

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

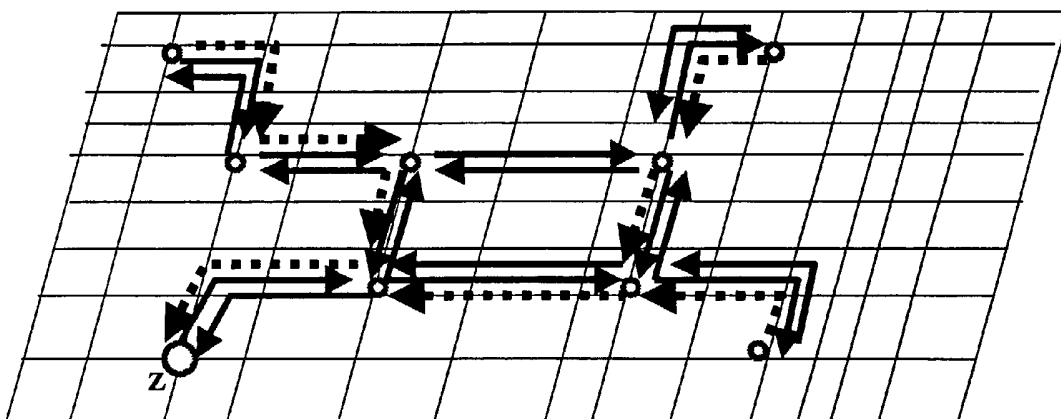
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/017584 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04L 12/56** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUMMEL, Heinrich
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02876 [DE/DE]; Erlenweg 7, 85232 Günding (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 5. August 2002 (05.08.2002) (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(25) Einreichungssprache: Deutsch (DE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaat (national): US.
(30) Angaben zur Priorität: 101 38 715.6 7. August 2001 (07.08.2001) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SIGNALLED STRUCTURE OF CONNECTION SEQUENCES

(54) Bezeichnung: SIGNALISierter AUFBAU VON VERBINDUNGSSEQUENZEN



- AA solide = unidirektionaler virtueller Link
BB gestrichelt = hops des hierarchischen Mehrpunkt zu Punkt LSP
CC dünne Linie = physikal. Leitung
DD Schnittpunkt der schwarzen Linien = (physikalischer) Router
AA. SOLID LINE = UNI-DIRECTIONAL VIRTUAL LINKS
BB. BROKEN LINE = HOPS FOR HIERARCHICAL MULTIPOINT TO LSP POINT
CC..THIN LINE = PHYSICAL LINE
DD..INTERSECTIONS OF THE BLACK LINES = (PHYSICAL) ROUTER

(57) Abstract: In a connection network, in which connection nodes are connected by connection runs forming connection tunnels, sequences of several connection tunnels may be structured to form transit tunnels for data transport by sequences of virtual links using individually signalled information.

(57) Zusammenfassung: In einem Verbindungsnetz, in dem Verbindungsknoten über Verbindungstunnels bildende Verbindungsstrecken verbunden sind, sind mittels einzelner Signalisierungsinformationen Folgen mehrerer Verbindungstunnels zu Transittunnels für einen Datentransport über Folgen von virtuellen Links aufbaubar.



WO 03/017584 A2

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Signalisierter Aufbau von Verbindungssequenzen

Der Anmeldungsgegenstand betrifft ein Verfahren zum Einrichten von Verbindungen in einem Verbindungsnetz, in dem Verbindungsknoten über Verbindungsstrecken verbunden sind.

Auf der Grundlage eines physikalischen Kommunikationsnetzes, bestehend aus $M_1..M_m$ physikalischen Links und $N_1..N_n$ physikalischen Knoten, sollen etliche virtuelle Kommunikationsnetze (VN) eingerichtet werden. Dabei bestehe jedes VN aus einer Menge von Verbindungen (wie etwa m (bidirektionale) ATM(Asynchronous transfer mode)-SVCs (switched virtual circuit, virtuelle Wählverbindung) oder $2*m$ unidirektionale MPLS (multi protocol label switching)-LSPs), sprich m bzw. $2*m$ virtuelle Links, welche insgesamt $n \leq N$ physikalische Knoten zusammenhängend verbinden. Dabei sei jedem unidirektionalen MPLS-LSP sein ebenfalls unidirektionaler reverser virtueller Link hinzugesellt.

Sämtliche Telekommunikationsnetze sind physikalische „partial mesh“-Netze. Eine Vollvermaschung „full mesh“ wäre unsinnig. Auf einem physikalischen Netz kann man eine gewisse Menge von Verbindungen bzw. Tunnels etablieren, welche als ganzes gesehen je ein sog. Virtuelles Netz ergeben. Dieses virtuelle Netz umfasse insgesamt n Knoten. Bei Vollvermaschung (full mesh) des virtuellen Netzes würde man $n*(n-1) / 2$ bidirektionale Verbindungen benötigen oder aber $n*(n-1)$ unidirektionale Verbindungen. Auch dieses „virtual full mesh“ ist immer noch zu aufwändig (zu teuer).

