



- (51) Internationale Patentklassifikation:
H04L 12/56 (2006.01) **H04L 12/24** (2006.01)
H04L 12/26 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/000162
- (22) Internationales Anmeldedatum:
 19. Februar 2011 (19.02.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DEUTSCHE TELEKOM AG** [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, 53113 Bonn (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GEIB, Rüdiger** [DE/DE]; Am Lämmchesberg 29, 64297 Darmstadt (DE). **GROFFMANN, Maic** [DE/DE]; Daimlerstrasse 20, 65197 Wiesbaden (DE). **HORNEFFER, Martin** [DE/DE]; Schürgeist 24, 48165 Münster (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CUTTING MPLS PATHS AT FORWARDING LEVEL FOR CONNECTIONLESS MPLS NETWORKS

(54) Bezeichnung : SCHLEIFEN VON MPLS PFADEN AUF WEITERLEITUNGSEBENE FÜR VERBINDUNGSLOSE MPLS NETZE

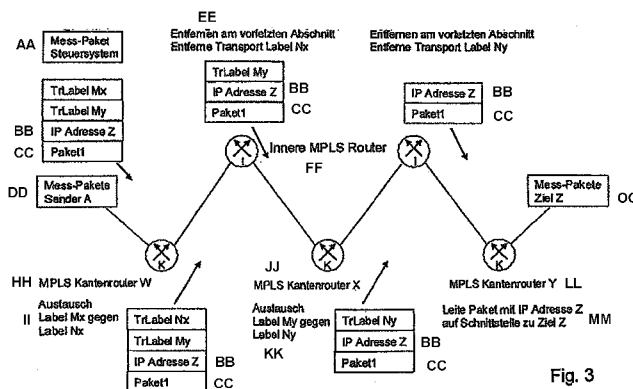


Fig. 3

- AA Test Packet control system
 EE Remove at penultimate section Remove transport label Nx
 GG Remove at penultimate section Remove transport label Ny
 BB IP address Z
 CC Packet 1
 FF Inner MPLS router
 DD Test packets transmitter A
 OO Test packets destination Z
 HH MPLS edge router W
 JJ MPLS edge router X
 LL MPLS edge router Y
 II Exchange label Mx for label Nx
 KK Exchange label My for label Ny
 MM Route packet with IP address Z on interface to destination Z

(57) Abstract: The object of providing a method and an apparatus for setting up MPLS transmission paths at forwarding level for connectionlessly routed MPLS data networks, where the switching nodes or edge routers to be negotiated on the transmission path remain completely on the MPLS forwarding level in terms of protocol, is achieved according to the invention by virtue of an address stack or label stack being produced for the MPLS packet and comprising address information for the switching nodes and edge routers that are to be negotiated on the transmission path of said MPLS packet, and the number of edge routers removing, replacing and/or modifying at least some of the address stack or label stack in the MPLS packet whenever the MPLS packet passes.

(57) Zusammenfassung: Die Aufgabe ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Einrichtung von MPLS Übertragungspfaden auf Weiterleitungsebene für verbindungslos geroutete

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

MPLS Daten-Netzwerke bereitzustellen, wobei die auf dem Übertragungspfad zu passierenden Vermittlungsknoten oder Kantenrouter protokollarisch vollständig in der MPLS Weiterleitungsebene verbleiben, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein Adress-Stapel oder Label-Stapel für das MPLS Paket erzeugt wird, der Adressinformationen zu den auf seinem Übertragungsweg zu passierenden Vermittlungsknoten und Kantenrouter umfasst und die Anzahl der Kantenrouter jeweils beim Passieren des MPLS Pakets zumindest einen Teil des Adress-Stapels oder Label-Stapels des MPLS Pakets entfernen, austauschen und/oder modifizieren.

**Schleifen von MPLS Pfaden auf Weiterleitungsebene für
verbindungslose MPLS Netze**

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Schleifen
5 von MPLS Pfaden auf Weiterleitungsebene für verbindungslos
geroutete MPLS Daten-Netzwerke. Die vorliegende Erfindung
bezieht sich insbesondere auf das Vermittlungsverfahren in
Daten-Netzwerken mittels Multiprotocol Label Switching
(MPLS), das die Übertragung von Datenpaketen in einem
10 verbindungslosen Netzwerk auf einem zuvor mittels
sogenannten MPLS Kontroll-Paketen aufgebauten Pfad
ermöglicht. Dieses Vermittlungsverfahren wird überwiegend
in großen Transportnetzen eingesetzt, wie z.B. dem
Internet, in dem Sprach- und Datendienste auf Basis von
15 Internet Protokollen (IP) übertragen werden können.

Bei der Datenübertragung in einem verbindungslosen Netzwerk
können Daten in Form von Datenpaketen von einem Endgerät an
ein Ziel bzw. einen Empfänger gesendet werden, wobei die
20 auf dem Übermittlungsweg liegenden Netz- oder
Vermittlungsknoten (in der Regel "Core Router" bzw.
Kantenrouter) zusammen mit dem Datenpaket Informationen
erhalten, wie die Daten weiterzuleiten sind. Muss dagegen
vor dem Senden von Daten durch ein Endgerät erst ein Pfad
25 durch das Netz zum Empfänger eingerichtet bzw. signalisiert
werden, handelt es sich um eine sogenannte
verbindungsorientierte Datenübertragung. In diesem Fall
werden die Netzknoten (in der Regel "Switches") vorab durch
Mess-Pakete mit den notwendigen Verbindungsinformationen
30 versehen, um dann die gesendeten Daten korrekt
weiterzuleiten.

Mit einer Kante („Edge“) wird in Netzwerken der Übergang zwischen zwei Netzen oder Subnetzen bezeichnet, wie z.B. der Übergang zwischen einem Kernnetz und einem Anschlussnetz. Während im Kernnetz sogenannte innere Router („IR Router“) bzw. Kern-Router („Core Router“) als Vermittlungsknoten zur Anwendung kommen, werden an Netzübergängen sogenannte Kantenrouter bzw. „Edge-Router“ eingesetzt, welche die Vermittlungsfunktion zwischen dem Kernnetz und dem Anschlussbereich übernehmen und damit den Breitbandzugang eines Netzwerkanschlusses auf der sogenannten letzten Meile („Last Mile“) darstellen. In einem autonomen System eines Netzwerkverbundes wird beispielsweise mindestens ein Kantenrouter bzw. „Edge-Router“ als sogenanntes „Exterior-Gateway“ eingerichtet, der das autonome System mit einem anderen autonomen Systemen verbindet. Solche Kantenrouter sind mit den Vermittlungsknoten („Core Routern“) im Kernnetz verbunden und vermitteln die Datenpakete zwischen dem Kernnetz und dem Anschlussnetz.

20

Beim MPLS Routing werden zur Übermittlung von Datenpaketen sogenannte Tunnel bzw. MPLS Pfade im Netzwerk realisiert. Dazu wird das Ziel eines Pakets anhand dessen empfangener Ziel-Adressinformation festgelegt, um das Paket auf dem entsprechenden MPLS Pfad zu senden. Das kann eine IP-Adresse, MPLS-, Ethernet- oder eine andere Ziel-Information sein. Ein MPLS (Netz-) Kantenrouter bzw. Vermittlungsknoten legt anhand dieser Adressinformation einen Adress-Stapel bzw. Label-Stapel für das betreffende Datenpaket fest, den er dem Datenpaket hinzufügt. Damit wird der MPLS Pfad festgelegt, den das Paket über den oder die Kantenrouter auf dem Weg zum Ziel nimmt.

30

Auf dem Weg zum Ziel wird an jedem Router der geltenden Transportebene das obere Label des Adress-Stapels bzw. Label-Stapels ausgewechselt. Am Ziel-Kantenrouter oder am davor liegenden Router bzw. Vermittlungsknoten wird dann das obere Label bzw. die obere Adresse des Label-Stapels bzw. Adress-Stapels entfernt. Der Ziel-Kantenrouter leitet das Datenpaket als IP-Paket weiter oder er wertet ein "Virtuelle Verbindung Label" aus und legt dann den nächsten Schritt fest. Dabei entfernt der Ziel-Kantenrouter das "Virtuelle Verbindung Label" und sendet das Paket zu einer lokalen Schnittstelle, die durch das "Virtuelle Verbindung Label" identifiziert wird. Alternativ ersetzt der Ziel-Kantenrouter das "Virtuelle Verbindung Label" und ergänzt ein weiteres Transport Label am Datenpaket.

