



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.01.2005 Patentblatt 2005/04

(51) Int Cl.7: **B61L 27/00**

(21) Anmeldenummer: **03360088.3**

(22) Anmeldetag: **22.07.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Goldman, Andrea**
M9B 2W9 Etobicoke Ontario (CA)
• **Huber, Hans-Peter Jürgen**
13589 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus**
Patentanwälte
Ruppmannstrasse 27
70565 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Auflösung von Konflikten in einem spurgebundenen Verkehrssystem**

(57) Bei einem Verfahren zum Auflösen von Konfliktsituationen (S0, S1, S2) in einem spurgebundenen Verkehrssystem wird eine Auswahl von Maßnahmen (M1, M2, M11, M12, M21, M22), die zur Ausflösung des Konflikts geeignet sind, einer Erfahrungsbasis entnom-

men und werden nur diese Maßnahmen (M1, M2, M11, M12, M21, M22), die zu Folgesituationen führen, bei der Bestimmung einer Lösung (11) berücksichtigt. Für jede Lösung wird ein Gütefaktor ermittelt und anschließend wird durch Vergleich der Gütefaktoren die beste Lösung (11) bestimmt und angewandt.

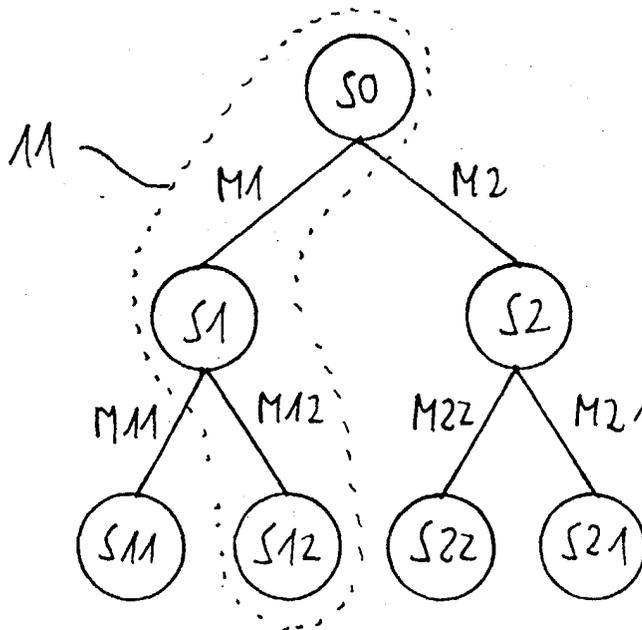


Fig. 2c

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Belegung in einem spurgebundenen Verkehrssystem bei einem Belegungskonfliktfall oder einem technischen Konfliktfall, wobei mögliche alternative Maßnahmen zur Auflösung des Konfliktfalls ermittelt und beim Ermitteln einer Lösung berücksichtigt werden, für jede Lösung ein Gütefaktor bestimmt wird, und die Lösung mit dem besten Gütefaktor angewendet wird.

[0002] Bei spurgebundenen Verkehrssystemen, insbesondere bei Eisenbahnsystemen, kann es zu Konfliktfällen kommen, beispielsweise wenn zwei Züge gleichzeitig in dasselbe Gleis einfahren bzw. denselben Gleisfreimeldeabschnitt belegen wollen (Belegungskonfliktfall) oder wegen technischer Unverträglichkeit zwischen einem Zug und der Infrastruktur (technischer Konfliktfall). Ein technischer Konfliktfall, d.h. eine Inkompatibilität zwischen Zug und Gleis, besteht beispielsweise zwischen einem elektrisch angetriebenen Zug und einem nicht elektrifizierten Gleis. Solche Konfliktfälle müssen aufgelöst werden, ehe sie zu einer gefährlichen Situation, einer Betriebsstörung oder zu einem Unfall führen. Einen Konfliktfall aufzulösen bedeutet, Maßnahmen, wie zum Beispiel die Umleitung eines am Konfliktfall beteiligten Zuges, anzuwenden, ehe dieser Konflikt passiert. Welche Maßnahmen bei welchen Konflikten anwendbar sind, wird beispielsweise vom Betriebskonzept der Eisenbahnverwaltung bestimmt. Eine Maßnahme auf einen Zug anzuwenden bedeutet, den Zuglauf (Fahrplan) eines am Konflikt beteiligten Zuges so zu ändern, dass der Konflikt aufgelöst wird. Wenn eine solche Maßnahme, zum Beispiel das Umleiten eines Zuges, angewendet wird, entsteht eine neue Situation, die typischerweise Folgekonflikte erzeugt. Die Lösung eines Konfliktfalls bedeutet daher, Maßnahmen in geordneter Reihenfolge anzuwenden, um den Originalkonflikt und alle Folgekonflikte, die durch die Anwendung von Maßnahmen entstanden sind, aufzulösen.

[0003] Für einen Originalkonflikt und seine Folgekonflikte gibt es häufig mehr als eine Lösung. Dies rührt daher, dass die zur Lösung eines Originalkonflikts anwendbaren Maßnahmen und die Maßnahmen zur Auflösung eines Folgekonfliktfalles kombiniert werden können. Eine Lösung zur Auflösung eines Konfliktfalles ist daher definiert als geordnetes n-Tupel (Datensatz) von Maßnahmen, die zusammen den Originalkonflikt und alle Folgekonflikte lösen. Um die beste Lösung zu ermitteln, ist es bekannt, einen Gütefaktor für jede Lösung zu bestimmen. Dies geschieht beispielsweise durch Berechnung einer Kostenfunktion, die die Qualität der Lösung darstellt. Die Lösung mit den geringsten Kosten ist die beste Lösung. Die Kosten einer Lösung sind erst ermittelbar, wenn die ganze Lösung bestimmt worden ist. Um die beste Lösung für einen bestimmten Konflikt zu

ermitteln, müssen alle überhaupt möglichen Lösungen zu diesem Konflikt (= Lösungsraum) erst errechnet worden sein, um die Kosten vergleichen zu können. Diese Vorgehensweise ist sinnvoll und einsetzbar, wenn es wenige Lösungen zu einem bestimmten Konfliktfall gibt. Bestehen jedoch viele Lösungen zu einem bestimmten Konfliktfall, dann können Rechenzeiten entstehen, die so lang sind, dass der Konflikt nicht rechtzeitig aufgelöst werden kann.

Aufgabe der Erfindung

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem die Belegung in einem spurgebundenen Verkehrssystem bei einem Belegungskonfliktfall schnell und ohne großen Rechenaufwand gesteuert werden kann.

Gegenstand der Erfindung

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art, bei dem eine Auswahl von zur Auflösung des Konfliktfalls in Frage kommenden Maßnahmen einer Erfahrungsbasis entnommen werden und nur diese Maßnahme(n) bei der Ermittlung von Lösungen berücksichtigt werden. Die Auswahl von Maßnahmen, die auf einen Konfliktfall angewendet werden sollen kann eine oder mehrere Maßnahmen umfassen. Bei dem Konfliktfall kann es sich um einen Originalkonflikt oder einen Folgekonflikt handeln. Da nur eine Auswahl von Maßnahmen verwendet wird, wird der Lösungsraum eingeschränkt, da weniger Lösungen bestimmt werden müssen. Im einfachsten Fall werden auf einen Konfliktfall die aus der Erfahrungsbasis entnommenen Maßnahmen angewendet, wobei alle Maßnahmen zu einer konfliktfreien Situation führen. Für jede Maßnahme, die zu einer Folgesituation führt, wird die Güte dieser Lösung bestimmt. Die Maßnahme, die zu der besten Lösung führt, wird angewandt.

[0006] Führt eine aus der Erfahrungsbasis entnommene Maßnahme zu einem Folgekonfliktfall, wird vorteilhafterweise zur Auflösung des Folgekonfliktfalls ebenfalls nur eine beschränkte Anzahl von Maßnahmen der Erfahrungsbasis entnommen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die Zahl der zu bestimmenden Lösungen verringert wird, indem auf einen Original- und/oder Folgekonflikt nicht alle, sondern nur eine Auswahl von Maßnahmen angewendet bzw. berücksichtigt werden. Wenn ein Konfliktfall aufgelöst werden muss, wird die für den Original- oder Folgekonflikt geeignete Maßnahme einfach in einer Erfahrungsbasis nachgeschlagen. Durch das Verfahren wird Rechenzeit eingespart, weil der Lösungsraum eingeschränkt wird. Bei jedem Original- und Folgekonflikt werden nicht mehr alle anwendbaren Maßnahmen berücksichtigt. Gute Lösungen werden erhalten, wenn die Erfahrungsbasis statistisch signifikant ist. Die maximal benötigte Rechenleistung ei-

nes Konfliktlösungssystem kann reduziert werden. Außerdem kann eine gute Lösung schneller aufgefunden werden.

