



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 28 112 T2 2006.02.02**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 889 667 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 28 112.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 111 905.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.06.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.01.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.12.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.02.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04Q 11/04 (2006.01)**

**H04L 12/46 (2006.01)**

**H04L 12/56 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**51564 P            03.07.1997    US**

**988159            10.12.1997    US**

(73) Patentinhaber:

**AT&T Corp., New York, N.Y., US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**Chase, Christopher J., Freehold, New Jersey  
08544, US; Holmgren, Stephen L., Little Silver,  
New Jersey 07739, US; Medamana, John Babu,  
Colts Neck, New Jersey 07722, US; Saksena,  
Vikram R., Freehold, New Jersey 07728, US**

(54) Bezeichnung: **Rahmenrelaisgeschalteter Datendienst**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. FACHGEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Systeme und Verfahren zum Implementieren verbesserter Netzwerkarchitekturen und insbesondere Systeme und Verfahren zur Leitweglenkung von Internetprotokoll-(IP-)Paketen, die modifizierte Frame-Relay-Protokolle verwenden.

## 2. BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

**[0002]** In letzter Zeit hat die Popularität großer "vermaschter" Netzwerke zugenommen. Jedoch kann es schwierig sein, weiträumige hochgradig vermaschte Netzwerke unter Verwendung herkömmlicher Netzwerktechnologien zu implementieren, zu pflegen und zu verwalten.

**[0003]** Ein Beispiel für eine herkömmliche vermaschte Konfiguration ist in [Fig. 1](#) dargestellt. Ein Weitverkehrsnetzwerk (WAN) **900** umfaßt eine Vielzahl von Routern  $R_A, R_B, R_C, R_D$  (Teilnehmerstandort-Ausrüstung (CPE)), die an einer Vielzahl von jeweiligen Endanwender-Standorten A, B, C und D angeordnet und mit einem Dienstanbieter-Netzwerk (SPN) **901** über jeweilige Anwender-Netzwerk-Schnittstellen (UNI) **920-1, -2, ..., -n** verbunden sind. Die Anwender-Netzwerk-Schnittstellen **920** können verschiedenartig konfiguriert sein, beispielsweise als Asynchronübertragungsmodus-(ATM-)Vermittlungsstelle, die eine Frame-Relay-Schnittstelle zur CPE aufweist. Verbunden sind die Standorte untereinander durch logische Wege, die beispielsweise als feste virtuelle Verbindungen (PVCs)  $P_{A-C}, P_{A-D}, P_{B-D}, P_{A-B}, P_{C-B}$  bezeichnet werden und durch ihre Endpunkte an den UNIs **920-1, 920-2, ..., 920-n** und eine garantierte Bandbreite, die als vereinbarte Informationsrate (CIR) bezeichnet wird, gekennzeichnet sind.

**[0004]** [Fig. 2](#) bietet eine ausführliche Ansicht des Datenflusses über das WAN **900**. Dort existiert eine Vielzahl von Protokollschichten, über die Kommunikation stattfinden kann. Zum Beispiel die bekannten Schichten des Modells der Kommunikation offener Systeme der International Standards Organization (ISO), deren Schichten von einer Bitübertragungsschicht (Schicht 1), einer Sicherungsschicht (Schicht 2), eine Netzwerkschicht (Schicht 4) bis hin zu und einschließlich einer Anwendungsschicht (Schicht 7) reichen. In diesem Modell werden Anwenderdaten **902** durch eine auf der Anwendungsschicht **903** laufende Anwenderanwendung erzeugt. Auf der Transportschicht (Schicht 4) **904** kann eine Quell- und Zielport-Adresse **906** (als Teil des TCP-Headers (Schicht 4)) zu den Anwenderdaten **902** hinzugefügt werden.

Auf der Netzwerkschicht (Schicht **3**) **905** kann ein zusätzlicher Header (das heißt, ein IP-Header (Schicht 3) mit Quell- und Ziel-IP-Adressen **908**) hinzugefügt werden. Somit umfaßt das Schicht-3-Anwenderdatenfeld die Schicht-4-Anwenderdaten **902** sowie den Schicht-4-Header **906**. Die Schicht-3-Protokolldateneinheit (PDU) **902, 906, 908**, die beispielsweise ein IP-Paket **950** bildet, wird dann abwärts zur Schicht 2 **909** in der CPE (Router  $R_A, R_B, R_C, R_D$ ) weitergeleitet, die mit dem SPN **901** kommuniziert. Im Router ordnet eine Tabelle eine oder mehrere IP-Adressen (Schicht 3) **908** einer entsprechenden PVC oder PVCs ( $P_{A-C}, P_{A-D}, P_{B-D}, P_{A-B}, P_{C-B}$ ) zu. Die Leitweglenkungstabelle wird durch den Teilnehmer gepflegt. Wenn die richtige PVC in der Leitweglenkungstabelle aufgefunden worden ist, wird die entsprechende Sicherungsschichtadresse (DLCI) (Schicht 2) **912** in den Header des Frame-Relay-Frames **914** (Paket) codiert. Danach wird der Rest des Frame-Relay-Frames hinzugefügt und eine Frame-Prüfsumme (FCS) wird berechnet. Der Frame wird dann abwärts zur Bitübertragungsschicht weitergeleitet und an das SPN **901** übertragen.

**[0005]** In der UNI **920** wird der Frame auf seine Gültigkeit hin überprüft, um festzustellen, ob eine vorbestimmte PVC der DLCI **912** zugeordnet ist. Wenn dies zutrifft, wird der Frame **914** in dieser PVC durch das Netzwerk entlang desselben Wegs und in derselben Reihenfolge weitergeleitet wie andere Frames mit dieser DLCI, wie es in [Fig. 2](#) dargestellt ist. Die Schicht-2-Frame-Information bleibt übrig, wenn das Paket das Frame-Relay-Netzwerk durchquert, unabhängig davon, ob dieses Netzwerk tatsächlich als Frame-Relay-Netzwerk oder als ein anderes Netzwerk, wie etwa ein ATM-Netzwerk, ausgelegt ist. Der Frame wird an sein Ziel übertragen, ohne daß irgendwelche weiteren Leitweglenkungs-Entscheidungen im Netzwerk getroffen werden. Die FCS wird an der Abgangs-UNI überprüft, und wenn der Frame nicht beschädigt ist, wird er an die dem Endanwender zugeordnete UNI ausgegeben.

**[0006]** Wie dem Fachmann bekannt ist, stellen [Fig. 1-Fig. 3](#) beispielhafte Diagramme dar, wie die Frame-Relay-Datenpakete auf den verschiedenen ISO-Schichten zusammengefügt werden, wobei das Beispiel des TCP/IP-Protokoll-Transports über eine Frame-Relay-Sicherungsschicht verwendet wird. Das Beispiel zeigt, wie die Anwenderdaten auf der Anwendungsschicht in aufeinanderfolgende Umschläge "eingewickelt" werden, wenn sie den Protokollstapel abwärts durchlaufen, wodurch die PDUs gebildet werden. Insbesondere ist der Aufbau des Header-Feldes zur genaueren Darstellung auseinandergezogen worden und ist in [Fig. 5](#) gezeigt. Das Feld der Sicherungsschichtadresse (DLCI) umfaßt 10 Bits, die über das erste und zweite Oktett verteilt sind, und lässt **1023** mögliche Adressen zu, von denen einige von den Standards für spezifische Ver-

wendungszwecke reserviert sind. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, wird die DLCI zum Frame-Relay-Header hinzugefügt, je nachdem, welche Ziel-IP-Adresse im IP-Paket angegeben ist. Diese Entscheidung darüber, welche DLCI ausgewählt wird, wird von der CPE, normalerweise einem Router, auf der Grundlage von Konfigurationsinformation getroffen, die durch den Teilnehmer bereitgestellt wird und für eine Abbildung von IP-Adressen in die PVCs sorgt, die den derzeitigen Standort mit anderen über das WAN **900** verbinden.

**[0007]** Beim herkömmlichen Frame-Relay trägt ein Schicht-2-Frame Q922 die Schicht-3-Teilnehmer-Datenpakete über das Netzwerk in einer festen virtuellen Verbindung (PVC), die durch eine Sicherungsschichtadresse (DLCI) identifiziert wird. Somit werden die DLCIs vom Teilnehmer als Adressen genutzt, die die geeignete PVC zum Transport der Daten zum gewünschten Ziel auswählen. Das Teilnehmer-Datenpaket wird transparent über das Netzwerk übertragen, und sein Inhalt wird niemals vom Netzwerk geprüft.

**[0008]** Das oben besprochene herkömmliche vermaschte Frame-Relay-Netzwerk weist eine Anzahl von Einschränkungen auf. Zum Beispiel wird jedes Mal, wenn ein neuer Endanwender-Standort zum vermaschten Netzwerk hinzugefügt wird, erforderlich, daß eine neue Verbindung allen anderen Endanwender-Standorten hinzugefügt wird. Folglich müssen alle Leitweglenkungstabellen an jedem Endanwender-Standort aktualisiert werden. So breitet sich immer dann ein "Wellen"-Effekt über das gesamte Netzwerk aus, wenn eine Veränderung in der Netzwerk-Topologie erfolgt. Für große Netzwerke mit Tausenden von Endanwender-Standorten schafft dieser Welleneffekt eine hohe Belastung sowohl für den Netzwerk-Anbieter, um genügend feste virtuelle Verbindungen (PVCs) zur Verfügung zu stellen, als auch für die Netzwerkteilnehmer beim Aktualisieren all ihrer Leitweglenkungstabellen. Ferner sind die meisten Router darauf beschränkt, mit höchstens 10 anderen Routern zu kommunizieren, weshalb diese Netzwerk-Topologie schwer zu implementieren ist. In dem Maße, in dem Netzwerke an Größe zunehmen, nimmt die Zahl der PVCs zu, die Teilnehmer verwalten und DLCIs zuordnen müssen. Das Problem wird weiter dadurch kompliziert, daß es einen Trend zur engeren Verknüpfung von Netzwerken gibt, was bedeutet, daß mehr Standorte direkt miteinander verbunden sind. Das Ergebnis ist ein Wachstum der Anzahl und der Verknüpfung von PVCs in Netzwerken, das sich mit bestehenden Netzwerktechnologien nicht gut steigern läßt.