Um ein IP Mess-Paket zu einem Sender zurück zu senden bzw. zu schleifen, muss eine IP-echo request/reply Funktion verwendet werden, auch bekannt als „ping“ (Standards: RFC 792 für IPv4 und RFC 2463 für IPv6). Eine vergleichbare Funktion wurde auch für MPLS standardisiert, beispielsweise eine MPLS- oder IP-echo request/reply Funktion (MPLS ping, Standard RFC 4379). Zwischen zwei Messpunkten können mit eigenen Messgeräten an jedem Kantenrouter Messungen durchgeführt werden, Messschleifen als Leitungsstücke zwischen physikalischen Ports eines Kantenrouters oder als „Continuity Check“ wie in IEEE 802.1 ag oder Y. 1731 sind eine weitere Lösungsmöglichkeit. Bekannte Lösungen beispielsweise nach dem Standard RFC 5085 schleifen Datenpakete auf der Ebene einer virtuellen Verbindung zurück. Die bekannten Standards erfordern jedoch ausnahmslos spezielle Konfigurationen oder Software an

beiden Enden einer Messverbindung und damit spezielle Konfigurationen oder Software an mindestens zwei Kantenroutern. Bei einigen der bisher bekannten Lösungen wird die Weiterleitungsebene verlassen und das Mess-Paket
5 wird von der Software des Kantenrouters verarbeitet, was jedoch die Messung verfälschen kann. Andere Lösungen setzen eine verbindungsorientierte Pfadführung voraus, bei der an jedem MPLS Router ein MPLS Pfad in beide Richtungen vorhanden sein muss.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die oben genannten Nachteile zu beseitigen. Diese Aufgabe löst die vorliegende Erfindung mit den in den unabhängigen Ansprüchen definierten Merkmalen. Vorteilhafte
15 Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben.

Die vorliegende Erfindung nutzt vorhandene, bislang jedoch nicht genutzte Funktionen einer MPLS Label Austausch Matrix in MPLS Kantenroutern. Besondere Aspekte der vorliegenden
20 Erfindung:

- Es werden einem Kantenrouter sogenannte Mess-Pakete zugesendet, die mit MPLS Labeln versehen sind.
- Gemäß einer bevorzugten Realisierung der vorliegenden
25 Erfindung schleift der Kantenrouter die Datenpakete auf einen MPLS Pfad zum Ziel, indem der Kantenrouter das obere Label bzw. die obere Adresse des Label-Stapels bzw. Adress-Stapels vom Datenpaket austauscht, anstatt
30 es wie bisher im Stand der Technik zu ergänzen. Je nach Betriebsweise eines MPLS Kernnetzes kann der Kantenrouter zuerst das obere Label entfernen und

tauscht erst dann die obere Adresse des Label-Stapels bzw. Adress-Stapels vom Datenpaket aus.

- Nach der vorliegenden Erfindung wird ferner der Label-Stapel eines Mess-Pakets nicht durch ein Routing-Protokoll festgelegt, sondern durch ein externes Mess-Pakete Steuersystem.

Die Kombination dieser erfindungsgemäßen Mechanismen macht es möglich, MPLS Pakete über eine Reihe von durch das Steuersystem für Mess-Pakete vorgegebene MPLS Kantenrouter zu einem Ziel-Kantenrouter zu schleifen. Vorteilhafterweise ist dazu neben einer Standard-Weiterleitung keine besondere Funktionalität in MPLS Kantenroutern notwendig, wie z.B. MPLS- oder IP-echo request/reply Funktionen.

Im Folgenden wird der Begriff Kantenrouter und MPLS Kantenrouter mit identischer Bedeutung verwendet. Mit der vorliegenden Erfindung kann eine beliebige Anzahl von Kantenroutern in den Übertragungsweg eines Mess-Pakets, einer sogenannten Messschleife, einbezogen werden. Ferner sind dazu keine oder nur geringfügige Konfigurationen an bestehenden Kantenroutern erforderlich. Zudem muss die Weiterleitungsebene während einer Messung nach der vorliegenden Erfindung nicht verlassen werden. Ferner kann zur Anwendung der Erfindung existierende Software für Kantenrouter verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das oberste Label bzw. die oberste Adresse des Label-Stapels bzw. Adress-Stapels eines MPLS Datenpakets am vorletzten MPLS Vermittlungsknoten oder am Ziel Kantenrouter entfernt. Darunter wird entweder ein IPv4

Paket freigelegt oder ein "Virtuelle Verbindung Label" oder VV-Label (bei RFC 4046, VC label). Ein IPv4 Paket wird in dem Kantenrouter geroutet. Ein VV-Label wird von dem Kantenrouter entfernt und das Paket wird an die physikalische oder logische Schnittstelle gesendet, die das VV-Label identifiziert. Bei einem sogenannten "Multi-Segment Pseudowire" kann das VV-Label auch ausgetauscht und um ein weiteres Transport-Label ergänzt werden. Es sind auch zusätzliche Label möglich, wie etwa das Entropie-Label, das in einem Label-Stapel auftauchen kann, für die vorliegende Erfindung jedoch ohne Bedeutung ist.

Mit der vorliegenden Erfindung kann ein Mess-Paket mit Hilfe eines Mess-Pakete Steuersystems so aufgebaut werden, dass das an einem Ziel-Kantenrouter empfangene Paket zu einem anderen Ziel-Kantenrouter weiter geleitet wird, wobei letzterer auch der Ursprungs- oder Absender-Kantenrouter oder ein beliebiger anderer Kantenrouter sein kann. Wie viele und welche Label in einem der Messpakete gestapelt sind, kann durch das Mess-Paket Steuersystem bestimmt werden. Dabei können die vom Mess-Paket Steuersystem festgelegten Label-Stapel auch den Label-Stapeln der bekannten Routing und MPLS VPN oder Pseudo-Wire Protokollen entsprechen. Es sind aber auch Label-Stapel möglich, wie sie durch bereits bekannte Routing und MPLS VPN oder Pseudo-Wire Protokolle nicht erzeugt werden können. In einem solchen Fall wird eine beliebige und kontrolliert konfigurierbare Reihenfolge von Kantenroutern durchlaufen, ohne dass dort spezielle und über LDP oder RSVP TE hinausgehende Routingprotokolle oder Funktionen aktiv sein müssen.

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Figur 1 eine schematische Darstellung eines MPLS
 Datenpaket-Transports in einem verbindungslos
 gerouteten MPLS Daten-Netzwerk nach Stand der
 Technik;
- 10 Figur 2 eine schematische Darstellung des Einlese-
 Prozesses eines MPLS Mess-Paket Steuersystems
 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden
 Erfindung zur Vorbereitung eines MPLS Datenpaket-
 Transports in einem verbindungslos gerouteten
15 MPLS Daten-Netzwerk;
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines MPLS
 Datenpaket-Transports in einem verbindungslos
 gerouteten MPLS Daten-Netzwerk gemäß einer
20 Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und
- Figur 4 eine schematische Darstellung eines geschleiften
 MPLS Datenpaket-Transports in einem
 verbindungslos gerouteten MPLS Daten-Netzwerk
25 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden
 Erfindung.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer klassischen
MPLS Vermittlung am Beispiel eines MPLS Paket-Transports in
30 einem verbindungslos gerouteten MPLS Daten-Netzwerk nach
dem Stand der Technik. Dabei umfasst das Netzwerk ein
Absender-System A, das ein Datenpaket 1 an ein Empfänger-

System Z sendet. Auf dem Weg vom absendenden System A zum empfangenden System Z passiert das Datenpaket 1 den MPLS Kantenrouter W, die beiden inneren MPLS Router IR1 und IR2 sowie den MPLS Kantenrouter X.

5

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel für den Stand der Technik soll vom absendenden System A ein Zielsystem mit der Adresse Z erreicht werden, wobei Z die Ziel-Adress-Information, ein MPLS Label, eine IPv4- oder Ethernet-Adresse sein kann.

10

Das absendende System A sendet ein zu übertragendes Datenpaket 1 an den MPLS Kantenrouter W, der direkt mit dem absendenden System A verbunden ist. Das Datenpaket 1 umfasst einen Adress-Stapel bzw. Label-Stapel, der zumindest eine Transport Adresse bzw. ein Service Label S enthält. Der MPLS Kantenrouter W fügt dem Label-Stapel des Datenpakets 1 ein Transport Label Mx sowie ein Virtuelles Verbindung Label Z hinzu und sendet das Datenpaket 1 an einen inneren MPLS Router des MPLS Übertragungspfads weiter.