Zum Vergleich ein paar „partial mesh“-Netze: Ein minimalstes virtual partial mesh benötigt lediglich n unidirektionale Verbindungen (=Ring), bzw. $n-1$ bidirektionale Verbindungen (=Baum). Ein etwas aufwändigeres „Karo“-Netz benötigt lediglich $2*n$ bidirektionale Verbindungen, bzw. $4*n$ unidirektionale Verbindungen.

Anwendungsbeispiele

- a) Virtual Privat Network (VPN) .Genauer: das Verbindungsnetz zwischen den n Standorten einer Privatfirma, welches das „öffentliche Netz“ überbrückt.
- b) Virtual Service Provider Network (VSPN). Genauer: Das Verbindungsnetz zwischen den n Switches/Routers eines Service Providers, welches das Netz eines anderen Service Providers überbrückt. Dieses Verbindungsnetz wird auch Carrier's Carrier Network genannt.
- c) VPN basierend auf einem VSPN Netzes
- d) MPOA Overlay- Model des ATM Forums:-Applikationen: Im Multi-Protocol-over-ATM (MPOA) Modell des ATM Forums wird eine Menge von ATM-SVC-Verbindungen benutzt, um ein ATM-Netz quasi als Transitnetz des Internets zu benutzen. Die ATM-Switches sind zudem mit Internet-Routern verbunden. Man transportiert IP-Pakete in Form von ATM-Zellen durch das ATM-Netz, um sie danach als IP-Pakete in einem IP-Netz weiterzuleiten. Bisherige Lösungen:a) Full mesh d.h. $n*(n-1)/2$ SVCs, oder b) SVC-Management, welche maximal m SVCs einrichten kann. Wird ein SVC benötigt, der noch nicht existiert, so wird dieser aufgebaut sofern das Maximum m noch nicht erreicht ist. Andernfalls wird entweder der Übertragungswunsch zurückgewiesen oder aber es wird eine existierende SVC abgebaut um „Platz zu schaffen“ - etwa eine SVC, die relative wenig Verkehrslast hat.

Im Falle von „partial mesh“ müssen die zu transportierenden Nutzdaten eine gewisse Folge von Verbindungstunnels passieren um zu einem vorbestimmten Zielknoten zu gelangen.

Dem Anmeldungsgegenstand liegt das Problem zugrunde, eine Quasivollvermaschung herzustellen, selbst wenn die Vollverma-

schung, etwa aus Einsparungsgründen, bei weitem unterschritten ist.

Das Problem wird durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Beim Anmeldungsgegenstand werden also mehrere Verbindungsstrecken zu Sequenzen von Verbindungstunnels aufgebaut und als Transittunnels eingesetzt, wobei dann Folgen von virtuellen Links beim Datentransport durchlaufen werden können.

Beim Anmeldungsgegenstand werden vorteilhafterweise eine Menge von Tunnelverbindungen eingespart.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Anmeldungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen angegeben.

Eine derartige Sequenz kann ihrerseits als Tunnel betrachtet werden.

Dies lässt sich rekursiv noch weiter steigern.

Dies führt zu dem Begriff des Hierarchischen Tunnels (von einer gewissen Hierarchiestufe).

Ein hierarchischer Tunnel ist also eine aufgebaute Sequenz von Bestandteils-Tunnels = Element-Tunnels.

„Aufbau“ oder „aufgebaute Sequenz“ soll heissen: Es werden Tunnelverknüpfungseinstellungen gemacht (= Label switching entries) derart, dass der Nutzdatenstrom die einzelnen Tunnels genauso schnell und einfach wechseln kann wie die Leitungen innerhalb eines Tunnels.

Der Anmeldungsgegenstand wird im folgenden als Ausführungsbeispiel in einem zum Verständnis erforderlichen Umfang anhand von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig 1 eine abstrahierende Darstellung eines Vermittlungsnetzes, in dem die Erfindung realisierbar ist und

Fig 2 erfindungsgemäße Besonderheiten bei der Bildung von Folgen von Verbindungsstrecken.

In Fig 1 stellen die dünnen Linien physikalische Verbindungsstrecken und deren Knotenpunkte physikalische Router eines Vermittlungsnetzes dar. Die durchgehenden Pfeile bezeichnen unidirektionale Verbindungsstrecken (Links) und die unterbrochenen Pfeile hops des hierarchischen Mehrpunkt zu Punkt LSP (LSP= label switched path).