[0007] Bei einer bevorzugten Verfahrensvariante wird die Erfahrungsbasis in betriebsschwachen Zeiten eines Konfliktlösungssystems und/oder nach einer Erstimplimentierung des Verfahrens, insbesondere der Erstinstallation in dem Konfliktlösungssystem, aufgebaut. Die Erfahrungsbasis wird aufgebaut, indem vollständige Lösungsräume für einen Konfliktfall bestimmt und ausgewertet werden. Dadurch, dass die Erfahrungsbasis auch in betriebsschwachen Zeiten aufgebaut wird, wird die Rechnerleistung im Konfliktlösungssystem gleichmäßiger ausgenutzt bzw. eingesetzt. Die Erfahrungsbasis kann dadurch in betriebsschwachen Zeiten, d.h. wenn in einem spurgebundenen Verkehrssystem wenig reale Konfliktfälle auftreten, erweitert werden. Je größer die Erfahrungsbasis ist, desto schneller kann eine gute Lösung zur Auflösung eines Konflikts aufgefunden werden. Es erfolgt also quasi eine zeitliche Entkopplung von Lernen und der Anwendung des Gelernten.

[0008] Besonders bevorzugt ist es, wenn Konflikttypen und Konfliktumstandsklassen definiert werden, die einer Konfliktklasse zugeordnet werden und die Konfliktklassen in der Erfahrungsbasis abgelegt werden. Die Erfahrung, die in der Erfahrungsbasis abgelegt ist, ist der Zusammenhang zwischen den Umständen eines Konflikts (Konfliktumstand) und dem Erfolg von Maßnahmen, die zur Auflösung von Konflikten in diesem Konfliktumstand verwendet werden können. Der Konflikttyp und eine Konfliktumstandsklasse bilden zusammen eine Konfliktklasse. Diese Kombination der beiden Komponenten kommt in einem Eisenbahnsystem immer nur einmal vor. Jeder Konflikt kann eindeutig genau einer Konfliktklasse zugeordnet werden, da jeder Konflikt auch genau einer ihrer Komponenten (Konfliktumstandsklasse, Konflikttyp) zugeordnet werden kann. Ein Konflikttyp wird beispielsweise durch die Eisenbahnverwaltung festgelegt. Das tut sie aus ihrer betrieblichen Sicht. Beispiel für einen Konflikttyp ist "Zugfolgekonflikt auf freier Strecke". Ein Konflikttyp ist demnach die Definition der Umstände eines Konflikts aus Sicht der Eisenbahnverwaltung gemäß dem Betriebskonzept. Jeder Konflikt muss sich eindeutig genau einem Konflikttyp zuordnen lassen.

[0009] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens werden jeder Konfliktklasse die anwendbaren, d.h. die in Frage kommenden Maßnahmen zur Auflösung eines Konflikts zugeordnet. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass eine Eisenbahnverwaltung anhand ihres Betriebskonzepts bestimmt, welche Konflikttypen existieren. Für jeden Konflikttyp wird weiterhin festgelegt, wie Zug 1 und Zug 2 bestimmt werden. Außerdem bestimmt die Eisenbahnverwaltung für jeden Konflikttyp eine ungeordnete Liste von Maßnahmen, die auf Zug 1 und eine ungeordnete Liste von Maßnahmen, die auf Zug 2 eines Konflikts eines Konflikttyps anwendbar sind. Eine anwendbare Maßnahme ist eine

Maßnahme, die bei einem bestimmten Konflikttyp auf einen bestimmten der beiden am Konflikt beteiligten Züge anwendbar ist. Beispielsweise sind die Maßnahmen "Halt verlängern bei Zug_1" und "Halt verlängern bei Zug_2" zwei verschiedene Maßnahmen.

[0010] Bei einer besonders bevorzugten Verfahrensvariante werden die anwendbaren Maßnahmen innerhalb einer Konfliktklasse sortiert. Dies ermöglicht einen schnellen und guten Zugriff auf geeignete Maßnahmen zur Lösung eines Konflikts. Insbesondere kann bestimmt werden, dass nur die erste oder ersten Maßnahmen innerhalb einer Konfliktklasse zur Bestimmung einer Lösung zur Auflösung eines Konflikts herangezogen werden.

[0011] Vorteilhafterweise werden durch die Konfliktumstandsklasse Konflikte anhand ihrer formalisierten Umstände klassifiziert. Diese Klassifizierung geschieht unbeeinflusst von der Sichtweise der Eisenbahnverwaltung.

[0012] Vorzugsweise erfolgt die Klassifizierung anhand von abstrakten Orts- und Fahrzeugparametern. Für die Klassifizierung werden abstrakte Informationen über die Charakterisierung der am Konflikt beteiligten Züge und der Infrastruktur (Konfliktort) benutzt. Zur Abstraktion dieser Informationen werden vorzugsweise abstrakte Fahrzeugparameter und abstrakte Ortsparameter verwendet. Abstrakte Fahrzeugparameter sind zum Beispiel die Zulpriorität, die Zugleistung, die Zuglaufpriorität, die Priorität der Linienwiederherstellung (Line Recoverability Priority). Hauptkriterium für die Linienwiederherstellung sind Reservezeiten in einem Zuglauf. Wenn ein Zug sehr wenig oder keine Reservezeiten in seinem Fahrplan hat, ist er anfällig für nicht einholbare Verspätungen., weil er keine Reservezeiten verbrauchen kann, um Verspätungen aufzuholen. Diese Fahrzeugparameter haben sortierende Werte wie hoch, mittel, niedrig. Beispielsweise erhalten Zugläufe mit wenig Reservezeit einen hohen Wert für den Parameter Linienwiederherstellung. Abstrakte Ortsparameter sind zum Beispiel ein Umleitungspotential mit sortierenden Werten wie hoch, mittel, niedrig.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass für jeden abstrakten Fahrzeugparameter und für jeden abstrakten Ortsparameter ein Konfliktformalisierungsparameter verwendet wird. Konfliktformalisierungsparameter haben vergleichende Werte wie beispielsweise "Zug 1 größer als Zug 2". Hierbei ist eine Konfliktumstandsklasse ein geordnetes n-Tupel (Datensatz) aller Konfliktformalisierungsparameter. Die Werte der Konfliktformalisierungsparameter für einen bestimmten Konflikt ergeben sich aus der logischen Verknüpfung von den abstrakten Fahrzeugparametern der an diesem Konflikt beteiligten Fahrzeuge und den abstrakten Ortsparametern des Konfliktortes. Jeder Konflikt kann eindeutig genau einer Konfliktumstandsklasse zugeordnet werden. Dies bedeutet, dass jeder Konflikt genau einem Konflikttyp und genau einer Konfliktumstandsklasse zugeordnet ist. Jede Konfliktklasse besteht aus einem Konflikttyp und ei-

ner Konfliktumstandsklasse. Dies bedeutet auch, dass jeder Konflikt genau einer Konfliktklasse zugeordnet ist. Dabei können mehrere verschiedene Konflikte demselben Konflikttyp zugeordnet sein und mehrere (evtl. andere) Konflikte mit denselben Konfliktumständen sind derselben Konflikt-Umstandsklasse zugeordnet.

[0014] Vorteilhafterweise ist das Klassifizierungssystem adaptiv und passt sich der Komplexität des Verkehrsystems an, auf das es angewandt wird. Die Anzahl der Konfliktklassen für ein Eisenbahnsystem hängt von der Anzahl der Kombinationen von abstrakten Parametern ab, die in diesem Eisenbahnsystem vorkommen können. Diese Anzahl ergibt sich aus der Heterogenität des Fahrzeugparks (Zugleistung), den Fahrplänen (Zuglauf-Priorität, Priorität der Linienwiederherstellung), der Infrastruktur (Umleitungspotential, zum Teil Zuglaufpriorität) und dem Betriebskonzept (Zugpriorität) genau dieses Eisenbahnsystems.

[0015] Es kann vorgesehen sein, dass jeder anwendbaren Maßnahme einer Konfliktklasse ein Erfolgsfaktor zugeordnet wird. Der Erfolgsfaktor kann ein Erfolgszähler sein. Dabei wird beispielsweise erfasst, welche Maßnahme einer Konfliktklasse, die auf eine Konflikt dieser Konfliktklasse angewandt wurde, zur besten Lösung führte. Der dieser Maßnahme zugeordnete Erfolgszähler wird dann inkrementiert. Anhand der Erfolgszähler können die Maßnahmen einer Konfliktklasse sortiert werden.

