

(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
6. November 2003 (06.11.2003)

PCT

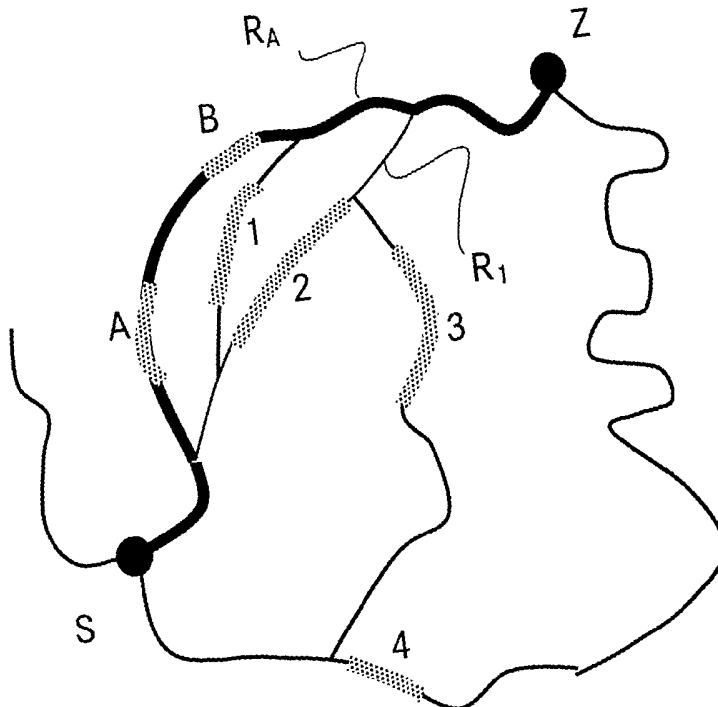
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/091663 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01C 21/34**, (72) **Erfinder; und**
G08G 1/09, 1/0968 (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): ALEKSIC, Mario**
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/04160 [DE/DE]; In den Rosenäckern 43, 78647 Trossingen (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 22. April 2003 (22.04.2003) **DEMIR, Cesim** [DE/DE]; Böblinger Strasse 10, 71134
Aidlingen (DE). **KEPPLER, Martin** [DE/DE]; Ihlinger
(25) Einreichungssprache: Deutsch **RICHTER, Werner** [DE/DE]; Falbenhennenstrasse 15, 70180 Stuttgart (DE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) **Anwälte: LINDNER-VOGT, Karin** usw.; Daimler-
Chrysler AG, Intellectual Property Management, IPM -
(30) Angaben zur Priorität: 102 18 636.7 25. April 2002 (25.04.2002) DE (81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, US. C106, 70546 Stuttgart (DE).
(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von** (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,
US): **DAIMLER CHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
225, 70567 Stuttgart (DE). HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND SYSTEM FOR DYNAMICALLY NAVIGATING A VEHICLE TO ITS DESTINATION

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND SYSTEM ZUR DYNAMISCHEN ZIELFÜHRUNG EINES FAHRZEUGES



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for dynamically navigating a vehicle to its destination, whereby a vehicle-mounted device wirelessly requests route-related data for a driving destination from a traffic center, whereupon the traffic center calculates and stores a route to the driving destination for the vehicle and wirelessly transmits route-related data to the vehicle-mounted device. According to the invention, at least one interruption in traffic flow, which is not located on the calculated route, is monitored in the traffic center and the calculated route is, at least in part, recalculated in the event this interruption in traffic flow eases.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dynamischen Zielführung eines Fahrzeuges, wobei eine fahrzeugseitige Einrichtung routenbezogene Daten für ein Fahrtziel von einer Verkehrszentrale drahtlos anfordert und die Verkehrszentrale daraufhin für das Fahrzeug eine Route zum Fahrtziel berechnet und speichert sowie routenbezogene Daten drahtlos an die fahrzeugseitige

Einrichtung sendet. Erfindungsgemäss wird wenigstens eine nicht auf der berechneten Route lokalisierte Verkehrsstörung in der Verkehrszentrale überwacht und bei einer Verminderung dieser Verkehrsstörung wird die berechnete Route zumindest teilweise neu berechnet.



WO 03/091663 A1



Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

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.

Verfahren und System zur dynamischen Zielführung eines
Fahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dynamischen Zielführung eines Fahrzeuges nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein System zur dynamischen Zielführung eines Fahrzeuges nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 19.

Bei der dynamischen Zielführung eines Fahrzeuges wird die aktuelle und die voraussichtlich im Fahrtverlauf zum Fahrtziel eintretende zukünftige Verkehrslage bei der Auswahl einer Route zum Fahrtziel berücksichtigt. Dabei werden zum einen sogenannte 'On-Board-Verfahren' eingesetzt, bei denen die Bestimmung der Route zum Fahrtziel in einer fahrzeugseitigen Einrichtung erfolgt. Zum anderen werden 'Off-Board-Verfahren' verwendet, bei denen die Berechnung der Route in einer Verkehrszentrale erfolgt. Bei On-Board-Verfahren wird die für die Bestimmung der Route verwendete Verkehrslage der fahrzeugseitigen Einrichtung drahtlos verfügbar gemacht, bei Off-Board-Verfahren wird sie in der Verkehrszentrale vorgehalten und die berechnete Route wird drahtlos an in die fahrzeugseitige Einrichtung gesendet. Nachfolgend werden die der fahrzeugseitigen Einrichtung drahtlos verfügbar gemachten Daten, betreffend die Verkehrslage - beispielsweise Verkehrsstörungen - bzw. die berechnete Route, zusammenfassend als routenbezogene Daten bezeichnet.

In der DE 19547574 A1 wird vorgeschlagen, routenbezogene Daten von einer Verkehrszentrale drahtlos an eine fahrzeugseitige Einrichtung zu senden, wobei in der Verkehrszentrale und/ oder in der fahrzeugseitigen Einrichtung eine Simulation der Fahrt des Fahrzeuges in Echtzeit durchgeführt wird.

Die EP 0838797 A1 legt eine fahrzeugseitige Einrichtung dar, welche zum Empfang von routenbezogenen Daten eingerichtet ist. Mit vorgegebenem Ziel- und Startort des Fahrzeuges wird eine erste Route ohne Berücksichtigung routenbezogener Daten bestimmt. Weiterhin wird eine zweite Route mit Berücksichtigung empfangener routenbezogener Daten bestimmt, soweit die empfangenen routenbezogenen Daten die erste Route betreffen. Ist die voraussichtliche Fahrtzeit auf der zweiten Route kürzer als die voraussichtliche Fahrtzeit auf der ersten Route, so wird dem Fahrer eine Auswahlinformation ausgegeben. Die Auswahlinformation bietet die zweite Route als Alternativroute zur ersten Route an.

Die DE 19956108 A1 bildet den Gegenstand der EP 0838797 A1 weiter. Dazu wird in der DE 19956108 A1 vorgeschlagen, dass die fahrzeugseitige Einrichtung für den Fall, dass empfangene routenbezogene Daten die bestimmte erste Route betreffen, eine Mehrzahl von Routenbestimmungen für Alternativrouten durchführt. Dabei werden Alternativrouten für mehrere Abbiegepunkte bestimmt, an denen ein Verlassen der berechneten ersten Route möglich ist, und dem Fahrer eine entsprechende Auswahlinformation ausgegeben.

Die gattungsbildende EP 0974137 B1 legt ein Verfahren dar, bei dem eine fahrzeugseitige Einrichtung drahtlos routenbezogenen Daten von einer Verkehrszentrale empfängt. Wenn in der Verkehrszentrale eine Verkehrsstörung auf der berechneten Route detektiert wird, ermittelt die Verkehrszentrale eine neue Fahrtroute und sendet diese drahtlos an die fahrzeugseitige Einrichtung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein universelles Verfahren zur dynamischen Zielführung eines Fahrzeuges vorzuschlagen, welches für das Fahrzeug relevante Verkehrsstörungen berücksichtigt und kostengünstig stets für eine optimale Route sorgt. Ebenfalls Aufgabe der Erfindung ist es, ein entsprechendes System vorzuschlagen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe bezüglich des Verfahrens mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und bezüglich des Systems mit den Merkmalen des Patentanspruchs 19. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen.

Erfindungsgemäß wird wenigstens eine nicht auf der berechneten Route lokalisierte Verkehrsstörung in der Verkehrszentrale überwacht und bei einer Verminderung dieser Verkehrsstörung wird die berechnete Route zumindest teilweise neu berechnet. Anders ausgedrückt betrifft die Erfindung beispielsweise den Fall, dass eine Alternativroute zur berechneten Route existiert, wobei die Alternativroute die "bessere" Route wäre, wenn auf ihr nicht eine Verkehrsstörung lokalisiert wäre. Dabei bedeutet "besser" beispielsweise kürzer oder kostengünstiger. Deshalb wird, wenn sich diese Verkehrsstörung vermindert, beispielsweise auflöst, die Route zumindest teilweise neu berechnet. Somit wird erfindungsgemäß stets eine für das Fahrzeug "beste" Route berechnet.

Während es bereits bekannt ist, eine berechnete Route daraufhin zu überwachen, ob dort eine Verkehrsstörung auftritt, wird hier der Fall von nicht auf der berechneten Route lokalisierten Verkehrsstörungen betrachtet. Erfindungsgemäß wird nur dann für das Fahrzeug eine neue Route berechnet, wenn eine solche Verkehrsstörung sich vermindert. Denn wenn beispielsweise eine solche Verkehrsstörung sich "verschlimmert", wird in keinem Fall eine Neuberechnung der Route zu einer anderen als der berechneten Route führen. Zusätzlich wird durch eine entsprechende Auswahl der zu überwachenden Verkehrsstörungen sichergestellt, dass nicht alle sondern nur "relevan-

te" Verkehrsstörungen überwacht werden. Eine Verkehrsstörung ist beispielsweise "relevant" und wird somit überwacht, wenn sie auf einer möglichen alternativen Route zur berechneten Route lokalisiert ist. Somit stellt die Erfindung ein kostenoptimales Vorgehen bei der Realisierung einer dynamischen Zielführung eines Fahrzeugs unter Verwendung einer Verkehrszentrale sicher. Denn eine zumeist kostenbehaftete Versendung routenbezogener Daten wird nicht bei jeder Änderung der Verkehrslage bewirkt, sondern nur bei einer Verminderung einer überwachten Verkehrsstörung. Dabei ist das erfindungsgemäße Verfahren universell sowohl für On-Board-Zielführung als auch für Off-Board-Zielführung sowie für Mischformen (hybride Zielführung) einsetzbar. Zusätzlich wird sowohl bei der On-Board-Zielführung als auch bei der Off-Board-Zielführung der Rechenaufwand in der fahrzeugseitigen Einrichtung bzw. der Verkehrszentrale dadurch minimiert, dass nicht bei jeder Änderung der Verkehrslage eine Neubestimmung bzw. -berechnung der Route notwendig ist. Nur bei einer Verminderung einer überwachten Verkehrsstörung ist eine solche Neubestimmung bzw. Neuberechnung notwendig. Das erfindungsgemäße Verfahren sichert somit universell ein kostenoptimales Vorgehen.

- Rechentechisch einfach selektierbar werden die zu überwachenden, nicht auf der berechneten Route lokalisierten Verkehrsstörungen, wenn alle in einem vorgebbaren Gebiet um die berechnete Route lokalisierten Verkehrsstörungen überwacht werden. Das vorgebbare Gebiet um die berechnete Route kann beispielsweise in Form eines Korridors um die Route ausgeführt sein.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird für den Fall einer Änderung der neu berechneten Route gegenüber der berechneten Route von der Verkehrszentrale drahtlos eine Information an die fahrzeugseitige Einrichtung gesendet. Damit ist die fahrzeugseitige Einrichtung sofort über eine eventuelle Änderung informiert und der Fahrer des Fahrzeuges kann beispielsweise anschließend von der Verkehrszentrale drahtlos

routenbezogene Daten anfordern. Dabei ist eine individuelle Betreuung des Fahrzeuges möglich, da die berechnete Route in der Verkehrszentrale gespeichert ist und somit in der Verkehrszentrale stets bekannt ist, auf welcher Route das Fahrzeug fährt. Da die fahrzeugseitige Einrichtung und/ oder der Fahrer des Fahrzeuges selbst die genaue Position des Fahrzeuges kennt, ist somit eine gezielte Entscheidung möglich, ob neue routenbezogene Daten von der Verkehrszentrale angefordert werden sollen. Die zumeist kostenbehaftete Versendung routenbezogener Daten wird fahrzeugseitig also nur dann initiiert, wenn sie für das Fahrzeug von Vorteil ist, und nicht bei jeder Änderung der neu berechneten Route. Dabei kann die von der Verkehrszentrale drahtlos gesendete Information auch Daten enthalten, ob die neu berechneten Route gegenüber der berechneten Route einen Vorteil, beispielsweise Zeitgewinn, liefert, und wie groß dieser Vorteil ist.

Vorteilhaft ist es, wenn die Verkehrszentrale zusätzlich zu routenbezogenen Daten wenigstens eine Routenänderungs-Ortsposition und wenigstens einen Änderungszeitpunkt zusammen mit der berechneten Route an die fahrzeugseitige Einrichtung sendet. Beispielsweise wird bei der Berechnung einer Route eine zukünftige Verkehrssituation unter Verwendung eines angenommenen Fahrtverlaufs des Fahrzeuges abgeschätzt. Wenn nun das Fahrzeug einen anderen Fahrtverlauf als abgeschätzt aufweist, beispielsweise weil es einen Zwischenstop einlegt, kann die abzuschätzende Verkehrssituation sich geändert haben. Das wiederum würde zur Berechnung einer anderen Route führen. Wenn nun die Ortsposition und der Zeitpunkt der voraussichtlichen Änderung der berechneten Route in der fahrzeugseitigen Einrichtung vorliegt, ist fahrzeugseitig eine einfache (auch automatische) Entscheidung darüber möglich, ob neue, zumeist kostenpflichtige routenbezogene Daten von der Verkehrszentrale angefordert werden sollen. Dabei ist als Änderungszeitpunkt ein "Startzeitpunkt", ab dem eine berechnete Route "gilt", und/ oder ein "Endzeitpunkt", ab dem eine berechnete Route nicht mehr "gilt", vorgesehen. Zusätzlich oder

alternativ kann vorgesehen sein, dass die Verkehrszentrale Informationen über den in der Verkehrszentrale angenommenen Fahrtverlauf des Fahrzeug auf der berechneten Route an die fahrzeugseitige Einrichtung sendet. Der angenommene Fahrtverlauf wird beispielsweise als eine angenommene mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit abgebildet. Ebenfalls zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Verkehrszentrale routenbezogene Daten betreffend eine neu berechnete Route ab der Routenänderungs-Ortsposition an die fahrzeugseitige Einrichtung sendet.

Mit Vorteil wird vorgeschlagen, dass die Route nur dann neu berechnet wird, wenn eine nicht auf der berechneten Route lokalisierte Verkehrsstörung sich um mehr als ein vorgebbares Maß vermindert. Durch die Verwendung eines derartigen Schwellwertes wird die Häufigkeit der Neuberechnung der Route vermindert, ohne größere Einbußen an Genauigkeit hinnehmen zu müssen.

In einer bevorzugten Realisierungsform der Erfindung sind die routenbezogenen Daten als Verkehrsdaten ausgebildet. Dies entspricht der Ausprägung der Erfindung als On-Board-Zielführung. Die Verkehrszentrale sendet dabei drahtlos Verkehrsdaten an die fahrzeugseitige Einrichtung und die fahrzeugseitige Einrichtung verwendet die empfangenen Verkehrsdaten zur dynamischen Zielführung des Fahrzeuges, indem unter Verwendung der Verkehrsdaten eine Route bestimmt wird. Beispielsweise werden die für das Fahrzeug "relevanten", d.h. die in der Verkehrszentrale überwachten, Verkehrsstörungen als Verkehrsdaten gesendet. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Verkehrsdaten individuell für das Fahrzeug in der Verkehrszentrale zusammengestellt werden. Derart "individualisierte" Verkehrsdaten werden beispielsweise durch eine Übertragung der Fahrzeugposition bei der fahrzeugseitigen Anforderung der routenbezogenen Daten bewirkt. Insbesondere wenn bei einer Änderung der in der Verkehrszentrale neu berechneten Route gegenüber der berechneten Route drahtlos eine Information von der Verkehrszentrale an die fahrzeugseitige

Einrichtung gesendet wird, können von der fahrzeugseitigen Einrichtung stets zeitnah aktuelle, individualisierte Verkehrsdaten angefordert werden.