Die einzelnen Verbindungen / Tunnels können von verschiedener Technologie sein:

ISDN-Verbindung, ATM-SVC, Frame-Relay-SVC, MPLS-LSPs, Internet-Tunnels gemäß der IETF Standards wie IPSEC, L2TP, PPP, GRE, IP in IP.

Ein per Signalisierung aufgebaute Verbindung/ Tunnel-Sequenz kann Technologie -heterogen sein

In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine per Signalisierung aufgebaute Verbindung/ Tunnel-Sequenz unabhängig von dem(n) zum Einsatz kommenden Übertragungsstandard(s).

Folgende Verbindung/Tunnel-Sequenzen sind aufbaubar: point-to-point Sequenz, point-to-multipoint Sequenz, multipoint-to-point Sequenz.

Point-to-multipoint: Die Nutzdaten durch die aufgebaute baumartige Tunnelsequenz fließen von einem Sender-Tunnelausgangspunkt hin zu mehreren Empfänger -Tunnelendpunkten.

Multipoint-to-point: Die Nutzdaten durch die aufgebaute baumartige Tunnelsequenz fließen von mehreren Sender-Tunnelausgangspunkten hin zu einem Empfänger -Tunnelendpunkt.

Der Aufbau einer i.A. baumartigen Verbindung/Tunnel-Sequenz kann entweder von der Baum-Wurzel hin zu den Blättern erfolgen oder aber beginnend bei den Blättern hin zur Wurzel (=reverse path setup). Beide Varianten kommen sowohl für

point-to-multipoint als auch für multipoint-to-point Tunnelsequenzen in Betracht.

Der Anmeldungsgegenstand ist in Unidirektionalität und Bidirektionalität der Verbindungen/Tunnels gleichermaßen ausführbar.

Rekursivität:

Ein hierarchischer Tunnel von niedrigster (= erster hierarchischer Stufe) besteht aus einer linearen Folge von Hops entlang physikalischer Leitungen. Ein Tunnel von einer höheren hierarchischen Stufe besteht aus einer linearen Folge von Element-Tunnels einer niedrigeren Hierarchiestufe.

Die Element-Tunnel einer baumartigen Tunnelsequenz können z.B. Tunnels der 1. Hierarchiestufe sein (VPN über dem physikalischen Netz eines Service Providers.)

Die Element-Tunnel einer baumartigen Tunnelsequenz könnten aber auch von einer höheren Hierarchiestufe sein (VPN über einem Virtuellen Service Provider Netz).

Zu jedem Element-Tunnel gehören ihn identifizierende und charakterisierende Daten der Sorte „global signifikant“ als auch der Sorte „lokal signifikant“.

Die global signifikanten Daten mögen umfassen:

Ru = Routeradresse des upstream-Tunnelendpunktes (wo die Nutzdaten in den Tunnel hineingehen),

Rd = Routeradresse des downstream-Tunnelendpunktes (wo die Nutzdaten den Tunnel verlassen),

Color= abstrakte Zusammenfassung aller charakterisierenden Eigenschaften wie Bandbreite, QoS (Quality of Service), Zweckbestimmung wie „for voice“ oder „for data“, usw. Die (unterschiedliche) Color wird bedeutsam vor allem wenn es

mehrere parallele Tunnels mit identischem Ru und identischem Rd gibt.

LSP-ID (Label switched path identifier) (=Tunnel-Identifizierer)

Sie besteht aus der Adresse Ru plus einer von diesem upstream Router vergebene Zahl.

(wir wollen dazu kommen, dass die aufzubauende Tunnelsequenz gleichsam aus höherer Warte aus, wie nur ein Tunnel angesehen wird und somit auch eine LSP-ID bekommt genauso wie jeder ihrer Elementtunnel. Diese LSP-ID wird, erfindungsgemäß, vom Router am downstream-Ende der Tunnelsequenz vergeben.

Die global signifikanten Daten von vielen Tunnels (wie z.B. sämtlicher Tunnels welche exklusiv für ein ganz bestimmtes VPN benutzt werden) mögen - statisch oder dynamisch - einem Prozeß zugespielt werden, welcher gewisse Tunnelsequenzen daraus bestimmen möge.

Lokal signifikante Daten eines Tunnels:

Dies sind die Label switching entries für das jeweilige Tunnel-Switching. An den Tunnelendpunkten sind sie auffindbar anhand der Tunnel-ID.

Aber auch die jeweilig aufgebaute Tunnelsequenz (welche aus diesen Element-Tunnels besteht) bekomme ihrerseits solche global und lokal signifikante Daten.

Label -Vergabe:

Ein Label vergibt der downstream-Router. Er sagt dem upstream-Router „mit diesem Label versehen sollst du mir die Nutzdatenpakete zuschicken“.

