



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 047 691 A1** 2006.04.13

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 047 691.8**

(22) Anmeldetag: **30.09.2004**

(43) Offenlegungstag: **13.04.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 12/56** (2006.01)  
**H04L 29/02** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Charzinski, Joachim, Dr., 81825 München, DE;**  
**Reichert, Christoph, 10589 Berlin, DE**

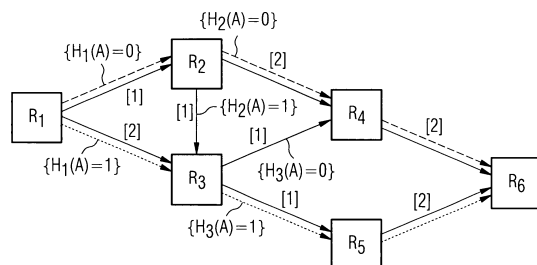
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**US 2003/1 98 190 A1**  
**US 66 28 649 B1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Routing von Datenpaketen in einem Kommunikationsnetz, Kostenmetriken für Verbindungswege eines Netzknotens und Netzknoten eines Kommunikationsnetzes**

(57) Zusammenfassung: Zum Routing von Datenpaketen in einem mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetz, in dem die Netzknoten mindestens teilweise durch Verbindungswege, denen Kostenmetriken zugeordnet sind, verbunden sind, werden Datenpakete von einem Eingangsnetzknoten zu einem Ausgangsnetzknoten über einen Routingweg mit der geringsten Summe der Kostenmetriken der Verbindungswege übertragen. Bei Vorhandensein mehrerer kostengleicher Routingwege oder Routingwegabschnitte werden Datenpakete auf diese Routingwege oder Routingwegabschnitte aufgeteilt. Ausgehend vom Eingangsnetzknoten wird der Routingweg zum Ausgangsnetzknoten auf eine Datenpaketaufteilung überprüft. Eine Anzahl Datenpaketaufteilungen auf mindestens zwei Routingwegabschnitte wird zugelassen und bei weiteren Datenpaketaufteilungsmöglichkeiten wird nur ein Routingwegabschnitt verwendet. Die verbleibenden Routingwegabschnitte erhalten höhere Kostenmetriken, so dass eine Datenpaketaufteilung vermieden wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, Kostenmetriken für Verbindungswege eines Netzknotens und einen Netzknoten eines paketvermittelnden Kommunikationsnetzes.

### Stand der Technik

**[0002]** Paketvermittelte Kommunikationsnetze bestehen aus Netzknoten, wie Router, Switches, Netzelementen, Hubs, die untereinander durch Verbindungswege respektive Linkstrecken, Verbindungen, Leitungen, Links, Strecken, mindestens teilweise miteinander verbunden sind. In paketvermittelnden Kommunikationsnetzen werden Datenpakete respektive Pakete von einem Eingangs- oder Quellnetz-knoten über Routingwege zu einem Ausgangs- oder Zielnetz-knoten übertragen. Ein paketvermittelndes Kommunikationsnetz ist beispielsweise das Internet. Im Internet werden Routingprotokolle wie open shortest path first, kurz OSPF, oder Intermediate System – Intermediate System, kurz IS-IS, verwendet. Diese Routingprotokolle ermitteln zwischen Eingangs- und Ausgangsnetz-knoten einen Routingweg respektive Routingpfad, Route oder Pfad. Um einen Routingpfad zu ermitteln wird jedem Verbindungsweg eine so genannte Kostenmetrik zugeordnet. Dies sind vergebene Kosten für den entsprechenden Verbindungsweg. Mit Hilfe dieser Kostenmetriken werden durch die Routingprotokolle kürzeste Routingpfade zwischen Eingangs- und Ausgangsnetz-knoten im Sinne der Routingpfade mit der geringsten Kostensumme der Verbindungswege ermittelt. Falls es mehrere gleich gute Routingpfade oder Routingpfadabschnitte, d.h. Teilabschnitte des Routingpfades, gibt, wird entweder nach lokalen Regeln und Reihenfolgen ein Routingpfadabschnitt respektive nächster Netzknoten ausgesucht oder es wird beispielsweise mit Hilfe des equal cost multi-path Verfahren, kurz ECMP, der Datenpaketverkehr bzw. die Datenpakete auf mehrere gleich gute Pfade aufgeteilt.