In einer weiteren bevorzugten Realisierungsform der Erfindung sind die routenbezogenen Daten als Fahrtroutendaten ausgebildet. Dies entspricht der Ausprägung der Erfindung als Off-Board-Zielführung. Dabei wird in der Verkehrszentrale unter Verwendung beispielsweise der überwachten Verkehrsstörungen eine Route für das Fahrzeug berechnet und anschließend wird diese berechnete Route der fahrzeugseitigen Einrichtung drahtlos bereitgestellt.

Mit Vorteil wird vorgeschlagen, dass für den Fall der On-Board-Zielführung, d.h. wenn die routenbezogenen Daten als Verkehrsdaten ausgebildet sind, zusätzlich Information über den Verlauf einer berechneten bzw. bestimmten Route zwischen fahrzeugseitiger Einrichtung und Verkehrszentrale drahtlos übertragen wird. Beispielsweise wird unter Verwendung sogenannter Wegepunkte, d.h. von auf der berechneten bzw. bestimmten Route liegenden "Stützstellen", sichergestellt, dass Verkehrszentrale und fahrzeugseitige Einrichtung dieselbe Route berechnen bzw. bestimmen. Dafür wählt die fahrzeugseitige Einrichtung bzw. die Verkehrszentrale geeignete auf der Route liegende Punkte aus und überträgt sie, beispielsweise jeweils zusammen mit der Anforderung bzw. Versendung von routenbezogenen Daten. Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass bei fehlender Übereinstimmung zwischen der in der fahrzeugseitigen Einrichtung bestimmten Route und der in der Verkehrszentrale berechneten Route drahtlos eine entsprechende Information gesendet wird. Die Übereinstimmung wird dabei geprüft, indem beispielsweise in der fahrzeugseitigen Einrichtung unter Verwendung der Information über den Verlauf der in der Verkehrszentrale berechneten Route diese Route rekonstruiert und mit der in der fahrzeugseitigen Einrichtung selbst bestimmten Route verglichen wird. Somit wird sichergestellt, dass die in der fahrzeugseitigen Einrichtung bestimmte Route und die in

der Verkehrszentrale berechneten Route selbst dann übereinstimmen, wenn jeweils verschiedene Matching- und/ oder Routingverfahren und/ oder Datenbasen (digitale Straßenkarten) verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich ist vorgesehen, in der Verkehrszentrale unter Verwendung der Information über den Verlauf der in der fahrzeugseitigen Einrichtung berechneten Route diese Route zu rekonstruieren und mit der in der Verkehrszentrale selbst bestimmten Route zu vergleichen. Dabei ist auch die Verwendung (beispielsweise zur Selektion zu überwachender Verkehrsstörungen) einer derart rekonstruierten Route in der Verkehrszentrale möglich, wenn die rekonstruierte Route nicht mit der in der Verkehrszentrale selbst bestimmten Route übereinstimmt.

Ebenfalls vorteilhaft bei der On-Board-Zielführung ist es, zusätzlich Information über das vorgebbare Gebiet zwischen fahrzeugseitiger Einrichtung und Verkehrszentrale zu übertragen. Beispielsweise kann die fahrzeugseitige Einrichtung von der Verkehrszentrale ein bestimmtes vorgegbares Gebiet abfragen und so über die in diesem Gebiet lokalisierten Verkehrsstörungen informiert werden oder die Verkehrszentrale informiert die fahrzeugseitige Einrichtung über die Größe des vorgegebenen Gebietes. Hierdurch wird zuverlässig für eine bestmögliche Betreuung des Fahrzeugs mit geringstem Kostenaufwand gesorgt. So werden beispielsweise beim Verlassen der Route, bei der Wahl eines neuen Fahrtziels oder beim Ansteuern eines Zwischenziels durch das Fahrzeug nur dann neue Verkehrsdaten von der Verkehrszentrale angefordert, wenn ein Teil der neuen Route außerhalb des vorgebbaren Gebiets liegt, d.h. in einem Bereich ohne routenbezogene Daten. Diese Anforderung kann manuell durch den Fahrer oder automatisiert erfolgen. Mit anderen Worten wird so durch die Information über das vorgebbare Gebiet in der fahrzeugseitigen Einrichtung bei einer Routenänderung durch das Fahrzeug, welche innerhalb des vorgebbaren Gebietes stattfindet, sichergestellt, dass auch für die neue Route routenbezogene Daten in der fahrzeugseitigen Einrichtung vorliegen.

Eine Neuberechnung der Route in der Verkehrszentrale wird vereinfacht, wenn nur der Teil der berechneten Route neu berechnet wird, den das Fahrzeug unter Annahme einer Mindestgeschwindigkeit noch nicht durchfahren hat. Eine solche Mindestgeschwindigkeit kann beispielsweise aus entsprechenden Datenbanken ausgelesen werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn drei Neuberechnungen der Route unter Verwendung von drei verschiedenen Durchschnittsgeschwindigkeiten des Fahrzeugs auf seiner Route durchgeführt werden. Diese drei Durchschnittsgeschwindigkeiten entsprechen einer statistisch langsamsten, schnellsten und durchschnittlichen Fahrweise. Solche statistischen Daten werden beispielsweise aus historischen Quelle-Ziel-Beziehungen, die mit Reisezeitangaben versehen gespeichert worden sind, gewonnen. Somit wird berücksichtigt, dass die exakte Position des Fahrzeuges in der Verkehrszentrale nicht bekannt ist. Diese drei Neuberechnungen ermöglichen nämlich in optimaler Weise eine Berücksichtigung von 'Entscheidungspunkten', an denen das Fahrzeug die vorberechnete Route verlassen kann, um auf die neu berechnete Route zu wechseln. Durch die Verwendung von drei verschiedenen Durchschnittsgeschwindigkeiten sind alle praktischen Anwendungsfälle betreffend die Position des Fahrzeug abgedeckt. Beispielsweise wird für den Fall einer Änderung der neu berechneten Route gegenüber der berechneten Route von der Verkehrszentrale drahtlos eine Information an die fahrzeugseitige Einrichtung gesendet, umfassend Entscheidungspunkte. Durch einen Vergleich der aktuellen Fahrzeugposition mit den Entscheidungspunkten ist die Auswahl des für das Fahrzeug besten, d.h. auf seiner Route nächstliegenden, Entscheidungspunktes möglich.

Mit Vorteil wird vorgeschlagen, dass die oder jede Verkehrsstörung mindestens für eine verkehrszentralenseitig abgeschätzte Fahrtzielerreichungszeitdauer des Fahrzeugs überwacht wird. Dies stellt in besonders einfacher Weise sicher, dass das Fahrzeug während der gesamten Fahrtdauer optimal be-

treut wird. Die Fahrtzielerreichungszeitdauer kann beispielsweise unter Verwendung einer Mindestgeschwindigkeit abgeschätzt werden.

Vorteilhaft ist die zusätzliche drahtlose Übertragung einer fahrzeugseitig bestimmten, beispielsweise geschätzten, Fahrtzielankunftszeit von der fahrzeugseitigen Einrichtung an die Verkehrszentrale. Dies ermöglicht eine zuverlässige Bestimmung, für welchen Zeitraum die oder jede Verkehrsstörung in der Verkehrszentrale überwacht wird. Beispielsweise überträgt die fahrzeugseitige Einrichtung dafür zusammen mit der Anforderung von routenbezogenen Daten eine entsprechende Information an die Verkehrszentrale. Wenn die Fahrtzielankunftszeit erreicht ist, wird die Überwachung der oder jeder Verkehrsstörung in der Verkehrszentrale beendet. Zusätzlich kann die Fahrtzielankunftszeit auch im Fahrzeug abgespeichert werden. Wenn dann im Fahrzeug die Fahrtzielankunftszeit in bestimmten Zeitabständen aktualisiert wird, kann bei Überschreitung einer vorgebbaren Abweichung zwischen aktualisierter und abgespeicherter Fahrtzielankunftszeit die aktualisierte Fahrtzielankunftszeit an die Verkehrszentrale übertragen werden. Somit wird der Zeitraum der Überwachung der oder jeder Verkehrsstörung in der Verkehrszentrale genau an den Fahrtverlauf des Fahrzeuges angepasst. Somit wird berücksichtigt, wenn beispielsweise das Fahrzeug mehr (z.B. wenn das Fahrzeug langsamer als abgeschätzt unterwegs ist oder wenn es eine Fahrtunterbrechung einlegt) oder weniger (z.B. wenn das Fahrzeug schneller als abgeschätzt unterwegs ist) als die vorgebbare Abweichung benötigt um sein Fahrtziel zu erreichen. Alternativ oder zusätzlich ist vorgesehen, dass von der fahrzeugseitigen Einrichtung bei der Feststellung einer solchen Abweichung die aktuelle Fahrzeugposition an die Verkehrszentrale gesendet wird. Als weitere Alternative oder zusätzlich ist vorgesehen, dass die fahrzeugseitige Einrichtung nach dem Empfang routenbezogener Daten von der Verkehrszentrale automatisch eine Rückmeldung an die Verkehrszentrale senden kann. Hierdurch wird zuverlässig sichergestellt, dass die Ü-

berwachung in der Verkehrszentrale beendet wird, wenn das Fahrzeug sein Fahrtziel erreicht und/ oder wenn die Zielführung abgebrochen wird, da dann die fahrzeugseitige Einrichtung keine solche Rückmeldung senden wird. Um der Möglichkeit Rechnung zu tragen, dass die drahtlose Verbindung zwischen fahrzeugseitiger Einrichtung und Verkehrszentrale kurzzeitig nicht verfügbar ist, kann vorgesehen sein, dass die Verkehrszentrale für einen gewissen Zeitraum nach der Versendung routenbezogener Daten an das Fahrzeug auf diese Rückmeldung wartet, bevor die Überwachung der oder jeder Verkehrsstörung beendet wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn zur Bestimmung zu überwachender Verkehrsstörungen in einem ersten Schritt eine Route R_1 ohne Berücksichtigung von Verkehrsstörungen zum Fahrtziel berechnet wird, in einem zweiten Schritt eine Route R_A unter Berücksichtigung aller Verkehrsstörungen zum Fahrtziel berechnet wird, in einem dritten Schritt alle Verkehrsstörungen auf R_1 überwacht werden und unter Berücksichtigung nur der bereits überwachten Verkehrsstörungen eine Route R_2 zum Fahrtziel berechnet wird, in einem vierten Schritt alle Verkehrsstörungen auf der zuvor berechneten Route R_i , $i \geq 2$, überwacht werden und eine Route R_{i+1} unter Berücksichtigung der überwachten Verkehrsstörungen zum Fahrtziel berechnet wird und der vierte Schritt so lange wiederholt wird, bis die Route R_i der Route R_A entspricht und bereits in einem vorherigen Schritt alle gegebenenfalls existierenden Verkehrsstörungen auf R_A überwacht werden. Mit diesem Vorgehen werden zum einen nur solche Verkehrsstörungen ermittelt, die auf Routen lokalisiert sind welche bei einer Neuberechnung eine neue Route für das Fahrzeug sein können. Zum anderen werden nur solche Verkehrsstörungen überwacht, bei deren Verkleinerung oder Auflösung sich bei einer Neuberechnung der Route eine geänderte Route ergeben könnte. Es werden also nur "relevante" Verkehrsstörungen auf "relevanten" Routen (d.h. Alternativrouten) überwacht. Dabei sind Alternativrouten solche Routen,

die bei Auflösung einer oder mehrerer Verkehrsstörungen als neue Route für das Fahrzeug berechnet werden könnten.

Der erste Vorteil folgt daraus, dass in jedem Schritt Routen berechnet werden, die unter Berücksichtigung eines Teils der tatsächlich vorhandenen Verkehrsstörungen "optimal" sind. Anders gesagt wären diese Routen dann optimal, wenn sich nicht überwachte Verkehrsstörungen auflösen würden. Da nur Verkehrsstörungen auf den so berechneten Routen überwacht werden, ergibt sich gerade der erste Vorteil. Der zweite Vorteil wird durch einen Widerspruchsbeweis nachgewiesen. Angenommen, es gäbe eine Route R_x , auf der sich eine oder mehrere Störungen S_1, \dots, S_n befinden, die nicht durch das beschriebene Verfahren überwacht werden. Und weiter angenommen, diese Route R_x wäre bei Auflösung der Störungen S_1, \dots, S_n besser als die unter Berücksichtigung aller Verkehrsstörungen berechnete Route R_A . Da es darum geht, ob die Verkehrsstörungen S_1, \dots, S_n für die Erkennung einer Änderung der optimalen Route überwacht werden müssen, deckt die Annahme der vollständigen Auflösung aller Verkehrsstörungen auch alle anderen Fälle ab. Eine Auflösung ist die weitestgehende Änderung, die unerkannt bleiben würde, wenn die Verkehrsstörungen nicht überwacht werden. Laut Annahme werden S_1, \dots, S_n nicht überwacht und werden somit nicht bei der Bestimmung der Route berücksichtigt. Das entspricht für die Routenberechnung dem Fall, dass alle Verkehrsstörungen aufgelöst sind. Da in dieser Situation aber Route R_x besser als R_A wird, wird dann auch Route R_x als eine optimale Route R_i bestimmt, bevor ein Abbruchkriterium erreicht wird. Dann werden laut Verfahren aber alle Störungen S_1, \dots, S_n als zu überwachen markiert, was ein Widerspruch zur Annahme ist.

Üblicherweise sind nur wenige Verkehrsstörungen zu überwachen, so dass der Aufwand in der Verkehrszentrale zur Berechnung der Route zum Fahrtziel nur einen geringen Rechenaufwand erfordert. Um aber zuverlässig zu verhindern, dass der Rechenaufwand zu groß wird, wird mit Vorteil vorgeschlagen,

dass die Anzahl der zu berechnenden Routen R_i auf einen vorgebbaren Maximalwert n begrenzt wird. Somit werden mit minimiertem Rechenaufwand die wichtigsten Verkehrsstörungen überwacht. Eine vorteilhafte Weiterbildung ergibt sich dadurch, dass weitere Routen R_i berechnet werden, beispielsweise zu einem späteren Zeitpunkt. Beispielsweise werden die weiteren Routen R_i dann berechnet, wenn die Rechenbelastung der Verkehrszentrale gering ist. Somit wird zu Spitzenzeiten eine Überbelastung der Verkehrszentrale verhindert, es werden aber dennoch alle Verkehrsstörungen überwacht.

Die Erfindung ist vorzugsweise als Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln realisiert, wobei eine jeweilige Ausprägung des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführt wird, wenn das jeweilige Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

Eine weitere bevorzugte Realisierungsform der Erfindung stellt ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln dar, wobei die Programmcode-Mittel die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um eine jeweilige Ausprägung des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen, wenn das jeweilige Programmprodukt auf einem Computer ausgeführt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 schematisch verschiedene Verkehrsstörungen bei einer dynamischen Zielführung,
- Fig. 2 a, b, c, d, e, f Schritte einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Selektion zu überwachender Verkehrsstörungen,
- Fig. 3 eine Festlegung von Grenzkosten einer Störung,
- Fig. 4 Entscheidungspunkte auf einer berechneten Route,
- Fig. 5 Entscheidungspunkte auf einer wegen einer Verkleinerung einer Verkehrsstörung neu berechneten Route,
- Fig. 6 Bestimmung von Entscheidungspunkten durch Berechnung eines "kürzeste-Wege-Baumes",

- Fig. 7 a, b, c Ermittlung der Entscheidungspunkte durch eine Abfolge mehrerer Routenberechnungen,
- Fig. 8 a, b Unterschiede zwischen Berechnung des "kürzeste-Wege-Baums" und separaten Teilroutenberechnungen,
- Fig. 9 Verwendung von Entscheidungspunkten im Zusammenhang mit Fahrzeugpositionen,
- Fig. 10 eine Verwendung von Information über das vorgebbare Gebiet,
- Fig. 11 Verwendung einer fahrzeugseitig bestimmten Fahrtziel-Ankunftszeit,
- Fig. 12 a, b, c schematisch die Verwendung einer Routenänderungs-Ortsposition mit Änderungszeitpunkt einer berechneten Route,
- Fig. 13 a, b, c den Einsatz von Routenänderungs-Ortspositionen mit Änderungszeitpunkten einer berechneten Route,
- Fig. 14 welche Daten bezüglich Routenänderungs-Ortspositionen von der Verkehrszentrale zur fahrzeugseitigen Einrichtung übertragen werden.