Eine Tunnelsequenz kann als aufgebaut betrachtet werden wenn folgendes installiert=gespeichert ist:

LIB-Eintrag am Router des upstream-Endes der Tunnelsequenz:
(LIB= Label Information Base)

a) Suchschlüssel (Vergleichs-Wert) um den LIB-Eintrag finden zu können:

FEC-Information sprich welche Zieladressenbereiche sind am downstream-Ende der Tunnelsequenz zu erreichen
(FEC=Forwarding Equivalenz Class)

b) Gesuchtes:

Label bzgl. des ersten Tunnels der Tunnelsequenz;
Label des ersten Hops des ersten Tunnels;
Physikalische Leitung (interface index) des ersten Hops des ersten Tunnels;

LIB-Eintrag am Router der die Daten über einen incoming Tunnel empfängt und sie über einen outgoing Tunnel weiterleitet:

Suchschlüssel (Tabellenindex-Wert) um den LIB-Eintrag finden zu können:

Label des incoming Tunnels

b) Gesuchtes:

Label bzgl. des outgoing Tunnels der Tunnelsequenz;
Label des ersten Hops des outgoing Tunnels;
Physikalische Leitung (interface index) des ersten Hops des outgoing Tunnels.

Sollte der Element-Tunnel seinerseits bereits eine Sequenz von noch elementareren Tunnels darstellen, so ist unter Gesuchtes noch ein weiteres Label (an zweiter Position) aufzusuchen.

Der Aufbau der Tunnelsequenzen erfolgt per Signalisierung.

Der Aufbau einer sich nicht verzweigenden / sich nicht vereinigenden Tunnelsequenz - sprich einer linearen Tunnelsequenz

- erfolgt im Prinzip identisch wie beim Aufbau eines Tunnels der allerersten Hierarchiestufe.

Aus Elementtunnels eines VPNs werden sich vereinigende Tunnelsequenzen aufgebaut, welche - egal bei welchem Ausgangsknoten beginnend - die Nutzdaten hin zu einem vorbestimmten Zielknoten transportierbar sind.

Für jeden einzelnen Knoten Z (wie Ziel) des VNs stellt sich die Frage: "über welche Folge von virtuellen Links sollte jeder der übrigen $n-1$ Knoten S (wie Start) des VNs Übertragungsdaten zu ihm hintransportieren? Insgesamt bilden all diese Folgen von virtuellen Links einen Baum welcher in Z wurzelt.

An allen Knoten, welche in diesem Baum vorkommen, sollen "Einstellungen" vorgenommen werden, derart daß der Datentransport wie gewünscht ablaufen kann. Die Summe dieser Einstellungen ergibt eine sogenannte hierarchische Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindung.

Ein hierarchischer Mehrpunkt-zu-Punkt LSP ermöglicht folgendes:

Ein beliebiger Knoten S sendet Daten welche für Z bestimmt sind, indem er diesen zwei MPLS-Labels mitgibt. Das im Labelstack obere Label sei zuständig für das Label-Switching am nächsten physikalischen Knoten des ersten virtuellen Links, d.h. es wird im nächsten physikalischen Knoten verwendet um den physikalischen Fortsetzungslink zu bestimmen sowie das Fortsetzungslabel.

Das untere Label wird transparent sprich unverändert mitgeführt bis hin zum Ende des ersten virtuellen Links. Dort wird das obere Label entfernt und das untere Label benutzt, um an folgende Informationen heranzukommen: vom richtigen virtuellen Folgelink (in Richtung Z) die erste physikalische Leitung sowie dessen erstes Label (welches als neues obere Label fun-

gieren soll. Ferner ein neues unteres Label, welches am Ende des zweiten virtuellen Links wie gerade beschrieben fungieren soll.

Im Falle von ATM gilt alles ganz analog, wobei 2 Möglichkeiten realisierbar sind:

- 1) Das obere Label ist ein VPI (virtual path identifier), das untere Label ist ein VCI (virtual channel identifier). Mit anderen Worten: Die virtuellen Links sind SVPs. Die baumartige Folgen von SVPs bilden einen hierarchische Mehrpunkt-zu-Punkt SVC.
- 2) Das obere Label ist ein VCI, das unter Label ist ein VPI. Mit anderen Worten: Die virtuellen Links sind SVCs. Die baumartige Folgen von SVCs bilden einen hierarchischen Mehrpunkt-zu-Punkt SVP.

Bevor man die hierarchischen Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindungen aufbauen kann, müssen erst einmal die hierbei "auszunütenden" Basis-Verbindungen, sprich die virtuellen Links, bekannt und aufgebaut sein.

Jedem virtuellen Link sei ein ein-eindeutiger ID zugeordnet. Er bestehe aus "Adresse seines Ingress-Knotens + einer ein-eindeutigen, von diesem selbst vergebenen Nummer". Dabei müssen die IDs zweier virtueller Links auch dann unterschiedlich sein wenn diese unterschiedlichen VNs angehören.