**[0009]** Eine mögliche Lösung zur Handhabung großer vermaschter Netzwerke besteht darin, ein virtuelles privates Netzwerk (VPN) zu verwenden, das Endanwender-Standorte unter Verwendung verschlüs-

selten Verkehrs miteinander verbindet, der durch "Tunnelung" über das Internet gesendet wird. Jedoch werden VPNs nicht allgemein von Internet-Diensteanbietern (ISPs) unterstützt, haben unbeständige Informationsraten und stellen eine Anzahl von Sicherheitsrisiken dar.

**[0010]** Eine weitere mögliche Lösung ist die Verwendung von geschalteten virtuellen Verbindungen (SVCs) auf Frame-Relay-Basis. Während PVCs (oben beschrieben) normalerweise auf Abonnementbasis definiert werden und den Mietleitungen ähnlich sind, sind SVCs temporär, auf Nachfragebasis definiert und sind den Telefonverbindungen ähnlich. Jedoch erfordern SVCs kontinuierliche Kommunikation zwischen allen Routern im System, um die SVCs zu koordinieren. Ferner sind SVCs für große hochgradig vermaschte Netzwerke oft unpraktisch, weil die Tabellen, die IP-Adressen den SVC-Adressen zuordnen, normalerweise manuell gepflegt werden. Die Sicherheit ist für SVC-Netzwerke ein großes Problem, wenn Tabellen falsch verwaltet werden oder das Netzwerk manipuliert wird. Ferner arbeiten Frame-(relay) SVCs schwer mit Asynchronübertragungsmodus-(ATM)-SVCs zusammen.

**[0011]** Keine der oben erwähnten Lösungen behandelt die wachsende Nachfrage nach großen vermaschten Netzwerken angemessen. Folglich besteht ein Bedarf an Netzwerkarchitekturen, die die Implementierung großer vermaschter Netzwerke ermöglichen, die Sicherheit, niedrige Unterhaltskosten, effizienten Betrieb und Skalierbarkeit aufweisen.

**[0012]** "A Performance Study on Frame Relay and ATM Interworking Unit and its application: Connectionless Data Service and VPN" von B-H. Lee et al., IECCE Trans. Comms. Vol. E80-B, Nr. 6 (1997), betrifft "Frame-Relay-Asynchrontransfermodus-(FR/ATM-)Zusammenarbeit". "Eine Zusammenarbeits-Funktionseinrichtung, die Zusammenarbeits-Einheit (IWU) genannt ist, ist im allgemeinen zwischen diese Netzwerken geschaltet, um die unentbehrliche Protokollkonvertierung durchzuführen". In diesem Dokument werden "die Leistungsfähigkeitsprobleme der IWU benannt und behandelt".

**[0013]** "IP Switching and Gigabit Routers" von P. Newman et al., IEEE Communications Magazine Vol. 35, Nr. 1 (1997), "überprüft zwei Vorschläge für den Aufbau eines Hochleistungsrouters, den Gigabit-Router und den IP-Schalter, und legt einige Einzelheiten der Implementierung eines IP-Schalters und der mit IP-Vermittlung verbundenen Protokolle dar".

**[0014]** "Concentrated WAN Access to ATM and Frame Relay" von S. Saunders, in "Data Communications", Vol. 25, Nr. 10 (1996), beschreibt den "Zugangskonzentrator" von Sahara Networks, Inc. Die-

ser "kombiniert Zelle, Paket und Framevermittlung in einem skalierbaren Aufbau".

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** Aspekte der vorliegenden Erfindung lösen eines oder mehrere der oben erwähnten Probleme und/oder stellen verbesserte Systeme und Verfahren zum Implementieren einer Netzwerkarchitektur bereit.

**[0016]** Ein neuer Typ von Datentransportdienst macht sich die bestehende Basis aus Frame-Relay-Teilnehmerstandort-Ausrüstung (CPE) und Teilnehmer zunutze, während sie diesen Teilnehmer einen neuen Mechanismus zur Bereitstellung erweiterbarer Dienstmerkmale zur Verfügung stellt. Im neuen Dienst können Sicherungsschichtadressen (DLCIs) durch die CPE verwendet werden, um unter Dienstarthen, Mengen von Merkmalen und geschlossenen Anwendergruppen (CUGs) auszuwählen. Die DLCI wird im Schicht-2-Frame verwendet, der die Anwenderdaten zum Netzwerk übermittelt. Das Schicht-3-Anwenderdatenpaket wird dem Schicht-2-Frame entnommen, und die Schicht-3-Adresseinformation für das (weiterleitbare) Protokoll wird verwendet, um das Anwenderdatenpaket gemäß der durch die DLCI ausgewählten Dienstklasse bzw. Menge von Merkmalen über ein paketvermitteltes Hochleistungsnetzwerk weiterzuleiten. Am Ziel wird das Schicht-3-Datenpaket wieder in einen Schicht-2-Frame mit einer DLCI, die anzeigt, zu welcher Dienstgruppe es gehört, eingeschlossen. Der Frame wird dann an die CPE weitergeleitet. Die Verwendung dieser Methode ermöglicht es der bestehenden Frame-Relay-CPE, über dieselbe physische Schnittstelle herkömmlichen Frame-Relay-Dienst mit einem Bereich von DLCIs zu unterstützen, die mit logischen Wegen, wie etwa festen virtuellen Verbindungen (PVCs), vermascht sind, wie auch mit einem Bereich von DLCIs, die mit Mengen von Diensten und/oder Merkmalen vermascht sind. Dies ermöglicht ein robustes Verfahren zur Ausdehnung neuer Dienste auf die installierte Frame-Relay-Basis mit minimalen Auswirkungen auf die bestehende Teilnehmernausrüstung.

**[0017]** Unter bestimmten Aspekten der Erfindung werden Frame-Relay-DLCIs zur Auswahl unter verschiedenen "Dienstkategorien" verwendet. Das unterscheidet sich erheblich vom herkömmlichen Frame-Relay, der DLCIs nur verwendet, um PVCs und/oder geschaltete virtuelle Verbindungen (SVCs) auszuwählen. Dienstkategorien können Kommunikation über das öffentliche Internet, Kommunikation über ein lokales Intranet, Kommunikation innerhalb einer geschlossenen Anwendergruppe (CUG), Kommunikation mit einem Extranet (zum Beispiel einem Netzwerk von vertrauenswürdigen Zulieferern oder Firmen-Handelspartnern), Live-AudioNideo-Übertragung, Multicasting, Telefonie über Internetprotokoll

(IP) oder irgendeine Kombination daraus umfassen, sind aber nicht darauf beschränkt. Somit wird das Konzept einer Frame-Relay-PVC durch Aspekte der vorliegenden Erfindung erheblich erweitert. Zum Beispiel wird der Standort eines vorgesehenen Verbindungsendpunkt-Empfängers nicht unbedingt durch eine DLCI an einem sendenden Verbindungsendpunkt bestimmt. Die DLCI kann eine Dienstkategorie mit dem durch eine IP-Adresse innerhalb des Frame-Relay-Pakets gekennzeichneten vorgesehenen Empfänger darstellen. Dies führt zu einem erheblichen Vorteil für Netzwerkteilnehmer, da Teilnehmer anders als beim herkömmlichen Frame-Relay nicht länger ihre lokalen DLCI-Tabellen jedes Mal aktualisieren müssen, sobald ein Netzwerkkunde, mit dem sie zu kommunizieren wünschen, zum Netzwerk hinzugefügt oder daraus entfernt wird. Somit wird die Belastung des Teilnehmers mit Netzwerkadministration wesentlich verringert.

**[0018]** Unter Nebenaspekten der Erfindung können einige DLCIs verwendet werden, um unter Dienstkategorien auszuwählen ("Dienstkategorie-DLCIs"), während im selben Netzwerk andere DLCIs verwendet werden können, um herkömmliche PVCs und/oder SVCs ("herkömmliche DLCIs") auszuwählen. Mit anderen Worten: Herkömmliches Frame-Relay kann mit Aspekten der vorliegenden Erfindung innerhalb desselben Netzwerks gemischt werden, was es Aspekten der vorliegenden Erfindung ermöglicht, schrittweise in bestehende herkömmliche Frame-Relay-Netzwerke implementiert zu werden.

**[0019]** Unter anderen Aspekten der Erfindung werden die in mehreren Schichten (wie zum Beispiel durch das Modell der Kommunikation offener Systeme definiert) enthaltenen Adressierungen in einem Netzwerk miteinander verglichen, um Leitweglenkungsfehler zu bestimmen. Wenn die Adressierungen in den Schichten miteinander übereinstimmen, dann werden die zugehörigen Daten ohne Unterbrechung weitergeleitet. Wenn dagegen die Adressierungen in den Schichten nicht miteinander übereinstimmen, können die zugehörigen Daten speziell gehandhabt werden. Zum Beispiel können die Daten verworfen, an eine vorbestimmte Adresse gesendet und/oder an den Absender zurückgeschickt werden. Dieser Adressvergleich kann auf die sendende Adresse und/oder auf die Zieladresse angewendet werden. Ein Vorteil dieses Mehrschicht-Adressvergleichs besteht darin, daß die Netzwerksicherheit erhöht wird. Zum Beispiel können Probleme wie etwa das Fälschen oder "Spoofing", nämlich die absichtliche Bereitstellung einer fehlerhaften sendenden Internetprotokoll-(IP-)Adresse, durch ein solches Verfahren besser beherrscht werden.

**[0020]** Unter wiederum anderen Aspekten der Erfindung werden Leitweglenkungs-Verweistabellen innerhalb des Netzwerks so getrennt, daß beispiels-

weise jeder Kunde, jede geschlossene Gruppe (CUG), jedes Extranet und/oder Intranet seine bzw. ihre eigene private Partition und/oder getrennte Tabelle besitzen kann. Dies kann eine höhere Netzwerkgeschwindigkeit ermöglichen, da ein Router nicht den gesamten verfügbaren Adressraum für alle Netzwerkteilnehmer auf einmal absuchen muß. Ferner wird die Datensicherheit erhöht, weil das Risiko, daß Daten an einen falschen Empfänger gesendet werden, verringert wird.