[0016] Bei einer besonders bevorzugten Verfahrensvariante wird der Erfolg einer anwendbaren Maßnahme bewertet und werden nur die als erfolversprechend eingestufteten Maßnahmen der Erfahrungsbasis zum Bestimmen der Lösung eines Konfliktfalls entnommen. Der Erfolg einer Maßnahme ist die Häufigkeit, mit der diese Maßnahme zur besten Lösung von Konflikten unter bestimmten Konfliktumständen (= Konfliktklasse) geführt hat. Diese Häufigkeit kann mit einem Gewichtungsfaktor kombiniert werden, der ausdrückt, um wie viel die beste Lösung besser ist als die Durchschnittslösung im Lösungsraum. Insbesondere kann die Qualität einer Lösung durch eine Kostenfunktion bestimmt werden. Somit kann der Gewichtungsfaktor ausdrücken, um wie viel die beste Lösung billiger ist als der Kostendurchschnitt im Lösungsraum. Es sind jedoch auch andere Maßnahmen denkbar, mit denen der Erfolg einer Maßnahme bewertet werden kann. Dabei ist zu beachten, dass die gleiche Maßnahme in verschiedenen Konfliktklassen, d.h. bei verschiedenen Konfliktumständen, verschieden erfolgreich sein kann. Zur Auswertung des Erfolgs von Maßnahmen muss in der Regel der gesamte Lösungsraum eines Konflikts bestimmt werden, weil nur so die beste Lösung ermittelt werden kann. Wenn nur die als erfolversprechend eingestufteten Maßnahmen der Erfahrungsbasis zum Bestimmen der Lösung eines Konfliktfalls und seiner evtl. auftretenden Folgekonflikte entnommen werden, verringert sich der Lösungsraum. Dies bedeutet, dass weniger Lösungen berechnet werden müssen, da die Berechnung nur auf ei-

ne Auswahl von Maßnahmen gestützt wird.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Sortierschlüssel bestimmt wird, über den die geeigneten Maßnahmen für einen zu lösenden Konflikt in der Erfahrungsbasis aufgefunden werden können. Der Sortierschlüssel sortiert die Maßnahmen einer Konfliktklasse aufsteigend nach ihrem Erfolg unter den Konfliktumständen dieser Konfliktklasse. Daraus ergibt sich die beste, die zweitbeste, die drittbeste etc. Maßnahme für Konflikte dieser Konfliktklasse. Der Sortierschlüssel bildet dabei einen Index für die Maßnahmen innerhalb einer Konfliktklasse. Zusammen mit einem Konfliktklassenschlüssel bildet er eine Matrix. Mit dieser Matrix kann man die geeignete Maßnahme für einen Konflikt in der Erfahrungsbasis nachschlagen. Ein Konfliktklassenschlüssel wird beispielsweise durch die Konfliktklassen des Klassifizierungssystems für Konflikte ausgedrückt. Der Sortierschlüssel wird durch die Erfahrung bestimmt und kann sich ändern, wenn sich die Erfahrung im Laufe der Zeit ändert. Die Erfahrung ist hierbei der Zusammenhang zwischen den Umständen eines Konflikts (Konfliktumstand) und dem Erfolg von Maßnahmen, die zur Auflösung von Konflikten mit diesem Konfliktumstand verwendet werden.

[0018] Beispielsweise in einem Eisenbahnsystem kann das Sortieren von Maßnahmen einer Konfliktklasse von mehreren Sortierfaktoren abhängen, die in die Bewertung des Erfolgs einer Maßnahme eingehen. Durch das Betriebskonzept der Eisenbahnverwaltung können Konflikttypen, Maßnahmen zum Auflösen von Konflikten und eine Kostenfunktion zur Berechnung der Kosten einer Lösung definiert werden. Ein weiterer Sortierfaktor sind die Konfliktumstandsklassen, die auf genau dieses Eisenbahnsystem anwendbar sind. Insbesondere sind dies die Abstraktion der Orts- und Fahrzeugparameter, die Infrastruktur und die Fahrpläne. Es kann berücksichtigt werden, welche Maßnahmen in genau diesem Eisenbahnsystem gut greifen. Weiterhin kann berücksichtigt werden, wie die Konfliktlösung Maßnahmen anwendet, nämlich fehlerhaft oder korrekt.

[0019] Die Sortierung von Maßnahmen einer Konfliktklasse ist dabei nicht konstant. Die Sortierung wird nicht einmalig bestimmt und ändert sich dann nicht mehr. Weiterhin ist die Sortierung nicht deterministisch. Sie kann nicht theoretisch vorherberechnet werden, da sie nur auf Erfahrung basiert. Die Sortierung ist weiterhin abhängig von den Sortierfaktoren und reagiert auf Änderungen dieser Sortierfaktoren. Beim Start des Konfliktlösungssystems ist die Sortierung unbestimmt, es liegt keine Sortierung vor. Während beim Systemstart zum ersten Aufbau der Erfahrungsbasis komplette Lösungsräume für Konflikte berechnet werden, wird die Sortierung schrittweise statistisch mehr und mehr relevant. Die Signifikanz der Sortierung vor, während und nach dem ersten Aufbau der Erfahrungsbasis kann mit einer statistischen Methode quantifiziert werden. Die Sortierung gilt nur für ein gegebenes Verkehrssystem, für das sie erstellt wurde. Wenn die Sortierung einmal

statistisch signifikant war, d.h. gute Lösungen wurden schnell aufgefunden, führen plötzliche Änderungen der Sortierfaktoren, wie beispielsweise der Kostenfunktion, dazu, dass die Sortierung nicht mehr signifikant ist, d.h. gute Lösungen werden nicht mehr schnell gefunden. Die Verbesserung bzw. Ausweitung der Erfahrungsbasis nach der Änderung der Sortierfaktoren wird mit einer Verzögerung wieder zu einer Sortierung führen, die für die geänderten Sortierfaktoren wieder statistisch signifikant ist.

[0020] Eine statistische Methode kann verwendet werden, um den mathematischen Zusammenhang zwischen der Anzahl an ausgewerteten Maßnahmen auf der die Sortierung basiert und der Wahrscheinlichkeit, dass eine als schlecht eingestufte Maßnahme erfolgreich sein wird, zu bestimmen. Dieser Zusammenhang bestimmt, wie viele statistische Ereignisse ausgewertet worden sein müssen, damit die Sortierreihenfolge statistisch signifikant ist. Ein Beispiel einer statistischen Methode ist eine diskrete Zufallsvariable mit Binominalverteilung.

[0021] Um eine gute Lösung zur Auflösung eines Konflikts schnell zu finden, wird festgelegt, wie viele Maßnahmen einer Konfliktklasse als "gut" eingestuft sein sollen. Alle anderen werden als "schlecht" eingestuft. Weiterhin wird definiert, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine als "schlecht" eingestufte Maßnahme zur besten Lösung führen darf. Wenn die Sortierung in der Erfahrungsbasis statistisch signifikant ist, wird der Lösungsraum dadurch eingeschränkt, dass nur noch als "gut" eingestufte Maßnahmen zur Lösungsberechnung benutzt werden. Das schränkt die Anzahl der zu errechnenden Lösungen ein. Innerhalb des eingeschränkten Lösungsraums wird die Lösung mit dem größten Gütefaktor, insbesondere mit den geringsten Kosten bei Verwendung einer Kostenfunktion, als die bevorzugte Lösung erachtet. Es ist auch denkbar, nur eine Lösung unter Verwendung der jeweils besten Maßnahmen für die Originalsowie Folgekonflikte zu bestimmen.

[0022] Die Sortierung der Maßnahmen innerhalb einer Konfliktklasse kann optimiert werden. Dies kann insbesondere dann geschehen, wenn die wenigen besten Maßnahmen einer Konfliktklasse nicht wesentlich öfter die besten Lösungen erzielen als andere Maßnahmen derselben Konfliktklasse. Dabei soll das Klassifizierungssystem so verbessert werden, dass die wenigen besten Maßnahmen einer Konfliktklasse wesentlich öfter die besten Lösungen erzielen als andere Maßnahmen derselben Konfliktklasse. Der Erfolg des Klassifizierungssystems hängt von den abstrakten Orts- und Fahrzeugparameter ab. Insbesondere können die Parameter und ihr Wertebereich optimiert werden. Der Wertebereich der Parameter kann erweitert werden. Zur Optimierung können mehr als drei sortierende Werte wie "hoch", "mittel" und "niedrig" für jeden oder einige Klassifikationsparameter eingeführt werden. Weiterhin kann die Abbildung von Zugläufen oder der Infrastruktur auf die abstrakten Fahrzeugparameter bzw. abstrakten

Ortsparameter (Mapping) später, nachdem das Konfliktlösungssystem einige Zeit gelaufen ist, optimiert werden. Die Grenzen zwischen den sortierenden Werten "hoch", "mittel", "niedrig" können verändert werden. Insbesondere kann ursprünglich vorgesehen sein, dass eine automatische oder halbautomatische Abbildung aller Zugläufe auf sortierende Werte in etwa folgende Verteilung ergibt: "hoch" = 25 %, "mittel" = 50 %, "niedrig" = 25 %. Zur Optimierung können die Wertebereiche verändert werden, so dass beispielsweise dann einige Zugläufe, die vorher auf den Wert "niedrig" abgebildet wurden, danach auf den Wert "mittel" abgebildet werden. Weiterhin ist zur Optimierung möglich, dass einzelne Zugläufe oder einzelne Infrastrukturabschnitte später optimiert, d.h. anders auf abstrakte Parameterwerte abgebildet werden als bei der ersten automatischen oder halbautomatischen Abbildung. Damit kann man die Ausbreitung von Störungen berücksichtigen, die als Folge der Anwendung von Maßnahmen auf solche Züge auftreten, die durch Hauptverkehrszonen mit vielen Anschlüssen an andere Zugläufe oder verkehrsbedingte Nadelöhre oder über besonders dicht frequentierte Strecken fahren.