Im Falle von MPLS muß zu jedem virtuellen Link auch ein diesbezüglich inverser, geeigneter virtueller Link in Form seiner ID bekannt sein. Geeignet heißt: sie müssen beide demselben VN angehören (nur die gleichen Endpunkt-Knoten haben, sollte nicht hinreichend sein).

Dieses Zuordnungswissen müssen insbesondere die beiden Endknoten des jeweiligen virtuellen Links besitzen und auswerten können, aber auch jeder Knoten Z (oder hierfür ein VN-

zentraler Proxy-Server), welcher den Baum einer hierarchischen Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindung bestimmen soll.

Der Zielknoten Z berechnet sich den Baum von virtuellen Links (oder läßt sich diesen von einem z.B.VN-zentralen Server berechnen).

So wie es mehrere parallele virtuelle Links geben kann (z.B. einen für Daten, einen zweiten für Sprache), so kann es mehrere hierarchische Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindungen mit identischem Zielknoten geben (z.B. eine für Daten, eine zweite für Sprache).

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten wie diese Hierarchische Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindung aufgebaut werden kann:

- 1) In einem MPLS-Netz mit unidirektionalen virtuellen Links
1a): "Von Z hin zu n-1 Startknoten in einem einzigen Vorgang

Ausgehend von Z wird eine minimale Anzahl von Aufbaumeldungen (z.B. so viele virtuelle Links als bei Z angrenzen) ausgesendet und diese dabei mit einer Source Routing Information versehen, welche den bevorstehenden Verzweigungen genügt. Im Falle von MPLS-LDP könnten dies "unsolicited" Label_Mapping Meldungen sein.

Knoten Z schicke eine "unsolicited" Label_Mapping Meldung aus. Sie beinhalte ein geeignetes TREE ROUTE TLV welches den zu beschreitenden Verzweigungen entspricht. Sie beinhalte ferner z.B in einem eigens definierten Passed_Virtual_Link-TLV den ID desjenigen virtuellen Links über den die user-Daten beim Knoten Z eintreffen sollen.

Was die Source Routing Information betrifft, so kommt hier neu der hierarchische Aspekt hinzu: Die einzelnen ER-HOP TLVs in der Source Routing Information (TREE ROUTE TLV) mögen stets die IDs zweier inverser virtueller Links enthalten, nämlich den ID des uplinks (in Richtung S) sowie den ID des

virtuellen downlinks (in Richtung Z). Bei der Berechnung des Baumes mit Wurzel Z sei darauf geachtet worden, daß alle downlinks den Anforderungen der user-Datenübertragung genügen, d.h. daß z.B. von mehreren parallelen downlinks genau der richtige bestimmt wird. Der diesbezügliche (inverse) uplink aber mag irgendeiner sein, oder aber stets der erst-gelistete oder aber einer der "für Daten" gekennzeichnet ist.

Angenommen ein Knoten K-down habe die Label-Mapping Meldung für den Aufbau eines Hierarchischen Mehrpunkt-zu-Punkt-TLVs empfangen und müsse ein ganz bestimmtes ER-HOP TLV auswerten (falls sich in K-down x virtuelle Links vereinigen sollen, so sind es x ER-HOP TLVs). Über die ID des uplinks erfährt er die physikalische Startleitung samt Start-Label um die Meldung, angemessen modifiziert, label-switched über den uplink zum Knoten K-up zu befördern. Bevor er dies aber tut, bestimmt er ein verfügbares Label $V_{incoming}$ bzgl. des gesamten virtuellen downlinks, welches er per Label-TLV dem Knoten K-up mitzuteilen gedenkt. Der Knoten K-down hat selbst per Label-TLV ein Label $V_{outgoing}$ erhalten. Knoten K-down entnehme dem Passed_Virtual_Link-TLV der selbst empfangenen Aufbaumeldung die ID desjenigen virtuellen Links, den er benutzen soll um die user-Daten in Richtung Z weiterzuleiten. Von diesem virtuellen Link kennt er selbstverständlich die physikalische Startleitung $p_{outgoing}$ samt Start-Label $P_{outgoing}$. Er erzeugt einen Label-Information-Base -Eintrag (LIB-Eintrag) welcher mittels $V_{incoming}$ aufgesucht werden kann und in welchem steht:

" Ersetze $V_{incoming}$ durch $V_{outgoing}$ und pushe danach $P_{outgoing}$ in den Labelstack und schicke das Datenpaket mit beiden Labels über $p_{outgoing}$ weiter".

K-down schickt die Label-Mapping weiter an K-up, wobei er in das Passed_Virtual-Link TLV den ID desjenigen virtuellen Links schreibt, über welchen er die user-Daten von K-up zu empfangen gedenkt.