In Fig. 1 sind schematisch verschiedene Verkehrsstörungen bei einer dynamischen Zielführung von einem Startort S zu einem Zielort Z dargestellt. Herkömmlicherweise werden auf einer für ein Fahrzeug berechneten Route R lokalisierte Verkehrsstörungen A, B überwacht. Eine Neuberechnung der Route wird dabei bei einer Verschlechterung der Verkehrslage auf dieser Route durchgeführt, d.h. entweder bei einer "Verschlimmerung" von A und/ oder B und/ oder bei Entstehung einer neuen Verkehrsstörung; bei einer Verbesserung der Verkehrslage auf der berechneten Route wird dagegen keine Neuberechnung durchgeführt.

Neuartigerweise werden nun zusätzlich nicht auf der berechneten Route R lokalisierte "relevante" Verkehrsstörungen überwacht. Dabei bedeutet "relevant", dass eine Verkleinerung oder Auflösung der Verkehrsstörung zu einer anderen Route führen könnte. Nicht auf der berechneten Route R lokalisiert

sind in Fig. 1 die Verkehrsstörungen 1, 2, 3, 4. Die Verkehrsstörungen 1, 2, 3, 4 sind auf alternativen Routen vom Startort S zum Zielort Z lokalisiert. Wenn sich eine der Verkehrsstörungen 1, 2, 3 verkleinern oder auflösen würde - und die Verkehrsstörungen auf der berechneten Route R unverändert bleiben würden - würde die entsprechende Alternativ-Route "besser" sein. Deshalb sind die Verkehrsstörungen 1, 2, 3 "relevant" und werden überwacht. Verkehrsstörung 4 liegt dagegen auf einer solchen Strecke, die nur über einen sehr weiten Umweg zum Zielort Z führt. Selbst wenn sich Verkehrsstörung 4 auflösen würde, würde sich keine bessere Alternative zur berechneten Route R ergeben. Verkehrsstörung 4 ist daher nicht relevant und wird nicht überwacht. Zu beachten ist, dass eine Änderung der berechneten Route durch eine Verschlechterung der Verkehrslage außerhalb der berechneten Route R (d.h. durch eine Vergrößerung einer oder mehrere Verkehrsstörungen 1, 2, 3, 4 und/ oder das Entstehen einer neuen Verkehrsstörung) nicht möglich ist.

Noch angemerkt sei dass in Fig. 1, bei entsprechender Wahl des vorgebbaren Gebietes innerhalb dessen Verkehrsstörungen überwacht werden, zusätzlich zu den "relevanten" Verkehrsstörungen 1, 2, 3 auch Verkehrsstörung 4 als relevant betrachtet werden könnte. Obwohl eine Verkleinerung oder Auflösung dieser Verkehrsstörung 4 nicht zu einer Änderung der Route führen wird, würde in diesem Fall die Route neu berechnet. Jedoch würde die Verkehrszentrale keine Information an die fahrzeugseitige Einrichtung senden, da die neu berechnete Route ja der (vorher berechneten) Route R entspricht. Bei "großzügiger" Wahl des vorgebbaren Gebietes steht somit der niedrige Rechenaufwand bei der ursprünglichen Routenanfrage der fahrzeugseitigen Einrichtung, bei der Bestimmung "relevanter" Verkehrsstörungen, einem höheren Rechenaufwand bei Verbesserung der Verkehrslage, mit größerer Anzahl zu berücksichtigender Verkehrsstörungen bei einer Neuberechnung der Route, gegenüber. Durch die Wahl eines kleineren Gebietes kann der Rechenaufwand bei der Neuberechnung der Route ver-

ringert werden, jedoch werden eventuell "relevante" Verkehrsstörungen als "nicht relevant" betrachtet. In jedem Fall wird dabei eine Neuberechnung der Route bei einer Verbesserung der Verkehrslage um ein vorgegebenes Maß durchgeführt.

Fig. 2 zeigt Schritte einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Selektion zu überwachender Verkehrsstörungen. Dabei zeigt Fig. 2a die Berechnung der optimalen Route R_1 ohne Berücksichtigung von Verkehrsstörungen (erster Schritt), Fig. 2b die Berechnung der Route R_A mit Berücksichtigung aller Verkehrsstörungen (zweiter Schritt), Fig. 2c die Selektion der Verkehrsstörung 2 auf R_1 als "relevant" und Berechnung von Route R_2 unter Berücksichtigung dieser Verkehrsstörung (dritter Schritt), Fig. 2d die Selektion der Verkehrsstörung 1 und Berechnung von Route R_3 , wobei die Route R_3 der Route R_A entspricht (vierter Schritt; da noch nicht alle Verkehrsstörungen auf R_A markiert worden sind, müssen weitere Routenberechnungen erfolgen), Fig. 2e die Selektion von Verkehrsstörungen A und B und Berechnung von Route R_4 (erste Wiederholung vierter Schritt) und Fig. 2f die Selektion von Verkehrsstörung 3 und Berechnung von Route R_5 , wobei die Route R_5 der Route R_A entspricht (zweite Wiederholung vierter Schritt, da bereits in einem früheren Schritt Verkehrsstörungen A und B markiert wurden, wird hier abgebrochen).

Aus Fig. 3 ist eine Festlegung von Grenzkosten $G(VS)$ einer Verkehrsstörung VS abzulesen. Dargestellt sind eine Teilroute $R_{A, \text{neu } (1)}$ vom Startort S zum Beginn der Verkehrsstörung VS (der Ortsposition P), eine Teilroute $R_{A, \text{neu } (2)}$ vom Beginn der Verkehrsstörung VS (der Ortsposition P) zum Zielort Z , eine berechnete Route R_A und die Verkehrsstörung VS .

Jeder als "relevant" erkannter Verkehrsstörung VS werden Kosten $K(VS)$ zugeordnet, die z.B. den verursachten Zeitverlust beinhalten. Außerdem werden Grenzkosten $G(VS)$ ermittelt, bei deren Unterschreitung eine Änderung der berechneten Route

möglich ist. Die Grenzkosten $G(VS)$ werden dabei so gewählt, dass im Falle der Änderung der berechneten Route bei irgendeiner Verkehrsstörung VS die Grenzkosten unterschritten werden. Umgekehrt kann es vorkommen, dass die Grenzkosten bei einer Verkehrsstörung unterschritten werden, obwohl die neu berechnete Route unverändert, d.h. die gleiche wie die bereits berechnete Route, bleibt.

Zur Herleitung der angegebenen Grenzkosten $G(VS)$ wird die Verkehrsstörung VS betrachtet, deren Kosten auf einen niedrigeren Wert $K_{neu}(VS)$ sinken und dadurch eine Änderung der berechneten Route bewirken. Alle anderen "relevanten" Verkehrsstörungen bleiben unverändert. Nun ist die Reisezeit entlang der neu berechneten Route $R_{A, neu}$ gesucht. Da die neu berechnete Route nach Voraussetzung durch die Verkleinerung der Verkehrsstörung VS verursacht wurde, muss $R_{A, neu}$ durch VS verlaufen. Die Route $R_{A, neu}$ besteht also aus einem Anteil $R_{A, neu(1)}$, der vom Startort S bis zum Beginn der Verkehrsstörung VS an der Ortsposition P verläuft und einen Teil $R_{A, neu(2)}$, der von der Ortsposition P durch die Störung S zum Zielort Z verläuft. Dazu wird angenommen, dass entlang des Streckenabschnitts, der durch die Verkehrsstörung VS belegt wird, nicht von der Strecke abgelenkt werden kann. Wäre dies der Fall, würde $R_{A, neu}$ nicht unbedingt durch die gesamte Verkehrsstörung VS laufen und die hier betrachteten Grenzkosten würden keine Erkennung einer Änderung der berechneten Route sicherstellen.

Bei der ursprünglichen Routenanfrage wurde die Verkehrsstörung VS als "relevant" selektiert, als eine Route R_i vom Startort S zum Zielort Z berechnet wurde, auf der die Verkehrsstörung VS lokalisiert ist. R_i besteht aus einem Teil $R_{i(1)}$ vom Startort S zur Ortsposition P und einem Teil $R_{i(2)}$ von P zum Zielort Z . R_i ist "optimal" unter der Bedingung, dass nur die zum Zeitpunkt der Berechnung von R_i als "relevant" selektierten Verkehrsstörungen berücksichtigt werden. Da R_i dann "optimal" ist, sind unter dieser Bedingung auch $R_{i(1)}$ und $R_{i(2)}$ "optimal". Die Reisezeit auf R_i , bei der eben-

falls nur die bereits selektierten Verkehrsstörungen berücksichtigt werden, wird mit $t^*(R_i)$ bezeichnet, entsprechendes gilt für die Reisezeiten der Teilrouten $R_{i(1)}$ und $R_{i(2)}$. Zu beachten ist dabei dass auch die Verkehrsstörung VS selbst zum Zeitpunkt der Berechnung von R_i noch nicht als "relevant" markiert ist. Die unter Berücksichtigung aller Verkehrsstörungen "optimale" Teilroute $R_{A,neu(1)}$ kann eine größere oder die gleiche Reisezeit haben wie $t^*(R_{i(1)})$, wo nur ein Teil aller Verkehrsstörung berücksichtigt wurden. Da sowohl $R_{A,neu(2)}$ als auch $R_{i(2)}$ durch die Verkehrsstörung VS laufen und die Kosten von VS in $t^*(R_{i(2)})$ nicht enthalten sind, kann $R_{A,neu(2)}$ nur eine größere oder die gleiche Reisezeit haben wie die um die Kosten der Verkehrsstörung VS erhöhte Reisezeit von $R_{i(2)}$:

$$t^*(R_{i(2)}) + K_{neu}(VS).$$

Es gilt also:

$$t^*(R_{i(1)}) \leq t(R_{A,neu(1)})$$

und

$$t^*(R_{i(2)}) + K_{neu}(VS) \leq t(R_{A,neu(2)}),$$

damit gilt auch:

$$t^*(R_i) + K_{neu}(VS) \leq t(R_{A,neu}).$$

Da $R_{A,neu}$ nach Voraussetzung günstiger ist als die ursprünglich berechnete Route R_A gilt außerdem:

$$t(R_{A,neu}) < t(R_A)$$

und damit

$$t^*(R_i) + K_{neu}(VS) < t(R_A) \text{ bzw. } K_{neu}(VS) < t(R_A) - t^*(R_i).$$

Deshalb werden die Grenzkosten $G(VS) = t(R_A) - t^*(R_i)$ gewählt. Dieser Wert kann während der Bestimmung "relevanter" Verkehrsstörungen bei der ursprünglichen Routenanfrage berechnet werden und dessen Unterschreitung kann bei jeder Änderung der Verkehrslage leicht überprüft werden.

Um auch bei Verkehrsstörungen, die sich über mehrere aufeinanderfolgende Streckenabschnitte erstrecken, sicherzustellen, dass eine Änderung der "optimalen" Route erkannt wird, können solche Verkehrsstörungen in je einen Anteil pro betroffenen Streckenabschnitt aufgeteilt werden. Mit anderen Worten kön-

nen Verkehrsstörungen VS, die über mehrere Streckenabschnitte k_1, \dots, k_n verlaufen, in mehrere Verkehrsstörungen S_1, \dots, S_n aufgeteilt werden, die jeweils als eigenständige Verkehrsstörung betrachtet werden, wobei jede Verkehrsstörung S_i den Anteil der Verkehrsstörung S beinhaltet, der sich auf Streckenabschnitt k_i befindet.

Anhand Fig. 4 und Fig. 5 wird das Konzept der Entscheidungspunkte näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 4 Entscheidungspunkte auf der berechneten Route, und Fig. 5 Entscheidungspunkte auf der wegen einer Verkleinerung einer Verkehrsstörung neu berechneten Route. Entscheidungspunkte werden von der Verkehrszentrale bei einer Änderung der berechneten Route verwendet, um ohne genaue Kenntnis der Fahrzeugposition dem Fahrzeug mitzuteilen, an welchen Punkten, d.h. Ortspositionen der ursprünglich berechneten Route ein Wechsel auf eine Alternativroute einen Kostenvorteil (z.B. Zeitvorteil) bringt. Beim Verlassen der ursprünglich berechneten Route am nächsten in Fahrtrichtung des Fahrzeugs liegenden Entscheidungspunkt kann der größte Kostenvorteil erzielt werden. Deshalb wird vom fahrzeugseitigen System dieser Punkt ausgewählt und angezeigt. Dann kann entschieden werden, beispielsweise vom Fahrzeugführer oder automatisch, ob er für den erwarteten Kostenvorteil eine ggf. kostenpflichtige Anfrage nach neuen routenbezogenen Daten (Verkehrsdaten bei On-Board-Zielführung bzw. Fahrtroutendaten nach einer Neuberechnung der Route bei Off-Board-Zielführung) startet.

In Fig. 4 sind Entscheidungspunkte P_1, P_2 sowie Routen R_1, R_2, R_3 und eine Verkehrsstörung VS dargestellt. Dabei hat sich die "optimale" Route durch eine auf der ursprünglich berechneten Route R_3 neu aufgetretene Verkehrsstörung VS geändert. Je nach Fahrzeug-Position ist eine der beiden Alternativrouten oder die ursprüngliche Route die günstigste. Befindet sich das Fahrzeug vor dem Entscheidungspunkt P_1 , so ist R_1 die "beste" Route. Befindet sich das Fahrzeug zwischen den Entscheidungspunkten P_1 und P_2 , so ist R_2 die "beste" Route.

Befindet sich das Fahrzeug nach dem Entscheidungspunkt P_2 , so ist R_S die "beste" Route.

Das Prinzip der Entscheidungspunkte ist ebenfalls anwendbar, wenn sich die berechnete Route durch eine Verkleinerung oder Auflösung einer relevanten Störung ändert. Dies ist in Fig. 5 gezeigt. Dargestellt sind wiederum Entscheidungspunkte P_1 , P_2 sowie Routen R' , $R(P_1)$, $R(P_2)$ und eine Verkehrsstörung VS' . Dabei hat sich die "optimale" Route R' durch eine Verkleinerung der überwachten Verkehrsstörung VS' geändert. Die "optimale" Route umfasst nach der Neuberechnung die Strecke mit der überwachten Verkehrsstörung VS' . Befindet sich das Fahrzeug vor dem Entscheidungspunkt P_1 , so ist $R(P_1)$ die "beste" Route. Befindet sich das Fahrzeug zwischen den Entscheidungspunkten P_1 und P_2 , so ist $R(P_2)$ die "beste" Route. Befindet sich das Fahrzeug nach dem Entscheidungspunkt P_2 , so ist die ursprünglich berechnete Route R' die "beste" Route.

In Fig. 6 wird gezeigt, wie Entscheidungspunkte durch die Berechnung eines "kürzeste-Wege-Baumes" bestimmt werden. Dabei wird der kürzeste-Wege-Baum ("Baum") berechnet nach einem an sich bekannten Verfahren, z.B. dem Dijkstra-Algorithmus, mit den kürzesten Wegen zum Zielort Z . Dies stellt eine Routenberechnung unter Verwendung von Wegeknoten ("Knoten") eines Verkehrsnetzwerkes dar, z.B. einer digitalen Straßenkarte. Weiterhin ist die ursprünglich berechnete Route R eingezeichnet. Der Nachfolger von Knoten P_1 auf dem Baum ist Knoten P_2 , der sich nicht auf der ursprünglichen Route R befindet. Deshalb ist Knoten P_1 der erste Entscheidungspunkt auf der Route. Der Nachfolger von P_1 auf der ursprünglichen Route, Knoten P_3 , ist dagegen nicht durch eine Baum-Kante mit Knoten P_1 verbunden. Anders verhält es sich mit dem Knoten P_4 , der sowohl auf dem Baum als auch auf der ursprünglichen Route der Nachfolger von Knoten P_3 ist, daher ist Knoten P_3 kein Entscheidungspunkt. Der Nachfolger von Knoten P_4 auf dem Baum, Knoten P_5 , ist nicht der Nachfolger von P_4 auf der ursprüng-

lichen Route, so dass Knoten P_4 der zweite Entscheidungspunkt ist.

Durch Verfolgen der Baum-Nachfolger eines Entscheidungspunktes ist zu diesem Entscheidungspunkt auch der kürzeste Weg zum Ziel ablesbar. So verläuft in Fig. 6 der kürzeste Weg vom Entscheidungspunkt P_4 über P_5 und P_7 zum Zielort Z. Im Falle, dass genügend Übertragungskapazität bei der Benachrichtigung des Fahrzeugs über die neu berechnete "optimale" Route besteht, kann der Verlauf der neu berechneten "optimalen" Route eines oder mehrerer Entscheidungspunkte auch mit übertragen werden.