[0023] In den Rahmen der Erfindung fällt außerdem ein Konfliktlösungssystem zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem Speicher zum Speichern einer Erfahrungsbasis und mit Mitteln zum Auswählen von Maßnahmen zur Auflösung eines Konflikts aus der Erfahrungsbasis und Mitteln zum Bestimmen von Lösungen und des Gütefaktors einer Lösung. Mit einem solchen Konfliktlösungssystem können Konflikte in einem spurgebundenen Verkehrssystem schneller aufgelöst werden als mit Verfahren des Standes der Technik.

[0024] In den Rahmen der Erfindung fällt außerdem ein Computerprogramm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

Zeichnung

[0026] Ein Ausführungsbeispiel ist in der schematischen Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2a einen Lösungsbaum zur Darstellung eines vollständigen Lösungsraums;

- Fig. 2b** eine vereinfachte Darstellung einer Matrix zum Auffinden von Maßnahmen einer Erfahrungsbasis;
- Fig. 2c** einen Lösungsbaum zur Darstellung eines Lösungsraums bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 3** eine Matrix zum Auffinden von Maßnahmen in einer Erfahrungsbasis;
- Fig. 4a** eine Darstellung der Verwendung eines Erfolgszählers;
- Fig. 4b** eine Matrix mit inkrementiertem Erfolgszähler;
- Fig. 5** eine Zuordnung der abstrakten Fahrzeug- und Zugparameter;
- Fig. 6** eine Zuordnung der abstrakten Ortsparameter; und
- Fig. 7** eine Veranschaulichung der Ermittlung einer Konfliktumstandsklasse eines Konflikts.

[0027] In der **Fig. 1** ist das erfindungsgemäße Verfahren schematisch dargestellt. In einem Betriebskonzept **1** einer Eisenbahnverwaltung werden gültige Konflikttypen **2** aus betrieblicher Sicht festgelegt. Beispiel für einen Konflikttyp ist "Zugfolgekonflikt auf freier Strecke". Jede Eisenbahnverwaltung hat in ihrem Betriebskonzept **1** einen Katalog von Maßnahmen **3** zur Konfliktauflösung. Die Zuordnung, bei welchem Konflikttyp welche Maßnahme auf Zug **1** und welche Maßnahme auf Zug **2** eines Konflikts anwendbar ist, wird beispielsweise dadurch festgelegt, dass für jeden Konflikttyp einfach diejenigen Maßnahmen gestrichen werden, die bei diesem Konflikttyp betrieblich oder technisch sinnlos sind. In der Qualitätsnorm **4** wird durch die Eisenbahnverwaltung festgelegt, wie die Qualität einer Lösung bemessen wird. Hierfür werden von der Eisenbahnverwaltung Richtlinien vorgegeben. Beispielsweise wird die Qualität einer Lösung durch die Berechnung einer Kostenfunktion bestimmt. Beispielsweise ist es möglich, die Kosten in Verspätungsminuten, die mit der Zugkategorie gewichtet sind, zu bemessen und ein Verspätungsäquivalent für verlorene Verbindungen zu addieren. Ein Klassifizierungssystem für Konflikte **5** weist die zwei Komponenten Konflikttypen und Konfliktumstandsklassen **6** auf. Über die Konfliktumstandsklassen werden die Umstände eines Konflikts mittels abstrakter Parameter formalisiert. Die Konfliktklassen des Klassifizierungssystems für Konflikte **5** werden in einer Erfahrungsbasis **7** abgelegt, wobei für jede Konfliktklasse mehrere Maßnahmen zur Lösung eines Konflikts abgelegt sind. Hierbei erlaubt eine Matrix Zugriff auf eine Maßnahme der Erfahrungsbasis **7**, wobei die Matrix einen Konflikt-

klassenschlüssel und Sortierschlüssel enthält, von denen der Konfliktklassenschlüssel auf eine Konfliktklasse innerhalb der Erfahrungsbasis und der Sortierschlüssel auf eine Maßnahme innerhalb einer Konfliktklasse weist.

[0028] Typischerweise gibt es mehr als eine Lösung, um einen Konflikt aufzulösen, nämlich mindestens eine Lösung pro Maßnahme, die auf den Originalkonflikt angewendet wird, und weitere Lösungen für alle Maßnahmen, die auf einen Folgekonflikt angewandt werden. Der Lösungsraum besteht aus allen Lösungen zu einem Originalkonflikt, wobei jeder Lösung ein Gütefaktor zugeordnet ist. Diese Lösungen erhält man, indem man auf den Originalkonflikt und auf alle Folgekonflikte jeweils alle (gemäß Konflikttyp) anwendbaren Maßnahmen anwendet. Zunächst werden auf den Originalkonflikt alle anwendbaren Maßnahmen angewandt. Aus jeder Maßnahme ergibt sich eine neue Situation, meist mit Folgekonflikten. Danach wird in jeder dieser neuen Situationen mit Folgekonflikten der zeitlich erste Konflikt gelöst, indem alle auf diesen Konflikttyp anwendbaren Maßnahmen auf ihn angewandt werden. Dies erzeugt wiederum eine neue Situation pro angewandter Maßnahme. Dies wird so lange fortgesetzt, bis keine Folgesituation mit Konflikten mehr existiert oder bis Konflikte so weit in der Zukunft liegen, dass sie nicht mehr interessieren. Wenn beispielsweise jede Lösung zu einem Originalkonflikt aus einheitlich $n = 4$ Maßnahmen besteht und bei jedem Original- oder Folgekonflikt einheitlich dieselbe Anzahl von m anwendbaren Maßnahmen hat, besteht der Lösungsraum aus m^n Lösungen. Für $n = 4$ und $m = 8$ gibt es 4096 Lösungen. Wenn man, statt alle Lösungen für alle Maßnahmen zu berechnen, nur die besten zwei Maßnahmen einer Konfliktklasse anwendet, engt das den Lösungsraum im oben genannten Beispiel auf nur 16 Lösungen ein. Daher muss der Gütefaktor für sehr viel weniger Lösungen bestimmt werden.

[0029] Dies soll anhand der **Figuren 2a bis 2c** nochmals erläutert werden. Bei dem in der Fig. 2a dargestellten Lösungsbaum **10** stellt die Situation **S0** einen Original-Konfliktfall dar. Um diesen Konfliktfall aufzulösen, besteht die Möglichkeit, eine der Maßnahmen **M1**, **M2**, **M3** anzuwenden. Für jede angewandte Maßnahme führt dies zu den Folgesituationen **S1**, **S2**, **S3**, die jeweils einen Folgekonflikt darstellen, auf den wiederum verschiedene Maßnahmen angewendet werden können, um ihn aufzulösen. Für die Situation **S1** sind dies die Maßnahmen **M11**, **M12**, die zu den Folgesituationen **S11**, **S12** führen. Der Folgekonflikt **S2** kann durch die Maßnahmen **M21**, **M22**, **M23** aufgelöst werden, wobei jeweils die Situationen **S21**, **S22**, **S23** entstehen. Entsprechend können auf die Situation **S3** die Maßnahmen **M31**, **M32**, **M33** angewandt werden, was zu den Folgesituationen **S31**, **S32**, **S33** führt. Im Beispiel der Fig. 2a stellen die Situationen **S11**, **S12**, **S21**, **S22**, **S23**, **S31**, **S32**, **S33** keine Konfliktsituationen dar, die aufgelöst werden müssen. Jeder Weg (Pfad) durch den Lösungs-

baum 10 von dem Originalkonflikt S0 zu einer konfliktfreien Situation S11, S12, S21, S22, S23, S31, S32, S33 stellt eine Lösung dar. Ein vollständiger Lösungsbaum, bei dem auf den Originalkonflikt und jeden Folgekonflikt alle anwendbaren Maßnahmen angewandt wurden, entspricht dem Lösungsraum. Im Stand der Technik wird für jede Lösung ein Gütefaktor für die Lösung ermittelt. Um die beste Lösung, d.h. die mit dem besten Gütefaktor durch Vergleich zu erhalten, muss der gesamte Lösungsraum bestimmt werden. Im Beispiel ist die Lösung 11, die beste Lösung.

[0030] In der Fig. 2b ist beispielhaft eine Matrix 12 vereinfacht dargestellt. Jede Situation bzw. jeder Konflikt S0, S1, S2, S3 ist einer Konfliktklasse **KK1 - KK4** zugeordnet. Insbesondere sind die Konflikte S0, S1, S2, S3 den Konfliktklassen KK2, KK1, KK4 und KK3 zugeordnet. Für jede Konfliktklasse KK1 - KK4 sind die anwendbaren Maßnahmen abgelegt, wobei die Maßnahmen nach ihrer Erfolgsaussicht sortiert sind. Dabei kann dieselbe Maßnahme in verschiedenen Konfliktklassen vorhanden sein. Beispielsweise können M1 und M23 identisch sein. Für die Konfliktklasse KK2 ist die Maßnahme M1 die erfolgversprechendste Maßnahme und M3 die am wenigsten Erfolg versprechende Maßnahme. Wenn im Konfliktlösungssystem vorgegeben ist, dass zum Auffinden der besten Lösung nur die beiden Maßnahmen zur Auflösung eines Konflikts herangezogen werden sollen, die am meisten Erfolg versprechen, erhält man den (unvollständigen) Lösungsbaum der Fig. 2c.

