optimalen Route zwischen SO und ZO. Eine Betrachtung des Winkels α mit dem Scheitelpunkt in IZ macht dies deutlich. Da dieser Winkel nur eine geringe Größe aufweist, sind größere Radien um IZ zu legen, um ein unnötiges Hin- und Zurückfahren auf einer und derselben Strecke nahe IZ zu vermeiden.

[0034] Der Sonderfall aus Fig. 6 zeigt IZ zwar nahezu mittig zwischen SO und ZO, jedoch befindet sich IZ sehr nahe an der optimalen Route zwischen SO und ZO, was sich in einem kleinen Winkel β mit dem Scheitel an SO ausdrückt. Eine normale Berechnung der Radien nur anhand der flächenmäßigen Ausdehnung von IZ und der Straßenklassen könnte dazu führen, dass das gefundene direkte Zwischenziel ebenfalls genau auf der optimalen Route liegt. Um wiederum dem Wunsch des

Bedieners zu folgen, werden die Radien um IZ bei kleinem Winkel β verkleinert.

[0035] Die Fig. 7 zeigt abschließend das tatsächlich auf einer Ausgabereinheit eines Navigationssystems dargestellte Ergebnis einer erfindungsgemäßen Routenberechnung im Vergleich zu einer bisher mit demselben Navigationssystem möglichen möglichen Routenberechnung über Zwischenziele. Startort SO ist Nürnberg, indirektes Zwischenziel IZ ist Regensburg und Zielort ZO ist München. Wie in dem auf der rechten Seite herausgezogenen vergrößerten Bildausschnitt von IZ zu erkennen ist, führt die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren berechnete Route in einem deutlichen Abstand an Regensburg vorbei. Ein Herunterfahren von der Autobahn wird vollständig vermieden. In dem linken Bildausschnitt ist zu erkennen, das nach dem bisherigen Verfahren IZ wie ein direktes Zwischenziel behandelt wurde und die vorgeschlagene Route bis ins Stadtzentrum von Regensburg hineinführt. Auf den dargestellten Routen sind einzelne Knoten als dickere Punkte entlang der Strecke hervorgehoben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer aus mindestens zwei Teilrouten bestehenden Gesamtroute zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mittels einer Routenberechnungseinrichtung, wobei die Teilrouten aus Knoten und Kanten bestehen und die Gesamtroute an einem indirekten Zwischenziel vorbeiführt, **gekennzeichnet durch** die Schritte

- Berechnung einer ersten Zwischenroute zwischen dem ersten Ort und dem indirekten Zwischenziel,
- Bestimmung eines Knotens auf der ersten Zwischenroute als ein erstes direktes Zwischenziel, wobei sich der Knoten innerhalb einer von ersten Kriterien abhängigen Entfernung von dem indirekten Zwischenziel befindet,
- Festlegung der ersten Teilroute zwischen dem ersten Ort und dem ersten direkten Zwischenziel,
- Berechnung einer zweiten Teilroute zwischen dem ersten direkten Zwischenziel und dem zweiten Ort,
- Zusammensetzung der ersten und der zweiten Teilroute zu der Gesamtroute.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste direkte Zwischenziel aus einer ersten Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen ausgewählt wird, wobei sich die erste Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen aus den Knoten der ersten Zwischenroute zusammensetzt, welche sich innerhalb einer von zweiten Kriterien abhängigen Entfernung von dem indirek-

ten Zwischenziel befinden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Ort ein zweites direktes Zwischenziel ist, ausgehend von diesem zweiten direkten Zwischenziel eine dritte Teilroute zu einem dritten Ort berechnet wird und die dritte Teilroute zu der Gesamtroute hinzugefügt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite direkte Zwischenziel bestimmt wird über die Schritte