Dieses Vorgehen zur Ermittlung der Entscheidungspunkte ist realisierbar durch eine einzige, rückwärts gerichtete Wegesuche, wobei vom Zielort Z aus ein kürzeste-Wege-Baum berechnet wird, der die optimalen Wege von jedem Punkt des Verkehrsnetzes zum Zielort Z enthält. Dabei wird insbesondere für jeden Knoten auf dem Verkehrsnetz ein eindeutiger Nachfolgeknoten ermittelt, der auf dem optimalen Weg zum Zielort Z liegt, und es wird für jeden Knoten die Fahrtzeit auf der schnellsten Route zum Zielort Z ermittelt. Diejenigen Knoten auf der berechneten Route R werden ausgewählt, deren Nachfolgeknoten auf dem kürzeste-Wege-Baum nicht auf der Route R liegen und als Entscheidungspunkte gewählt werden. Für jeden Entscheidungspunkt wird zur Berechnung der Zeitersparnis die Differenz zwischen der Reisezeit auf der berechneten Route R vom Entscheidungspunkt zum Zielort Z und der entsprechenden Reisezeit auf dem neu berechneten kürzeste-Wege-Baum gebildet.

Alternativ wird zur Ermittlung der Entscheidungspunkte zunächst die "optimale" Route von der Stelle auf der berechneten Route R aus neu berechnet, die das Fahrzeug unter Annahme einer Mindestgeschwindigkeit bereits überschritten hat, wobei bei der Berücksichtigung von Verkehrsprognosen davon ausgegangen wird, dass sich das Fahrzeug zum aktuellen Zeitpunkt an dieser Stelle befindet. Diese Route wird bis zu einem ers-

ten Entscheidungspunkt E_i auf der berechneten Route R verlaufen und dann davon abzweigen. In einem zweiten Schritt wird eine "optimale" Route R' von dem Punkt E_i' aus berechnet, der direkt hinter dem im letzten Schritt berechneten Entscheidungspunkt E_i auf der berechneten Route R liegt, wobei davon ausgegangen wird, dass sich das Fahrzeug zum aktuellen Zeitpunkt an Punkt E_i' befindet. Falls diese Route R' nicht mit der ursprünglichen Route R übereinstimmt, entsteht dadurch ein weiterer Entscheidungspunkt E_{i+1} . Dieser zweite Schritt wird so lange wiederholt, bis eine maximal vorgegebene Anzahl an Iterationen erreicht ist, der zuletzt berechnete Entscheidungspunkt E_i hinter dem Punkt auf der Route liegt, den das Fahrzeug unter Annahme einer Maximalgeschwindigkeit maximal bereits erreicht haben kann, oder die zuletzt berechnete Route mit der ursprünglich berechneten Route übereinstimmt. Für jeden Entscheidungspunkt wird zur Berechnung der Zeitersparnis die Differenz zwischen der Reisezeit auf der ursprünglich berechneten Route vom Entscheidungspunkt zum Zielort Z und der entsprechenden Reisezeit auf der neu berechneten Route gebildet.

Fig. 7 a, b, c visualisiert die Ermittlung der Entscheidungspunkte durch eine Abfolge mehrerer Routenberechnungen. Es wird dabei auf die bereits in Fig. 6 gezeigte Ausgangslage Bezug genommen. Bei der ersten Routenberechnung, siehe Fig. 7a, wird der Startpunkt P_0 gewählt, da davon ausgegangen wird, dass das Fahrzeug zum Zeitpunkt t_1 dieser neuen Routenberechnung mindestens den Knoten P_0 erreicht hat. Bei dieser Routenberechnung werden aktuelle und prognostizierte Verkehrsdaten unter der Annahme berücksichtigt, dass sich das Fahrzeug zum Zeitpunkt t_1 in P_0 befindet. Diese erste Routenberechnung ergibt, dass die "optimale" Route am Knoten P_1 von der berechneten Route R abzweigt, daher wird P_1 als erster Entscheidungspunkt E_1 gewählt. Die zweite Routenberechnung, siehe Fig. 7b, beginnt im Nachfolgeknoten $E_1' = P_3$ von Knoten E_1 auf der berechneten Route R . Nun wird davon ausgegangen, dass sich das Fahrzeug zum Zeitpunkt t_1 in P_3 befindet. Bei dieser

zweiten Routenberechnung wird der Knoten $P_4 = E_2$ als zweiter Entscheidungspunkt ermittelt. Die bei der dritten Berechnung, siehe Fig. 7c, erhaltene Route entspricht der ursprünglich berechneten Route R, so dass kein weiterer Entscheidungspunkt erkannt wird. Die Folge von Routenberechnungen ist damit beendet.

Bei der zweiten Alternative ist gegenüber der ersten Alternative mehr Rechenzeit zu investieren, da bei den gängigen Verfahren eine Routenberechnung in etwa gleich aufwändig ist wie die Berechnung des kürzeste-Wege-Baums. Der Vorteil der zweiten Alternative besteht in der korrekteren Verwendung von Verkehrsprognosen. Es wird dem Rechnung getragen, dass sich das Fahrzeug zum Zeitpunkt t_1 der neuen Routenberechnung an verschiedenen Stellen auf der ursprünglichen Route befinden kann. Somit wird auch die zukünftige Verkehrslage für jeden Streckenabschnitt in etwa für den Zeitpunkt berücksichtigt, an dem das Fahrzeug dort ankommen kann. Bei der Berechnung des kürzeste-Wege-Baums nach der ersten Alternative wird dagegen der Ankunftszeitpunkt des Fahrzeugs t_z am Zielort Z festgelegt. Die Ankunftszeiten aller anderen Streckenabschnitte sind die Zeitpunkte, zu denen das Fahrzeug dort abfahren müsste, um zur Zeit t_z den Zielort Z zu erreichen.

Diesen Unterschied veranschaulicht Fig. 8: Bei der Berechnung des kürzeste-Wege-Baums wird die einheitliche Ankunftszeit $t_z=10:40$ Uhr am Zielort angenommen, siehe Fig. 8a. Daraus resultiert eine Abfahrtszeit von 10:20 Uhr an P_6 , 10:00 Uhr an P_3 und 9:40 Uhr an P_0 . In der Realität befindet sich das Fahrzeug aber um 10:00 Uhr irgendwo zwischen P_0 und P_6 auf der ursprünglichen Route. Bei den in Fig. 8b dargestellten drei Routenberechnungen von P_0 , P_3 und P_6 aus wird jeweils eine Abfahrtszeit von 10:00 Uhr angenommen. Daraus resultieren dann die drei möglichen Ankunftszeiten 11:00 Uhr, 10:40 Uhr und 10:20 Uhr. Somit wird dann auch die Verkehrssituation nahe des Zielortes Z für diese drei unterschiedlichen Zeiten berücksichtigt, was beim kürzeste-Wege-Baum in Fig. 8a nicht

der Fall ist. Dadurch kann es bei starken prognostizierten Änderungen der Verkehrslage zur Berechnung unterschiedlicher Routen und unter Umständen auch unterschiedlicher Entscheidungspunkte durch die beiden Verfahren kommen. Mit anderen Worten wird bei der in Fig. 8b gezeigten zweiten Alternative beim Start jeder Routenberechnung i ($i=1,2,3$) angenommen, dass sich das Fahrzeug um $t^{(i)} = 10:00$ Uhr am jeweiligen Startort P_0 , P_3 und P_6 befindet.

In einer dritten Alternative zur Berechnung der Entscheidungspunkte wird die in der Verkehrszentrale unbekannt Position des Fahrzeugs abgeschätzt. Dazu wird beispielsweise eine letzte vom Fahrzeug bestimmte und gesendete Fahrtziel-Ankunftszeit verwendet. Bei einer Änderung der Verkehrslage werden in der Verkehrszentrale drei (mögliche) Fahrzeugpositionen abgeschätzt, nämlich für langsamstes, schnellstes und durchschnittliches Fahrerverhalten, und für diese abgeschätzten Fahrzeugpositionen werden dann Änderungen der berechneten Route R und ggf. Entscheidungspunkte ermittelt und an das Fahrzeug gesendet.

Mit den Entscheidungspunkten E_1 und E_2 auf der ursprünglich berechneten Route R sind nun solche Knoten bestimmt worden, bei denen nach aktuell vorliegenden Verkehrsdaten und -prognosen ein Abbiegen von der berechneten, d.h. ursprünglichen Route R auf eine günstigere Route führt als das Verbleiben auf der Route R . Dabei wird für jeden Entscheidungspunkt E_1 , E_2 der Kostenvorteil (z.B. Zeitvorteil) berechnet, der durch einen Wechsel auf die "günstigere" Route entsteht. Zumindest der in Fahrtrichtung letzte Entscheidungspunkt und sein Kostenvorteil werden als Teil der routenbezogenen Daten drahtlos zum Fahrzeug übertragen. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, eine vorgebbare maximale Anzahl von Entscheidungspunkten mit ihren Kostenvorteilen drahtlos zum Fahrzeug zu übertragen. Natürlich kann auch auf die Übertragung eines jeweiligen Kostenvorteils verzichtet werden.

Von der fahrzeugseitigen Einrichtung wird nach Erhalt einer solchen Übertragung derjenige Entscheidungspunkt ausgewählt, der dem Fahrzeug in Fahrtrichtung am nächsten liegt. Dem Fahrzeugführer wird die Lage dieses Entscheidungspunktes, eventuell zusammen mit der möglichen Kostenersparnis, angezeigt. Anschließend kann der Fahrzeugführer dann routenbezogene Daten in Form der neu berechneten Route (Off-Board-Zielführung) oder der geänderten Verkehrslage (On-Board-Zielführung) bei der Verkehrszentrale drahtlos anfordern. Dabei wird von der fahrzeugseitigen Einrichtung die erhaltene Übertragung ignoriert, falls sich in Fahrtrichtung kein Entscheidungspunkt mehr befindet oder die Zielführung bereits abgeschlossen wurde.

In Fig. 9 wird die Verwendung von Entscheidungspunkten $E(P_1)$ und $E(P_2)$ im Zusammenhang mit Fahrzeugpositionen P_1 , P_2 , P_3 bei der dynamischen Zielführung vom Startort S zum Zielort Z noch einmal aufgezeigt. Die fahrzeugseitige Einrichtung überprüft anhand der Fahrzeugposition welcher Entscheidungspunkt geeignet ist und fordert automatisiert oder auf Anforderung drahtlose entsprechende routenbezogene Daten von der Verkehrszentrale an. Befindet sich das Fahrzeug an der Position P_1 , so ermöglicht ein Abzweigen von der berechneten Route R am Entscheidungspunkt $E(P_1)$ auf die neu berechnete Route R_1 ein Umfahren des Verkehrsstaus 1 und damit - trotz der größeren Länge der neu berechneten Route R_1 gegenüber der berechneten Route R - eine schnellere Reise zum Zielort Z als bei einem Verbleiben auf der berechneten Route R. Befindet sich das Fahrzeug an der Position P_2 , so ermöglicht ein Abzweigen von der berechneten Route R am Entscheidungspunkt $E(P_2)$ auf die neu berechnete Route R_2 immer noch ein Umfahren des Verkehrsstaus 1 und damit - trotz des auf der neu berechneten Route R_2 lokalisierten kleinen Verkehrsstaus 2 - eine schnellere Reise zum Zielort Z als bei einem Verbleiben auf der berechneten Route R. Befindet sich das Fahrzeug dagegen an der Position P_3 , so existiert kein Entscheidungspunkt mehr, der

ein Abzweigen von der berechneten Route R und damit ein Umfahren des Verkehrsstaus 1 ermöglichen würde.

In Fig. 10 ist die Verwendung von Information über das vorgebbare Gebiet verdeutlicht. Da das Fahrzeug nach dem Verlassen des vorgebbaren Gebiets V über keine routenbezogenen Daten für den Zielort Z mehr verfügt und die Verkehrszentrale keine Information darüber hat, ob die berechnete Route R vom Fahrzeug weiterhin verfolgt wird, umfassen die routenbezogenen Daten Information über das vorgebbare Gebiet V. Damit ist eine Verwendung routenbezogener Daten im Fahrzeug auch bei Verfolgung einer neuen Route R_2 zu einem vom Fahrer gewählten Zwischenziel ZZ_2 möglich. Denn die Route R_2 ist vollständig vom Gebiet V abgedeckt. Demgegenüber ist keine Verwendung routenbezogener Daten im Fahrzeug möglich, wenn das Fahrzeug eine neue Route R_1 zu einem vom Fahrer gewählten Zwischenziel ZZ_1 verfolgt. Denn ein Großteil der Route R_1 ist nicht vom Gebiet V abgedeckt. Somit ist fahrzeugseitig stets prüfbar, ob ein gewünschtes Zwischenziel noch innerhalb des vorgebbaren Gebiets V liegt und/ oder ob die Ankunftszeit am Zwischenziel stark von der ursprünglichen Ankunftszeit abweicht. In diesem Fall werden automatisiert oder auf Anforderung des Fahrers neue routenbezogene Daten von der Verkehrszentrale angefordert.

In Fig. 11 wird die Verwendung einer fahrzeugseitig bestimmten Fahrtziel-Ankunftszeit für die Dauer der Überwachung der oder jeder Verkehrsstörung in der Verkehrszentrale dargelegt. Damit die Überwachung nicht zu früh - beispielsweise wenn das Fahrzeug langsamer als in der Verkehrszentrale abgeschätzt unterwegs ist - oder zu spät - beispielsweise wenn das Fahrzeug schneller als in der Verkehrszentrale abgeschätzt unterwegs ist - abgebrochen wird, wird eine fahrzeugseitig bestimmte Fahrtziel-Ankunftszeit T_0 drahtlos von der fahrzeugseitigen Einrichtung an die Verkehrszentrale gesendet. Danach findet fahrzeugseitig ein fortlaufender Vergleich der gespeicherten Fahrtziel-Ankunftszeit T_0 mit einer aktuell bestimm-

ten Ankunftszeit T_A statt. Unterscheidet sich die aktuell bestimmte Ankunftszeit T_A von der gespeicherten Fahrtziel-Ankunftszeit T_0 um mehr als einen vorgebbaren Schwellwert X (z.B. $X = 30$ Minuten), so wird automatisch oder auf Anforderung eine entsprechende Information von der fahrzeugseitigen Einrichtung an die Verkehrszentrale gesendet sowie die gespeicherte Fahrtziel-Ankunftszeit T_0 mit der aktuell bestimmten Ankunftszeit T_A überschrieben. Anschließend wird wiederum eine aktuelle Ankunftszeit T_A bestimmt. Unterscheidet sich die aktuell bestimmte Ankunftszeit T_A von der gespeicherten Fahrtziel-Ankunftszeit T_0 nicht um mehr als den vorgebbaren Schwellwert X , so wird wiederum eine aktuelle Ankunftszeit T_A bestimmt.

Fig. 12 veranschaulicht schematisch die Verwendung einer Routenänderungs-Ortsposition mit Änderungszeitpunkt einer berechneten Route. Schematisch dargestellt ist in Fig. 12a eine dynamische Zielführung von Startposition A zu Zielposition D. Dabei existieren zwei mögliche Verbindungen, nämlich von Startposition A über Ortsposition B zu Zielposition D oder alternativ von Startposition A über Ortspositionen B und C zu Zielposition D. Während die Verbindung von Ortsposition B zu Zielposition D eine geringere Länge aufweist als über Ortspositionen B und C zu Zielposition D, so ist jedoch auf der ersten Alternative zeitweise eine Verkehrsstörung VS lokalisiert.

Diese Verkehrsstörung VS führt zu dem in Fig. 12b dargestellten Reisezeitverlauf, der für die erste Alternative mit R1 und für die zweite Alternative mit R2 bezeichnet ist und die jeweils für die Fahrt von Ortsposition B nach Zielposition D benötigte Zeit zu verschiedenen Ankunftszeiten an der Routenänderungs-Ortsposition B angibt. Deutlich zu erkennen ist der durch die Verkehrsstörung VS verursachte, zeitweise Anstieg der Reisezeit R1. Bei einer erwarteten Ankunftszeit des Fahrzeug in B von t_E wird also in der Verkehrszentrale die Verbindung über Ortspositionen B und C zu Zielposition D als

Route berechnet, da dies die zum Zeitpunkt t_E die schnellste Verbindung ist.