15

20

Der innere MPLS Router vor dem Kantenrouter X entfernt aus dem Label-Stapel das Transport Label Nx und sendet das Datenpaket 1 mit dem Virtuellen Verbindung Label Z an den MPLS Kantenrouter X, der mit dem empfangenden Zielsystem Z verbunden ist. Der MPLS Kantenrouter X entfernt aus dem Label-Stapel das Virtuelle Verbindung Label Z und überträgt das Datenpaket 1 auf die Schnittstelle zum Zielsystem Z. Mit dem Stand der Technik lassen sich üblicherweise nur Pakete von aus dem Anschlussnetz eines Kantenrouters zu dem Anschlussnetz eines anderen Kantenrouters senden. Ausnahmen

25

30

bilden die Protokolle VCCV, RSVP-TE und Multi-Segment Pseudo Wire, die aber alle wiederum zusätzliche Protokolle und Funktionen erfordern. Die hier dargestellte Erfindung benötigt nur MPLS Pfade, die mit dem Protokoll LDP nach
5 Stand der Technik aufgesetzt werden.

Ein Ziel der Erfindung besteht darin, dass das Mess-Paket (Paket 1) von dem absendenden System A aus die Vermittlungsknoten bzw. Kantenrouter W, X und Y in dieser
10 Reihenfolge zu durchlaufen, bevor die Zieladresse Z erreicht wird. Die dafür notwendige Vermittlungsinformation ist wie in Fig. 2 gezeigt jeweils nur lokal auf den Kantenroutern W, X und Y hinterlegt.

Das absendende System A ist direkt mit dem Kantenrouter W verbunden, hat aber keine sogenannte "Routing"-Beziehung zum MPLS Kantenrouter X. In dem dargestellten Beispiel soll das absendende System A jedoch mit Labeln versehene MPLS Pakete an den MPLS Kantenrouter X senden, die der
20 Kantenrouter Y wie MPLS Pakete behandelt und die der Kantenrouter W auf anderen MPLS Schnittstellen empfängt.

Um den Pfad Kantenrouter W, X und Y wie gewünscht zu durchlaufen, muss das MPLS Mess-Paket Steuersystem nun für
25 die Zusammenstellung des Label-Stapels des MPLS Mess-Pakets (Paket 1) folgende Informationen ermitteln, um daraus einen nach dem Stand der Technik bisher nicht existierenden Label-Stapel für ein Messpaket zusammenstellen. Dies kann auf folgende Weise geschehen:

30

1. Die Ziel-Adressinformation des Ziel-Systems Z in Form einer IPv4 Adresse oder eines Labels, mit dem ein

empfangenes Paket vom Kantenrouter Y korrekt zum Zielsystem Z geleitet wird. Alternativ kann auch die logische bzw. physikalische Schnittstelle ermittelt werden, an die das Zielsystem angeschlossen ist.

- 5 2. Das ankommende Label My des Mess-Pakets, das vom Kantenrouter X mit dem Label Ny ersetzt wird und auf dem MPLS Pfad zum Kantenrouter D gesendet wird.
3. Das ankommende Label Mx, das vom Kantenrouter W mit dem Label Nx ersetzt wird und auf den MPLS Pfad zum
10 Kantenrouter X gesendet wird.

Diese Vorgehensweise erfolgt bei dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel, indem das MPLS Paket-Steuersystem vorab, wie in Fig. 2 dargestellt, die in den Kantenroutern
15 W, X und Y vorhandene Label Vermittlungsinformation ausliest. Hierfür gibt es nach dem Stand der Technik verschiedene Möglichkeiten, etwa über Netzmanagement-Schnittstellen der Kantenrouter W, X und Y. Der Prozess der Paketversendung entsprechend der Erfindung wird in Fig. 3
20 dargestellt und weiter unten erläutert.

Verbindungsorientierte Protokolle wie MPLS TP oder Ethernet setzen voraus, dass an einem Kantenrouter oder Router immer sowohl der Hin- als auch der Rückpfad für Pakete zwischen
25 zwei Vermittlungsknoten vorhanden sind. Das heißt, dass rekursive Datenleitungspfade bzw. sogenannte Schleifen angelegt werden müssen. Dadurch lässt sich ein rekursiver Datenleitungspfad bzw. eine Schleife zwischen zwei Vermittlungsknoten einrichten. Die vorliegende Erfindung
30 ermöglicht aber darüber hinaus eine Schleifung in verbindungslosen gerouteten MPLS Netzen, in denen an einem Kantenrouter X ein Pfad zurück zu einem Kantenrouter W

vorhanden ist oder eingerichtet werden kann, der mit den bislang bekannten Protokollen und Mechanismen nicht nutzbar war.

5 Mit der in Fig. 1 dargestellten MPLS Datenübertragung nach dem Stand der Technik und den bislang bekannten Protokollen und Lösungsansätzen wäre lediglich eine Rückschleifung der zu übermittelnden MPLS Messpakete auf Weiterleitungsebene mit zusätzlichen Protokollen oder Funktionen der
10 betreffenden Kantenrouter denkbar, was nur mit erhöhtem Aufwand und zusätzlichen Protokollen erreicht werden könnte. Solche mehrfachen Protokolle sowie zusätzlichen Funktionen oder modifizierte Software der Kantenrouter und den damit verbundenen Aufwand vermeidet die vorliegende
15 Erfindung.

Bei der hier beschriebenen Erfindung werden MPLS Mess-Pakete über eine Messschleife bestehenden aus einer Kette von zwei oder mehr Kantenroutern transportiert, wobei die
20 Mess-Pakete eine beliebige Nutzlast enthalten können, wie z.B. eine Sequenznummer, einen Zeitstempel oder andere beliebige Daten. Die Adress- bzw. Label-Information, für welche die „Messschleife“ als Kette der zu durchlaufenden Kantenrouter festgelegt wird, erhalten die Mess-Pakete von
25 einem Mess-Paket Steuersystem, das mit der vorliegenden Erfindung eingeführt wird. Um diese Label-Stapel der Mess-Pakete aufsetzen zu können, muss das MPLS Paket-Steuersystem die Label Vermittlungstabellen (auch "Label Cross Connect Tabelle" genannt) und die Tabellen mit den
30 gleichen Weiterleitungsklassen (FEC Tabelle) der in einer Messschleife befindlichen Kantenrouter kennen.

Die vorliegende Erfindung macht sich die Standard Label-Verbindungstabellen aller beteiligten Verbindungsknoten bzw. Router nach dem Stand der Technik zunutze, wobei diese durch die erfindungsgemäße Handhabung nicht beeinflusst oder verändert werden müssen. Dagegen nutzt die vorliegende Erfindung die Leistung bzw. vollständigen Inhalte der Label-Verbindungstabellen, die somit die Grundlage für die Funktionsweise der Erfindung darstellen.

10 Nachfolgend sind jeweils die Label-Verbindungstabellen für die in Figuren 1 und 3 dargestellten Kantenrouter angegeben. Dabei bezeichnet die erste Tabellenspalte jeweils die Label mit Adressdaten des Label-Stapels bzw. Adress-Stapels eines bei dem betreffenden Verbindungsknoten bzw. Router ankommenden Datenpakets. Die zweite Spalte enthält die Aktion des betreffenden Verbindungsknotens bzw. Routers und dritte Spalte bezeichnet das anstelle des ankommenden Labels vom betreffenden Verbindungsknoten bzw. Router gesendete Label. In der letzten Spalte ist jeweils die Ziel-Adresse oder Sende-Schnittstelle angegeben, zu der das vom betreffenden Verbindungsknoten bzw. Router abgeschickte Datenpaket anschließend gesendet wird:

Label-Verbindungstabelle am Kantenrouter W:

Ankommendes Label	Aktion	Sende Label	Sende-Schnittstelle
Z	Ergänze Label	Nx	Zu IR1
Mx	Tausche Label	Nx	Zu IR1
S	Verwerfe Label	-	Zu System S

Label-Verbindungstabelle am inneren Router IR1:

5

Ankommendes Label	Aktion	Sende Label	Sende-Schnittstell
Nx	Tausche Label	Ox	Zu IR2
Dw	Verwerfe Label	-	Zu W

Label-Verbindungstabelle am inneren Router IR2:

10

Ankommendes Label	Aktion	Sende Label	Sende-Schnittstell
Ox	Verwerfe Label	-	Zu X
Dw	Tausche Label	Ew	Zu IR1

15

Label-Verbindungstabelle am Kantenrouter X:

20

Ankommendes Label	Aktion	Sende Label	Sende-Schnittstell
Z	Verwerfe Label	-	Zu System Z
C w	Tausche Label	Dw	Zu IR2

Wie den oben dargestellten Label-Verbindungstabellen zu entnehmen ist, sind die Kantenrouter so wie die inneren Router dazu in der Lage, Label mit Adresdaten aus dem Label-Stapel bzw. Adress-Stapel eines ankommenden Datenpakets entweder zu verwerfen, auszutauschen oder zu ergänzen. Auf diese Weise kann der Verbindungsknoten bzw. Router ein oder mehrere Labels des Label-Stapels eines ankommenden Datenpakets modifizieren, dass der Label-Stapel des vom Verbindungsknoten bzw. Router weitergeleiteten

25

30

Datenpakets zumindest ein modifiziertes oder neues Label umfasst, der die Adressinformationen der anschließenden Sende-Schnittstelle enthält.