[0031] Auf die Original-Konfliktsituation S0 werden nur die Maßnahmen M1, M2, die zu den Folgesituationen S1, S2 führen, angewendet. Auf die Folgekonflikt-Situationen S1, S2 werden jeweils die Maßnahmen M11, M12 bzw. M22, M21 angewendet, so dass die konfliktfreien Situationen S11, S12, S22, S21 erhalten werden. Der Gütefaktor muss daher nur für die Lösungen, die zu den Situationen S11, S12, S22, S21 führen, bestimmt werden. Durch Vergleich der Gütefaktoren erhält man wiederum die Lösung 11 als günstigste Lösung, jedoch wesentlich schneller, da weniger Lösungen berechnet werden müssen.

[0032] In der Fig. 3 ist eine Matrix 20 zum Auffinden von Maßnahmen in einer Erfahrungsbasis dargestellt. Der Konfliktklassenschlüssel **K**, der auf der Abszisse abgebildet ist, bildet zusammen mit dem Sortierschlüssel **SS** (abgebildet auf der Ordinate) für die Maßnahmen **M_a - M_i** innerhalb einer Konfliktklasse **KK1 - KK7** eine Matrix 20. Die anwendbaren Maßnahmen **M_a - M_i** sind für jede Konfliktklasse KK1 - KK7 nach ihrem Erfolg unter den Konfliktumständen der jeweiligen Konfliktklasse KK1 - KK7 sortiert. Mit dieser Matrix 20 kann die anwendbare Maßnahme **M_a - M_i** für einen Konflikt in der Erfahrungsbasis nachgeschlagen werden. Eine Maßnahme **M_x** kann in mehr als einer Konfliktklasse anwendbar sein. Die Maßnahme **M_g** ist beispielsweise anwendbar auf die Konfliktklassen KK1, KK3, KK4 und KK6. Für die Konfliktklasse KK1 ist sie die beste Maßnahme, für Konfliktklasse KK3 ist sie die acht-beste

Maßnahme, für Konfliktklasse KK4 ist sie die dritt-beste Maßnahme, für Konfliktklasse KK6 ist sie die fünft-beste Maßnahme.

[0033] Für jede Konfliktklasse gibt es pro anwendbarer Maßnahme einen in der Fig. 3 nicht dargestellten Erfolgszähler. Für die Maßnahme **M_g** gibt es vier separate Erfolgszähler: je einen für die Konfliktklassen KK1, KK3, KK4 und KK6.

[0034] Die Erfahrungsbasis wird durch die Auswertung von vollständig durchgerechneten Lösungsbaum aufgebaut. Wenn ein Konflikt der Konfliktklasse KK1 durch die Maßnahme **M_g** am besten gelöst worden ist, dann wird der Erfolgszähler für **M_g** in der Konfliktklasse KK1 um 1 erhöht. Wenn ein Konflikt der Konfliktklasse KK3 durch Maßnahme **M_g** am besten gelöst wird, dann wird der Erfolgszähler für **M_g** in der Konfliktklasse KK3 um 1 erhöht, etc. Nach jeder Änderung eines Erfolgszählers wird die Sortierung der Maßnahmen innerhalb der entsprechenden Konfliktklasse überprüft und ggf. nachgezogen.

[0035] Die Verwendung des Erfolgszählers **Z_x** wird nachfolgend anhand der Fig. 4a nochmals erläutert. Der Erfolg einer Maßnahme **M_x** ist die Häufigkeit mit der diese Maßnahme **M_x** zur besten Lösung (niedrigste Kosten) von Konflikten unter bestimmten Konflikt-Umständen (Konflikt-Klasse) geführt hat. Um diese Häufigkeit ermitteln zu können, werden Erfolgszähler **Z_x** verwendet. Für jede Konfliktklasse KK1 - KK7 gibt es pro anwendbare Maßnahme **M_x** einen Erfolgszähler **Z_x**. Eine Maßnahme **M_x** kann in mehr als einer Konfliktklasse KKx anwendbar sein. Dann gibt es für diese Maßnahme **M_x** mehrere Erfolgszähler **Z_x**. Für jede anwendbare Maßnahme im o.g. Sinne gibt es einen Erfolgszähler (pro Konfliktklasse), d.h. innerhalb derselben Konfliktklasse braucht man für "Halt verlängern bei Zug 1" und "Halt verlängern bei Zug 2" zwei Erfolgszähler. In der Fig. 4a ist die Maßnahme **M_e** in den vier Konfliktklassen KK2, KK4, KK5 und KK7 anwendbar. Deshalb gibt es für **M_e** vier separate Erfolgszähler **Z_e**: je einen für die Konfliktklassen KK2, KK4, KK5 und KK7. In der Fig. 4a sind zunächst alle Erfolgszähler **Z_x** auf den Wert 100 gesetzt.

[0036] Wenn die Erfahrungsbasis aufgebaut wird, wird die Konfliktklasse zu Konflikt K aus dem Lösungsbaum ermittelt, beispielsweise KK6. Weiterhin wird ermittelt, welche Maßnahme, die auf Konflikt K angewandt wurde, zur besten Lösung führte, beispielsweise die Maßnahme **M_c**. Der Erfolgszähler **Z_c** für die Maßnahme **M_c** bei Konfliktklasse KK6 wird ermittelt und inkrementiert (Fig. 4b). Nach jeder Änderung eines Erfolgszählers **Z_x** wird in der Erfahrungsbasis die Sortierung der Maßnahmen **M_x** innerhalb der entsprechenden Konfliktklasse KKx überprüft und ggf. nachgezogen. Es sind Varianten für das Zählen des Erfolgs denkbar. Das Zählen kann beispielsweise mit einem Gewichtungsfaktor kombiniert werden. Weitere Varianten beziehen sich darauf, welche und wie viele Maßnahmen eines Lösungsbaums bei der Erfolgszählung berücksichtigt werden. Die Aus-

wertung kann auf nur die Maßnahmen beschränkt werden, die auf den Originalkonflikt angewandt wurden (d. h. nur M1 in Fig.2c), oder auf die Maßnahmen, die auf alle Konflikte der besten Lösung (M1, M12 in Fig. 2c) angewandt wurden, oder überhaupt alle auf irgendeinen gelösten Konflikt des Lösungsbaums angewandten Maßnahmen berücksichtigen, die diesen (Folge)-Konflikt am besten gelöst haben (M1, M12, entweder M22 oder M21, je nachdem welche der beiden entsprechenden Lösungen kostengünstiger ist).

[0037] In der Fig. 5 ist die Zuordnung der abstrakten Fahrzeug- bzw. Zugparameter dargestellt. In Abhängigkeit von einem Fahrplan **FP**, z.B. einem Winter- oder Sommerfahrplan, erfolgt für jede Zugnummer **NR** eine Abbildung auf abstrakte Zugparameter. Dem Zug mit der Zugnummer **NR** = 4711 ist eine Zugpriorität **ZP** mit dem Wert "niedrig" **N**, eine Zugleistung **ZL** mit dem Wert "mittel" **M**, eine Zuglaufpriorität **ZLP** mit dem Wert "mittel" **M** und eine Priorität der Linienwiederherstellung **PLW** mit dem Wert "hoch" **H** zugeordnet. Entsprechend sind dem Zug mit der Nummer **NR** = 0815 die Parameter **ZP** = **H**, **ZL** = **N**, **ZLP** = **M** und **PLW** = **H** zugeordnet.

[0038] In der Fig. 6 ist die Zuordnung der abstrakten Ortsparameter veranschaulicht. Für jeden möglichen Konfliktort erfolgt eine Abbildung der Infrastruktur **IS** auf abstrakte Ortsparameter. Dem Ort mit der Ortsidentifikationsnummer **OI** = 1234 ist in beide Richtungen **R** ein Umleitungspotential **UP** mit dem Wert "niedrig" **N** zugeordnet. Dem Ort mit der Nummer **OI** = 1235 ist in der einen Richtung **R** das Umleitungspotential **UP** = **H** (hoch) und in der anderen Richtung **R** das Umleitungspotential **UP** = **N** zugeordnet.