**[0003]** Bei gegebenem Eingangsverkehr des Netzknotens kann mittels des Routingverfahrens vorhergesagt werden, wie viel Verkehr auf den Verbindungswegen auftreten wird. Diese Aussage ist bei einer unbekanntem Auswahl des Verbindungsweges nicht möglich. Die Fähigkeit zur Vorhersage des Verkehrs auf den einzelnen Verbindungswegen zwischen den Netzknoten ist allerdings eine Grundvoraussetzung für Verfahren zur Optimierung der Verbindungsweg- bzw. Linklasten.

**[0004]** Die einfachste Art der Aufteilung von Datenpaketen respektive Datenpaketverkehr auf zwei gleich gute Verbindungswege geschieht paketweise im sogenannten Round-Robin-Verfahren. Dabei wird

von einer Reihe von Paketen zum selben Ziel das erste an den ersten, das zweite an den zweiten, das dritte wieder an den ersten usw. Netzknoten bzw. Verbindungsweg weitergeleitet. Dadurch wird zwar sichergestellt, dass auf jeder der Verbindungswege die selbe Datenpaketrate übertragen wird, andererseits kann es im Falle unterschiedlicher Laufzeiten der Datenpakete auf den Verbindungswegen zu Paketüberholungen kommen. Diese sind in Übertragungsprotokollen, wie dem Internet Protokoll, kurz IP, nicht ausgeschlossen, führen allerdings trotzdem oft zu Performance Einbußen in den Anwendungen. Um die Reihenfolge zusammengehörender Datenpakete zu erhalten, wird für die Verteilung von Datenpaketen über Verbindungswege mit unterschiedlichen Laufzeit heute in der Regel ein Verfahren eingesetzt, das auf so genannten Hash-Funktionen basiert. Dabei wird aus Informationen aus dem Kopf des Datenpaketes, wie z. B. der Absender-/Ursprungs-/Quell- und der Empfänger-/Zieladresse, beispielsweise die IP-Absender- und Empfängeradresse sowie gegebenenfalls Portnummern von Absender und Empfängern mittels Modulo 2 Addition mit Verschiebungen und Restbildung eine Integer-Zahl ermittelt. Diese Hash-Funktion liefert für alle Datenpakete mit der selben Ursprungs- und Zieladressen die selbe Integer-Zahl. Der durch die Hash-Funktion ermittelbare mögliche Integer-Zahlen Wertebereich wird auf die Anzahl der zu einem Ausgangs- bzw. Zielnetz-knoten lokal zur Verfügung stehenden nächsten Netzknoten bzw. Verbindungswege abgebildet und der gesamte Verkehr zum Zielnetz-knoten entsprechend dieser Abbildung aufgeteilt. Somit werden zusammen gehörende Pakete auf dem selben Routingweg bzw. Routingwegabschnitt weitergeleitet, ohne dass in den Netzknoten irgendwelche Zustandsinformationen gehalten werden müssten.

**[0005]** Leider sind heute in realen Netzknoten bzw. Routern sehr einfache Realisierungen der Hash-basierten Datenpaket- bzw. Verkehrsverteilung anzutreffen. Diese setzen oft in jedem Netzknoten bzw. Router die selbe Hash-Funktion ein.

**[0006]** Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem paketvermittelnden Kommunikationsnetz, bestehend aus sechs Netzknoten bzw. Routern R1 bis R6, bei denen Netzknoten R1 über jeweils einen Verbindungsweg mit Netzknoten R2 und R3 verbunden ist. Netzknoten R2 wiederum über jeweils einen Verbindungsweg mit Netzknoten R3 und R4, Netzknoten R3 wiederum über jeweils einen Verbindungsweg mit Netzknoten R4 und R5 verbunden ist. Die Netzknoten R4 und R5 sind jeweils über einen Verbindungsweg mit dem Netzknoten R6 verbunden.