**[0021]** Unter weiteren Aspekten der Erfindung wird Schicht-3- und/oder Schicht-4-IP-Adreßinformation genutzt, um die schnellen Pakete durch das Netzwerk weiterzuleiten.

**[0022]** Unter wiederum anderen Aspekten der Erfindung werden neue Methoden und Maßnahmen zur Verwaltung des Netzwerkverkehrs definiert. Zum Beispiel können unter einigen Aspekten der Verkehrsverwaltung der Erfindung einer oder mehreren UNIs vereinbarte Zustellraten (CDRs) zugewiesen werden. Eine CDR ist die durchschnittliche Mindest-Datenrate, die einer gegebenen UNI zugestellt wird, wenn hinreichend Verkehr an die UNI gesendet wird. In weiteren Aspekten der Verkehrsverwaltung der Erfindung wird einer oder mehreren UNIs ein Ziel-Ratenanteil (DRS) zugeteilt. Der DRS kann verwendet werden, um den Anteil am Verkehr festzulegen, den eine gegebene UNI durch das Netzwerk senden darf. Wenn mehrere UNIs gleichzeitig anbieten, Verkehr an dieselbe Ziel-UNI zu senden, dann kann der Anteil jeder sendenden UNI am Netzwerk durch ihren eigenen DRS und die DRSe der anderen sendenden UNIs festgelegt werden.

**[0023]** Diese und andere Merkmale der Erfindung werden unter Berücksichtigung der folgenden ausführlichen Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen offensichtlich. Obwohl die Erfindung unter Verwendung der beigefügten Ansprüche definiert worden ist, sind diese Ansprüche insofern beispielhaft, als die Erfindung dazu bestimmt ist, die hier beschriebenen Elemente und Schritte in jeglicher Kombination oder Unterkombination einzuschließen. Dementsprechend gibt es eine beliebige Anzahl alternativer Kombinationen zum Definieren der Erfindung, die eines oder mehrere Elemente aus der Patentschrift einschließlich der Beschreibung, Ansprüche und Zeichnungen in verschiedenen Kombinationen oder Unterkombinationen aufnehmen. Für den Fachmann für Netzwerktheorie und -auslegung ist angesichts der vorliegenden Patentschrift offensichtlich, daß alternative Kombinationen von Aspekten der Erfindung, entweder allein oder in Kombination mit einem oder mehreren hier definierten Elementen oder Schritten als Modifikationen oder Abwandlungen der Erfindung oder als Teil der Erfindung angewendet werden können. Die hier enthaltene schriftliche Beschreibung der Erfindung ist dazu bestimmt,

all diese Modifikationen und Abwandlungen einzubeziehen.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0024]** Die vorstehende Zusammenfassung der Erfindung wie auch die folgende ausführliche Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sind besser zu verstehen, wenn sie im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen gelesen werden. Zum Zweck der Veranschaulichung werden Ausführungsformen, die einen oder mehrere Aspekte der Erfindung darstellen, in den Zeichnungen dargestellt. Diese beispielhaften Ausführungsformen sind jedoch nicht dazu bestimmt, die Erfindung ausschließlich darauf einzuschränken.

**[0025]** [Fig. 1](#) stellt ein Weitverkehrsnetzwerk (WAN) mit Routern, wie etwa CPEs, und PVCs zwischen Teilnehmerstandorten dar.

**[0026]** [Fig. 2](#) zeigt den Datenfluss durch das in [Fig. 1](#) dargestellte WAN.

**[0027]** [Fig. 3-Fig. 5](#) zeigen den Aufbau und den Fluß von Datenpaketen durch das Netzwerk.

**[0028]** [Fig. 6](#) zeigt ein Blockschaltbild einer Netzwerkarchitektur gemäß Aspekten der vorliegenden Erfindung.

**[0029]** [Fig. 7](#) zeigt ein ausführliches Blockschaltbild des in [Fig. 6](#) dargestellten Netzwerks.

**[0030]** [Fig. 8A-Fig. 8B](#) zeigen einen Migrationspfad zur Einbeziehung von Aspekten der Erfindung in herkömmliche Netzwerkarchitekturen.

**[0031]** [Fig. 9](#) zeigt den Datenfluss durch die Netzwerkarchitektur von [Fig. 6](#).

**[0032]** [Fig. 10](#) zeigt die anwendungsbezogene Prioritätensetzung durch die Netzwerkarchitektur von [Fig. 6](#).

**[0033]** [Fig. 11](#) stellt eine beispielhafte Ausführungsform einer Einrichtung zur Aufteilung von Diensten durch das Netzwerk von [Fig. 6](#) dar.

**[0034]** [Fig. 12-Fig. 14](#) stellen den Datenfluss durch beispielhafte WANs 1 dar.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0035]** Beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gestatten es, die große installierte Basis von Frame-Relay-Teilnehmerstandort-Ausrüstung (CPE) beizubehalten, indem dieselbe Schnittstelle auf andere Weise genutzt wird, um dem Teil-



nehmer neue Mengen von Diensten und Merkmalen bereitstellen zu können. Zum Beispiel kann die vom Frame-Relay-Protokoll her bekannte Sicherungsschichtadresse (DLCI) verwendet werden, um unter mehreren virtuellen privaten Netzwerken mit abweichenden Adressräumen, Mengen von Merkmalen und/oder herkömmlichen festen virtuellen Verbindungen (PVCs) auszuwählen.

**[0036]** Mit Bezug auf [Fig. 7](#) ist ein Blockschaltbild eines Weitverkehrsnetzwerks (WAN) 1 dargestellt, das Aspekte der vorliegenden Erfindung aufnimmt. Das WAN 1 weist eine Vielzahl von Teilnehmerstandort-Ausrüstung-(CPE)-Systemen auf, zum Beispiel Router, die an jedem der Endanwenderstandorte angeordnet und über ein oder mehrere Dienstanbieter-Netzwerke (SPNs) 500 untereinander verbunden sind. Das SPN 500 ist normalerweise mit einer Vielzahl von Endpunkt-Routern 919 über eine Vielzahl entsprechender Anwender-Netzwerkschnittstellen (UNIs) 402 und/oder eine oder mehrere Internetprotokoll-(IP)-Vermittlungsstellen 502 verbunden. Die IP-Vermittlungsstellen 502, UNIs 402 und/oder Router bzw. Vermittlungsstellen 501 können untereinander verbunden sein, um ein vermaschtes Netzwerk (zum Beispiel ein teilweise oder vollständig vermaschtes Netzwerk) zu bilden. Zusätzlich kann das Weitverkehrsnetzwerk (WAN) 1 eine beliebige Anzahl von innerhalb des WAN 1 angeordneten IP-Vermittlungsstellen 502 enthalten, so daß es mit keinem Endpunkt-Router 919 direkt verbunden ist, und/oder eine oder mehrere IP-Vermittlungsstellen 502 können an einer Schnittstelle zwischen dem SPN 500 und einem Endpunkt-Router 919 angeordnet sein. In weiteren Ausführungsformen der Erfindung können mehrere Endpunkt-Router 919 einer UNI 402 bzw. IP-Vermittlungsstelle 502 zugeordnet sein und/oder mehrere UNIs 402 bzw. IP-Vermittlungsstellen 502 einem Endpunkt-Router 919 zugeordnet sein.

**[0037]** Die Netzwerkarchitektur des WAN 1 ermöglicht es, die Anzahl von IP-Vermittlungsstellen zu erhöhen, wenn Teilnehmer zum neuen Dienst überführt werden. Zum Beispiel kann es, wie in [Fig. 8A](#) gezeigt, anfangs nur eine kleine Zahl (zum Beispiel eine, zwei, drei, usw.) von im System installierten IP-Vermittlungsstellen geben. Falls nur eine kleine Zahl von IP-Vermittlungsstellen im Netzwerk enthalten ist, kann von nicht IP-fähigen UNIs 402 (zum Beispiel UNI A) abgehender Verkehr an eine IP-Vermittlungsstelle 502 an anderer Stelle im Netzwerk weitergeleitet werden. Obwohl dies eine vernachlässigbare Unwirtschaftlichkeit bei der "Zurückverfolgung" verursacht, ermöglicht es dennoch einen Migrationspfad zur neuen Netzwerkarchitektur, ohne alle Router 501 gleichzeitig zu ersetzen. Jedoch können, wenn mehr und mehr Anwender zur neuen Netzwerkarchitektur von WAN 1 überführt werden, mehr und mehr IP-Vermittlungsstellen hinzugefügt werden ([Fig. 8B](#)), um die erhöhte Last aufzunehmen. In vielen Ausführungs-

formen kann es wünschenswert sein, schließlich jede UNI 402 in eine IP-Vermittlungsstelle 502 umzuwandeln, so daß die IP-Leitweglenkung an der Peripherie des Netzwerks erfolgen kann.

**[0038]** In bestimmten Ausführungsformen kann das WAN 1 eine Kombination herkömmlicher Netzwerk-Vermittlungsstellen und/oder Router 501 zusätzlich zu den IP-Vermittlungsstellen 502 umfassen. Andererseits kann jede Vermittlungsstelle im SPN 500 eine IP-Vermittlungsstelle 502 sein. Alternativ kann das WAN 1 nur eine einzige IP-Vermittlungsstelle 502 enthalten. Die IP-Vermittlungsstellen 502 können vielfältig konfiguriert sein, um eine geeignete Mehrschicht-Leitweglenkungs-Vermittlungsstelle, wie etwa einen Tag Switch von Cisco, zu umfassen. Auch Mehrschicht-Leitweglenkungs-Vermittlungsstellen von Vertreibern wie Ipsilon, Toshiba, IBM und/oder Telecom können genutzt werden. IP-Vermittlungsstellen werden gegenwärtig entwickelt, um Endpunkt-Router zu ersetzen, so daß Teilnehmerstandort-Ausrüstung (zum Beispiel Ethernet-Ausrüstung eines lokalen Netzwerks (LAN)) direkt mit einem Asynchronübertragungsmodus-(ATM)-Netzwerk verbunden werden kann. Aspekte der vorliegenden Erfindung schlagen vor, IP-Vermittlungsstellen auf andere Weise zu verwenden, um die riesige installierte Basis von Teilnehmerstandort-Ausrüstung beizubehalten und gleichzeitig die Einschränkungen bisheriger Systeme zu vermeiden. Dementsprechend werden die IP-Vermittlungsstellen gemäß Ausführungsformen der Erfindung innerhalb des SPN 500 angeordnet und modifiziert, um geeignete Leitweglenkungs- und Schnittstellenfunktionen bereitzustellen.