[0039] In der Fig. 7 ist die Ermittlung der Konfliktumstandsklasse **KU** eines Konflikts zwischen den Zügen mit der Nummer **NR** = 4711 (Zug 1 **Z1**) und **NR** = 0815 (Zug 2 **Z2**) dargestellt. Aus den abstrakten Zug- und Ortsparametern in der oberen Hälfte der Fig. 7, d.h. oberhalb der Linie **L** werden Konfliktformalisierungsparameter ermittelt, die dieselbe Bezeichnung wie die abstrakten Parameter haben. Der Konfliktformalisierungsparameter Zugpriorität **ZP** erhält den vergleichenden Wert $Z1 < Z2$, die Zugleistung **ZL** den Wert $Z1 > Z2$, die Zuglaufpriorität **ZLP** den Wert $Z1 = Z2$, die Priorität der Linienwiederherstellung **PLW** den Wert $Z1 = Z2$ und das Umleitungspotential den Wert $Z1 = Z2$. Alle Konflikte mit derselben Kombination von Werten für die Konflikt-Formalisierungsparameter gehören zu derselben Konfliktumstandsklasse **KU**. Bei einem Konflikt mit nur einem Zug kann vorgesehen sein, dass dieser als Zug 1 **Z1** mit einem Referenzzug **Z2** verglichen wird, der in allen abstrakten Parametern den Wert "mittel" hat.

[0040] Bei einem Verfahren zum Auflösen von Konfliktsituationen (**S0**, **S1**, **S2**) in einem spurgebundenen Verkehrssystem wird eine Auswahl von Maßnahmen (**M1**, **M2**, **M11**, **M12**, **M21**, **M22**), die zur Auflösung des Konflikts geeignet sind, einer Erfahrungsbasis entnommen und werden nur diese Maßnahmen (**M1**, **M2**, **M11**, **M12**, **M21**, **M22**), die zu Folgesituationen führen, bei der

Bestimmung einer Lösung (11) berücksichtigt. Für jede Lösung wird ein Gütefaktor ermittelt und anschließend wird durch Vergleich der Gütefaktoren die beste Lösung (11) bestimmt und angewandt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern der Belegung in einem spurgebundenen Verkehrssystem bei einem Belegungskonfliktfall (**S0**, **S1**, **S2**, **S3**) oder einem technischen Konfliktfall, wobei mögliche alternative Maßnahmen (**M1** - **M33**; $M_a - M_i$) zur Auflösung des Konfliktfalls (**S0**, **S1**, **S2**, **S3**) ermittelt und beim Ermitteln einer Lösung berücksichtigt werden, für jede Lösung ein Gütefaktor bestimmt wird, und die Lösung (11) mit dem besten Gütefaktor angewendet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Auswahl von zur Auflösung des Konfliktfalls in Frage kommenden Maßnahmen (**M1**, **M2**, **M11**, **M12**, **M21**, **M22**) einer Erfahrungsbasis (7) entnommen werden und nur diese Maßnahme(n) (**M1**, **M2**, **M11**, **M12**, **M21**, **M22**) bei der Ermittlung von Lösungen (11) berücksichtigt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für einen Konfliktfall (**S0**) eine Auswahl an Maßnahmen (**M1**, **M2**) der Erfahrungsbasis (7) entnommen wird und für jeden durch eine auf den Konfliktfall (**S0**) angewendete Maßnahme (**M1**, **M2**) entstehenden Folgekonfliktfall (**S1**, **S2**) ebenfalls eine Auswahl von Maßnahmen (**M11**, **M12**, **M21**, **M22**) der Erfahrungsbasis (7) entnommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfahrungsbasis (7, 12) in betriebsschwachen Zeiten eines Konfliktlösungssystems und/oder nach einer Erstimplementierung des Verfahrens, insbesondere der Erstinstallation in dem Konfliktlösungssystem, aufgebaut wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Konflikttypen (2) und Konfliktumstandsklassen (6, **KU**) definiert werden, die einer Konfliktklasse (5, **KK1** - **KK7**) zugeordnet werden und die Konfliktklassen (5, **KK1** - **KK7**) in der Erfahrungsbasis (7) abgelegt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Konfliktklasse (5, **KK1** - **KK7**) die anwendbaren Maßnahmen (**M1** - **M33**, $M_a - M_i$) zur Auflösung eines Konflikts zugeordnet werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die anwendbaren Maßnahmen (**M1** - **M33**, $M_a - M_i$) innerhalb einer Konfliktklasse (5, **KK1** - **KK7**) sortiert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Konfliktumstandsklasse (6, KU) Konflikte anhand ihrer formalisierten Umstände klassifiziert werden. 5
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klassifizierung anhand von abstrakten Orts- und Fahrzeugparametern (ZP, ZL, ZLP, PLW, R, UP) erfolgt. 10
9. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder anwendbaren Maßnahme (M1 - M33, $M_a - M_i$) einer Konfliktklasse (KK1 - KK7) ein Erfolgsfaktor (Erfolgszähler $Z_a - Z_f$) zugeordnet wird. 15
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erfolg einer Maßnahme (M1 - M33, $M_a - M_i$) bewertet wird und nur die als Erfolg versprechend eingestuftene Maßnahme(n) (M1, M2, M11, M12, M21, M22) der Erfahrungsbasis (7) zum Bestimmen der Lösung (11) eines Konfliktfalls entnommen werden. 20
11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sortierschlüssel (SS) bestimmt wird, über den die geeigneten Maßnahmen (M1 - M33) für einen aufzulösenden Konflikt in der Erfahrungsbasis (7) aufgefunden werden können. 25
12. Konfliktlösungssystem zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Speicher zum Speichern einer Erfahrungsbasis und mit Mitteln zum Auswählen von Maßnahmen zur Auflösung eines Konflikts aus der Erfahrungsbasis und Mitteln zum Bestimmen von Lösungen und des Gütefaktors einer Lösung. 30
13. Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1. 35