Falls sich x virtuelle Links in K-down vereinigen sollen, so bestimmt er für jeden der x "incoming"-Links ganz analog ein verfügbares Label $V_{incoming}$ sowie einen LIB-Eintrag in welchem steht :

" Ersetze DIESES $V_{incoming}$ durch $V_{outgoing}$ und pushe danach $P_{outgoing}$ in den Labelstack und schicke das Datenpaket mit beiden Labels über $p_{outgoing}$ weiter".

In diesem Falle wird jedem der x verschiedenen Knoten K-up per Passed_Virtual_Link-TLV der ID des jeweiligen virtuellen Links mitgeteilt, über den dieser die user-Daten an K-down senden soll.

1b) Von Z hin zu n-1 Startknoten in n-1 zeitlich versetzten Vorgängen

Ausgehend von Z werden n-1 Aufbaumeldungen im zeitlichen Hintereinander ausgesendet um stets genau einen Ast hin zu genau einem Startknoten S gemäß des "ADD-PARTY/SETUP"-Konzept des ATM Forums sukzessive aufzubauen.

Um sich mehr an die MPLS-Terminologie anzulehnen, so sei auch hier die Aufbaumeldung eine sogenannte unsolicited Label-Mapping Meldung. Sie enthalte zweierlei Source Routing Informationen

- 1) Ein ER-TLV, deren ER-HOP TLVs stets nur die IDs der jeweiligen uplinks enthält.

Diese werden benutzt um die Meldung über jene virtuellen uplinks hinweg zu befördern, deren zugehörigen downlinks bereit bei der bislang aufgebauten hierarchischen Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindung bereits berücksichtigt worden sind. (für den "ADD PARTY Abschnitt)

- 2) Ein ER-TLV, deren ER-HOP TLVs wie oben beschrieben die beiden IDs des jeweiligen uplinks plus downlinks enthalten (für den "SETUP" Abschnitt).

Im Passed_Virtual_Link-TLV stehe die ID desjenigen downlinks welcher invers ist zum allerletzten uplink des ersteren ER-

TLVs, sprich die ID desjenigen virtuellen Links, welcher bereits in die Hierarchische Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindung eingebunden ist und in welchem der aktuelle Erweiterungszweig einmünden soll.

Bei denjenigen Aufbaumeldungen, welche einen Ast bis hin zum Knoten Z aufbauen entfällt das erstere ER-TLV. Im Passed_Virtual_Link-TLV stehe dann die ID desjenigen downlinks über den Z die User-Daten empfangen soll.

1c) Von den n-1 Startknoten hin zu Zielknoten Z

Ausgehend von Z werden Meldungen an die n-1 Knoten S geschickt,

welche enkapsuliert "Join" -Meldungen enthalten, welche entsprechend der darin enthaltenen Punkt-zu-Punkt förmigen Source Routing Informationen je einen Zweig in Richtung Z aufbauen sollen - quasi nach dem Prinzip des "reverse path setups". All diese "Join"-Meldungen müssen ein und dieselbe Identifizierung für die gemeinschaftlich zu erstellende Hierarchische Multipunkt-zu-Punkt Verbindung enthalten, etwa bestehend aus einem Doublet "Adresse von Z+ einer von Z vergebener eineindeutiger Nummer". Diese ID muß eineindeutig sein auch angesichts zahlreicher gleichzeitig vorhandener VNs.

Sobald eine "Join"-Meldung bei einem Knoten ankommt, an dem bereits eine frühere Join mit selbiger LSP-ID vorbeigekommen ist, so darf sie nicht mehr in Richtung Z weitergeleitet werden.

Die Join-Meldung enthalte genau ein ER-TLV (Explicit Route TLV) deren ER-HOP TLVs, die IDs der zu passierenden virtuellen Links sind. Die Label-Zuteilung muß nach dem independent mode geschehen - alles andere wäre Unfug angesichts der Existenz der Varianten 1a) und 1b). D.h.

Jede Join-Meldung ist ähnlich wie eine Label_Request, welche nach jedem HOP eine Label-Zuteilung macht und diese genau einen Hop wieder zurück in Richtung Knoten S meldet (mittels

einer Label-Mapping Meldung), um dort den passenden LIB-Eintrag vorzunehmen.