**[0039]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung fungiert eine IP-Vermittlungsstelle 502 als Mehrschicht-Vermittlungsstelle. Zum Beispiel kann eine IP-Vermittlungsstelle 502 ATM-Zellen empfangen und dabei einige oder alle der ATM-Zellen auf der Grundlage des Inhalts von in den ATM-Zellen eingeschlossenen IP-Paketen vermitteln. Somit kann eine IP-Vermittlungsstelle 502 IP-Adressierung verwenden, um einen virtuellen ATM-Weg zum Senden von ATM-Zellen an eine Ziel-UNI 402 zu bestimmen. In weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann von einer IP-Vermittlungsstelle 502 auch Adressierung höherer Schichten (zum Beispiel logische Ports gemäß Übertragungssteuerungsprogramm (TCP) auf Schicht 4) als Grundlage für die Vermittlung von ATM-Zellen verwendet werden, um einen Weg durch das SPN 500 bereitzustellen. In weiteren Ausführungsformen der Erfindung verwendet eine IP-Vermittlungsstelle 502 IP-Adressen und/oder logische TCP-Ports, um Dienstgüte-(QOS)-Entscheidungen zu treffen.

**[0040]** In weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann ein Endpunkt-Router 919 ein oder mehrere IP-Pakete in Frame-Relay-Frame 914 einschlie-

ßen. In diesem Fall können die Frame-Relay-Frames zwischen einem Endpunkt-Router **919** und einer entsprechenden UNI **402** und/oder IP-Vermittlungsstelle **502** übertragen werden. Der Endpunkt-Router **919** schließt IP-Pakete **950** mit Frame-Relay-Frames **914** ein. Ferner kann der Endpunkt-Router **919** die DLCI jedes Frame-Relay-Frames **914** entsprechend einer bestimmten Dienstkategorie festlegen (wenn eine Dienstkategorie-DLCI verwendet wird), die der Anwender ausgewählt hat. Zum Beispiel können die verschiedenen Dienstkategorien das öffentliche Internet, Kommunikation über ein lokales Intranet, Kommunikation innerhalb einer geschlossenen Anwendergruppe (CUG), Kommunikation mit einem Extranet (zum Beispiel ein Netzwerk vertrauenswürdiger Anbieter oder Firmen-Handelspartner), Live-Audio/Video-Übertragung, Multicasting, Telefonie über Internetprotokoll (IP) oder irgendeine Kombination daraus sein. Somit wird das Konzept einer Frame-Relay-PVC durch Aspekte der vorliegenden Erfindung erheblich erweitert. Zum Beispiel ist der Standort eines vorgesehenen Endpunkt-Empfängers nicht unbedingt durch eine DLCI an den Endpunkt-Router **919** bestimmt.

**[0041]** In weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann eine UNI **402** Frame-Relay-Frames **914** von einem Endpunkt-Router **919** empfangen, teilt die Frame-Relay-Frames und schließt sie beispielsweise in kleinere ATM-Zellen fester Länge ein. Die UNI **402** kann ferner die Frame-Relay-DLCI in eine ATM-Adresse (zum Beispiel eine Kennung eines virtuellen Weges bzw. Kanals (VPI/VCI)) übersetzen. Es gibt verschiedene Verfahren, die zum Übersetzen von DLCIs in VPI/VCI verwendet werden können. Zum Beispiel können der Netzwerk-Zusammenarbeitsstandard, wie in der Implementierungsvereinbarung Nr. 5 des Frame-Relay-Forums definiert, und/oder der Dienst-Zusammenarbeitsstandard, wie in der Implementierungsvereinbarung Nr. 8 des Frame-Relay-Forums definiert, verwendet werden. Eine einer Dienstkategorie-DLCI zugeordnete ATM-Adresse definiert einen virtuellen ATM-Weg über Netzwerkrouter zu einer IP-Vermittlungsstelle **502**. Somit werden einer Dienstkategorie-DLCI zugeordnete ATM-Daten schließlich an eine IP-Vermittlungsstelle **502** gesendet. Aber einer herkömmlichen DLCI zugeordnete ATM-Daten können, müssen jedoch nicht an eine IP-Vermittlungsstelle **502** gesendet werden und können durch das Netzwerk weitergeleitet werden, ohne eine IP-Vermittlungsstelle **502** zu durchlaufen. Somit können sowohl übersetzte IP-Daten als auch herkömmliche PVC-Daten im SPN **500** und/oder WAN 1 vorliegen.

**[0042]** In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann eine UNI **402** und/oder ein Netzwerkrouter **501** Daten an eine vorbestimmte IP-Vermittlungsstelle **502** senden. In wiederum anderen Ausführungsformen der Erfindung wählt eine UNI **402** und/oder ein

Netzwerkrouter **501** auf der Grundlage eines Algorithmus (zum Beispiel auf der Grundlage des Netzwerk-Verkehrsflusses, der relativen Entfernung bzw. des Standorts einer IP-Vermittlungsstelle **502**, der An der gesendeten Daten und/oder der ausgewählten Dienstkategorie) aus, an welche IP-Vermittlungsstelle **502** Daten gesendet werden sollen. In noch anderen Ausführungsformen der Erfindung können eine UNI **402**, ein Netzwerkrouter **501** und/oder eine IP-Vermittlungsstelle **502** dieselben Daten an mehr als eine UNI **402**, Netzwerkrouter **501** und/oder eine IP-Vermittlungsstelle **502** senden, abhängig beispielsweise von einer Dienstkategorie oder -kategorien.

**[0043]** In weiteren Ausführungsformen der Erfindung vergleichen eine UNI **402**, eine IP-Vermittlungsstelle **502** und/oder ein Netzwerkrouter **501** eine ATM-VPI/VCI-303-305-Adresse mit einer IP-Adresse für dieselben Daten. Falls die zwei Adressen nicht übereinstimmen, dann kann die ATM-Zelle verworfen, an eine vorbestimmte Adresse gesendet und/oder an den sendenden Standort zurückgeschickt werden. In noch anderen Ausführungsformen der Erfindung können Schichten oberhalb der Schicht-3-IP-Schicht zur Erzeugung bzw. Unterscheidung von Adresse und/oder Dienstklasse verwendet werden. Zum Beispiel können Schicht 4 des ISO-Adressierungsschemas und/oder andere Daten auf Anwendungsniveau genutzt werden, um bestimmte Dienstklassen festzulegen.

**[0044]** Mit besonderem Bezug auf [Fig. 9](#) wird der Weg der Anwenderdaten dargestellt, die durch ein beispielhaftes WAN 1 fließen. Wie im Frame-Relay-Fall erfordern Anwenderdaten auf der Anwendungsschicht und Schicht 4 das Hinzufügen eines Schicht-3-Netzwerk-Adress-Headers. In der CPE wird auf der Grundlage von Information auf den Schichten 3 und 4 eine Entscheidung darüber getroffen, an welches virtuelle private Netzwerk (VPN), Dienstklasse oder herkömmliche PVC das Paket weitergeleitet werden soll. Somit kann ein Paket mit Schicht-4-Information, die anzeigt, daß es eine Telnet-(interaktive)-Anwendung ist, und einer Schicht-3-Information, die anzeigt, daß es eine interne Firmenadresse ist, an ein VPN A für eine gering verzögerte Intranet-Dienstklasse gehen. Ein anderes Paket, das Teil eines Dateitransferprotokoll-(FTP-)Dateitransfers ist, kann an ein VPN B mit einer niedrigeren Dienstklasse gehen, und ein drittes Paket, das sich zwischen zwei stark genutzten Anwendungen bewegt, kann an eine fest zugeordnete PVC D gehen. Diese Entscheidungen werden als unterschiedliche DLCI-Werte codiert, in den Schicht-2-Frame eingefügt und an die UNI gesendet.

**[0045]** In der UNI A **402** findet die Vermittlung auf der Grundlage der DLCI statt. Das Paket kann an eine IP-Vermittlungsstelle **502** im Zentrum des SPN

**500** weitergeleitet werden. Das erste Paket wird von seinem Schicht-2-Frame befreit, während es an VPN A weitergeleitet wird. Innerhalb von VPN A wird nun die Schicht-3-Adresse verwendet, um Leitweglenkungs-Entscheidungen zu treffen, die das Paket an seine Ziel-UNI senden. Somit muß keine PVC vorzeitig für diesen Weg eingerichtet werden, und herkömmliche Leitweglenkungsverfahren und -protokolle können ebenso verwendet werden wie neuere Methoden der "verkürzten" Leitweglenkung. Dies ermöglicht dem VPN A, eine hohe "Konnektivitätsvermaschung" zwischen Standorten bereitzustellen, ohne daß der Kunde die "Vermaschung" wie eine große Zahl von PVCs konfigurieren und pflegen muß. Das an VPN B weitergeleitete Paket wird ähnlich behandelt, außer daß VPN B mit einer niedrigeren Dienstklasse (zum Beispiel höherer Verzögerung) implementiert ist. Schließlich behält das an PVC D weitergeleitete Paket seinen Schicht-2-Frame und durchläuft das Netzwerk als ein herkömmlicher Frame-Relay-Frame. Dies ermöglicht den Teilnehmern, ihre gegenwärtige Konnektivität durch PVCs für ihre stark genutzten Verkehrswege beizubehalten, aber dennoch eine hohe Konnektivitätsvermaschung durch verschiedene VPNs zu haben.