- Berechnung einer zweiten Zwischenroute zwischen dem indirekten Zwischenziel und dem dritten Ort,
- Bestimmung eines Knotens auf der zweiten Zwischenroute als das zweite direkte Zwischenziel, wobei sich der Knoten innerhalb einer von ersten Kriterien abhängigen Entfernung von dem indirekten Zwischenziel befindet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite direkte Zwischenziel aus einer zweiten Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen ausgewählt wird, wobei sich die zweite Menge von potentiellen direkten Zwischenzielen aus den Knoten der zweiten Zwischenroute zusammensetzt, welche sich innerhalb einer von zweiten Kriterien abhängigen Entfernung von dem indirekten Zwischenziel befinden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flächenmäßige Ausdehnung des indirekten Zwischenziels zu den ersten und/oder zweiten Kriterien gehört.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klassifizierung der zu den Zwischenrouten gehörenden Straßen zu den ersten und/oder zweiten Kriterien gehört.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrischen Verhältnisse eines durch den ersten Ort, das indirekte Zwischenziel und den zweiten Ort aufgespannten Dreieckes zu den ersten und/oder zweiten Kriterien gehören.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrischen Verhältnisse eines durch den ersten Ort, das indirekte Zwischenziel und den dritten Ort aufgespannten Dreieckes zu den ersten und/oder zweiten Kriterien gehören.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis der Länge von zwei Seiten des Dreieckes zu den ersten und/oder zweiten Kriterien gehört. 5
11. Verfahren nach Anspruch 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe eines Winkels des Dreieckes zu den ersten und/oder zweiten Kriterien gehört. 10
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und/oder zweiten Kriterien an unterschiedliche Benutzer der Routenberechnungseinheit anpassbar und in Abhängigkeit von dem momentanen Benutzer konfigurierbar sind. 15
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und/oder zweiten Kriterien an unterschiedliche geographische Regionen anpassbar und in Abhängigkeit von der momentan zu befahrenden geographischen Region konfigurierbar sind. 20
14. Navigationssystem mit 25
- einer Recheneinheit zur Berechnung einer aus mindestens zwei Teilrouten bestehenden Gesamtroute nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
 - einer mit der Recheneinheit verbundenen Eingabeeinheit zur Eingabe eines indirekten Zwischenzieles und 30
 - einer mit der Recheneinheit verbundenen optischen Ausgabeeinheit. 35
15. Navigationssystem nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optische Ausgabeeinheit zur grafischen Anzeige einer Landkarte ausgebildet ist, wobei auf der Landkarte mindestens das indirekte Zwischenziel, der erste Ort und der zweite oder der dritte Ort sowie der Verlauf der Gesamtroute grafisch hervorhebbar sind 40
16. Navigationssystem nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Berechnung der Gesamtroute zwischen dem ersten und dem dritten Ort die Ausgabeeinheit denselben Verlauf der Gesamtroute anzeigt wie bei einer Berechnung der Gesamtroute zwischen dem dritten und dem ersten Ort. 45 50
17. Navigationssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Navigationssystem eine Speichereinheit zur Speicherung von Konfigurationsdateien enthält, wobei mit den Konfigurationsdateien die ersten und/oder zweiten Kriterien bestimmt werden. 55