Wenn nun aber das Fahrzeug vor dem Zeitpunkt t_{\min} oder nach dem Zeitpunkt t_{\max} die Ortsposition B erreicht, ist diese berechnete Route nicht mehr die schnellste. Deshalb wird die Ortsposition B als Routenänderungs-Ortsposition mit den Änderungszeitpunkten t_{\min} und t_{\max} von der Verkehrszentrale an die fahrzeugseitige Einrichtung übertragen. Zusätzlich können auch routenbezogene Daten betreffend die Verbindung von Ortsposition B zu Zielposition D an die fahrzeugseitige Einrichtung übertragen werden. In diesem Fall kann bei einem Eintreffen des Fahrzeuges an der Routenänderungs-Ortsposition B vor t_{\min} oder nach t_{\max} automatisiert oder auf Anforderung auf die neue Route von Ortsposition B zu Zielposition D gewechselt werden. Sind entsprechende routenbezogene Daten für die Alternativroute an der Routenänderungs-Ortsposition B in der fahrzeugseitigen Einrichtung nicht verfügbar, werden diese routenbezogenen Daten automatisch oder auf Anforderung von der Verkehrszentrale angefordert.

Alternativ kann, wie in Fig. 12 c gezeigt, vorgesehen sein, dass eine Routenänderung vom Fahrzeug nur dann durchgeführt wird, wenn sich die Reisezeit dadurch um mindestens einen bestimmten Betrag Δt vermindert. In diesem Fall würde bei einem Eintreffen des Fahrzeuges an der Routenänderungs-Ortsposition B vor t'_{\min} oder nach t'_{\max} automatisiert oder auf Anforderung auf die neue Route von Ortsposition B zu Zielposition D gewechselt. Dieses Vorgehen ist insbesondere geeignet, wenn die fahrzeugseitige Einrichtung von der Verkehrszentrale neue, zumeist kostenpflichtige routenbezogene Daten anfordern muss.

Der Einsatz von Routenänderungs-Ortspositionen mit Änderungszeitpunkten einer berechneten Route wird in Fig. 13 dargestellt. In Fig. 13 wird das Beispiel aus Fig. 2 verwendet, wobei im Anschluss an Fig. 2f weitere Berechnungen durchgeführt werden. In Fig. 2 wurden Routen R_i , $i=1 \dots m$ berech-

net, auf denen sich zu überwachende "relevante" Verkehrsstörungen befinden. Nun werden gemäß Parametern eines Fahrzeugs bzw. Fahrers, beispielsweise minimal und maximal anzunehmenden Durchschnittsgeschwindigkeiten, jedem Anfangspunkt einer Verkehrsstörung eine früheste Ankunftszeit $t_{\min, \text{Fahrer}}$ und eine späteste Ankunftszeit $t_{\max, \text{Fahrer}}$ zugeordnet. Diese Ankunftszeiten ergeben sich beispielsweise aus der minimalen und maximalen angenommenen mittleren Geschwindigkeit auf der jeweiligen berechneten Route. Sodann wird eine weitere Berechnung einer Route durchgeführt, bei der als Kosten (z.B. Reisezeit) für eine Kante k mit einer zu überwachenden Verkehrsstörung statt der Kosten $C_k(t_E)$ (dabei ist t_E die erwartete Ankunftszeit des Fahrzeugs an Kante k) die Kosten $\max(C_k(t), t \in [t_{\min, \text{Fahrer}}, t_{\max, \text{Fahrer}}])$ verwendet werden. Mit anderen Worten werden die Reisezeiten im "ungünstigsten" Fall verwendet. Als Kosten der restlichen Kanten werden die Kosten bei freiem Verkehr eingesetzt. Solange sich dabei eine neu berechnete Route R_j von der zuvor berechneten Route R_{j-1} unterscheidet, werden alle Verkehrsstörungen auf R_j als zu überwachen markiert und es wird eine weitere Route berechnet. In Fig. 13a sind die Verkehrsstörungen 1, 2, A und B größer gegenüber Fig. 2 geworden, berechnet wird Route R_6 und zusätzlich überwacht wird Verkehrsstörung 4. Die hierbei zusätzlich als zu überwachen markierte Verkehrsstörung 4 wird nicht von der Verkehrszentrale an die fahrzeugseitige Einrichtung gesendet.

Anschließend wird zu allen Routen $R_i \neq R_A$ ($i = 1 \dots m \dots n$) der Ortspunkt P als Routenänderungs-Ortsposition bestimmt, an dem R_i von der unter Annahme einer mittleren Geschwindigkeit "optimalen" Route R_A abzweigt, und der Ortspunkt Q wird bestimmt, an dem die beiden Routen wieder zusammentreffen. Der Bereich möglicher Ankunftszeiten $[t_{\min, \text{Fahrer}}, t_{\max, \text{Fahrer}}]$ im Ortspunkt P wird bestimmt und die erwarteten Reisezeiten von P nach Q bei Abfahrt in P zwischen $t_{\min, \text{Fahrer}}$ und $t_{\max, \text{Fahrer}}$ auf den Routen R_A und R_i werden verglichen. Falls vorhanden, wird der späteste Zeitpunkt t_{\min} vor der erwarteten Ankunftszeit t_E im Ortspunkt

P bestimmt, zu dem die Reisezeit zwischen P und Q auf der Route R_i die entsprechende Reisezeit auf R_A um mindestens ein vorgegebenes Maß unterschreitet. Falls vorhanden, wird der früheste Zeitpunkt t_{\max} nach t_E bestimmt, für den dies ebenfalls gilt. In Fig. 13b sind die Ortspunkte P und Q auf der Route R_A eingezeichnet sowie die Route R_6 . In Fig. 13c dargestellt sind beispielhaft die Reisezeiten zwischen P und Q auf den Routen R_6 und R_A . Ein Zeitpunkt t_{\min} existiert hier nicht, da zwischen $t_{\min, \text{Fahrer}}$ und t_E die Reisezeit auf R_6 immer höher ist als auf R_A .

Anhand von Fig. 14 wird dargelegt, welche Daten bezüglich Routenänderungs-Ortspositionen von der Verkehrszentrale zur fahrzeugseitigen Einrichtung übertragen werden. Zu jeder vorher bestimmten Routenänderungs-Ortspositionen P_i ($i = 1 \dots n$; P_i ist weiter vom Startort S entfernt als P_j für $i > j$) wird geprüft, ob die zugehörige Ankunftszeit $t_{\min}(P_i)$ unterschritten bzw. die Ankunftszeit $t_{\max}(P_i)$ überschritten werden kann, falls das Fahrzeug keine der Ankunftszeiten $t_{\min}(P_j)$, $j < i$ unterschreitet und keine der Ankunftszeiten $t_{\max}(P_j)$, $j < i$ überschreitet und weder eine angenommene Mindestgeschwindigkeit v_{\min} unterschreitet noch eine angenommene Höchstgeschwindigkeit v_{\max} überschreitet. Nur bei Erfüllung dieser Bedingung wird die Ankunftszeit $t_{\min}(P_i)$ bzw. $t_{\max}(P_i)$ zum Fahrzeug übertragen, wobei auch die Koordinaten von P_i nicht übertragen werden, falls weder $t_{\min}(P_i)$ noch $t_{\max}(P_i)$ zu übertragen sind.

Bezogen auf Fig. 14 werden folgende $t_{\min}(P_i)$ und $t_{\max}(P_i)$ übertragen: $t_{\min}(P_1)$ und $t_{\max}(P_1)$ liegen in dem Bereich, der mit Geschwindigkeiten zwischen v_{\min} und v_{\max} erreicht werden kann, und werden somit übertragen. $t_{\min}(P_2)$ kann dagegen nicht mehr unterschritten werden, wenn das Fahrzeug mit v_{\max} fährt und nicht vor $t_{\min}(P_1)$ im Punkt P_1 ankommt. $t_{\max}(P_2)$ kann bei Einhalten von $t_{\max}(P_1)$ und v_{\min} nicht überschritten werden. Deshalb wird der Punkt P_2 nicht zum Fahrzeug übertragen. Punkt P_3 wird übertragen, da $t_{\max}(P_3)$ überschritten werden könnte, $t_{\min}(P_3)$ wird nicht übertragen.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass Verkehrsstörungen nur so lange in der Verkehrszentrale überwacht werden, wie das Fahrzeug unter Einhaltung einer minimal anzunehmenden Geschwindigkeit und bei Einhaltung der durch die $t_{\max}(P_i)$ gesetzten Zeitgrenzen maximal zum Zielort Z unterwegs ist, wobei bei einer Neuberechnung der Route die mindestens durchfahrene Strecke auf der ursprünglich berechneten Route unter Annahme einer Mindestgeschwindigkeit und der Einhaltung der $t_{\max}(P_i)$ bestimmt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur dynamischen Zielführung eines Fahrzeuges, wobei eine fahrzeugseitige Einrichtung routenbezogene Daten für ein Fahrtziel von einer Verkehrszentrale drahtlos anfordert und die Verkehrszentrale daraufhin für das Fahrzeug eine Route zum Fahrtziel berechnet und speichert sowie routenbezogene Daten drahtlos an die fahrzeugseitige Einrichtung sendet, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass wenigstens eine nicht auf der berechneten Route lokalisierte Verkehrsstörung in der Verkehrszentrale überwacht und bei einer Verminderung dieser Verkehrsstörung die berechnete Route zumindest teilweise neu berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass alle in einem vorgebbaren Gebiet um die berechnete Route lokalisierten Verkehrsstörungen überwacht werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass für den Fall einer Änderung der Neuberechneten Route gegenüber der berechneten Route die Verkehrszentrale eine Information an die fahrzeugseitige Einrichtung sendet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verkehrszentrale zusätzlich eine
Routenänderungs-Ortsposition mit Änderungszeitpunkt einer
berechneten Route an die fahrzeugseitige Einrichtung
sendet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Route nur dann neu berechnet wird, wenn eine
nicht auf der berechneten Route lokalisierte
Verkehrsstörung sich um mehr als ein vorgebbares Maß
vermindert.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die routenbezogenen Daten als Verkehrsdaten
ausgebildet sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die routenbezogenen Daten als Fahrtroutendaten
ausgebildet sind.
8. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich Information über den Verlauf einer
berechneten Route zwischen fahrzeugseitiger Einrichtung
und Verkehrszentrale drahtlos übertragen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich Information über das vorgebbare Gebiet

zwischen fahrzeugseitiger Einrichtung und Verkehrszentrale drahtlos übertragen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, da durch gekennzeichnet, dass zumindest der Teil der berechneten Route neu berechnet wird, den das Fahrzeug unter Annahme einer Mindestgeschwindigkeit noch nicht durchfahren hat.
11. Verfahren nach Anspruch 10, da durch gekennzeichnet, dass drei Neuberechnungen unter Verwendung von drei verschiedenen Durchschnittsgeschwindigkeiten des Fahrzeugs durchgeführt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, da durch gekennzeichnet, dass die oder jede Verkehrsstörung mindestens für eine verkehrszentralenseitig abgeschätzte Fahrtzielerreichungszeitdauer des Fahrzeugs überwacht wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, da durch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine fahrzeugseitig bestimmte Fahrtziel-Ankunftszeit von der fahrzeugseitigen Einrichtung an die Verkehrszentrale drahtlos übertragen wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, da durch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung zu überwachender Verkehrsstörungen in einem ersten Schritt eine Route R_1 ohne Berücksichtigung von Verkehrsstörungen zum Fahrtziel berechnet wird, in einem zweiten Schritt eine Route R_A unter

Berücksichtigung aller Verkehrsstörungen zum Fahrtziel berechnet wird,
in einem dritten Schritt alle Verkehrsstörungen auf R_1 überwacht werden und unter Berücksichtigung nur der bereits überwachten Verkehrsstörungen eine Route R_2 zum Fahrtziel berechnet wird,
in einem vierten Schritt alle Verkehrsstörungen auf der zuvor berechneten Route R_i , $i \geq 2$, überwacht werden und eine Route R_{i+1} unter Berücksichtigung der überwachten Verkehrsstörungen zum Fahrtziel berechnet wird,
der vierte Schritt so lange wiederholt wird, bis die Route R_i der Route R_A entspricht und bereits in einem vorherigen Schritt alle gegebenenfalls existierenden Verkehrsstörungen auf R_A überwacht werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Anzahl der zu berechnenden Routen R_i auf einen vorgebbaren Maximalwert n begrenzt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass weitere Routen R_i berechnet werden.
17. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte von jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 16 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.
18. Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das Verfahren nach jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 16 durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer ausgeführt wird.

19. System zur dynamischen Zielführung eines Fahrzeuges bestehend aus mindestens einer fahrzeugseitigen Einrichtung und einer Verkehrszentrale umfassend
- Empfangsmittel für drahtlose Anforderungen routenbezogener Daten der fahrzeugseitigen Einrichtung, wobei die routenbezogenen Daten ein Fahrtziel des Fahrzeuges betreffen,
 - Berechnungsmittel zum Berechnen einer Route zum Fahrtziel des Fahrzeuges,
 - Speichermittel zum Speichern der berechnete Route,
 - Sendemittel zum drahtlosen Aussenden der routenbezogenen Daten an die fahrzeugseitige Einrichtung,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zusätzlich Mittel zur Überwachung wenigstens einer nicht auf der berechneten Route lokalisierten Verkehrsstörung vorgesehen sind.