5 Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung werden beispielsweise das Label Mx am Kantenrouter W und das Label Cw am Kantenrouter X wie bei inneren Routern benutzt, wofür bereits bestehende Funktionen der Kantenrouter verwendet werden können. Nach der vorliegenden Erfindung kann
10 beispielsweise nach dem Verwerfen eines Labels (etwa Ox) als nächstes nur ein Label-Tausch erfolgen, weil dann das obere Label Cw ist. Dies kann mit den Standard-Funktionen der Kantenrouter erfolgen.

Mit dem Stand der Technik ist im Gegensatz hierzu immer ein
15 weiteres Verwerfen oder Ergänzen von Labeln im Label-Stapel vorgesehen.

In Fig. 2 ist der erfindungsgemäße Einlese-Prozess des MPLS Mess-Paket Steuersystems dargestellt, der sich aus dem oben
20 beschriebenen Ermittlungen des MPLS Mess-Paket Steuersystems von Adressinformationen aus einem MPLS Mess-Paket ergibt. Der Einlese-Prozesses mit Hilfe eines MPLS Mess-Paket Steuersystems dient der Vorbereitung eines MPLS Datenpaket-Transports in einem verbindungslos gerouteten
25 MPLS Daten-Netzwerk gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die anhand der schematischen Darstellung von Fig. 3 beschrieben wird.

Nach dem in Fig. 2 dargestellten Einlese-Prozesses wird
30 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zunächst ein zu sendendes Mess-Paket durch ein erfindungsgemäßes MPLS Mess-Paket Steuersystem adressiert.

Dazu generiert das MPLS Mess-Paket Steuersystem im Adress- bzw. Label-Stapel eines Mess-Pakets (Paket 1) als äußerstes Label bzw. äußerste Adresse das Transport Label Mx, gefolgt von einem Transport Label My und ferner gefolgt von der
5 IPv4 Adresse oder dem Label Z, das eine IP Adresse sein kann. Falls Z ein Label ist, können dem Label-Stapel des Mess-Pakets 1 auch noch weitere Adressinformationen zugefügt werden. Der so entstehende Label-Stapel wird in Fig. 3 dargestellt.

10

Nun sendet das absendende System A wie in Fig. 3 dargestellt das entsprechend adressierte Paket 1 an den Kantenrouter W. Der Kantenrouter W fügt dem Label-Stapel des Mess-Pakets 1 die Adressinformationen des folgenden
15 Kantenrouters X hinzu, indem er das empfangene Transport Label Mx gegen das Transport Label Nx austauscht. Anschließend leitet der Kantenrouter W das Paket 1 weiter an einen ersten inneren MPLS Router, der auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets 1 vor dem Kantenrouter X
20 liegt.

Nun ergibt sich die Möglichkeit, dass der erste innere MPLS Router vor dem Kantenrouter X das obere MPLS Label bzw. die obere MPLS Adresse aus dem Adress- bzw. Label-Stapel des
25 Mess-Pakets 1 entfernt. Alternativ kann auch der Kantenrouter X selbst das obere MPLS Label aus dem Label-Stapel des Datenpakets 1 entfernen. Die vorliegende Erfindung kann auf beide Alternativen angewendet werden, nämlich dass der innere MPLS Router das obere MPLS Label
30 vor dem Kantenrouter X entfernt oder der Kantenrouter X selbst das obere MPLS Label entfernt.

Dabei ist der Wert des betreffenden Labels für die Anwendung und Ausführung der Erfindung ohne besondere Bedeutung, denn unabhängig vom Wert des betreffenden Labels taucht das Mess-Paket 1 in der Vermittlungsmatrix des Kantenrouters X in beiden Fällen mit dem oberen Transport Label My auf, das vom Kantenrouter X durch das Transport Label Ny ersetzt wird.

Die weiteren Erläuterungen der Erfindung basieren auf der Vorgehensweise, dass der innere MPLS Router vor dem Kantenrouter X das obere MPLS Label vom Mess-Paket 1 entfernt, was nachfolgend als "Entfernen des Labels am vorletzten Abschnitt" bezeichnet wird und als Grundlage für die folgenden Ausführungen zur vorliegenden Erfindung angenommen wird.

Im weiteren Verlauf des in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Übertragungswegs von Kantenrouter W zu Kantenrouter X zu Kantenrouter Z sendet der erste innere MPLS Router das Mess-Paket 1 an den Kantenrouter X mit der MPLS Vermittlungstabelle X, der dem Adress- bzw. Label-Stapel des Mess-Pakets 1 die Adressinformationen des folgenden Kantenrouters Y hinzufügt, indem er das empfangene Transport Label My aus dem Label-Stapel des Mess-Pakets 1 gegen das Transport Label Ny austauscht. Anschließend leitet der Kantenrouter X das Mess-Paket 1 weiter an einen zweiten inneren MPLS Router, das auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets 1 vor dem Kantenrouter Y liegt.

Dieser zweite innere MPLS Router leitet das MPLS Paket 1 weiter an den Kantenrouter Y mit der MPLS Vermittlungstabelle Y, der mit dem empfangenden Zielsystem

Z verbunden ist. Der Kantenrouter Y entnimmt dem Label-Stapel des Mess-Pakets 1 die Adressinformationen des Zielsystems aus dem Label IP Adresse Z und überträgt es anschließend an die Schnittstelle zum Zielsystem Z. Damit
5 ist der Übertragungsweg des Mess-Pakets 1 vom absendenden System A zum empfangenden Zielsystem Z vollständig.

In Fig. 3 ist der Ablauf eines MPLS Datenpaket-Transports nach der vorliegenden Erfindung schematisch dargestellt.
10 Wenn das Mess-Paket 1 zu dem ursprünglich absendenden System A zurück gesendet bzw. zurück geschleift werden soll, dann muss der Kantenrouter Y identisch sein mit dem Kantenrouter W und die Zieladresse Z der Adresse vom System A entsprechen. Dadurch entsteht ein rekursiver Leitungsweg
15 bzw. eine Schleife, auf der ein Mess-Paket 1 vom System A abgesendet wird, vom Kantenrouter W zum Kantenrouter X weitergeleitet und vom Kantenrouter X zurück zum Kantenrouter W und dem daran angebenen System A geschleift wird. Eine solche Schleife wird in Fig. 4
20 dargestellt und im Folgenden erläutert.

Die vorliegende Erfindung erlaubt und ermöglicht es, solche rekursive Übertragungs-Schleifen über eine beliebige Anzahl von MPLS Kantenroutern und zu beliebigen Zielen aufzubauen.
25

In Fig. 4 ist der Ablauf eines geschleiften MPLS Datenpaket-Transports nach der vorliegenden Erfindung schematisch dargestellt. Das in Fig. 4 dargestellte MPLS Daten-Netzwerk umfasst ein absendendes System S, das
30 gleichzeitig das Zielsystem ist, weil ein Daten-Messpaket (Paket 1) vom System S auf einer Schleife durch das Netzwerk wieder zum System S zurückgeschleift wird. Dabei

wird das Datenpaket 1 über einen ersten MPLS Kantenrouter W zu einem ersten inneren MPLS Router IR1 weiter zu einem zweiten inneren MPLS Router IR2 bis zu einem zweiten Kantenrouter X geleitet und auf demselben umgekehrten Weg wieder zurück zum System S geschleift. Der Transportweg des Datenpaketes verläuft somit über die Verbindungsknoten in einer Schleife S - W - X - W - S.