FIG 1

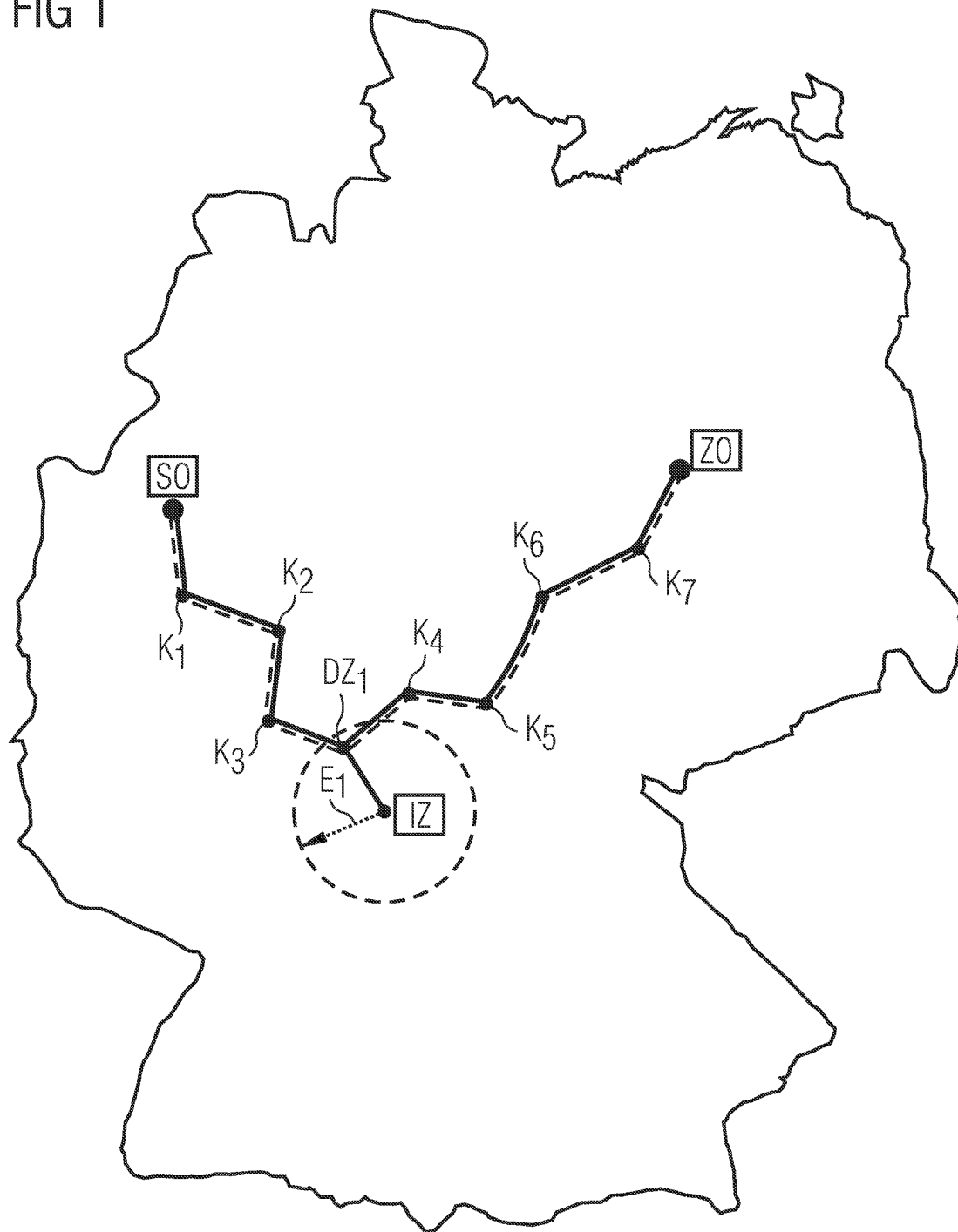


FIG 2

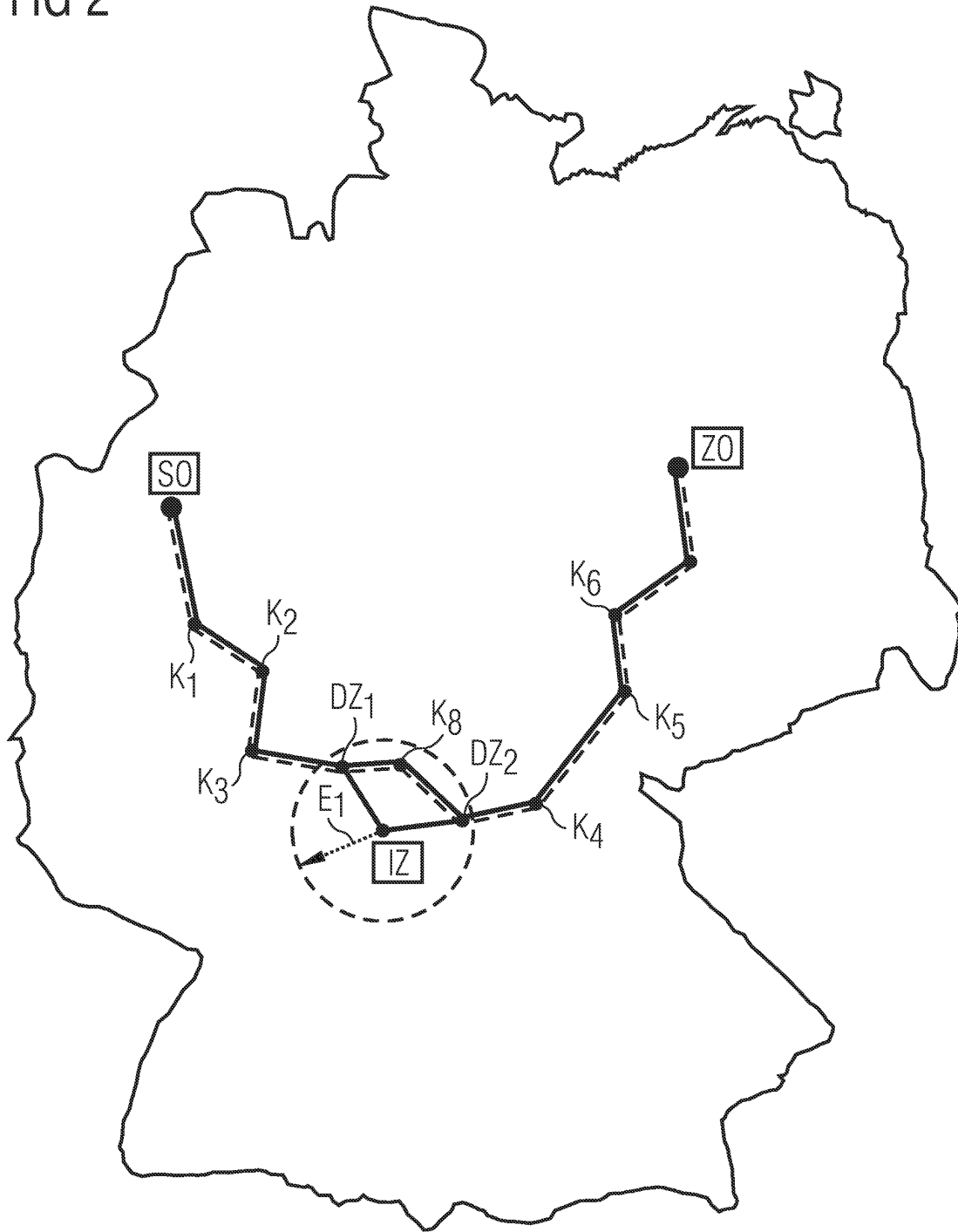


FIG 3

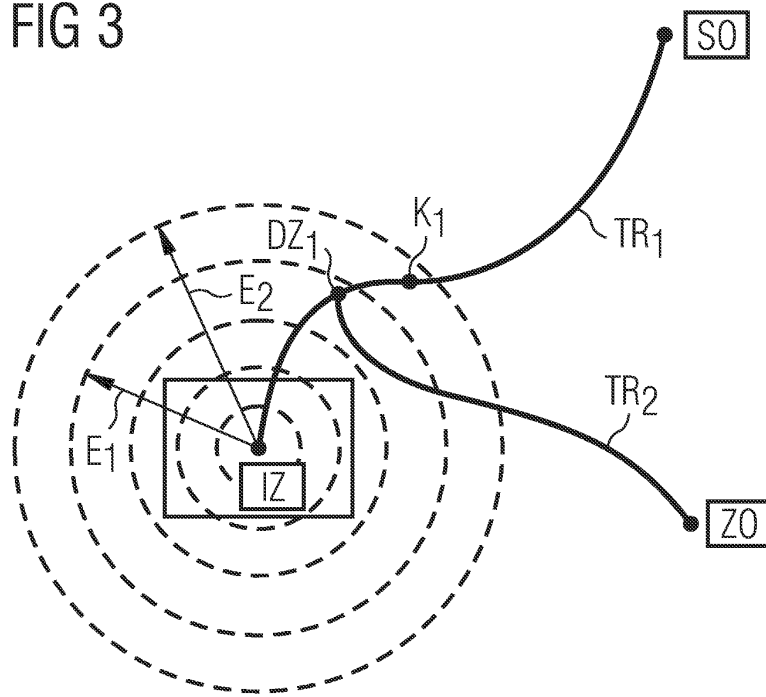