45

50

55

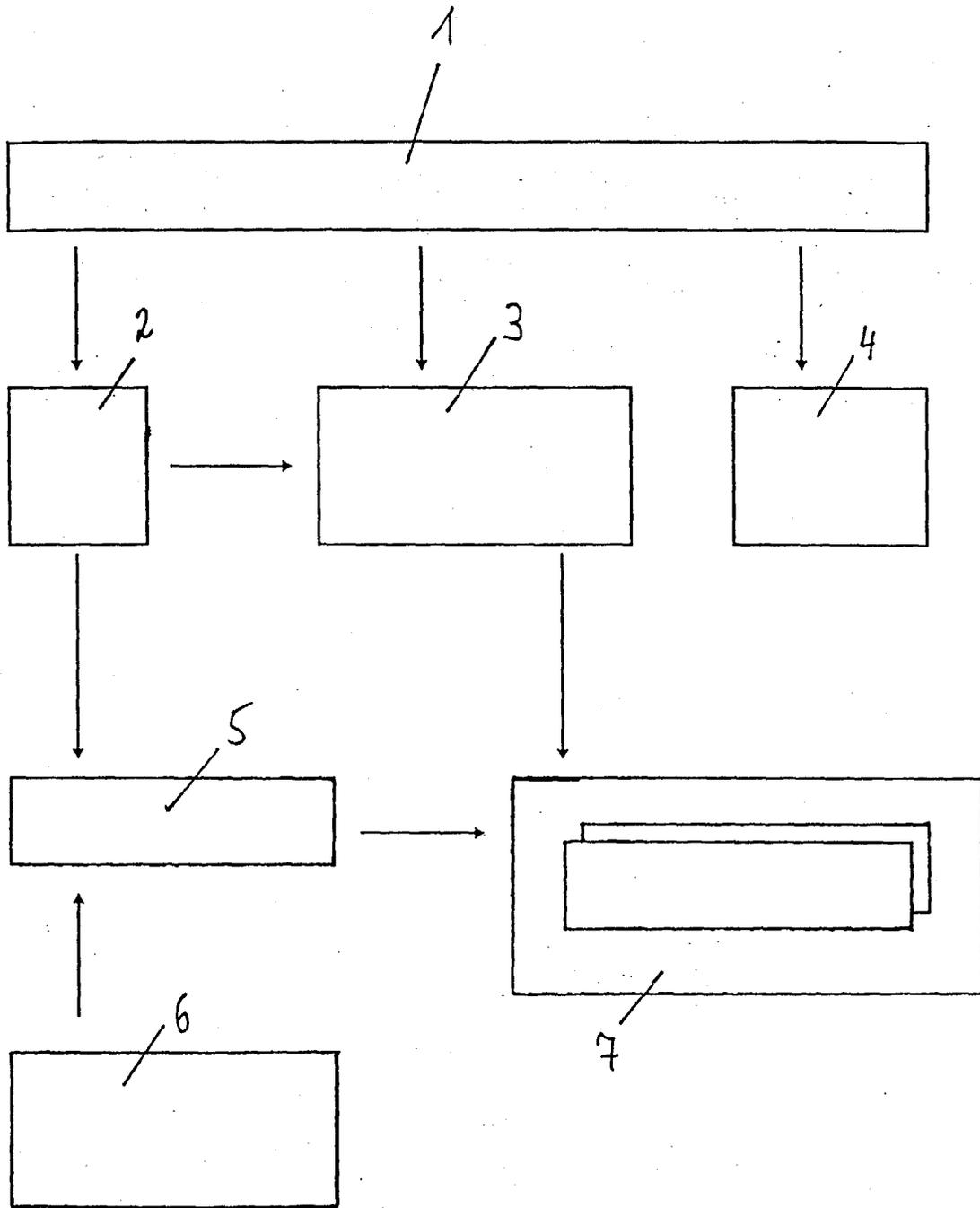


Fig. 1

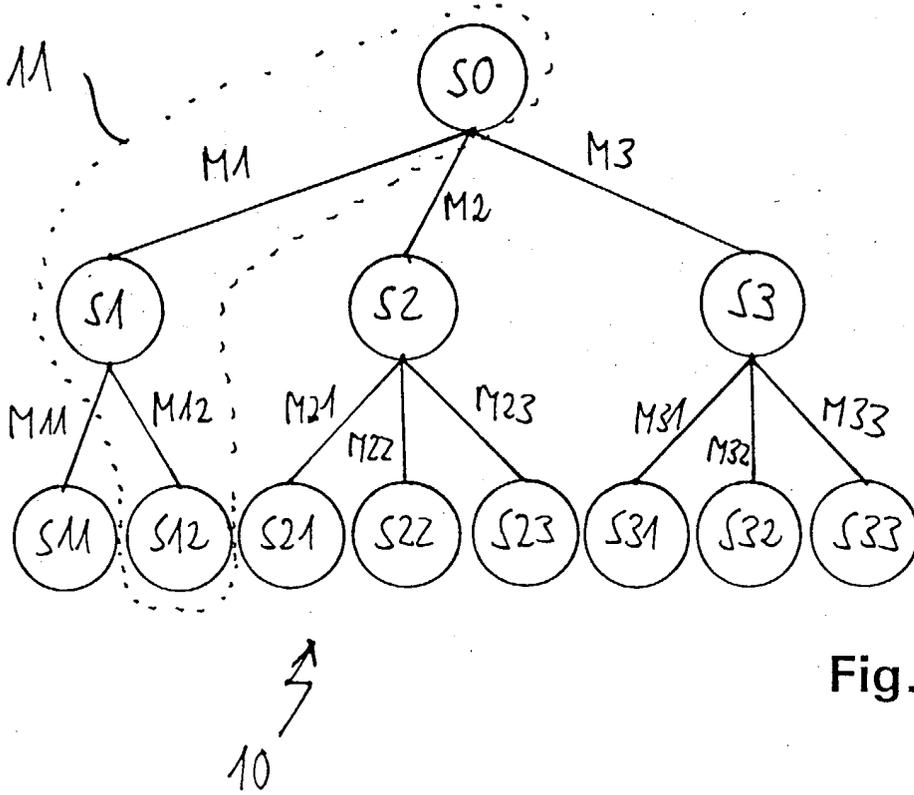


Fig. 2a

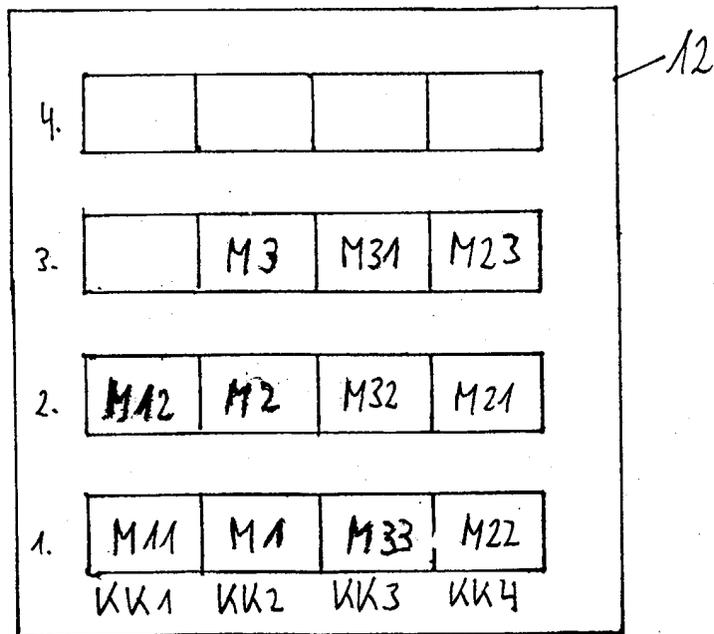


Fig. 2b

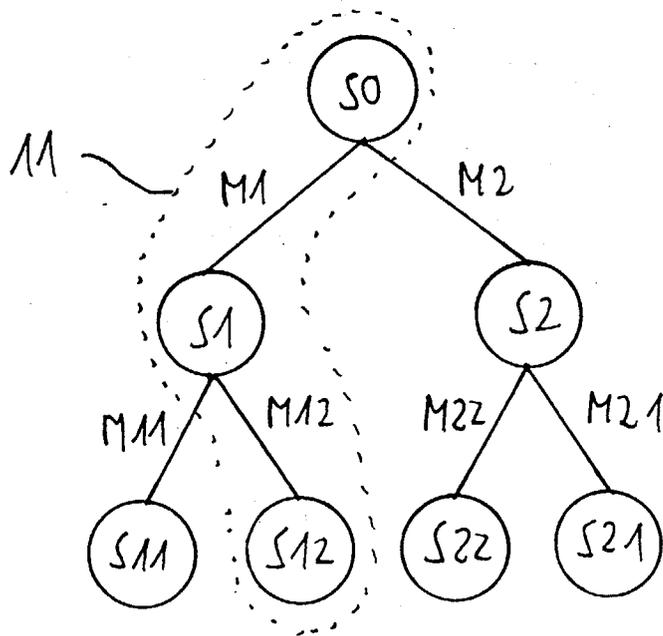


Fig. 2c

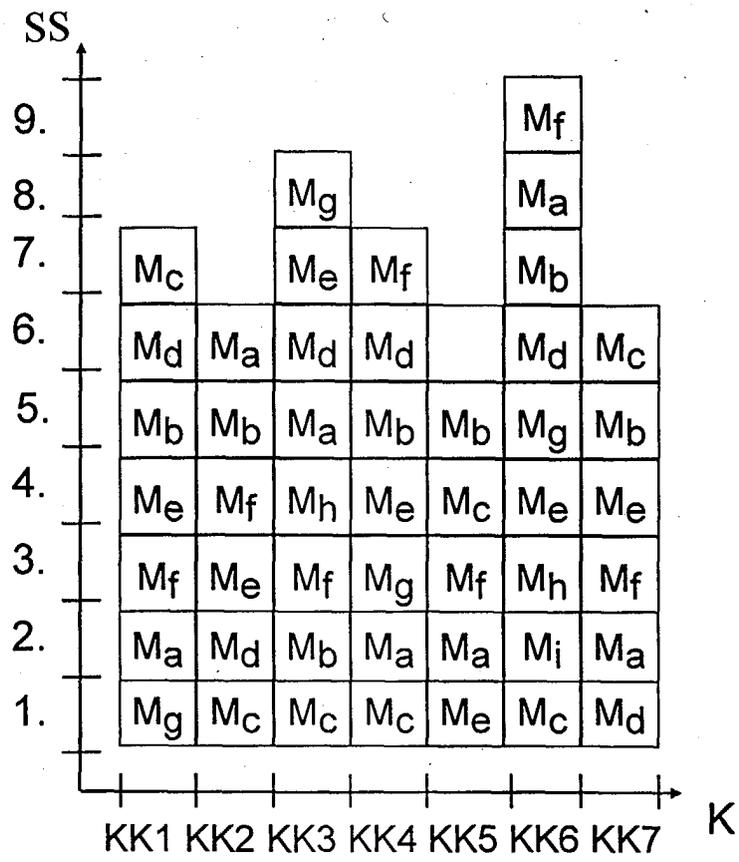


Fig. 3

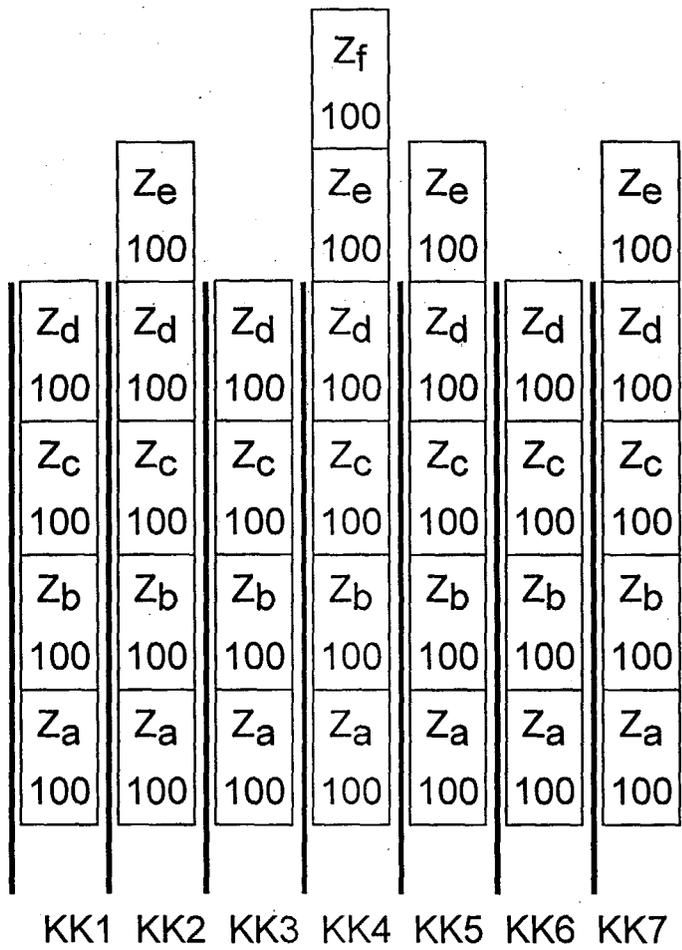


Fig. 4a

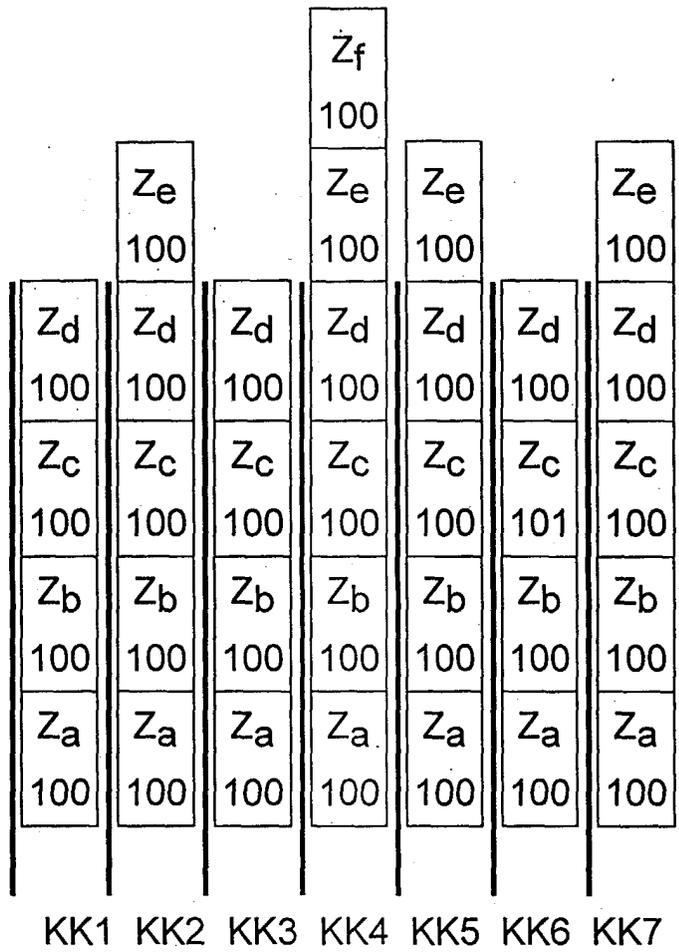


Fig. 4b

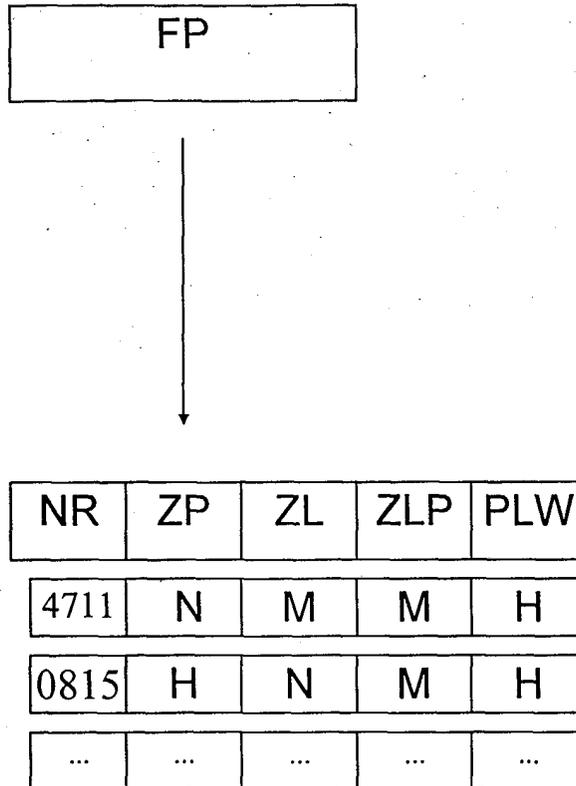


Fig. 5

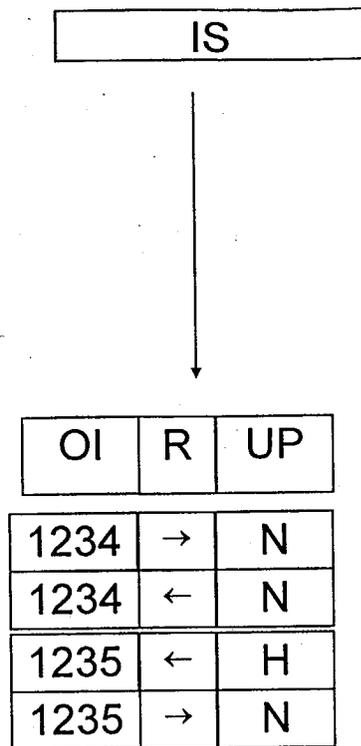


Fig. 6

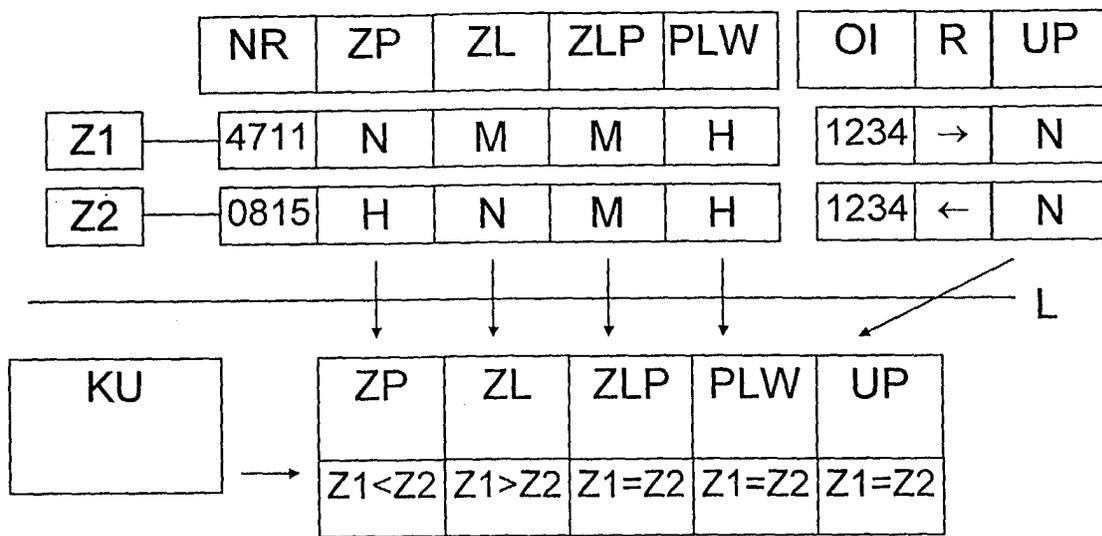


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 36 0088

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 794 172 A (JULICH PAUL M ET AL) 11. August 1998 (1998-08-11) * Spalte 6, Zeile 28 - Spalte 28, Zeile 9 *	1,4,12, 13	B61L27/00
A	--- US 4 122 523 A (MORSE CHARLES W ET AL) 24. Oktober 1978 (1978-10-24) * Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 8, Zeile 20 *	4	
A	--- FAY, ALEXANDER: "Dezentrale Steuerung des Schienenverkehrs durch autonome Agenten" SIGNAL & DRAHT, Bd. 92, März 2000 (2000-03), Seiten 14-18, XP002262020 * das ganze Dokument * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 19. November 2003	Prüfer Janhsen, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P/04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 36 0088

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-11-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5794172 A	11-08-1998	US 5623413 A	22-04-1997
		US 6459964 B1	01-10-2002
		US 6154735 A	28-11-2000
		AU 712538 B2	11-11-1999
		AU 3374695 A	22-03-1996
		BR 9509462 A	21-10-1997
		CA 2198855 A1	07-03-1996
		CN 1162290 A ,B	15-10-1997
		EP 0782521 A1	09-07-1997
		JP 10505036 T	19-05-1998
		PL 319030 A1	21-07-1997
		WO 9606766 A1	07-03-1996
		US 5828979 A	27-10-1998
		ZA 9507360 A	28-08-1996
US 4122523 A	24-10-1978	CA 1089068 A1	04-11-1980
		GB 1597976 A	16-09-1981
		NL 7713369 A	20-06-1978

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82