**[0007]** Anhand der Fig. 1 wird im folgenden erläutert, wie Datenpakete mittels Hash-Funktion-Verfahren vom (Eingangs-) Netzknoten R1 zum (Ziel-) Netzknoten R6 weitergeleitet bzw. geroutet und aufgeteilt

werden. Die Zahlen in eckigen Klammern stellen die in diesem Fall bidirektional zu verstehenden Kostenmetriken für die Verbindungswege respektive Links dar, für den Verbindungsweg zwischen Netzknoten R1 und R2 ist dies 1, für den Verbindungsweg zwischen Netzknoten R1 und R3 ist dies 2, für R2 – R3: 1, für R2 – R4: 2, für R3 – R4: 1, für R3 – R5: 1, für R4 – R6: 2 und für R5 – R6: 2. Die Angaben in geschweiften Klammern sollen darstellen, dass Netzknoten R1 ein Datenpaket mit der Adresskombination A zu Netzknoten R2 weiterleitet, wenn die Hash-Funktion H1 im Netzknoten R1 den Wert H1 von A = 0, d.h.  $H1(A) = 0$ , liefert oder zu Netzknoten R3, wenn die Hash-Funktion H1 von A gleich 1, d.h.  $H1(A) = 1$ , ist. Entsprechend leitet Netzknoten R2 ein Datenpaket mit der Hash-Funktion H2 von A = 0 zu Netzknoten R4 weiter und ein Paket mit der Hash-Funktion H2 von A = 1 zu Netzknoten R3 weiter. Der Netzknoten R3 leitet Pakete mit der Hash-Funktion H3 von A = 0 an Netzknoten R4 weiter und Pakete mit der Hash-Funktion H3 von A = 1 an Netzknoten R5. Die Netzknoten R4 und R5 sollen in diesem Beispiel die Datenpakete bzw. den Verkehr nicht weiter aufteilen und zu Netzknoten R6 weiterleiten.

**[0008]** Im Idealfall sollen die Hash-Funktionen H1, H2 und H3 unabhängig voneinander sein und für die selbe Adresskombination A jeweils unterschiedliche Werte liefern können. In der Realität werden aber oft identische Funktionen eingesetzt, die sich nur durch einen Offsetwert in der Berechnung unterscheiden. In diesem Fall wird ein Paket, für das die Hash-Funktion H1 von A = 0 berechnet, auch immer das Ergebnis H2 von A = 0 und H3 von A = 0 liefern. Dadurch wird der Datenpaketverkehr nicht, wie nach dem equal cost multi-path, ECMP, Routing erwartet, im Netzknoten R2 und R3 nochmals aufgeteilt, sondern ein Paket, das von Netzknoten R1 zu Netzknoten R2 weitergeleitet wurde, wird von Netzknoten R2 auch sicher zu Netzknoten R4 weitergeleitet. Ebenso wird ein Paket, das von Netzknoten R1 wegen H1 von A = 1 zu Netzknoten R3 weitergeleitet wurde, auch sicher von Netzknoten R3 zu Netzknoten R5 geschickt werden. Damit unterscheiden sich die Belastungen der Verbindungswege im Netz durch den betrachteten Datenpaketverkehr deutlich von den erwarteten Werten. In einem realen Netz mit Netzknoten, die alle die selbe Hash-Funktion einsetzen, stellt sich somit nicht der Verkehr ein, der nach einer Kostenmetrikoptimierung, beispielsweise durch eine externe Steuerkomponente oder ein Netzmanagement/Netzmanagementsystem, erwartet werden würde. Im Extremfall kann der Netzzustand nach einer Optimierung der Metriken durch genannte externe oder interne Steuerkomponenten sogar schlechter sein als ohne die Optimierung. Netzbetreiber von Kommunikationsnetzen erwarten, dass die Netzknoten den Verkehr richtig aufteilen und wissen zum Teil nicht, dass dies nicht der Fall ist. Die richtige Lösung wäre es, unterschiedliche Hash-Funktionen in die

Netzknoten einzubauen, z. B. einen kryptografischen Hash, der neben den Adressen im Datenpaket auch eine Routeridentifikationsnummer berücksichtigt. Die teilweise zu beobachtende Verwendung von Routernummern oder Interfacenummern des hereinkommenden Verkehrs als additive Größe in der Hash-Funktion hat nicht den gewünschten Effekt, da die Ergebnisse der Hash-Funktion zu stark korreliert sind, so dass die gewünschte Aufteilung in der Regel nicht erreicht wird.