**[0046]** Somit können unter verschiedenen Aspekten der Erfindung das WAN 1 und/oder das SPN **500** ein beliebiges geeignetes schnelles Paketnetzwerk sein, das Frame-Relay-Datenpakete mit Anwenderdaten in einem Anwenderdatenfeld empfängt. Das WAN 1 und/oder das SPN **500** vermittelt dann Pakete unter Verwendung einer oder mehrerer IP-Vermittlungsstellen **502** als Antwort auf die Anwenderdaten. Die Anwenderdaten können dazu verwendet werden, auf der Grundlage der Anwenderdaten zwischen einer Vielzahl von unterschiedlichen Dienstkategorien zu unterscheiden. Die Leitweglenkung über das WAN 1 und/oder das SPN **500** kann auf mindestens eine der unterschiedlichen Dienstkategorien ansprechbar sein, einschließlich der Unterscheidung auf der Grundlage von Multicast-daten. Zusätzlich kann das WAN ein Adressfeld für schnelle Pakete als Antwort auf die IP-Paketdaten erzeugen und das IP-Paket durch das schnelle Paketnetzwerk als Antwort auf das Adressfeld für schnelle Pakete weiterleiten. Ferner kann die Schicht-4-Information genutzt werden, um die Dienstgüte zu bestimmen. Die Dienstgüte kann zum Beispiel folgendes oder eines von folgendem aufweisen: eine Informationsrate, Prioritätsinformation, Verzögerung, Verlust, Verfügbarkeit usw. Sicherheitsmerkmale können in die IP-Vermittlungsstelle implementiert werden, so daß Leitweglenkungstabellen für jeden der Anwender auf der Grundlage einer oder mehrerer Dienstkategorien und/oder Anwender getrennt werden. Auf diese Weise wird das System sicherer gemacht. Außerdem kann das System eine Vielzahl von Frame-Relay-Paketen über eine feste virtuelle Verbindung (PVC) an einem ersten Knoten in einem Asynchronübertragungs-

modus-(ATM)-Netzwerk empfangen, eine ATM-Adresse auf der Grundlage eines anderen Datenfeldes als einer Sicherungsschichtadresse (DLCI) innerhalb der Frame-Relay-Datenpakete erzeugen und die Pakete auf der Grundlage der ATM-Adresse durch das ATM-Netzwerk weiterleiten. Das Weiterleiten von Paketen kann als Antwort auf eine aus einer Vielzahl von Dienstkategorien erfolgen. Das System kann getrennte Leitweglenkungstabellen innerhalb einer ATM-Vermittlungsstelle für jede aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Dienstkategorien bereitstellen. Die unterschiedlichen Dienstkategorien können unter Verwendung von Internetprotokoll-(IP)-Daten innerhalb eines Datenfeldes eines von der ATM-Vermittlungsstelle durchgelassenen Pakets bestimmt werden. In einem schnellen Paketnetzwerk kann eine schnelle Paketvermittlungsstelle eine Adresse eines schnellen Pakets mit einer im schnellen Paket enthaltenen Schicht-3-Internetprotokoll-(IP)-Adresse vergleichen und bestimmen, ob die Adresse des schnellen Pakets mit der Schicht-3-IP-Adresse übereinstimmt. Ferner können zur Sicherheit Hardware-Schaltkreise und/oder Software zur Überprüfung einer sendenden Adresse oder einer Zieladresse bereitgestellt werden. Ferner können Pakete als Antwort auf eine ermittelte Inkonsistenz verworfen werden. Das WAN 1 kann Teilnehmerstandort-Ausrüstung (CPE) und eine Asynchronübertragungsmodus-(ATM)-Vermittlungsstelle aufweisen, die mit der CPE verbunden ist und Frame-Relay-Datenpakete von ihr empfängt sowie Adressübersetzungsschaltungen zum Übersetzen von Sicherungsschichtadressen aus den Frame-Relay-Datenpaketen auf der Grundlage einer vorbestimmten Dienstkategorie, die einer bestimmten DLCI zugeordnet ist, in ATM-Adressen aufweist, die eine Vielzahl von virtuellen privaten Netzwerken darstellen; oder das WAN 1 kann Teilnehmerstandort-Ausrüstung (CPE) und eine schnelle Paketvermittlungsstelle aufweisen, die über eine oder mehrere feste virtuelle Verbindungen mit der CPE verbunden ist und Frame-Relay-Datenpakete empfängt, wobei die schnelle Paketvermittlungsstelle Adressübersetzungsschaltungen zum Übersetzen von Anwenderdaten innerhalb der Frame-Relay-Datenpakete in Adressen schneller Pakete aufweist.

**[0047]** In Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird die Datensicherheit insofern verbessert, als Daten am Ziel einfach und genau auf Widersprüchlichkeiten überprüft werden können. Das liegt daran, daß diese Ausführungsformen unter Verwendung sowohl von Schicht-2- als auch von Schicht-3-Adressierungsinformation arbeiten. Zur Veranschaulichung nehme man an, daß ein Frame-Relay-Frame mit einer DLCI, die VPN 1 (zum Beispiel das Firmen-Intranet) kennzeichnet, in einer Netzwerk-Vermittlungsstelle bzw. einem Router mit einer IP-Adresse eines bestimmten Firmen-Buchhaltungssystems ankommt. Da der VPN-Prozessor je-



doch über die DLCI des Pakets (und somit über Information über die Quelle des Pakets) verfügt, kann der VPN-Prozessor die DLCI mit der Quellen-IP-Adresse im Paket vergleichen, um zu sehen, ob die Quellen-IP-Adresse im vom Abgangsstandort bekannten Bereich liegt. Somit kann das mit der Manipulation von IP-Quelladressen verbundene Problem erheblich verringert werden.

**[0048]** In wiederum anderen Ausführungsformen der Erfindung können eine UNI **402**, eine IP-Vermittlungsstelle **502** und/oder ein Netzwerkrouter **501** separate und/oder partitionierte Leitweglenkungs-Verweistabellen aufweisen. Leitweglenkungstabellen können auf der Grundlage von Dienstkategorie, Kunde bzw. Anwender und/oder UNI **402** getrennt werden. Somit kann in einigen Ausführungsformen ein Kunde oder Anwender innerhalb eines VPN eine individuelle Leitweglenkungstabelle haben, die die IP-Netzwerk-Adressinformation des Teilnehmers enthält. Da die DLCI die Quelle eines Frames kennzeichnet, kann die DLCI in einigen Ausführungsformen durch eine IP-Vermittlungsstelle, einen Netzwerkrouter und/oder UNI als Index verwendet werden, um zu bestimmen, welche Leitweglenkungstabelle zu verwenden ist. Dies ermöglicht Teilnehmern, Größe und Geschwindigkeit ihrer Leitweglenkungstabellen durch ihre individuellen Adressräume bestimmen zu lassen, was den Vorgang der Leitweglenkung erheblich beschleunigt. Die Verwendung getrennter Leitweglenkungstabellen sorgt auch für ein zusätzliches Maß an Sicherheit, da Pakete nicht aufgrund von Fehlern oder Aktualisierungen von Leitweglenkungsinformation, die andere Teilnehmer betrifft, fehlgeleitet werden können.

**[0049]** In einigen Ausführungsformen weist ein Router mehrere Datenraumabbildungen, gepaart mit einer einzigen Befehlsraumabbildung der Leitweglenkungssoftware, auf. Dadurch verwendet die Leitweglenkungssoftware, wenn beispielsweise Pakete vom Teilnehmer A ankommen, die Datenabbildung für eine dem Teilnehmer A zugeordnete Leitweglenkungstabelle, um eine Leitweglenkungs-Entscheidung zu treffen. In weiteren Ausführungsformen wird eine einzige Softwareabbildung verwendet, aber zusätzliche Indizes, die den Teilnehmer entsprechen, werden den Leitweglenkungstabellen zugefügt. In wiederum anderen Ausführungsformen werden die Befehlsausführung und die Datenverarbeitung separat verarbeitet. Dies kann durch die Verwendung von separaten Prozessoren bewältigt werden, einer zur Befehlsausführung und einer zur Datenverarbeitung.

**[0050]** [Fig. 12](#) stellt ein beispielhaftes WAN 1 sowohl mit herkömmlichen Routern als auch mit IP-Vermittlungsstellen dar, das Aspekte der Erfindung aufnimmt. In diesem beispielhaften WAN 1 sind ein Leitweglenkungselement **1004** und eine Vermittlungsstelle **1003** mit Teilnehmerstandort A über eine Fra-

me-Relay-Vermittlungsstelle **1001** verbunden. Leitweglenkungselement **1007** und Vermittlungsstelle **1006** sind mit Teilnehmerstandort B über Frame-Relay-Vermittlungsstelle **1009** verbunden. Leitweglenkungselement **1012** und Vermittlungsstelle **1014** sind mit Teilnehmerstandort C über Frame-Relay-Vermittlungsstelle **1016** verbunden. Leitweglenkungselement **1013** und Vermittlungsstelle **1015** sind mit Teilnehmerstandort D über Vermittlungsstelle **1017** verbunden. In diesem beispielhaften WAN 1 können eingehende Frames **1000** von Teilnehmerstandort A mit einer Schicht-2-DLCI, die ein VPN Nr. 1 spezifiziert, decodiert werden, wenn das Schicht-2-Ziel und eine Schicht-3-Adresse auf den Teilnehmerstandort B zeigen. In einem solchen Fall vermittelt Frame-Relay-Vermittlungsstelle **1001** die Frames über eine Frame-Relay-Verbindungsleitung **1002** an Vermittlungsstelle **1003**, der Schicht-3-Leitweglenkungselement **1004** zugeordnet ist. Nachdem der Frame von Vermittlungsstelle **1003** empfangen wurde, wird der Frame an Router **1004** weitergeleitet, der wie oben beschrieben Abkürzungs-Leitweglenkung implementiert. Der Router **1003** bzw. die Vermittlungsstelle **1004** benutzt die Schicht-2-Information, um zwischen unterschiedlichen Quellenteilnehmern zu unterscheiden. Die Schicht-2-Information kann dann verworfen werden. Als nächstes wird die Schicht-3-Information in Kombination mit einer Leitweglenkungstabelle verwendet, um Leitweglenkungs-Entscheidungen zu treffen. In diesem Fall würden die Leitweglenkungs-Entscheidungen dazu führen, daß eine Schicht-3-PDU **1011** an Router **1006** bzw. Vermittlungsstelle **1007** weitergeleitet wird. Die Schicht-3-PDU **1011** wird dann in einen Schicht-2-Frame eingeschlossen, wobei der Frame in diesem Fall an Teilnehmerstandort B adressiert ist. Die Vermittlungsstelle **1006** leitet den Frame dann über eine Verbindungsleitung **1008** an Frame-Relay-Vermittlungsstelle **1009** weiter. Am Abgangspunkt von Frame-Relay-Vermittlungsstelle **1009** wird die DLCI von Frame-Relay-Frame **1010** durch einen Wert ersetzt, der anzeigt, daß der Frame in diesem Fall vom VPN Nr. 1 stammt. Der Frame-Relay-Frame **1010** wird dann an den Router von Kunde B übergeben.