1/12

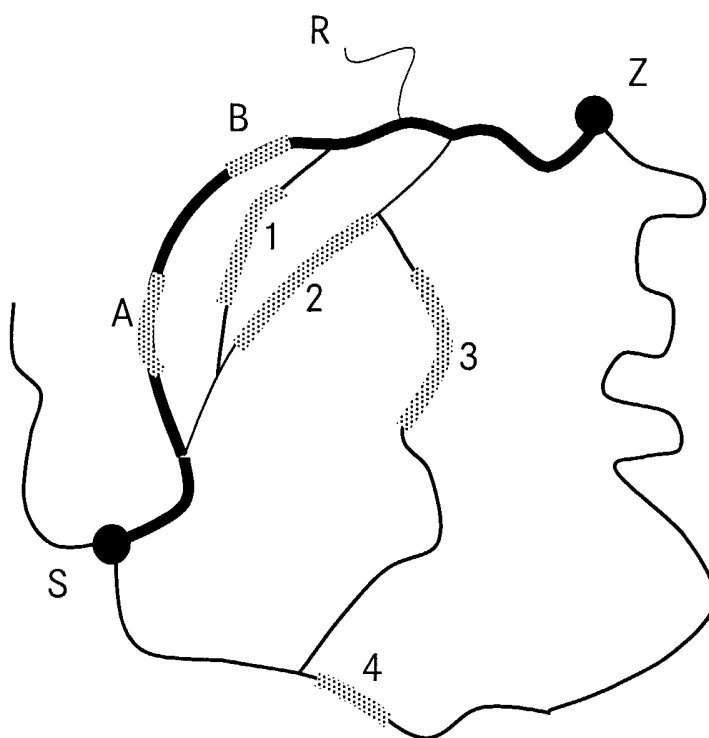


Fig. 1

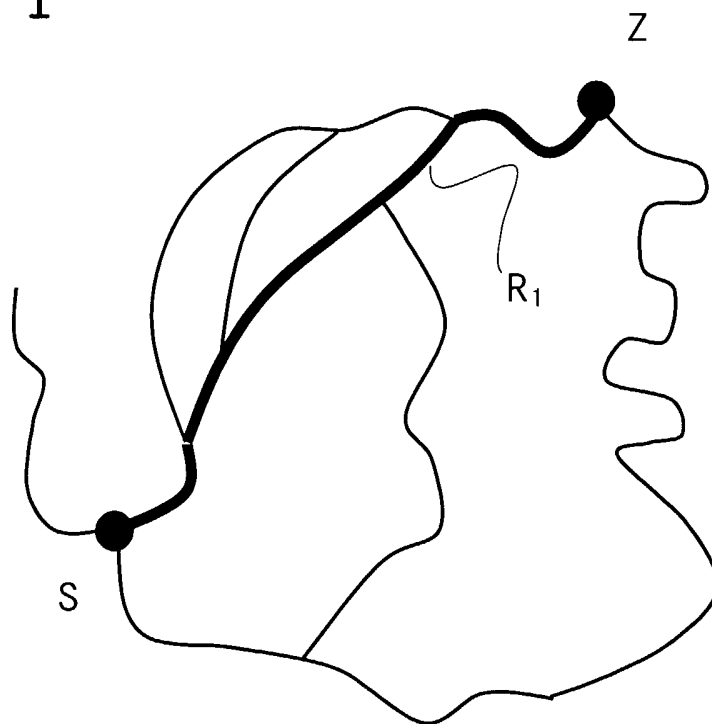


Fig. 2a

2/12

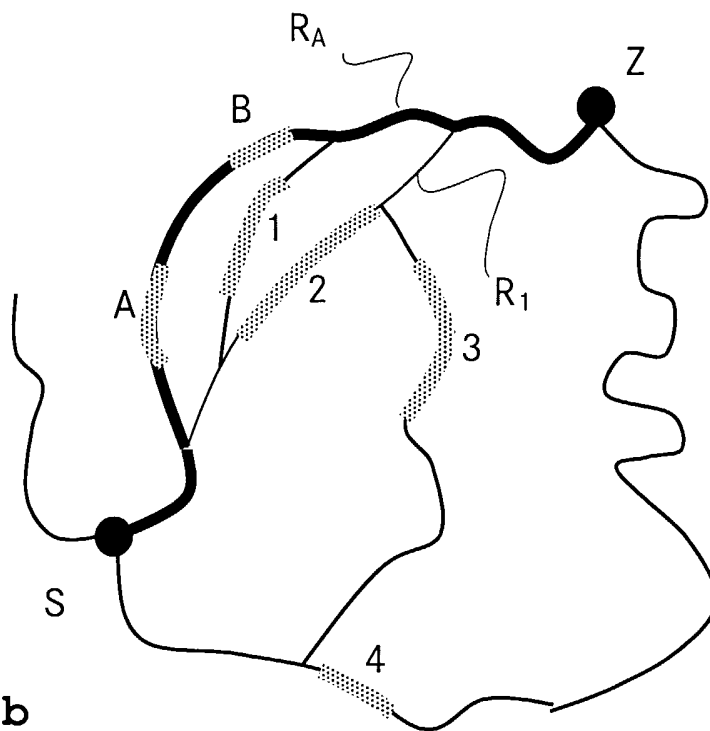


Fig. 2b

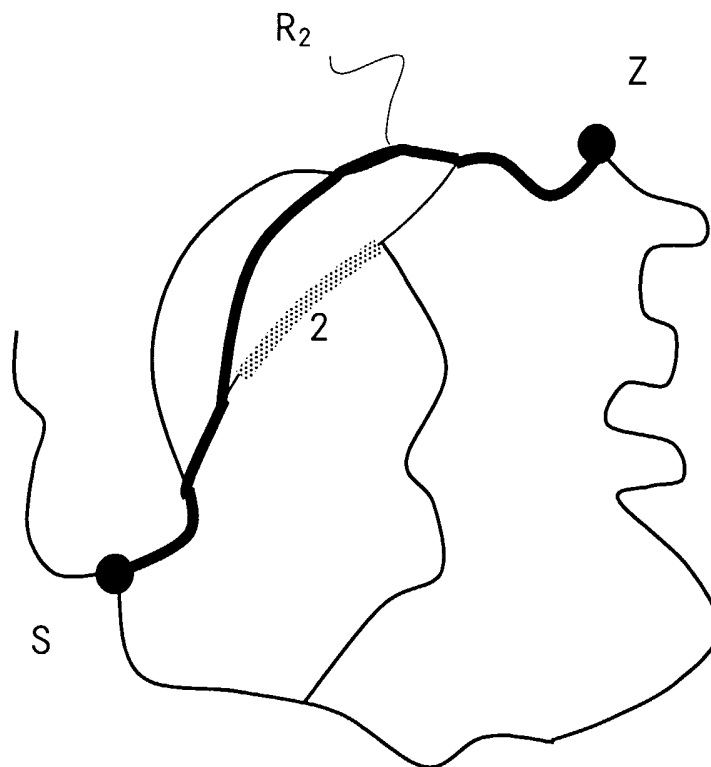


Fig. 2c

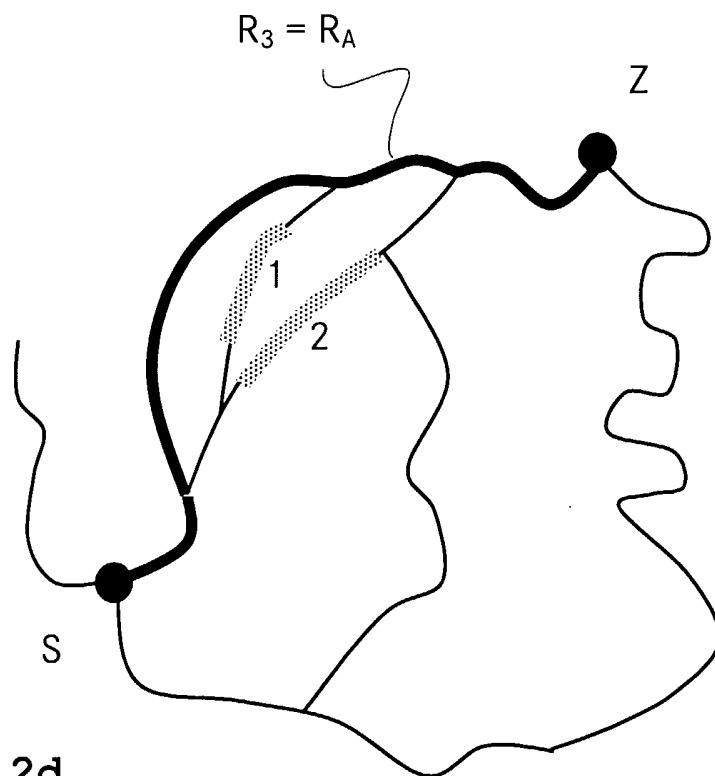


Fig. 2d

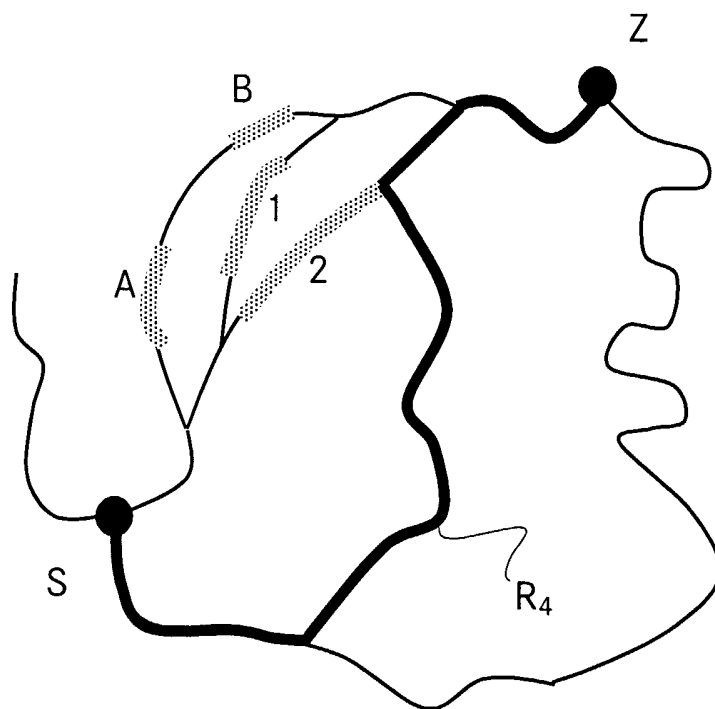


Fig. 2e

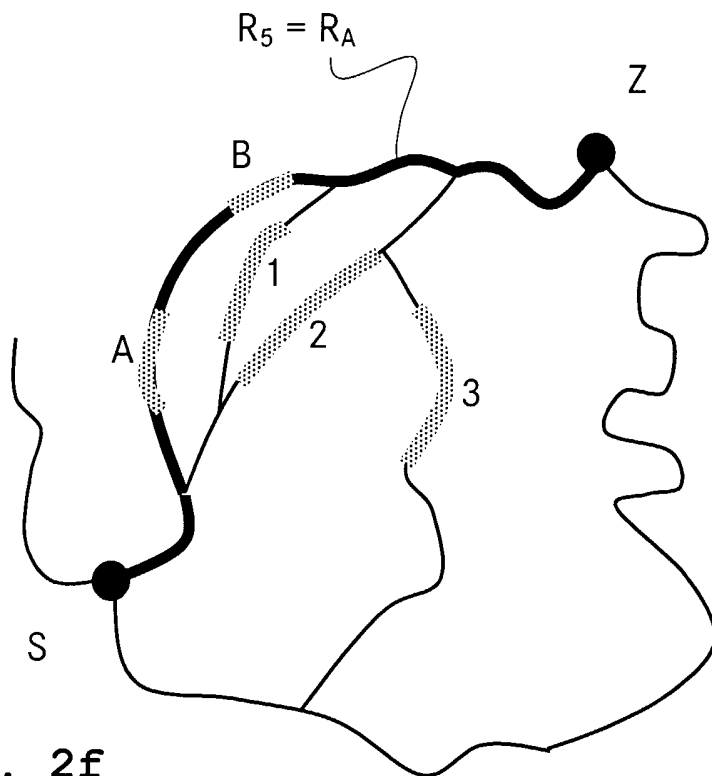


Fig. 2f

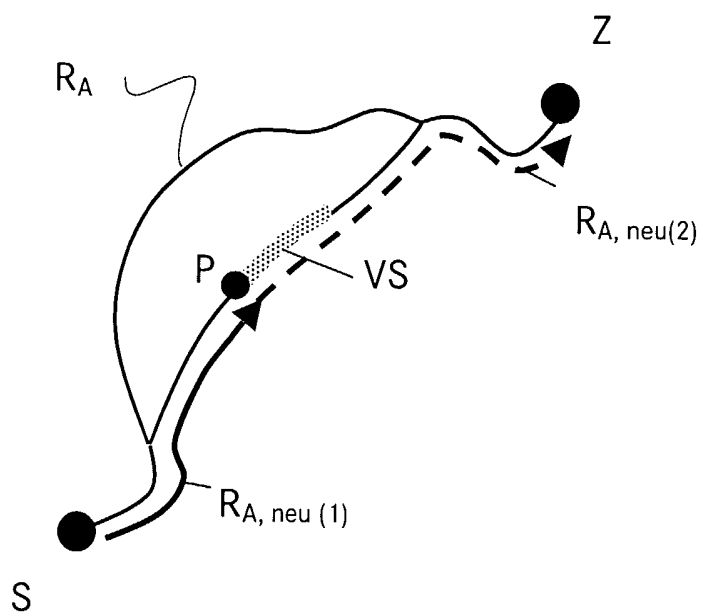


Fig. 3

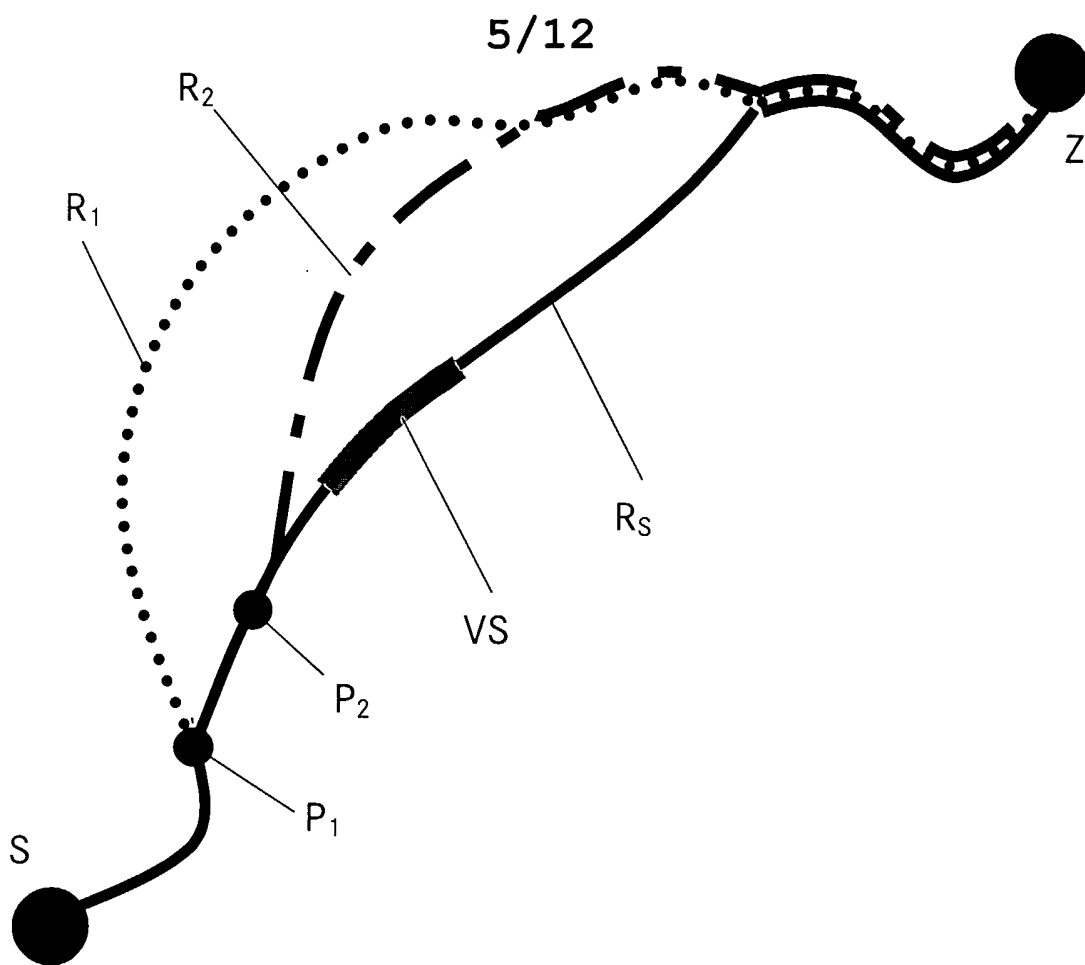


Fig. 4

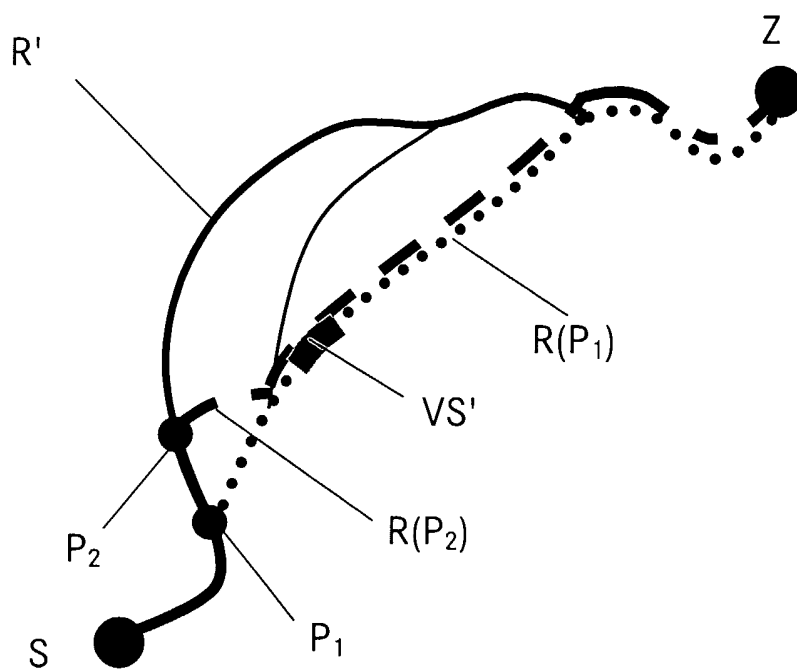


Fig. 5

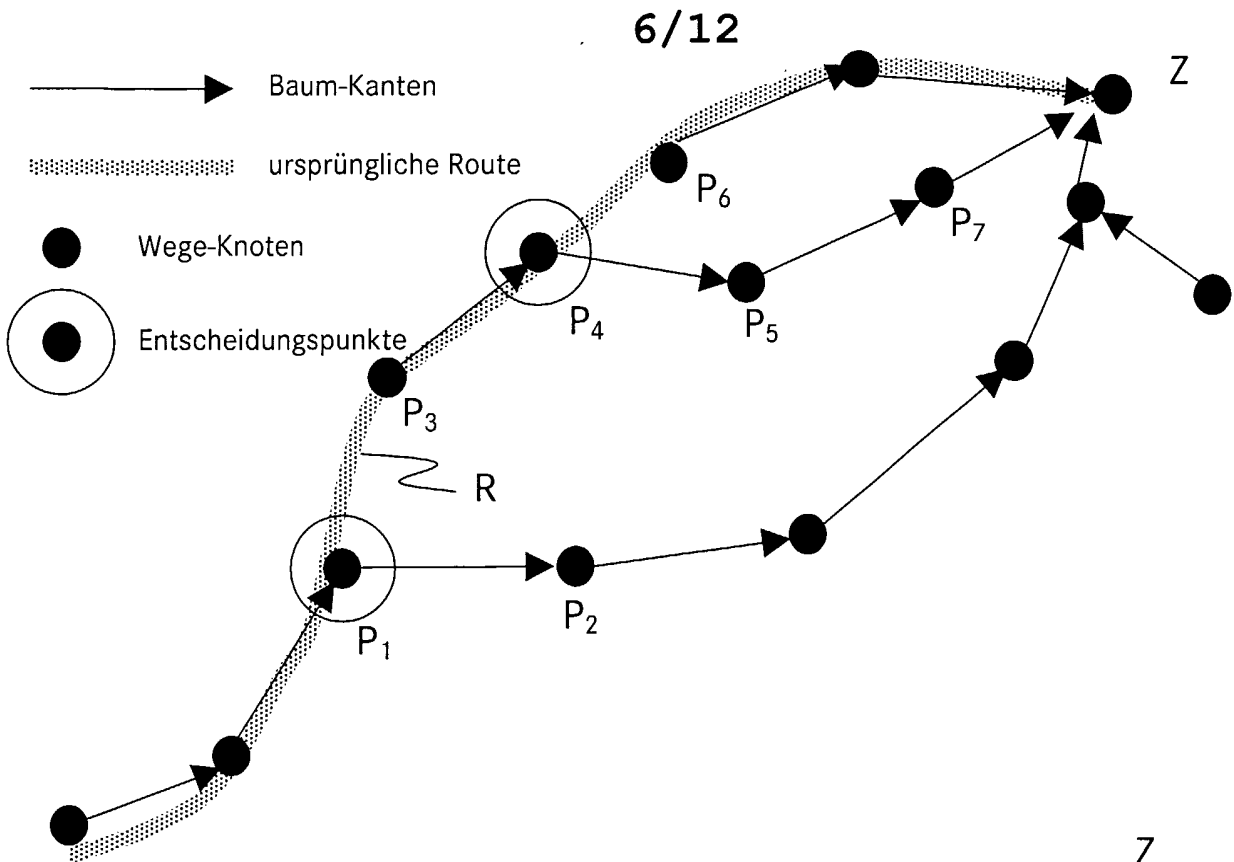


Fig. 6

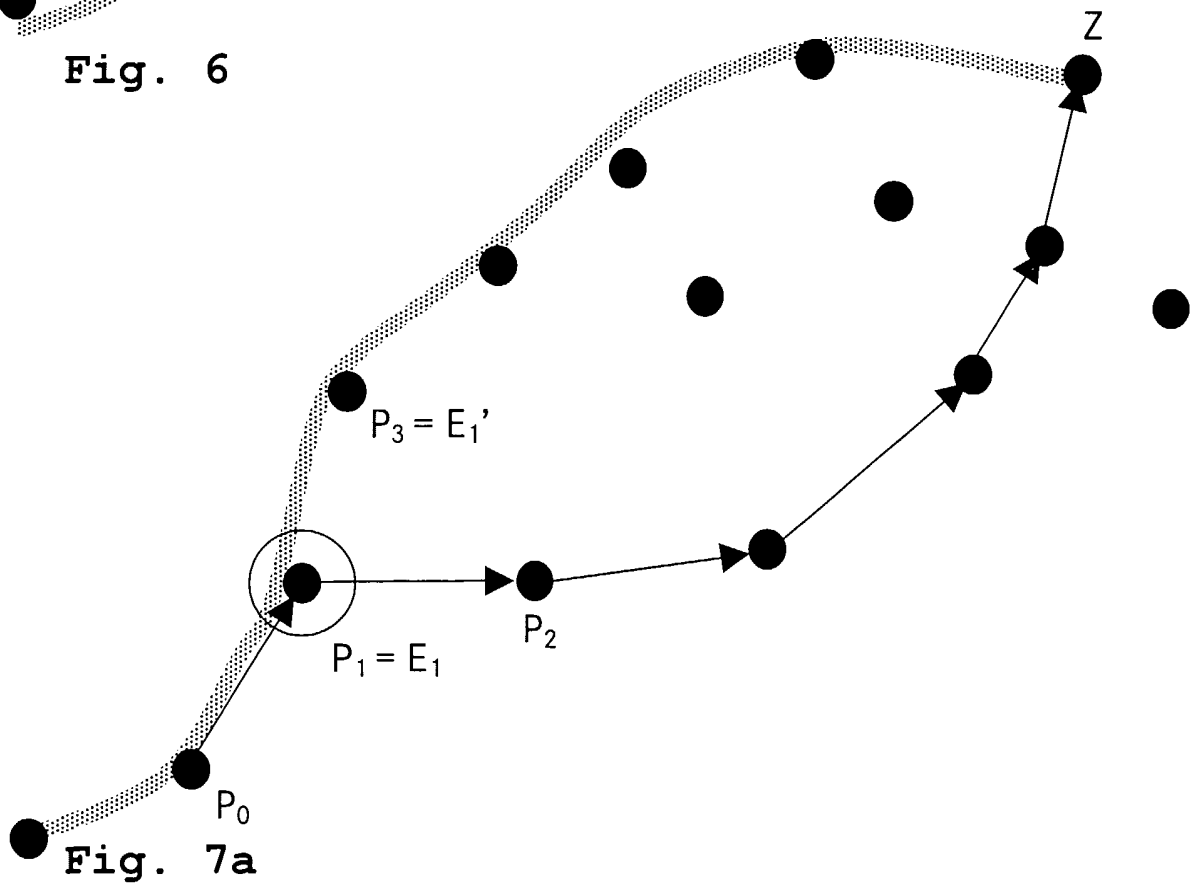


Fig. 7a

7/12

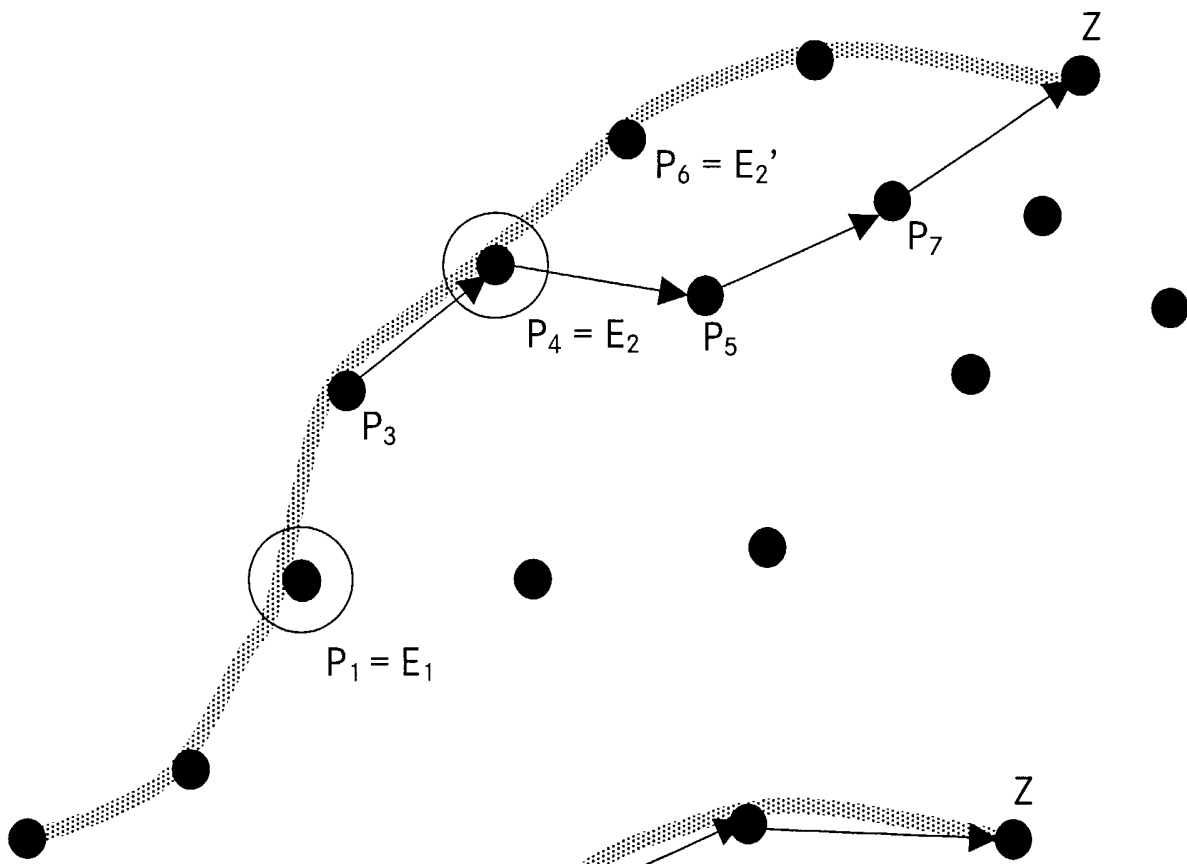


Fig. 7b

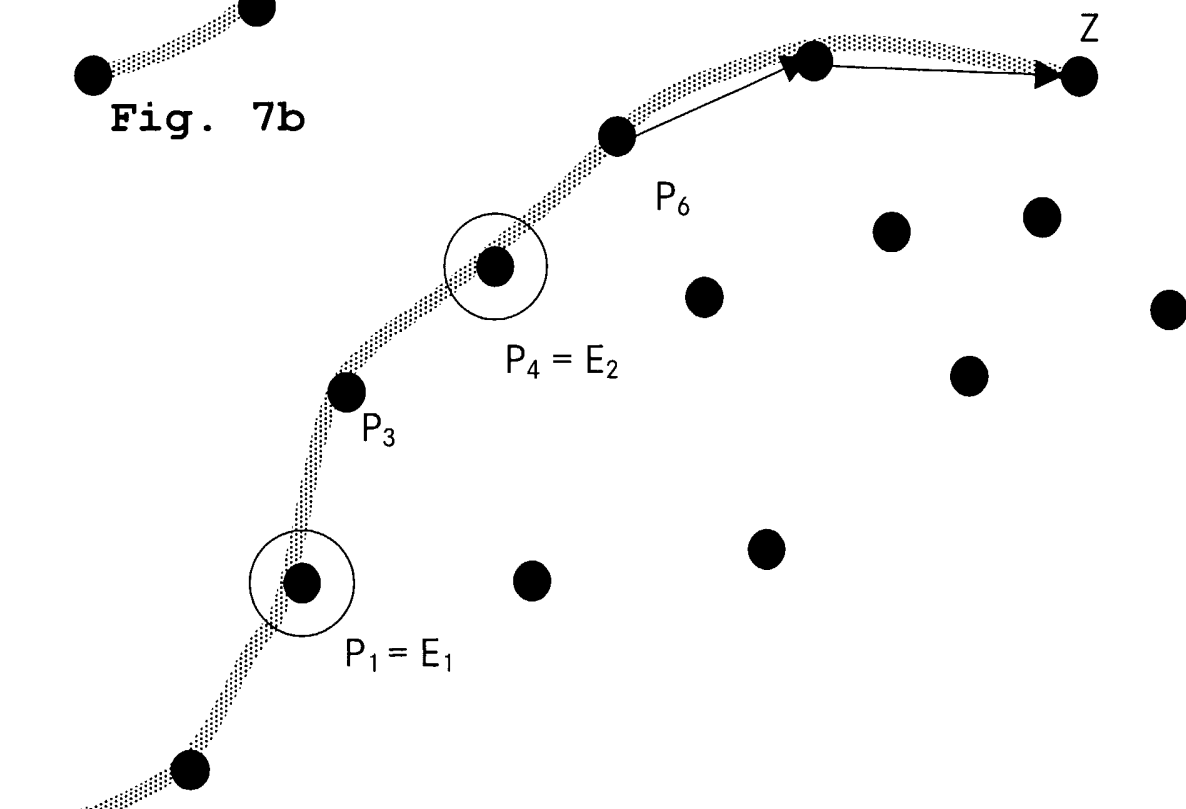


Fig. 7c

8/12

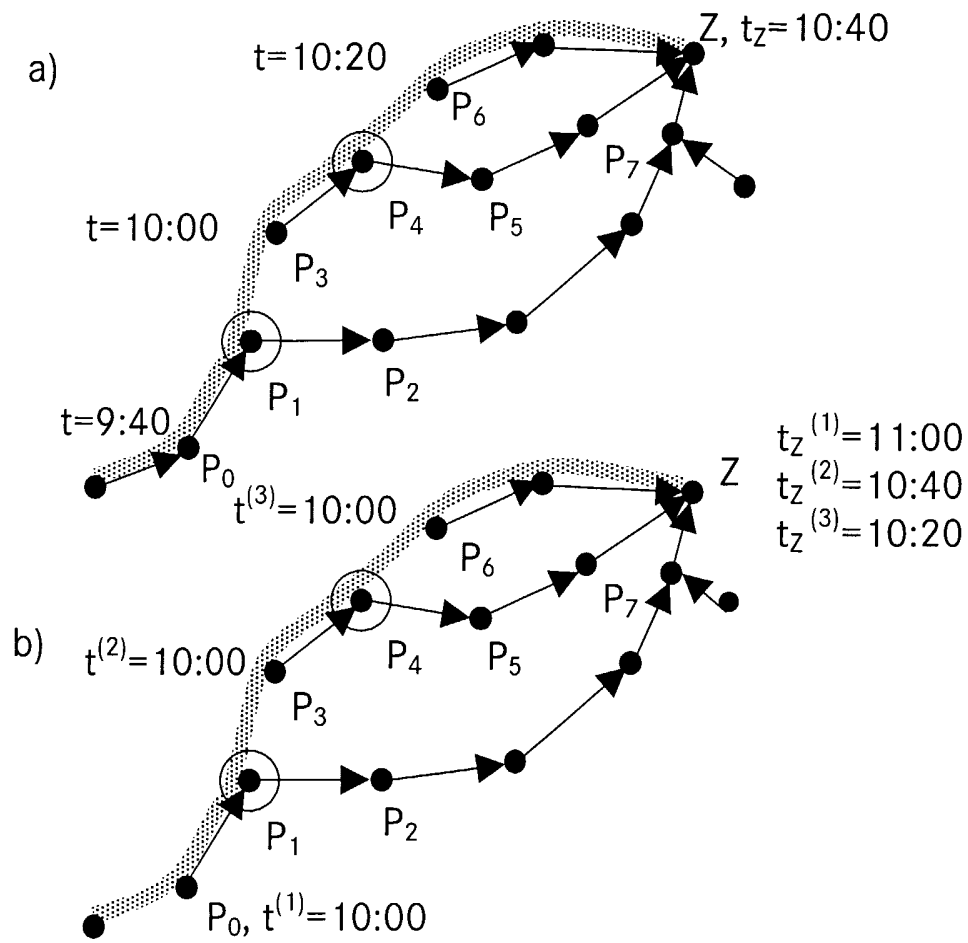


Fig. 8

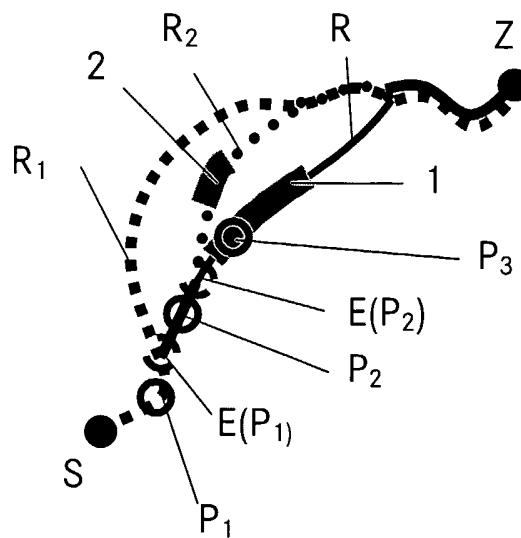


Fig. 9

9/12

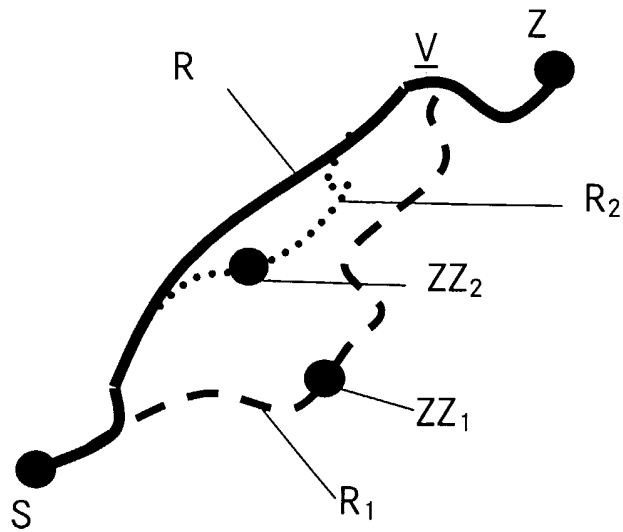


Fig. 10

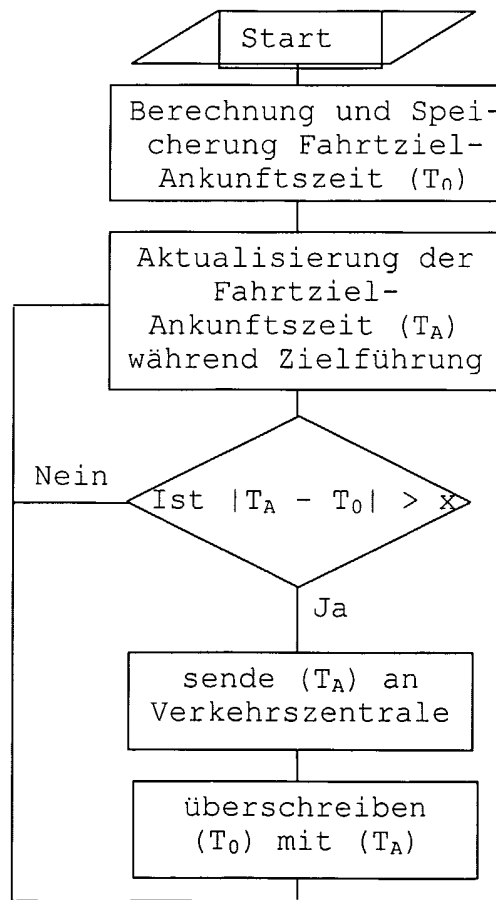


Fig. 11

10/12

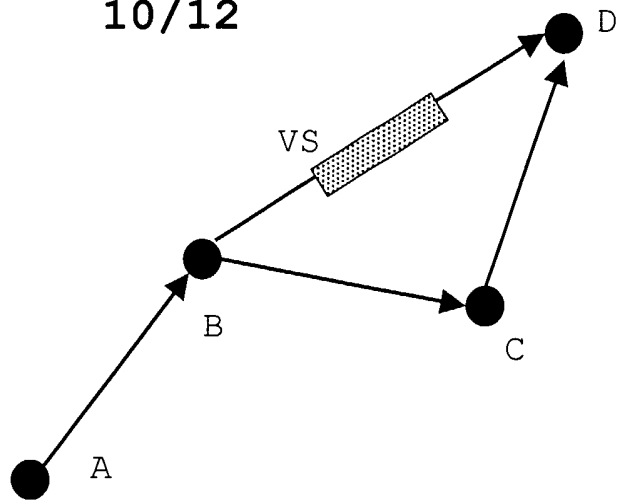


Fig. 12a

Reisezeit

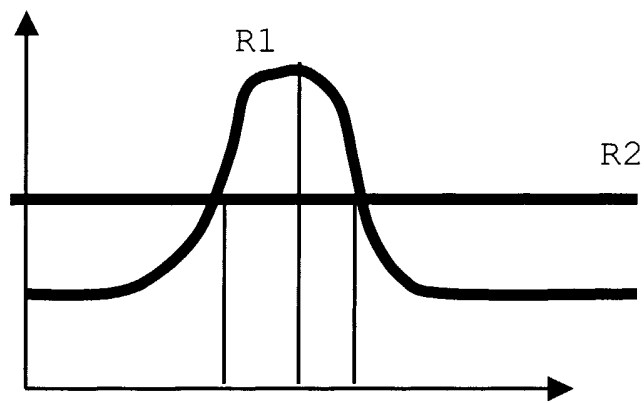


Fig. 12b

t_{\min} t_E t_{\max} Ankunftszeit in B

Reisezeit

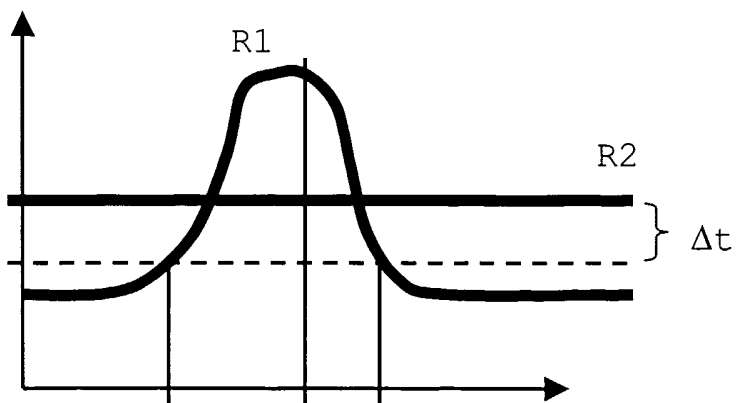


Fig. 12c

t'_{\min} t_E t'_{\max} Ankunftszeit in B

11/12

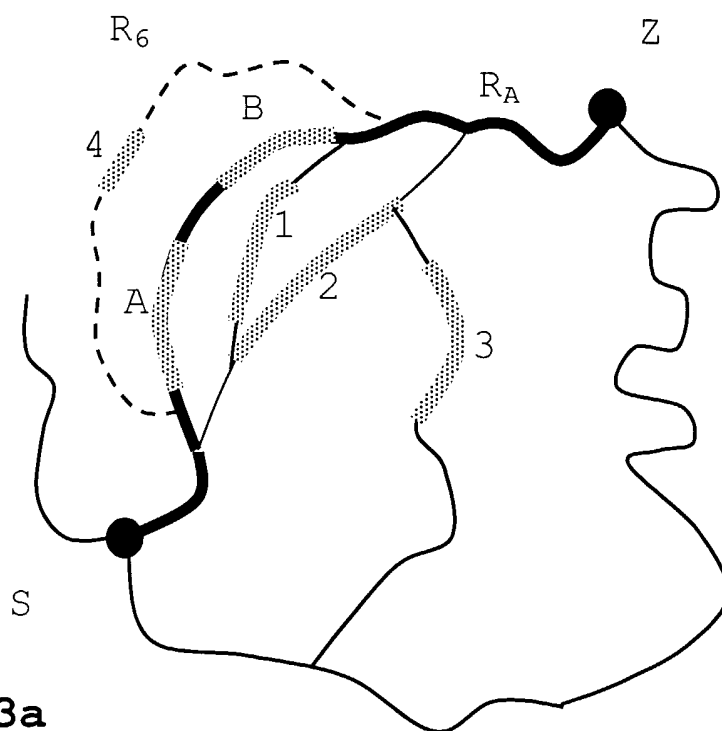


Fig. 13a

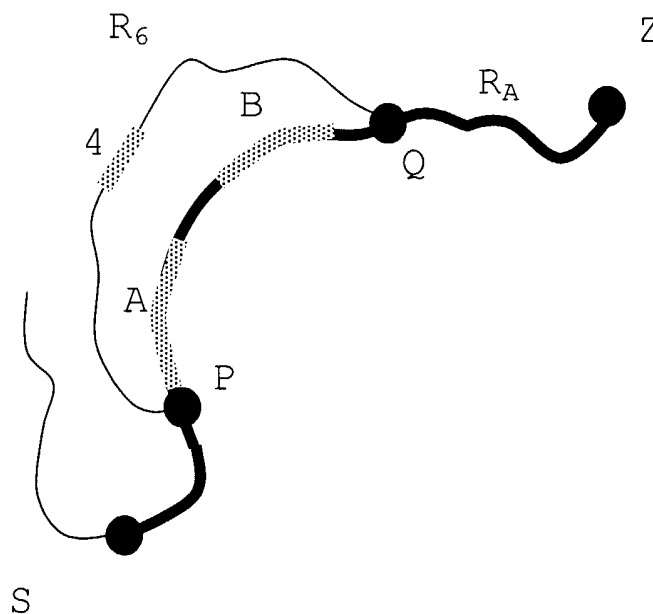


Fig. 13b

12/12

Reisezeit P → Q

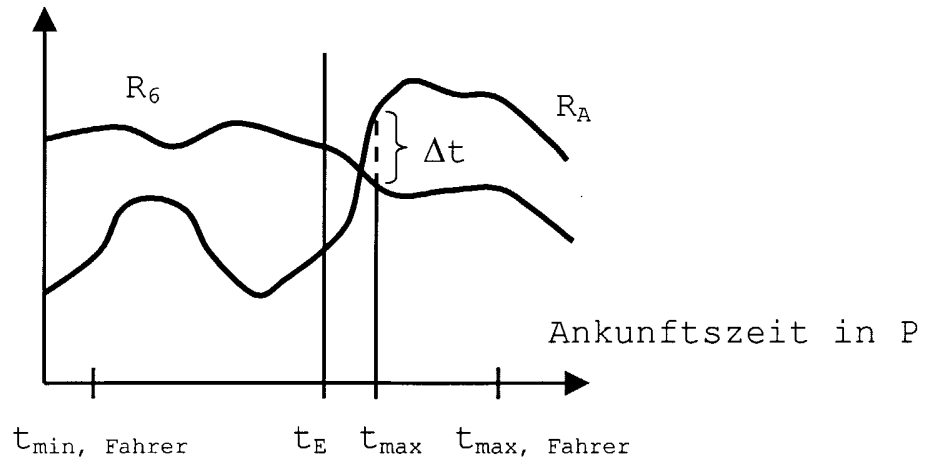


Fig. 13c

Entfernung vom Startort

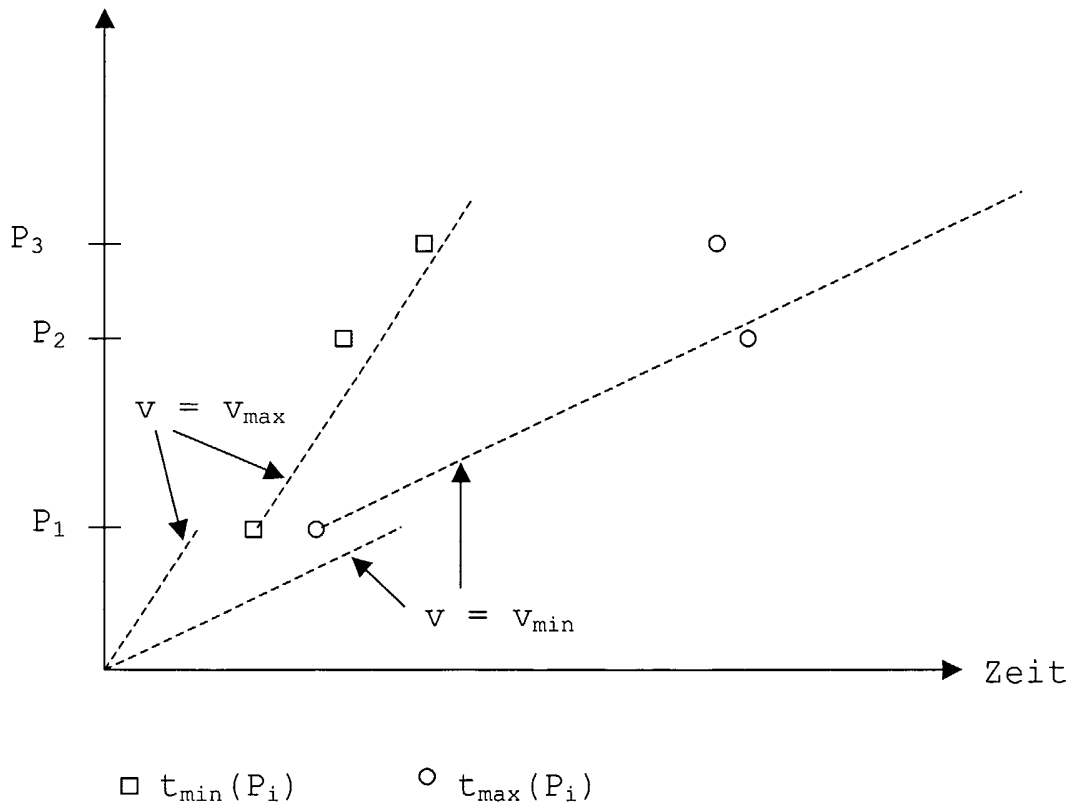


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/04160

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01C21/34 G08G1/09 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, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 715 289 A (MANNESMANN AG) 5 June 1996 (1996-06-05)	19