#### Aufgabenstellung

**[0009]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, dass Routing von Datenpaketen in paketvermittelnden Kommunikationsnetzen zu verbessern.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Verfahrens gemäß Anspruch 1, durch Kostenmetriken gemäß dem Anspruch 7 sowie durch einen Netzknoten gemäß dem Anspruch 8 gelöst.

**[0011]** Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass Datenpakete von einem Eingangsnetzknoten zu einem Ausgangsnetzknoten über definierte vorhersagbare Routingwege übertragen werden. Damit ist der Datenpaketverkehr durch das Netz bekannt, es können die Datenpaketlasten der Verbindungswege ermittelt werden und eine Optimierung des Datenpaketverkehrsflusses durch das Netz wird ermöglicht.

**[0012]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0013]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird bei der Überprüfung auf Datenpaketaufteilungen ein Flag mitgeführt, das anzeigt, ob bzw. wie oft Datenverkehr schon einmal aufgeteilt wurde. Dies hat den Vorteil einer einfachen Realisierung des Verfahrens.

**[0014]** In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann bei Verwendung des Verfahrens equal cost multi-path, ECMP, ein definierter Routingweg durch das Netz ermöglicht werden. Bei einer Abschaltung von ECMP bestünde immer noch das Problem, dass bei gleich guten Routingwegabschnitten unbekannt ist, welcher Verbindungsweg verwendet wird. Das Verfahren ermöglicht somit mit oder ohne ECMP einen definierten Routingweg.

#### Ausführungsbeispiel

**[0015]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.

**[0016]** [Fig. 1](#) zeigt eine Anordnung eines paketvermittelnden Kommunikationsnetzes.

**[0017]** [Fig. 1](#) zeigt das bereits in der Anmeldungseinleitung beschriebene Kommunikationsnetz. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird für Datenpakete, die von einem Eingangsnetzknoden zu einem Ziel bzw. Zielnetzknoden übertragen werden, ausgehend vom Eingangsnetzknoden R1 jede mögliche Aufteilung von Datenpaketen auf zwei gleichwertige Verbindungswege bzw. Routingwegabschnitte ermittelt. Abhängig vom zu erreichenden Ziel der Verkehrsaufteilung, wird nur eine Aufteilung auf zwei Routingwegabschnitte zugelassen und bei einer weiteren Aufteilung nur ein Routingwegabschnitt verwendet, mit der Maßgabe, dass der oder die weiteren Routingwegabschnitte eine höhere Kostenmetrik erhalten, so dass durch diese erhöhte Kostenmetrik in Zusammenhang mit dem zu verwendenden Routingprotokoll keine Aufteilung der Datenpakete auf gleichwertige Alternativpfade erfolgt, da diese eine höherer Kostenmetrik aufweisen. Die erste zugelassene Aufteilung der Datenpakete auf zwei Routingwegabschnitte kann derart erfolgen, dass zwei disjunkte Pfade verwendet werden, die durch eine Überprüfung auf Überschneidungen der Pfade ermittelt werden. In analoger Weise kann auch eine definierte mehrfache Aufteilung der Datenpakete an verschiedenen Stellen des Netzes auf zwei oder mehrere gleichwertige Routingwege bzw. Routingwegabschnitte erfolgen. Ebenso kann eine Aufteilung von Datenpaketen vermieden werden, indem alternative Routingwegabschnitte durch Festsetzung erhöhter bzw. andersartig geeigneter Kostenmetriken, in Zusammenhang mit dem verwendeten Routingprotokoll, quasi gesperrt werden, da sie erhöhte Kosten aufweisen.

**[0018]** Im Beispiel würden Datenpakete vom (Eingangs-)Netzknoden R1 in Richtung R2 oder R3 weitergeleitet werden (erste Aufteilung) für den (Ausgangs-)Netzknoden R6. In den Netzknoden R2, R3, R4 und R5 würde dann keine weitere Aufteilung erfolgen. So wäre ein erster Pfad von R1 über R2 und R4 zu R6, der in [Fig. 1](#) gestrichelt gekennzeichnet ist, und ein zweiter Pfad von R1 über R3 und R5 zu R6 gegeben, der in [Fig. 1](#) gepunktet gekennzeichnet ist. Die Verbindungswege zwischen den Netzknoden R2 und R3 sowie R3 und R4 erhalten in diesem Fall höhere Kostenmetriken als die Verbindungswege zwischen den Netzknoden R2 und R4 sowie R3 und R5.