**[0051]** Wenn der Dienst zunimmt, kann die Funktionalität zum Treffen der VPN-Leitweglenkungs-Entscheidungen näher an den Teilnehmer verlagert werden und schließlich in jedem Vermittlungsknoten vorhanden sein, wie in [Fig. 13](#) gezeigt. Dies kann den Backhaul verringern, der zuvor nötig war, um zum Router bzw. zu den Vermittlungs-Verarbeitungsknoten zu gelangen, und optimale Leitweglenkung unter Verwendung aller Knoten im WAN 1 und/oder SPN **500** ermöglichen. In der beispielhaften Ausführungsform von [Fig. 13](#) ist das VPN Nr. 1 mit den Teilnehmerstandorten A, B, C und D verbunden. Hier weist jeder Vermittlungsknoten eine Vermittlungsstelle **1501** und ein Leitweglenkungselement **1502** auf. Fra-

me-Relay-Frames **1500** mit einer an den Teilnehmerstandort B gerichteten DLCI können vom Teilnehmerstandort A gesendet werden. In einem solchen Fall würden Frames **1503** durch das VPN Nr. 1 über Vermittlungsknoten **1501**, **1502** gesendet und Frames **1504** würden am Teilnehmerstandort B empfangen werden.

[0052] In einigen Ausführungsformen kann ein ATM-Kernnetzwerk zum Datentransport verwendet werden, und Frame-Relay-Schnittstellen können verwendet werden, um mit dem Teilnehmer zu kommunizieren. Eine beispielhafte Ausführungsform, die ein ATM-Kernnetzwerk verwendet, ist in [Fig. 14](#) dargestellt. In dieser Ausführungsform sind eine Vermittlungsstelle **2003** und ein Router **2004** mit Teilnehmerstandort A über Vermittlungsstelle **2000** und eine Frame-Relay/ATM-Konvertierungseinheit **2001** verbunden. Vermittlungsstelle **2019** und Router **2018** sind mit Teilnehmerstandort B über Vermittlungsstelle **2005** und Frame-Relay/ATM-Konvertierungseinheit **2006** verbunden. Vermittlungsstelle **2012** und Router **2010** sind mit Teilnehmerstandort C über Vermittlungsstelle **2015** und Frame-Relay/ATM-Konvertierungseinheit **2014** verbunden. Vermittlungsstelle **2013** und Router **2011** sind mit Teilnehmerstandort D über Vermittlungsstelle **2016** und Frame-Relay/ATM-Konvertierungseinheit **2017** verbunden. Angenommen, daß Teilnehmerstandort A Frames **2020** sendet, die für Teilnehmerstandort B bestimmt sind, dann können eingehende Schicht-2-Frames an Vermittlungsstelle **2000** zum Transport in ATM-Zellen eingeschlossen werden, beispielsweise gemäß dem Netzwerk-Zusammenarbeits-Standard. Eine solche Einschließung kann beispielsweise in der Konvertierungseinheit **2001** außerhalb von ATM-Vermittlungsstelle **2000** geschehen. ATM-Zellen **2002** können entlang einer zur Verarbeitung von VPN Nr. 1 bestimmten ATM-PVC abwärts-gesendet werden. Die ATM-Zellen **2002** können dann an Vermittlungsstelle **2003** und Router bzw. Vermittlungsstelle **2004** (die an Vermittlungsstelle **2003** angegliedert sein können) weitergeleitet werden, wo die ATM-Zellen wieder zusammengesetzt werden können, um Schicht-3-Paketinformation zur Leitweglenkung innerhalb von VPN Nr. 1 zu erhalten. Sobald die Adressinformation aus dem Schicht-3-Paket entnommen worden ist, kann das Paket wieder in ATM-Zellen **2009** segmentiert werden, die durch das Netzwerk übertragen werden können. Nachdem sie durch Router **2018** bzw. Vermittlungsstelle **2019** gesendet wurden, können die ATM-Zellen **2008** in der externen Konvertierungseinheit **2006** und Vermittlungsstelle **2005** von Zellen in Frames konvertiert werden. Teilnehmerstandort B würde dann Frame-Relay-Frames **2021** empfangen. Somit wäre ein Extra-Zyklus für Segmentierung und Wiederausammenführung (SAR) erforderlich, wenn eine ATM-Grundstruktur mit einem Kern von Routern bzw. Vermittlungsstellen verwendet wird. Falls die VPN-Verarbeitung jedoch nach außen zu Vermitt-

lungsstellen an der Peripherie gedrängt wird, kann der Extra-SAR-Zyklus eliminiert werden. Der Extra-SAR-Zyklus kann eliminiert werden, weil die Konvertierung von Frame-Relay-Frames in ATM-Zellen in derselben Einheit stattfinden kann, in der VPN-Leitweglenkungs-Entscheidungen getroffen werden.

[0053] Verkehrsverwaltung im WAN 1 und/oder SPN **500** kann mannigfaltig konfiguriert werden. Zum Beispiel kann aus Sicht eines Teilnehmers das WAN 1 und/oder das SPN **500** bestimmte Verkehrsraten für den Teilnehmer sicherstellen.

[0054] In einem Netzwerk kann Datenverkehr von mehreren Quellen an ein einziges Ziel (Sammel-dienst) gesendet werden. Eine "Quelle" ist als die Anwender-Übertragungsseite beispielsweise einer UNI (das heißt, die Teilnehmerseite einer UNI, die außerhalb eines WAN und/oder eines VPN sein kann), einer Vermittlungsstelle, einer IP-Vermittlungsstelle und/oder eines Routers an oder in der Nähe der Peripherie eines Netzwerks definiert. Ein "Ziel" ist als Anwender-Empfangsseite beispielsweise einer UNI (das heißt, die Netzwerkseite einer UNI), einer Vermittlungsstelle, einer IP-Vermittlungsstelle und/oder eines Routers an oder in der Nähe der Peripherie eines Netzwerks definiert. Verkehr, der durch eine Quelle dem WAN 1 und/oder SPN **500** zur Übertragung angeboten wird, ist als "Verkehrsangebot" definiert. Ferner sind eine "VPN-Quelle" und ein "VPN-Ziel" eine Quelle beziehungsweise ein Ziel, die zu einem gegebenen VPN gehören. Eine gegebene UNI kann, wenn sie gleichzeitig sendet und empfängt, gleichzeitig Quelle und Ziel sein. Außerdem kann eine gegebene Quelle mehreren Zielen Datenverkehr anbieten, und ein gegebenes Ziel kann Verkehr von mehreren Quellen empfangen.

[0055] In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann jedem Ziel eine vereinbarte Zustellrate (CDR) zugewiesen sein. Die CDR wird als die durchschnittliche Anzahl von Bits pro Sekunde definiert, die das WAN 1 und/oder SPN **500** an ein gegebenes Ziel zuzustellen verpflichtet ist, wobei der Durchschnitt über ein feststehendes oder variables Zeitfenster berechnet werden kann. Obwohl das Wort "Durchschnitt" durchgängig verwendet wird, kann jeder andere ähnliche Algorithmus verwendet werden, wie etwa der Mittelwert, die Summe oder jede(r) andere nützliche Messwert und/oder statistische Berechnung. Wenn die durchschnittliche Rate des gesamten Verkehrsangebots (das heißt, des Gesamtverkehrsangebots) von einer oder mehreren Quellen zu einem gegebenen Ziel größer oder gleich einer einem Ziel zugewiesenen CDR ist, dann kann das WAN 1 und/oder SPN **500** garantieren, an das Ziel gerichteten Verkehr mit einer durchschnittlichen Rate zuzustellen, die gleich oder größer als die CDR ist. Falls die durchschnittliche Rate des gesamten angebotenen Verkehrs kleiner als die CDR ist, dann kann das WAN 1 und/oder

SPN **500** den angebotenen Verkehr mit der gesamten angebotenen Verkehrsrate (100 % des Verkehrsangebots) an das Ziel zustellen. Zur Verdeutlichung sei die Anzahl der aktiven Quellen, die Verkehr an einen bestimmten Ziel senden,  $N$ . Wie weiter unten ausführlicher beschrieben wird, kann eine Quelle während eines gegebenen Zeitfensters als "aktiv" bezeichnet werden, wenn die Quelle dem WAN 1 und/oder SPN **500** innerhalb des gegebenen Zeitfensters mindestens einen Schwellwert von Verkehr anbietet. Sei  $S_i$  die durchschnittliche angebotene Verkehrsrate oder "Angebotsrate" von jeder Quelle  $i$  zu einem einzigen gegebenen Ziel, wobei  $i = [1, \dots, N]$ . Ferner sei  $R$  die Gesamtrate, mit der das WAN 1 und/oder SPN **500** tatsächlich Verkehr an das Ziel zustellt. Dann sorgen das WAN 1 und/oder SPN **500** dafür, daß:

$$R \geq CDR \text{ wenn } \sum_i S_i \geq CDR;$$

$$R = \sum_i S_i \text{ andernfalls.}$$

**[0056]** Falls die gesamte angebotene Verkehrsrate  $\sum S_i$  die CDR nicht überschreitet, dann können 100% des angebotenen Verkehrs von jeder Quelle  $i$  durch das WAN 1 und/oder SPN **500** an das Ziel zugestellt werden. Wenn jedoch die gesamte angebotene Verkehrsrate  $\sum S_i$  die CDR überschreitet, dann können das WAN 1 und/oder SPN **500** nach eigenem Ermessen die Zustellrate an angebotenen Verkehr von einigen oder allen aktiven Quellen drosseln oder verringern. Die Zustell(rate) kann um einen solchen Betrag verringert werden, daß die Gesamtrate der Verkehrszustellung  $R$  an einen Ziel zumindest gleich der dem Ziel zugeordneten CDR ist. In der Situation, wenn  $R$  durch das Netzwerk verringert wird, kann es wünschenswert sein, "Gerechtigkeit" für jede Quelle durchzusetzen. Mit anderen Worten, es kann wünschenswert sein, sicherzustellen, daß es keiner einzigen Quelle gestattet ist, gierig zu sein, indem sie sich einen unverhältnismäßigen Betrag an Netzwerkbandbreite auf Kosten anderer Quellen aneignet.