Die einzelnen Stationen auf dem Weg des geschleiften MPLS Datenpaket-Transports sind in Fig. 4 entsprechend der Reihenfolge mit eingekreisten Zahlen von 1 bis 8 gekennzeichnet. An der ersten Station 1 wird für das Datenpaket zunächst ein Label-Stapel erzeugt, der Ziel-Adress-Information (Label S), in Form eines MPLS Labels, einer IPv4- oder Ethernet-Adresse sowie ein Transport Label Mx und ein Transport Label Cw umfasst.

An der zweiten Station 2 modifiziert der MPLS Kantenrouter W den Label-Stapel des Datenpakets 1, indem er das Transport Label Mx gegen ein neues oder modifiziertes Transport Label Nx austauscht und sendet das Datenpaket 1 an den ersten inneren MPLS Router IR1 weiter. Dabei stellt das Label N und der Index x jeweils einen Zahlenwert dar, der den Ziel Kantenrouter X identifiziert.

An der dritten Station 3 modifiziert der erste innere MPLS Router IR1 den Label-Stapel des Datenpakets, indem er das Transport Label Nx gegen ein neues oder modifiziertes Transport Label Ox austauscht und sendet das Datenpaket an den zweiten inneren MPLS Router IR2 am vorletzten Abschnitt des MPLS Übertragungspfads weiter.

Die vierte Station 4 kennzeichnet den vorletzten Abschnitt des MPLS Übertragungspfads, an dem der zweite innere MPLS Router IR2 den Label-Stapel des Datenpakets modifiziert, indem er das Transport Label Ox entfernt, und legt damit das darunter liegende Transport Label Cw frei. Anschließend sendet der zweite innere MPLS Router IR2 das Datenpaket an den zweiten MPLS Kantenrouter X weiter.

An der fünften Station 5 des MPLS Übertragungspfads modifiziert der zweite MPLS Kantenrouter X den Label-Stapel des Datenpakets, indem er das Transport Label Cw gegen ein neues oder modifiziertes Transport Label Dw austauscht und sendet das Datenpaket 1 an den zweiten inneren MPLS Router IR2 zurück. Mit dem neuen Transport Label Dw sind die Adressinformationen des neuen Ziel Kantenrouters W im Label-Stapel identifiziert.

An der sechsten Station 6 des Datenpaket-Transportwegs modifiziert der zweite innere MPLS Router IR2 den Label-Stapel des Datenpakets, indem er das Transport Label Dw gegen ein neues oder modifiziertes Transport Label Ew austauscht und sendet das Datenpaket an den ersten inneren MPLS Router IR1 weiter. An der siebten Station 7 des Datenpaket-Transportwegs entfernt der erste innere MPLS Router IR1 aus dem Label-Stapel das Transport Label Dw und legt damit das darunter liegende Label S frei, das die Adressinformationen des Start bzw. Ziel Systems S enthält.

An der achten und letzten Station 8 des Datenpaket-Transportwegs entfernt der erste MPLS Kantenrouter W aus dem Label-Stapel nun das letzte Label S und leitet das Datenpaket an das Start/Ziel Systems S weiter.

Die vorliegende Erfindung gestaltet insbesondere den vorletzten Abschnitt des MPLS Übertragungspfads auf neuartige Weise, was oben unter Bezugnahme auf die fünfte
5 Station 5 des Datenpaket-Transportwegs erläutert wurde. Demnach ist das Label, das vom inneren MPLS Router am vorletzten Abschnitt des MPLS Übertragungspfads im Label-Stapel des Datenpakets nach dem Entfernen von Ox freigelegt wird, das Transport Label Cw, das vom Kantenrouter X
10 ausgetauscht wird. Dieses Transport Label Cw ist im Kantenrouter X nicht als ein Label eingetragen, dessen Pakete auf eine lokale Kundenschnittstelle geführt werden. Zu diesem Zweck wird der Labelstapel eines Datenpakets nach der vorliegenden Erfindung auf eine neuartige Weise
15 zusammengestellt, wie hier beschrieben.

Zur Durchführung der vorliegenden Erfindung sind daher keine neuen technischen Merkmale oder Funktionen von Kantenroutern erforderlich, sondern es können bisher
20 bekannte Kantenrouter mit bekannten Funktionen verwendet werden. Die vorliegende Erfindung bedient sich somit bestehender Technologie und setzt bereits vorhandene technische Merkmale auf eine neuartige und vorteilhafte Weise ein.

25
Mit den bislang bekannten Protokollen und Lösungsansätzen konnte jedoch eine Schleife bzw. ein rekursiver Leitungsweg für die zu übermittelnden MPLS Messpakete nicht realisiert werden, bei dem, wie in Fig. 3 gezeigt, ein MPLS Messpaket
30 zunächst vom Kantenrouter W zum Kantenrouter X und dann zurück zum Kantenrouter W geleitet bzw. geschleift wird,

wobei der Kantenrouter X protokollarisch vollständig in der MPLS Weiterleitungsebene verbleibt.

Die vorliegende Erfindung erlaubt damit über den Stand der
5 Technik hinaus die Bildung rekursiver Leitungspfade bzw.
Schleifen von MPLS Mess-Paketen allein auf der MPLS
Weiterleitungsebene. Mit dem Stand der Technik kann nur die
Funktion VCCV eines MPLS Kantenrouters ein Mess-Paket auf
VVEbene zurück zu einem Kantenrouter schleifen. Hierzu wird
10 aber neben den Pfaden der Weiterleitungsebene für jede zu
nutzende Schleife ein zusätzlich aufzubauender Pseudo Wire
benötigt. Im Gegensatz hierzu nutzt die Erfindung
ausschließlich bereits existierende Pfade der
Weiterleitungsebene. Auch MPLS echo request und echo reply
15 nutzen ein anderes Verfahren als die Erfindung, da sie in
dem schleifenden Kantenrouter die MPLS Weiterleitungsebene
verlassen, von dem Kantenrouter bearbeitet und erst dann
wieder gesendet werden.

20 Mit den bislang bekannten Protokollen und Lösungsansätzen
können Übermittlungswege von MPLS Paketen bzw. Schleifen
über beliebige Kantenrouter generell nur mit erheblichem
Aufwand realisiert werden, da zusätzliche Tunnel, externe
Geräte, sequentielle Messungen oder ähnliches dazu
25 notwendig sind. Mit herkömmlichen Mitteln wäre
beispielsweise eine Schleifung mehrerer MPLS Kantenrouter
auf reiner MPLS Weiterleitungsebene mit zusätzlichen
Protokollen oder Funktionen der Kantenrouter denkbar.

30 Die vorliegende Erfindung vermeidet den mit dem Stand der
Technik verbundenen technischen und protokollarischen
Aufwand durch eine Datenweiterleitung, bei der ein MPLS

Kantenrouter ein mit einem MPLS Label empfangenes Paket weiterleitet und dabei ein Label des Pakets durch ein anderes Label austauscht, wodurch Informationen, insbesondere Adressen-Informationen, die im Label enthalten sind, ausgetauscht werden. Für die Anwendung der Erfindung ist es dabei nicht von Bedeutung, wie dieser Austausch von Informationen in dem Kantenrouter eingerichtet wird.

Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Mess-Paket Steuersystem festgelegt, das MPLS Label Stapel sowie die Ziel-Adressierung von Mess-Paketen festlegt. Dazu erhält das Mess-Paket Steuersystem die notwendige MPLS Label Information und Ziel-Adressinformation vorab, was auf beliebige geeignete Weise erfolgen kann und mit vorhandener Technik problemlos umgesetzt werden. Wesentliche Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich daher aus der Kombination mit Funktionen vorhandener Technik und der daraus entstehenden neuartigen Lösung.

Mit der vorliegenden Erfindung tauscht jeder Kantenrouter auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets zumindest einen Teil des Label-Stapels, insbesondere ein Label aus dem Label-Stapel des MPLS Pakets aus, wobei in dem eingetauschten Label, das der Kantenrouter an Stelle des ausgetauschten Labels im Label-Stapel des MPLS Pakets platziert, in dem zumindest die Adressinformation des auf dem Leitungsweg des Datenpakets nachfolgenden Kantenrouters enthalten ist. Dadurch legt jeder Kantenrouter auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets von einem Absender zum Adressaten seine Adressdaten und/oder die Adressaten des auf dem Leitungsweg des Datenpakets folgenden Kantenrouters im Label-Stapel des MPLS Pakets ab.