**[0019]** Dieses Verfahren kann in einer externen Steuerkomponente des paketvermittelnden Kommunikationsnetzes durchgeführt werden, wie einem sogenannten Network Control Server oder ein Netz-Management System. Ebenso kann die Funktionalität in einer Dienststeuerung oder steuerungsseitig den Netzelementen vorgelagerten Kontrollinstanzen durchgeführt werden. Zudem ist auch eine Durchführung des Verfahrens in den Netzelementen bzw. Routern möglich, beispielsweise mittels Verteilung oder Replikation der Funktionen des Verfahrens.

**[0020]** Das Verfahren kann eine Optimierung der Kostenmetriken mittels sogenannter Kostenfunktionen zur Bewertung der Kostenmetriksätze durchführen. Die Kostenfunktionen bewerten die Verbindungsweg- bzw. Linklasten. Diese Kostenfunktion wird um einen Betrag erweitert, mit dem Ziel, solche Metriksätze zu bestrafen, die Verkehr zwischen einem Eingangs- und einem Ausgangsnetzknoden mehrfach aufteilen würden. Dieser Betrag kann ein additiver oder multiplikativer Term sein, der die Kostenmetrik bzw. das Ergebnis der Berechnung der Kostenfunktion deutlich erhöht, wenn eine Aufteilung der Datenpakete bzw. des Datenpaketverkehrsstromes erfolgt.

**[0021]** Die Modifikation der Kostenfunktion bzw. der Kostenmetriken kann wie folgt durchgeführt werden.

A) Vor oder nach der Berechnung der Verbindungsweg- bzw. Linklasten wird das durch einen Satz von Metriken in einem Kommunikationsnetz gegebene Routing mittels einer Funktion auf Mehrfachaufteilungen überprüft. Treten Mehrfachaufteilungen auf, werden die Kostenmetriken der Alternativpfade erhöht und die Verkehrsaufteilung erneut überprüft. Diese Verfahren kann wiederholend durchgeführt werden, bis die gewünschte Verkehrsaufteilung erzielt ist.

B) Bei der Berechnung der Verbindungswege und der Ermittlung der diesen zugeordneten Verbindungsweglaster bzw. Linklasten wird für den Datenpaketverkehr, der einem Netzknoden zugeführt wird, ein Flag mitgeführt, das angibt ob dieser Datenpaketverkehr schon einmal aufgeteilt wurde. Wenn an einem Netzknoden Datenpaketverkehr ankommt, der bereits aufgeteilt wurde und dieser Netzknoden den Datenpaketverkehr nochmals aufteilen möchte, wird dieses Flag ausgewertet und die Aufteilung des Verkehrs mit höheren Kosten bewertet, so dass der Verkehr nur an einem Verbindungsweg weiter geleitet wird.

**[0022]** Enthält die Bewertungsfunktion für die Kostenmetriken in einer externen Optimierungskomponente bzw. Steuerkomponente einen additiven Term zur Erhöhung der Kostenmetriken, so ist die Bewertungsfunktion dann um den Strafsummanden höher.

**[0023]** Die Bewertungsfunktion kann auch multiplikativ durch einen Straffaktor erhöht werden. Für Metriklösungen, die mehrfache Aufteilung des Verkehrs zwischen einem Ursprung und einem Ziel enthalten, ist die Bewertungsfunktion dann um den Straffaktor höher.

**[0024]** Für die Optimierung heterogener Netze, z. B. mit unterschiedlichen Netzknoden bzw. Router-Modellen, kann die Fähigkeit zur unabhängigen Hash-Bewertung pro Netzknoden angegeben werden. Die Kostenbewertungsfunktion bestrafte dann solche Lösungen, die eine Verkehrsverteilung an

mindestens zwei Netzknoten vornehmen würden.