A	column 5, line 22 -column 7, line 19 abstract; figure ---	1-18
X	US 6 266 607 B1 (PARRA ANDREAS ET AL) 24 July 2001 (2001-07-24)	19
A	column 2, line 66 -column 4, line 8 abstract; figures 1,2 ---	1-18
A	US 5 504 482 A (SCHREDER KENNETH D) 2 April 1996 (1996-04-02) column 9, line 66 -column 10, line 34 column 13, line 14 - line 58 abstract; figure 2 --- -/--	1-19

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

8 July 2003

Date of mailing of the international search report

18/07/2003

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

Passier, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/04160

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 26253 A (MAGELLAN DIS INC) 18 June 1998 (1998-06-18) column 4, line 20 -column 5, line 12 abstract; figure 3 -----	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/04160

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 0715289	A	05-06-1996	DE 19519066 A1	30-05-1996
			AT 224088 T	15-09-2002
			DE 59510367 D1	17-10-2002
			EP 0715289 A2	05-06-1996
			ES 2179087 T3	16-01-2003
US 6266607	B1	24-07-2001	DE 19750775 A1	25-06-1998
			WO 9827527 A1	25-06-1998
			DE 59703621 D1	28-06-2001
			EP 0944893 A1	29-09-1999
			ES 2157093 T3	01-08-2001
US 5504482	A	02-04-1996	NONE	
WO 9826253	A	18-06-1998	US 6405130 B1	11-06-2002
			AU 4659197 A	03-07-1998
			WO 9826253 A1	18-06-1998
			WO 9826504 A1	18-06-1998

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationalen Zeichen

PCT/EP 03/04160

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01C21/34 G08G1/09 G08G1/0968		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole) 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, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 715 289 A (MANNESMANN AG) 5. Juni 1996 (1996-06-05)	19