Mittels der vorliegenden Erfindung kann im Adress-Stapel bzw. Label-Stapel eines MPLS Pakets Adressinformationen für eine beliebige Anzahl von Kantenroutern in Form einer
5 beliebig langen Kette von MPLS Kantenroutern W, X, Y... abgelegt werden, die das MPLS Paket auf seinem Übertragungspfad vom Absender bis zum Ziel passiert. Dieses Adressieren des Label-Stapels eines MPLS Pakets erfolgt erfindungsgemäß von oben vom obersten Label bzw. von der
10 obersten Adresse nach unten bis zum untersten Label bzw. zur untersten Adresse der MPLS Kantenrouter in der Reihenfolge der auf seinem Übertragungspfad vom Absender bis zum Ziel zu durchlaufenden MPLS Kantenrouter. Im Gegensatz zum Stand der Technik kann dieser Label-Stapel
15 somit aus mehreren MPLS Labeln bestehen, welche die zu passierenden MPLS Kantenrouter identifizieren.

Auf diese Weise ist im Adress- bzw. Label-Stapel des MPLS Pakets die gesamte Information zum Übertragungsweg
20 enthalten, auf dem das MPLS Paket übermittelt wurde, einschließlich der Adressdaten jedes Kantenrouters, den das MPLS Paket auf dem Übertragungsweg vom Absender bis zum Adressaten passiert hat. Anhand dieser Information kann das MPLS Paket auf demselben Übertragungsweg auch wieder zum
25 Adressaten zurück geschleift werden, ohne dass es weitere Protokolle oder zusätzlicher Funktionen der Vermittlungsknoten bzw. Kantenrouter bedarf. Die vorliegende Erfindung kombiniert somit vorhandene Technik und bekannte Funktionen mit einer neuartigen Vorgehensweise
30 und Handhabung von MPLS Paketen in verbindungslosen Netzwerken bei deren Schleifung zwischen Absender- und Zieladresse.

Ein erfindungsgemäßes MPLS Paket Steuersystem kann ferner dazu in der Lage sein, rekursive Übertragungswege oder Schleifen für MPLS Pakete über eine Anzahl von MPLS
5 Vermittlungsknoten einzurichten, ohne dass ein die MPLS Pakete sendendes Gerät oder ein die MPLS Pakete empfangendes Gerät am Routing der MPLS Vermittlungsknoten teilnehmen muss. Sondern es genügt dazu eine fest
eingestellte Vermittlung von MPLS Paketen jeweils von dem
10 Vermittlungsknoten zu dem bei ihm angeschalteten sendenden oder empfangenden Gerät.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übermitteln von MPLS Paketen in
5 verbindungslosen Netzwerken, wobei das MPLS Paket auf
einem Übertragungsweg zwischen einem Absender und einem
Ziel eine Anzahl von MPLS Vermittlungsknoten passiert
sowie mindestens zwei MPLS Kantenrouter, die jeweils
einen Übergang zwischen einem Kernnetzwerk und einem
10 Anschlussnetzwerk darstellen, wobei ein Adress-Stapel
oder Label-Stapel für das MPLS Paket erzeugt wird, der
Adressinformationen zu den auf seinem Übertragungsweg zu
passierenden Vermittlungsknoten und Kantenrouter
umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kantenrouter
15 jeweils beim Passieren des MPLS Pakets zumindest einen
Teil des Adress-Stapels oder Label-Stapels des MPLS
Pakets entfernt, austauscht und/oder modifiziert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei jeder Kantenrouter, den
20 das MPLS Paket auf seinem Übertragungsweg durch das
Netzwerk passiert, jeweils zumindest ein Label aus dem
Label-Stapel des MPLS Pakets derart modifiziert und/oder
durch ein anderes Label ersetzt, wodurch das Label
zumindest Adressinformationen des auf dem Leitungsweg
25 des Datenpakets nachfolgenden Vermittlungsknotens
und/oder aller auf dem Leitungsweg des Datenpakets
nachfolgenden Vermittlungsknoten umfasst.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
30 jeder Kantenrouter, den das MPLS Paket auf seinem
Übertragungsweg durch das Netzwerk passiert, jeweils ein

- 5 unterschiedliches Label aus dem ursprünglichen Label-Stapel des MPLS Pakets modifiziert und/oder gegen ein anderes Label austauscht, das Informationen zum betreffenden Kantenrouter und/oder Informationen zu den auf dem Leitungsweg des Datenpakets nachfolgenden Vermittlungsknoten umfasst.
- 10 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jeder Kantenrouter ein Datenpaket mit einem Adress-Stapel jeweils an die Adresse weiterleitet, die in dem obersten Label des Label-Stapels enthalten ist, auch und wenn diese Adresse zu einer Weiterleitung zu einem Vermittlungsknoten innerhalb des Kernnetzes führt.
- 15 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das MPLS Paket anhand der im Label-Stapel hinterlegten Adressinformationen vom ursprünglichen Ziel zum ursprünglichen Absender durch das Netzwerk über die betreffenden Kantenrouter auf einem rekursiven
20 Leitungsweg zurück geleitet werden kann.
- 25 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das MPLS Paket anhand der von den Kantenroutern im Label-Stapel abgelegten Adressinformationen über die betreffenden Kantenrouter in beliebiger Reihenfolge der zu durchlaufenden Kantenrouter durch das Netzwerk geleitet werden kann.
- 30 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens ein MPLS Paket mit Label-Stapeln und Ziel-Adressinformation anhand einer MPLS Label Vermittlung

und von Adressinformation zu gleichen Weiterleitungsklassen jedes auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets zu durchlaufenden Kantenroutern erzeugt werden.

5

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei von einem ersten Kantenrouter (W) auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets im Label-Stapel des MPLS Pakets ein erstes Transport Label (Mx), das die Adressinformationen des ersten Kantenrouters (W) enthält und ihm von einem System zugesendet wurde, das nicht Teil des IP oder MPLS Kernnetzes sein muss, ersetzt wird durch ein zweites Transport Label (Nx) mit den Adressinformationen eines zweiten Kantenrouters (X), der dem ersten Kantenrouter (W) auf dem Übertragungsweg gemäß der Adressierung des MPLS Pakets folgt, und der erste Kantenrouter (W) anschließend das MPLS Paket an den zweiten Kantenrouter (X) sendet.

9. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei dem ersten Kantenrouter (W) auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets das erste Transport Label (Mx), das die Adressinformationen des ersten Kantenrouters (W) enthält, von einem System zugesendet wird, das entweder Teil eines des IP oder MPLS Kernnetzes ist oder nicht Teil eines IP oder MPLS Kernnetzes sein kann.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zumindest der erste Kantenrouter auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets durch Verwendung der IR Funktion des

30

Kantenrouters wie ein IR Vermittlungsknoten genutzt wird.

- 5 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Anzahl aller Kantenrouter auf dem Übertragungsweg des MPLS Pakets durch Verwendung der IR Funktion der Kantenrouter wie IR Vermittlungsknoten genutzt werden.
- 10 12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei im Adress-Stapel oder Label-Stapel des MPLS Pakets Adressinformationen für eine beliebige Anzahl von Kantenroutern (W, X, Y) abgelegt werden, die das MPLS Paket auf seinem Übertragungspfad vom Absender bis zum Ziel passiert.
- 15 13. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei das Ablegen von Adressinformationen für eine Anzahl von Kantenroutern (W, X, Y) vom obersten Label mit der Adressinformation des ersten zu passierenden Kantenrouters bis zum untersten Label mit der Adressinformation des letzten zu passierenden Kantenrouters in der Reihenfolge der auf dem Übertragungspfad des MPLS Pakets vom Absender bis zum Ziel zu durchlaufenden Kantenrouter erfolgt.
- 20 25 14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei im Adress-Stapel oder Label-Stapel des MPLS Pakets neben der Adressinformation der auf dem Übertragungspfad des MPLS Pakets vom Absender bis zum Ziel zu durchlaufenden MPLS Vermittlungsknoten und Kantenrouter ferner Adressinformationen einer Ziel-Adresse beispielsweise in
- 30

Form eines MPLS Labels, einer IPv4 Adresse, einer IPv6 Adresse oder Ethernet Adresse enthalten sind.

15. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei der
5 letzte Kantenrouter auf dem Übertragungspfad des MPLS Pakets das MPLS Paket anhand der Ziel-Adresse im Adress-Stapel oder Label-Stapel eines MPLS Pakets zu seinem Ziel leitet.
- 10 16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Ziel des MPLS Pakets eine logische oder physikalische Schnittstelle eines Kantenrouters, ein über eine logische oder physikalische Schnittstelle des Kantenrouters erreichbare IPv4 Adresse oder eine interne
15 Terminierung des Kantenrouters, wie z.B. ein Port oder eine OAM Funktion des Kantenrouters sein kann.
17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
20 in einem Kantenrouter zunächst ein Entfernen eines Labels aus dem Label-Stapel des MPLS Pakets und anschließend ein Austausch eines Labels aus dem Label-Stapel des MPLS Pakets erfolgt, ohne dass für eine Weiterleitung des Pakets weitere Veränderungen des Label Stapels erfolgen müssen.
- 25
18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Entfernen eines Labels aus dem Label-Stapel des MPLS Pakets in einem MPLS Vermittlungsknoten erfolgt und ein Austausch eines Labels aus dem Label-Stapel des MPLS
30 Pakets in dem MPLS Vermittlungsknoten auf dem

Übertragungsweg direkt nachfolgenden Kantenrouter erfolgt und das Paket weiterhin im Kernnetz verbleibt.

19. MPLS Paket Steuersystem zum Übermitteln von MPLS Paketen
5 in verbindungslosen Netzwerken, wobei das MPLS Paket auf
einem Übertragungsweg zwischen einem Absender und einem
Ziel eine Anzahl von MPLS Vermittlungsknoten passiert
sowie mindestens zwei MPLS Kantenrouter, die jeweils
einen Übergang zwischen einem Kernnetzwerk und einem
10 Anschlussnetzwerk darstellen, wobei das Steuersystem für
das MPLS Paket einen Adress-Stapel oder Label-Stapel
erzeugt, der Adressinformationen zu den zu passierenden
Vermittlungsknoten umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass
die Kantenrouter beim Passieren des MPLS Pakets
15 zumindest jeweils einen Teil des Adress-Stapels oder
Label-Stapels des MPLS Pakets entfernen, austauschen
und/oder modifizieren.

20. Steuersystem nach dem vorangehenden Anspruch, wobei das
Steuersystem an einen Kantenrouter angeschlossen ist,
der dazu eingerichtet ist, auf der Schnittstelle zum
Steuersystem MPLS Pakete zu empfangen und gemäß
Adressierung der MPLS Pakete weiterzuleiten.

25 21. Steuersystem nach einem der Ansprüche 19 oder 20, wobei
das Steuersystem dazu eingerichtet ist, die in den
Verfahrensansprüchen definierten Verfahrensschritte
durchzuführen.

30 22. Steuersystem nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei
das Steuersystem dazu eingerichtet ist, rekursive

Übertragungswege oder Schleifen im Netzwerk für MPLS Pakete über eine Anzahl von Kantenroutern einzurichten, ohne dass das eine die MPLS Pakete sendende Vorrichtung oder eine die MPLS Pakete empfangende Vorrichtung am
5 Routing aller MPLS Vermittlungsknoten, mit Ausnahme der Kantenrouter, mit denen die Vorrichtungen verbunden sind, teilnehmen.

23. Steuersystem nach einem der Ansprüche 19 bis 22, wobei
10 mittels MPLS Funktionen und Adressfunktion des MPLS Paket Steuersystems die Adressinformationen im Label-Stapel von zu versendenden MPLS Paketen erzeugt werden.

24. Steuersystem nach einem der Ansprüche 19 bis 23, wobei
15 das Steuersystem als separate Vorrichtung oder als interne Funktion eines Kantenrouters realisiert ist.

25. Steuersystem nach einem der Ansprüche 19 bis 24, wobei
20 eine Anzahl von Messeinrichtungen vorgesehen ist, die eine Prüfung der Durchgängigkeit von MPLS Pfaden im Netzwerk durchführen.

26. Steuersystem nach einem der Ansprüche 19 bis 25, wobei
25 das vollständige MPLS Netzwerk und die Übertragungswege der MPLS Pakete mit nur einer Messeinrichtung überwacht werden.