**[0057]** Um gerechten Zugang zum WAN 1 und/oder SPN **500** zu gewährleisten, ist in bestimmten Ausführungsformen jeder Quelle mindestens ein Ziel-Ratenanteil (DRS) zugewiesen. Ein DRS ist eine Rate, die in Dateneinheiten pro Zeiteinheit (zum Beispiel Bits pro Sekunde) gemessen wird. Ein separater DRS und/oder eine Menge von DRS kann jeder Quelle und/oder Gruppe von Quellen zugewiesen sein. Ferner können der DRS oder die DRS für eine gegebene Quelle vom Ziel oder der Menge von Zielen abhängen, an die die Quelle den Verkehr senden kann. Mit anderen Worten, jeder Quelle  $i$  kann mindestens ein DRS <sub>$i$</sub>  zugewiesen sein, der dem DRS entspricht, der zwischen einer Quelle  $i$  und einem gegebenen Ziel (oder einer Menge von Zielen) zugeteilt ist. Somit kann der DRS in bestimmten Ausführungsformen für

eine gegebene Quelle unterschiedlich sein, abhängig davon, an welches Ziel sie den Verkehr sendet. In weiteren Ausführungsformen kann der DRS für eine gegebene Quelle konstant sein, unabhängig vom Ziel.

**[0058]** Wenn eine Quelle  $i$  Verkehr mit einer durchschnittlichen Rate  $S_i$  anbietet, die die CDR eines bestimmten Ziels überschreitet, kann Gerechtigkeit erreicht werden, indem sichergestellt wird, daß es jeder Quelle gestattet ist, mindestens ihren gerechten Anteil an der CDR zu übertragen. Ein "gerechter Anteil" einer Quelle an der Ziel-CDR ist definiert als der DRS einer Quelle, geteilt durch den gesamten DRS der an ein gegebenes Ziel übertragenden aktiven Quellen. Somit kann der gerechte Anteil jeder aktiven Quelle  $r_i$  der CDR wie folgt definiert werden:

$$r_i = \frac{DRS_i}{\sum_i DRS_i} CDR$$

**[0059]** Die tatsächliche Netzwerk-Übertragungsrate  $T_i$ , die das WAN 1 und/oder das SPN **500** als entsprechenden Verkehr auswählt, der garantiert von jeder Quelle einen gegebenen Ziel zugestellt wird, kann folgende Bedingung erfüllen:

$$\text{wenn } \sum_i S_i \geq CDR,$$

$$T_i \geq \min(r_i, S_i).$$

**[0060]** Somit können in diesen Ausführungsformen das WAN 1 und/oder das SPN **500** Gerechtigkeit durchsetzen, indem die tatsächlichen Netzwerk-Übertragungsraten  $T_i$  einer oder mehrerer Quellen höchstens von  $S_i$  auf  $r_i$  verringert werden, wodurch sichergestellt wird, daß jede Quelle ihren gerechten Anteil an der CDR erhält. In einigen Ausführungsformen können zum Erreichen einer Rate von mindestens der CDR, das WAN 1 und/oder SPN **500** nach ihrem Ermessen Verkehr von einer gegebenen aktiven Quelle oder Quellen mit einer Rate größer als  $r_i$  übertragen. Tatsächlich können das WAN 1 und/oder SPN **500** nach ihrem Ermessen Daten von einer Quelle  $i$  mit jeder Rate zwischen und einschließlich der gerechten Anteilsrate  $r_i$  und der vollen angebotenen Rate  $S_i$  übermitteln.

**[0061]** Wenn  $S_i$  größer als  $T_i$  ist, kann eine Quelle des WAN 1 und/oder des SPN **500** als "nichtkonforme" Quelle betrachtet werden. Konformität einer Quelle kann berechnet werden, indem ein standardgemäßer Löchriger-Eimer-Algorithmus mit variabler Abflussrate verwendet wird. Somit wäre die konforme "Tiefe" eines "Eimers"  $DRS_i * W$ . Mit anderen Worten, die maximale Anzahl von Bits, die an das Netzwerk innerhalb eines gegebenen Zeitfensters der Länge  $W$  gesendet werden, ist gleich  $DRS_i * W$ . Während eines gegebenen Zeitfensters der Länge  $W_i$  ist die "Abflussrate" des "Eimers" gleich  $T_i$ , das während voran-

gegangener Zeitfenster berechnet wurde. Somit können Datenpakete, die "oberhalb" der konformen Eiertiefe eingefügt wurden, als "nichtkonform" bezeichnet werden. Mit anderen Worten, für ein gegebenes Zeitfenster können Datenpakete, die die Gesamtzahl  $DRS_i \cdot W$  von Bits überschreiten, als nichtkonforme Datenpakete bezeichnet werden. In einer solchen Situation können einige oder alle Quellen-Datenpakete, die gleich der Differenz zwischen  $S_i$  und  $T_i$  sind, als nichtkonforme Datenpakete bezeichnet werden, und einige oder alle der nichtkonformen Datenpakete können verloren gehen.

**[0062]** Dies bedeutet nicht, daß Daten keine Bitratenhäufung bzw. -schwankung haben können. Obwohl beispielhafte Ausführungsformen so beschrieben wurden, daß sie unter Verwendung von Durchschnittsraten arbeiten, können Echtzeit-Raten innerhalb jedes gegebenen Zeitfensters der Länge  $W$  variieren. Somit ist eine gewisse Burstiness (Bitratenhäufung der Nutzdaten) zulässig. Diese maximale Burstiness ist die maximale Anzahl von Bits, die das WAN 1 und/oder das SPN **500** garantiert innerhalb eines Zeitfensters  $W$  übermitteln.

**[0063]** In weiteren Ausführungsformen der Erfindung können das WAN 1 und/oder das SPN **500** einem Ziel eine Vorwärtsüberlastungs-Mitteilung bereitstellen. Zum Beispiel können das WAN 1 und/oder das SPN **500** eine binäre Schicht-2-Mitteilung bereitstellen, daß die CDR überschritten wird, indem sie das Frame-Relay-Bit für explizite Vorwärtsüberlastungs-Mitteilungen (FECN-Bit) und/oder die Schicht-3-Nachricht verwendet, die eine nichtkonforme Quelle anzeigt und wahlfrei Rateninformation für diese Quelle enthält (zum Beispiel die tatsächliche Übertragungsrate  $T_i$  und/oder die Überschussrate  $S_i - T_i$ ). Ferner können in einigen Ausführungsformen mehrere nichtkonforme Quellen aufgelistet werden, sogar innerhalb einer einzigen Nachricht. In diesen Ausführungsformen mit Vorwärtsüberlastungs-Mitteilung kann Konformität auf der Netzwerkseite eines Ziels gemessen werden. In einigen Ausführungsformen kann einem gegebenen Ziel eine Vorwärtsüberlastungs-Mitteilung zur Verfügung gestellt werden, wenn die Angebotsrate  $S_i$  einer aktiven Quelle, die anbietet, Verkehr zum Ziel zu senden, die tatsächliche Netzwerk-Übertragungsrate  $T_i$  für die Quelle überschreitet.

**[0064]** Nichtkonforme Pakete, die nicht am Abgangsport einer Quelle übertragen werden können, können mit oder ohne Mitteilung an die Quelle oder das Ziel verloren gehen. Um die Konformität einer Quelle zu messen, sollte der Anteil der Überschussbandbreite, der den Quellen zur Übertragung zum Ziel zur Verfügung steht, bestimmt werden. Um die Überschussbandbreite zu berechnen, sei  $W_j$  das  $j$ -te Zeitfenster. Die Überschussbandbreite oberhalb der gerechten Anteils-Bandbreite kann berechnet wer-

den als

$$E = CDR - \sum_i \min(r_i, S_i) - MB$$

wobei  $M$  als die Anzahl möglicher Quellen definiert ist, von denen ein Ziel Verkehr empfangen kann, und wobei  $B$  als eine vorbestimmte Referenzrate definiert ist. Die Einführung der Referenzrate  $B$  reserviert Netzwerkbandbreite effektiv für eine inaktive Quelle, womit sichergestellt wird, daß eine vorher inaktive Quelle, die aktiv wird, während einer Zeitperiode  $W_j$  wenigstens etwas Verkehr durch das Netzwerk senden kann. Insbesondere können das WAN 1 und/oder das SPN **500** sicherstellen, daß das  $T_{ij}$  jeder Quelle garantiert mindestens eine minimale Referenzrate  $B$  ist. In dieser Situation wird eine Quelle während  $W_j$  als aktiv betrachtet, wenn mehr als  $B \cdot W_j$ -Dateneinheiten (zum Beispiel Bits) während  $W$  empfangen werden. Es ist wünschenswert,  $B$  im Vergleich zu  $S_i$  als relativ klein zu definieren, um soviel Überschussbandbreite wie möglich übrigzubehalten, aber als immer noch groß genug zu definieren, um die Verfügbarkeit des Netzwerks für eine nichtaktive Quelle (nichtsendende Quelle in Bezug auf ein gegebenes Ziel), die später in Bezug auf ein gegebenes Ziel aktiv werden könnte, sicherzustellen. In einigen Ausführungsformen kann  $B$  eine vorbestimmte Rate sein. In anderen Ausführungsformen kann  $B$  sich mit der Zeit, mit der Anzahl inaktiver Quellen, mit der Anzahl aktiver Quellen und/oder mit der Gesamtzahl von Quellen ändern. In wieder anderen Ausführungsformen kann  $B$  für eine Quelle von einer Prioritätsklassifizierung abhängen, die der Quelle zugeordnet ist. Wenn in wiederum anderen Ausführungsformen eine vorher inaktive Quelle aktiv wird, kann die der Quelle zugewiesene Priorität vom Inhalt (zum Beispiel Datennutzlast, DLCI und/oder Adresse) der zur Übertragung angebotenen Daten abhängen. Somit muß  $B$  nicht für jede Quelle gleich sein.