FIG 4

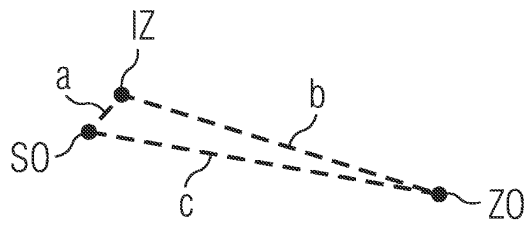


FIG 5

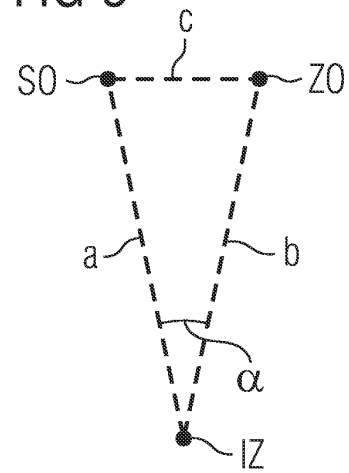


FIG 6

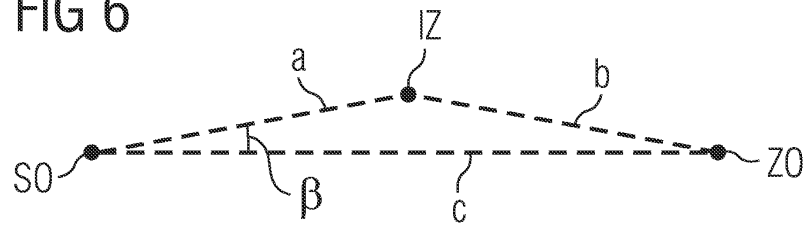


FIG 7