Die Join-Meldung verwende für das eigene Vorankommen die virtuellen Links, die auch für den User-Datenstrom vorgesehen sind. Ein Passed_Virtual_Link-TLV möge dabei die ID desjenigen virtuellen Links (downlinks) enthalten, den die Join Meldung soeben benützt hat. Ein Knoten K-down, der sie soeben empfangen hat, wird die ID eines diesbezüglich inversen virtuellen Links (uplink) feststellen können und darüber eine Label-Mapping Meldung genau einen Hop zurück in Richtung S schicken können. Diese werde ausgestattet mit einem Label-TLV in welches K-down ein nach dem Prinzip des independent modes selbst vergebenes Label $V_{incoming}$ eingetragen hat. K-down wartet seinerseits auf eine Label-Mapping Meldung und erwartet von dort das analoge Label $V_{outgoing}$. Außerdem kennt es die ID des unmittelbar in Richtung Z führenden virtuellen Links, und somit dessen StartLeitung $p_{outgoing}$ samt Start-Label $P_{outgoing}$ aufgrund des ersten erhaltenen ER-HOP TLVs.

K-down bildet den LIB-Eintrag, welcher mittels $V_{incoming}$ aufgesucht werden kann und welcher beinhaltet:

"Ersetze $V_{incoming}$ durch $V_{outgoing}$ und pushe danach $P_{outgoing}$ in den Labelstack und schicke das Datenpaket mit beiden Labels über $p_{outgoing}$ weiter".

2) In einem ATM-Netz mit bidirektionalen virtuellen Links
Es bietet sich die in 1b) beschriebene Methode an. Statt ER-HOP TLVs hat man es mit PNNI DTLs zu tun.

Bei Vollvermaschung hat man ein VN wobei die Anzahl der virtuellen Links von der Ordnung n^2

Quasi-Vollvermaschung benötigt man lediglich von der Ordnung n viele virtuelle Links.

Das VN könnte sowohl ein Virtual Service Provider Network (VSPN) als auch ein Virtual Private Network (VPN) sein.

Ferner:

VSPNs könnten ihrerseits VPNs betreiben. Das VSPN bestehe aus einer Menge von virtuellen Links 1. Grades.

Ein von ihm betriebenes VPN bestehe aus virtuellen Links 2.Grades. So ein virtueller Link 2.Grades besteht im allgemeinen aus mehreren virtuellen Links vom 1.Grad. Der virtuelle Link 2.Grades ist eine Hierarchische 1-Punkt-zu-Punkt Verbindung, dessen Aufbau genauso funktioniert wie der Aufbau der oben geschilderten Hierarchischen (n-1)Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindung, sprich $n=2$ d.h. $n-1=1$.

Die Quasivollvermaschung eines derartigen VPNs würde erst vermöge Hierarchischer Mehrpunkt-zu-Punkt Verbindungen ermöglicht welche baumartig virtuelle Links des 2.Grades derart aneinander koppeln daß die user-Daten nach Z und zwar total label-switched, transportiert werden können.

Typisch dabei sind LIB-Eintragungen der Art:

"Ersetze $V_{incoming}$ durch $V_{outgoing}$ und pushe zudem die Labels $W_{outgoing}$ und $P_{outgoing}$ in den Labelstack und schicke das Datenpaket mit beiden Labels über $p_{outgoing}$ weiter". Hierbei sei $W_{outgoing}$ das Label bzgl des ersten virtuellen Links 1. Grades vom diesbezüglichen virtuellen Link 2.Grades.

Weiteres Einsatzmöglichkeiten liegen auf dem Gebiet des Traffic Engineerings:

Ein Administrator hat bereits, aus welchem Grund auch immer, zahlreiche Tunnels (= virtuelle Punkt-zu-Punkt Links) installiert. Zu einem späteren Zeitpunkt möchte er, anstatt neuer solcher Tunnels 1.Grades zu etablieren, die vorhandenen ausnutzen und gewisse Tunnelfolgen als quasi neuen Tunnel etablieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einrichten von Verbindungen in einem Verbindungsnetz, in dem Verbindungsknoten (N1..Nn) über Verbindungsstrecken (M1..Mm) verbunden sind
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels Signalisierung auf eine einzelne Signalisierungsinformation hin eine Folge von mehreren Verbindungsstrecken einrichtbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
eine per Signalisierung aufgebaute Verbindung/ Tunnel-Sequenz unabhängig von dem(n) zum Einsatz kommenden Übertragungsstandard(s) ist.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen genau einem Start- Verbindungsknoten und genau einem Ziel- Verbindungsknoten die Folge von mehreren Verbindungsstrecken eingerichtet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen genau einem Start- Verbindungsknoten und mehreren Ziel- Verbindungsknoten die Folge von mehreren Verbindungsstrecken eingerichtet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen mehreren Start- Verbindungsknoten und genau einem Ziel- Verbindungsknoten die Folge von mehreren Verbindungsstrecken eingerichtet wird.