A	Spalte 5, Zeile 22 -Spalte 7, Zeile 19 Zusammenfassung; Abbildung ---	1-18
X	US 6 266 607 B1 (PARRA ANDREAS ET AL) 24. Juli 2001 (2001-07-24)	19
A	Spalte 2, Zeile 66 -Spalte 4, Zeile 8 Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ---	1-18
A	US 5 504 482 A (SCHREDER KENNETH D) 2. April 1996 (1996-04-02) Spalte 9, Zeile 66 -Spalte 10, Zeile 34 Spalte 13, Zeile 14 - Zeile 58 Zusammenfassung; Abbildung 2 ---	1-19
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> 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 allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder 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 *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 8. Juli 2003		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 18/07/2003
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 Passier, M

INTERNATIONALER FORSCHENBERICHT

International Patent
PCT/EP 03/04160

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 98 26253 A (MAGELLAN DIS INC) 18. Juni 1998 (1998-06-18) Spalte 4, Zeile 20 -Spalte 5, Zeile 12 Zusammenfassung; Abbildung 3 -----	1-19

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 03/04160

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0715289	A	05-06-1996	DE 19519066 A1	30-05-1996
			AT 224088 T	15-09-2002
			DE 59510367 D1	17-10-2002
			EP 0715289 A2	05-06-1996
			ES 2179087 T3	16-01-2003

US 6266607	B1	24-07-2001	DE 19750775 A1	25-06-1998
			WO 9827527 A1	25-06-1998
			DE 59703621 D1	28-06-2001
			EP 0944893 A1	29-09-1999
			ES 2157093 T3	01-08-2001

US 5504482	A	02-04-1996	KEINE	

WO 9826253	A	18-06-1998	US 6405130 B1	11-06-2002
			AU 4659197 A	03-07-1998
			WO 9826253 A1	18-06-1998
			WO 9826504 A1	18-06-1998