**[0025]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann das Verfahren dahingehend verwendet werden, dass nur single path Routing erzwungen wird. Dazu werden all jene Lösungen der Bewertungsfunktion für die Linkmetriken bestraft, die überhaupt an irgendeiner Stelle im Netz den Verkehr aufteilen würden. Beispielsweise ist so definiertes single path Routing möglich. Dies ist etwas anderes als normales single path Routing, da bei diesem nicht vorhergesagt werden kann, welcher Verbindungsweg, von zwei gleichartigen, verwendet wird.

**[0026]** Die durch das Verfahren ermittelten Kostenmetriken werden in die Netzelemente geladen, die ihr Routing auf dieser Basis durchführen.

**[0027]** Durch das Verfahren ist eine Optimierung von Kostenmetriken in paketvermittelnden Kommunikationsnetzen möglich. Insbesondere in Netzen, die equal cost multi-path Routing mit Hash-basierter Verkehrsverteilung einsetzen und bei denen die Netzknoten oder ein Teil dieser dieselbe Hash-Funktionen verwenden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Routing von Datenpaketen in einem mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetz, in dem die Netzknoten mindestens teilweise durch Verbindungswege, denen Kostenmetriken zugeordnet sind, verbunden sind,

bei dem Datenpakete von einem Eingangsnetzknoten zu einem Ausgangsnetzknoten über einen Routingweg mit der geringsten Summe der Kostenmetriken der Verbindungswege übertragen werden und bei Vorhandensein mehrerer kostengleicher Routingwege oder Routingwegabschnitte Datenpakete auf diese Routingwege oder Routingwegabschnitte aufgeteilt werden,

**dadurch gekennzeichnet,**  
dass ausgehend vom Eingangsnetzknoten der Routingweg zum Ausgangsnetzknoten auf eine Datenpaketaufteilung überprüft wird, eine Anzahl Datenpaketaufteilungen auf mindestens zwei Routingwegabschnitte zugelassen wird und bei weiteren Datenpaketaufteilungsmöglichkeiten nur ein Routingwegabschnitt verwendet wird und die verbleibenden Routingwegabschnitte höhere Kostenmetriken erhalten, so dass eine Datenpaketaufteilung vermieden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend vom Eingangsnetzknoten der Routingweg zum Ausgangsnetzknoten auf eine Datenpaketaufteilung überprüft wird, eine erste Datenpaketaufteilung auf zwei Routingwegabschnitte zugelassen wird und bei weiteren Datenpaketaufteilungsmöglichkeiten nur ein Routingwegabschnitt ver-

wendet wird und die verbleibenden Routingwegabschnitte höhere Kostenmetriken erhalten, so dass eine Datenpaketaufteilung vermieden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend vom Eingangsnetzknoten der Routingweg zum Ausgangsnetzknoten auf eine Datenpaketaufteilung überprüft wird und bei Datenpaketaufteilungsmöglichkeiten nur ein Routingwegabschnitt verwendet wird und die verbleibenden Routingwegabschnitte höhere Kostenmetriken erhalten, so dass eine Datenpaketaufteilung vermieden wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im paketvermittelnden Kommunikationsnetz das Internet-Protokoll in Zusammenhang mit dem Equal Cost Multi Path Verfahren angewendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend vom Eingangsnetzknoten der Routingweg zum Ausgangsnetzknoten auf eine Datenpaketaufteilung überprüft wird, eine erste Datenpaketaufteilung auf zwei Routingwegabschnitte zugelassen wird, durch ein Flag gekennzeichnet wird und bei weiteren Datenpaketaufteilungsmöglichkeiten durch eine Auswertung des Flags nur ein Routingwegabschnitt verwendet wird und die verbleibenden Routingwegabschnitte höhere Kostenmetriken erhalten, so dass eine weitere Datenpaketaufteilung vermieden wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren in einer externen Steuerkomponente ausgeführt wird und ermittelte Kostenmetriken in die Netzknoten geladen werden.

7. Kostenmetriken für Verbindungswege eines Netzknotens, die gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5 erzeugt wurden.

8. Netzknoten eines paketvermittelnden Kommunikationsnetzes, der mit Kostenmetriken betrieben wird, die gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5 erzeugt werden.

9. Netzknoten gemäß Anspruch 6, umfassend Mittel zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