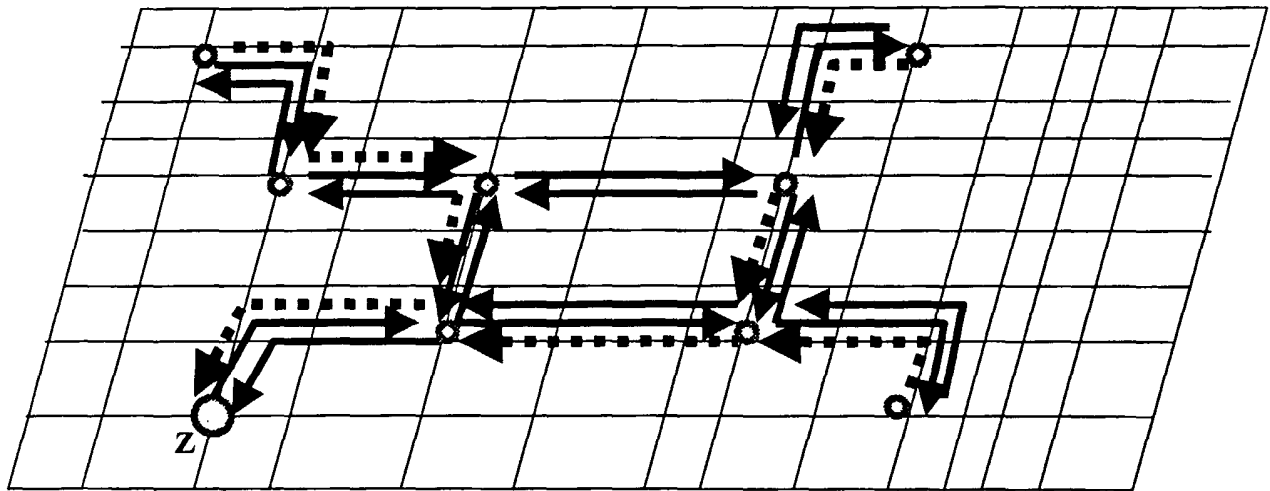
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5
dadurch gekennzeichnet, dass

der Aufbau einer Verbindung/Tunnel-Folge von dem genau einen Verbindungsknoten zu den mehreren Verbindungsknoten erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5
dadurch gekennzeichnet, dass
der Aufbau einer Verbindung/Tunnel-Folge von den mehreren Verbindungsknoten zu dem genau einen Verbindungsknoten erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
die Bezeichnung (LSP-ID) für die Verbindung/ Tunnel-Sequenz von dem Netzknoten am zielseitigen (downstream)-Ende der Verbindung/Tunnel-Folge vergeben wird.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Folge von Verbindungsstrecken als Einheit zusammen mit
zumindest einer weiteren Verbindungsstrecke eine neue einheitliche Folge bildet.



solide = unidirektionaler virtueller Link
gestrichelt = hops des hierarchischen Mehrpunkt zu Punkt LSP
dünne Linie = physikal. Leitung
Schnittpunkt der schwarzen Linien = (physikalischer) Router

Fig. 1

2/2

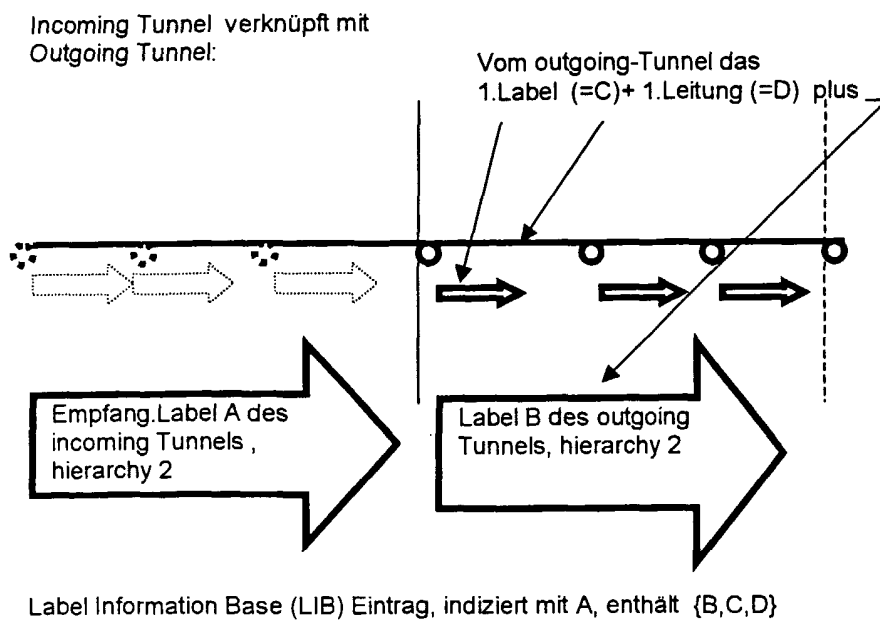


Fig. 2