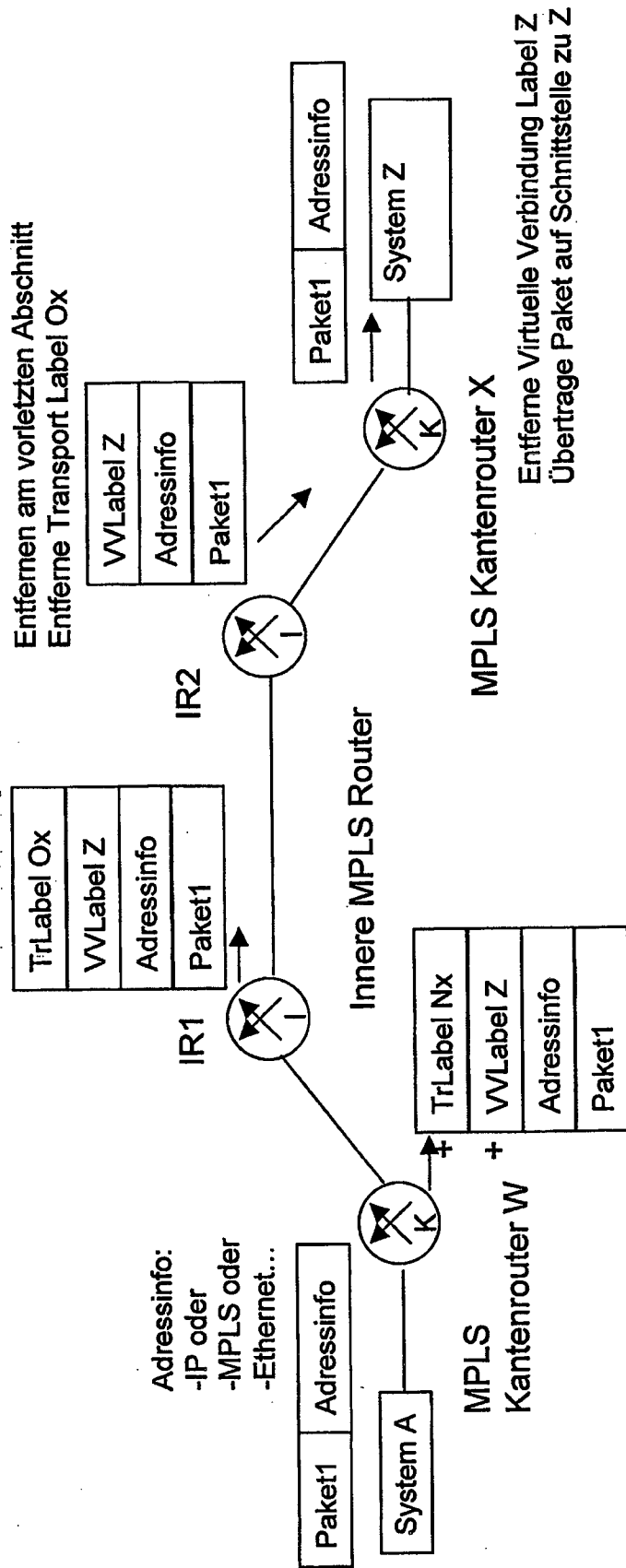


Fig. 1

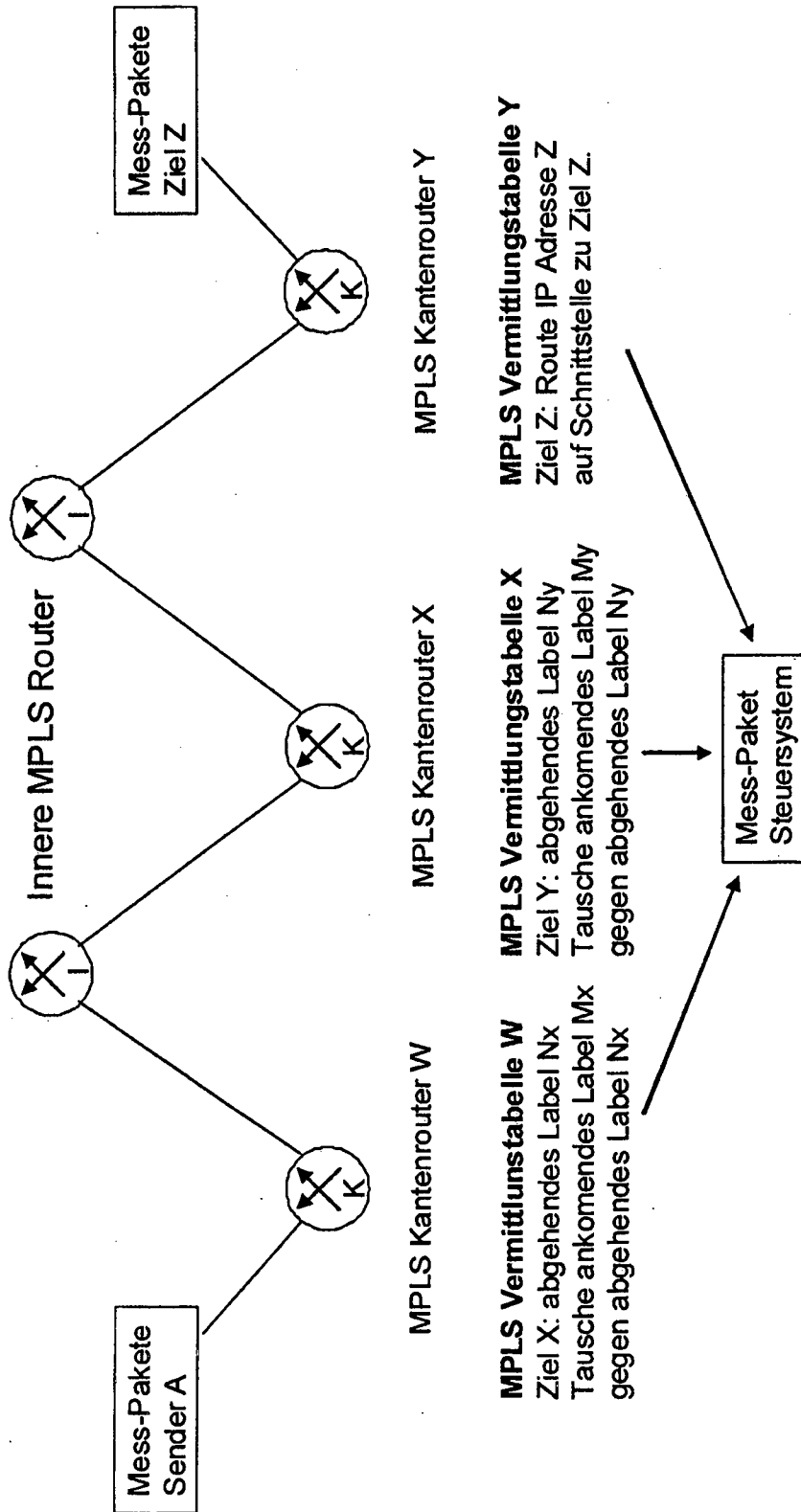


Fig. 2

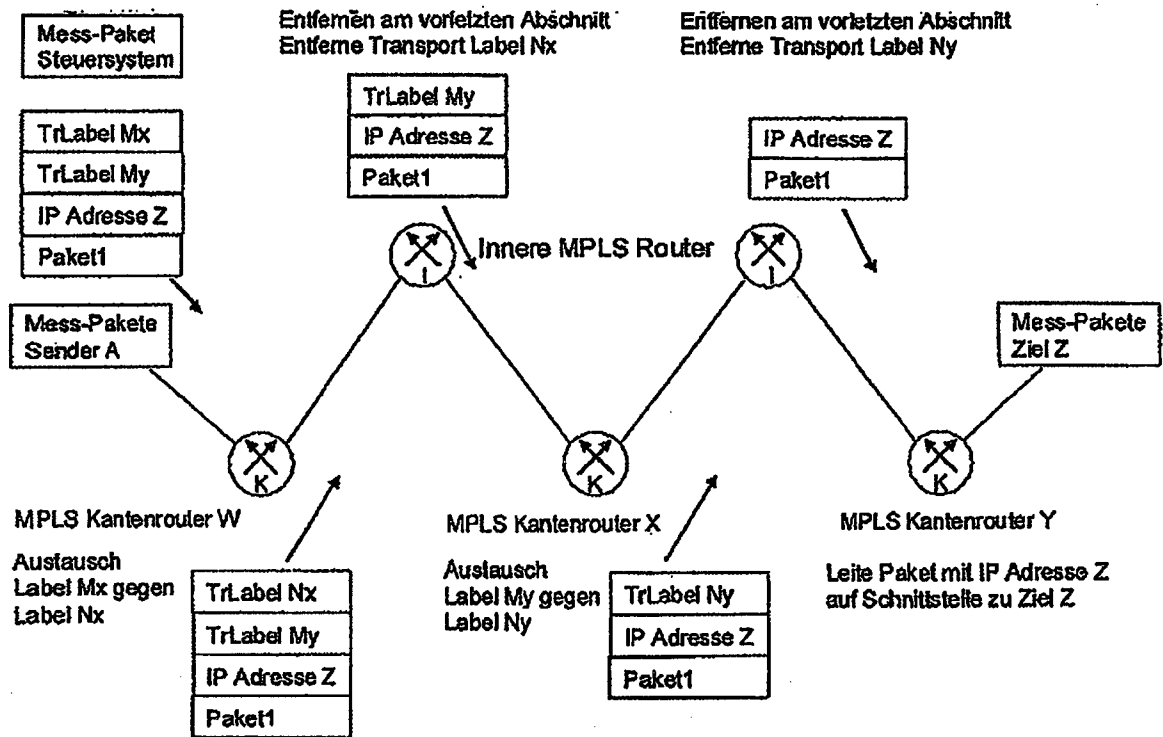


Fig. 3

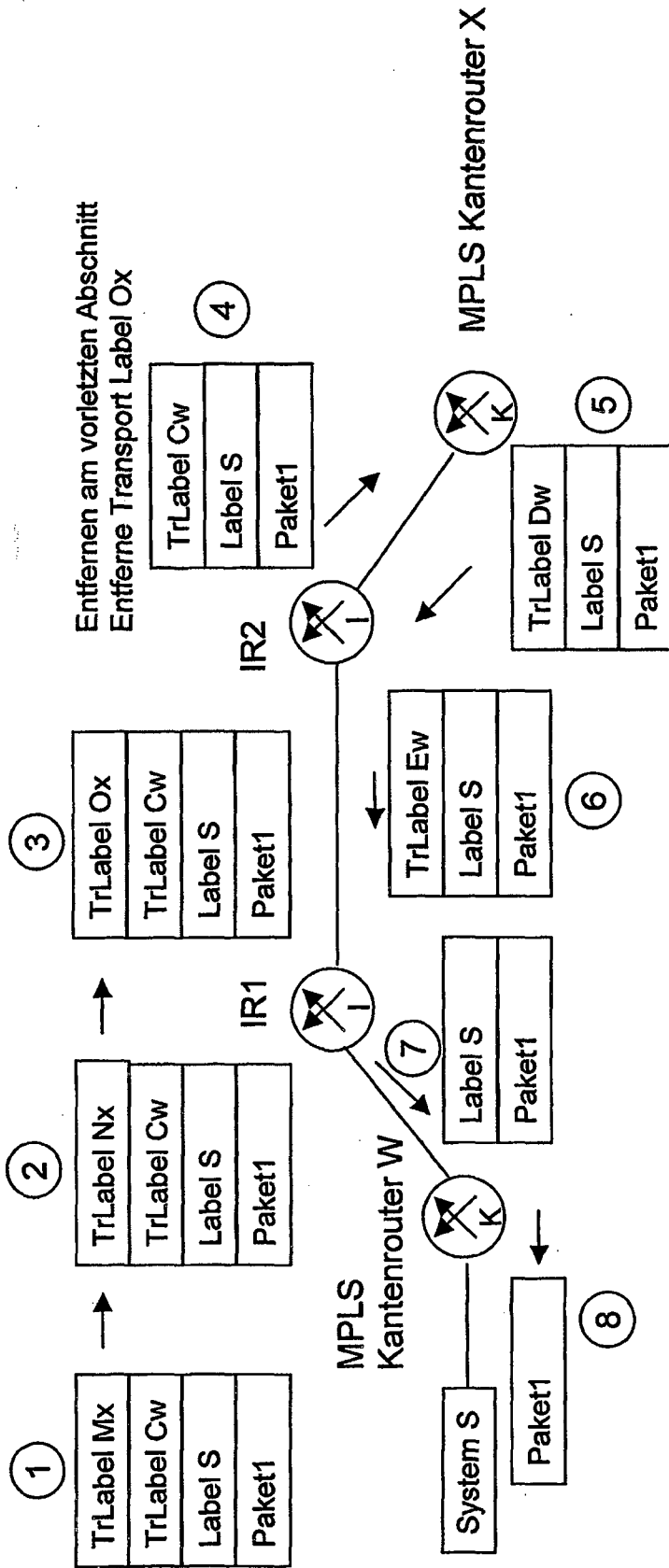


Fig. 4