**[0065]** Wenn die Überschussbandbreite bestimmt worden ist, können die maximalen konformen tatsächlichen Netzwerkübertragungsraten  $T_i$  berechnet werden. Um dies durchzuführen, kann  $T_i$  für jede Quelle zuerst durch Vorgabe auf  $\min(r_i, S_i)$  gesetzt werden. Dann kann die Überschussbandbreite  $E$  unter einigen oder allen Quellen aufgeteilt werden, die aktiv an das gegebene Ziel übertragen, wodurch  $T_i$  für diese Quellen nachgeregelt oder angehoben wird. In einigen Ausführungsformen kann die Überschussbandbreite einheitlich unter einigen oder allen aktiven Quellen aufgeteilt werden. In anderen Ausführungsformen kann die Überschussbandbreite unter diesen Quellen gemäß der Quellenpriorität, Datenpriorität und/oder DLCI aufgeteilt werden.

**[0066]** In weiteren Ausführungsformen der Erfindung können das WAN 1 und/oder das SPN **500** einem Ziel eine Rückwärtsüberlastungs-Mitteilung bereitstellen. Eine solche Mitteilung kann in Form einer

Schicht-2- und/oder Schicht-3-Nachricht erfolgen, die ein Ziel oder Ziele anzeigt, für die die nichtkonforme Quelle  $T_t$  und/oder die Rateninformation für die nichtkonforme Quelle (zum Beispiel die tatsächlich übertragene Rate  $T_t$  und/oder die Überschussrate  $S_r - T_t$ ) überschreitet. Jedoch kann eine Schicht-2-Mitteilung selbst nicht bevorzugt sein, da eine Quelle, die nur eine Schicht-2-Mitteilung empfängt, nicht in der Lage sein kann, zu unterscheiden zwischen Zielen, mit denen die Quelle konform ist und Zielen, mit denen sie nicht konform ist. In einigen Ausführungsformen kann eine Rückwärtsüberlastungs-Mitteilung einer gegebenen aktiven Quelle bereitgestellt werden, wenn die Angebotsrate  $S_t$  der Quelle die tatsächliche Netzwerk-Übertragungsrate  $T_t$  für die Quelle überschreitet. In weiteren Ausführungsformen kann ein Anwender an einer nichtkonformen Quelle von Überlastungsinformation, der zugewiesenen CDR,  $DRS_t$ ,  $r_t$  und/oder  $T_t$  benachrichtigt werden. In wiederum anderen Ausführungsformen kann es dem Anwender überlassen sein, zu entscheiden, wie er auf eine Überlastungsmittlung reagiert. In noch anderen Ausführungsformen kann eine Quelle ihre Angebotsrate  $S_t$  als Antwort auf den Empfang einer Rückwärtsüberlastungs-Mitteilung verringern.

**[0067]** In diesen Ausführungsformen mit Rückwärtsüberlastungs-Mitteilung kann Konformität auf der Netzwerkseite der Quellen-UNI implementiert werden. In solchen Ausführungsformen kann eine Rückmeldung bezüglich der Ziel-Zustellrate vom Ziel gefordert werden. Die Rückmeldung kann auch Information bezüglich des Ratenanteils der aktiven Quellen am Ziel und/oder der CDR geteilt durch die Gesamtrate enthalten.

**[0068]** Wenngleich beispielhafte Systeme und Verfahren, die die vorliegende Erfindung verkörpern, anhand von Beispielen dargestellt sind, ist es natürlich verständlich, daß die Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt ist. Modifikationen sind für den Fachmann möglich, insbesondere im Licht der vorangegangenen Lehren. Zum Beispiel kann jedes der Elemente der zuvor erwähnten Ausführungsformen allein oder in Kombination mit anderen Elementen der anderen Ausführungsformen verwendet werden. Obwohl außerdem in den Beispielen ein vermaschtes Netzwerk dargestellt ist, sind die durch die beigefügten Ansprüche definierten Erfindungen nicht unbedingt darauf beschränkt. Ferner kann die IP-Vermittlungsstelle von jedem IP-artigen Protokoll höherer Schicht in jedes Protokoll nach Art der schnellen Paketvermittlung konvertieren und ist nicht unbedingt auf das oben bereitgestellte ATM/IP-Beispiel beschränkt. Ferner werden Beispiele von Schritten, die bei der Implementierung verschiedener Aspekte der Erfindung ausgeführt werden können, in Verbindung mit dem Beispiel einer physischen Ausführungsform, wie in [Fig. 5](#) dargestellt, beschrieben. Jedoch sind Schritte bei der Implementierung des Verfahrens der

Erfindung nicht darauf beschränkt. Zusätzlich wird für den Fachmann folgendes ersichtlich: Wenngleich die Beispiele unter Verwendung des IP-Protokolls für Schicht Drei abgeleitet worden sind, könnte jede Version von IP oder IPX als das weiterleitbare Schicht-Drei-Protokoll verwendet werden. Ferner wird verständlich, daß, wenngleich einige Beispiele von Implementierungen oben in bezug auf IP- und ATM-Protokolle beschrieben sind, die Erfindung nicht allein darauf beschränkt sein soll, und daß andere Protokolle, die mit Aspekten der Erfindung kompatibel sind, ebenso gut verwendet werden können.

**[0069]** Wenn technische Merkmale, die in einem beliebigen Anspruch dargelegt sind, von Bezugszeichen gefolgt werden, sind diese Bezugszeichen ausschließlich zum Zweck der besseren Verständlichkeit der Ansprüche eingefügt worden, und folglich haben solche Bezugszeichen keinerlei einschränkende Wirkung auf den Schutzbereich jedes Elements, das zu Beispielzwecken durch Bezugszeichen gekennzeichnet ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren mit den folgenden Schritten: Empfangen von Datenpaketen in einem schnellen Paketnetzwerk (**1, 500**), wobei die Datenpakete Kopfdaten in einem Kopfdatenfeld (HEADER) und Anwenderdaten in einem Anwenderdatenfeld umfassen, wobei die Kopfdaten einen Dienstkategorie-Indikator umfassen; und Vermitteln der Datenpakete in dem schnellen Paketnetzwerk als Antwort auf den Dienstkategorie-Indikator, der in den Kopfdaten enthalten ist, wobei jeder Dienstkategorie-Indikator einem aus einer Vielzahl von Zielen entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit dem folgenden Schritt: Weiterleiten als Antwort auf die Anwenderdaten.
3. Verfahren nach Anspruch 2, ferner mit dem folgenden Schritt: Weiterleiten innerhalb eines virtuellen privaten Netzwerks (VPN A, VPN B) als Antwort auf die Anwenderdaten.
4. Verfahren nach Anspruch 2, ferner mit dem folgenden Schritt: Weiterleiten innerhalb eines virtuellen privaten Netzwerks, wobei das virtuelle private Netzwerk Handelspartner umfaßt, als Antwort auf die Anwenderdaten.
5. Verfahren nach Anspruch 2, ferner mit dem folgenden Schritt: Weiterleiten innerhalb einer geschlossenen Anwendergruppe als Antwort auf die Anwenderdaten.
6. Verfahren nach Anspruch 2, ferner mit dem folgenden Schritt: Unterscheiden zwischen einer Viel-



zahl von Dienstkategorien auf der Grundlage der Kopfdaten, so daß Pakete mit einem ersten Dienstkategorie-Indikator eine erste Dienstgüte (QoS) erhalten und Pakete mit einem zweiten Dienstkategorie-Indikator eine zweite QoS erhalten.

7. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Anwenderdaten Rundsendedaten umfassen.

8. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Anwenderdaten Sprachdaten umfassen.

9. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Anwenderdaten Videodaten umfassen.

10. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Anwenderdaten eine IP-Adresse umfassen.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Datenpakete Frame-Relay-Datenpakete umfassen.

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Datenpakete Asynchronübertragungsmodus-Datenpakete sind.

13. Verfahren mit den folgenden Schritten:  
Empfangen von Frame-Relay-Datenpaketen in einem schnellen Paketnetzwerk (**1, 500**) und Vermitteln der Frame-Relay-Daten-Pakete innerhalb des schnellen Paketnetzwerks als Antwort auf eine Sicherungsschichtadresse (DLCI), wobei jede DLCI einer Gruppe von Zielen entspricht.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Gruppe von Zielen ein virtuelles privates Netzwerk (VPN A, VPN B) umfaßt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei jedes Frame-Relay-Datenpaket Anwenderdaten in einem Anwenderdatenfeld umfaßt, wobei das Verfahren ferner den folgenden Schritt umfaßt: Weiterleiten der Frame-Relay-Datenpakete innerhalb des virtuellen privaten Netzwerks als Antwort auf die Anwenderdaten.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Anwenderdaten Sprachdaten, Videodaten oder Rundsendedaten umfassen.

17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Anwenderdaten eine IP-Adresse umfassen.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

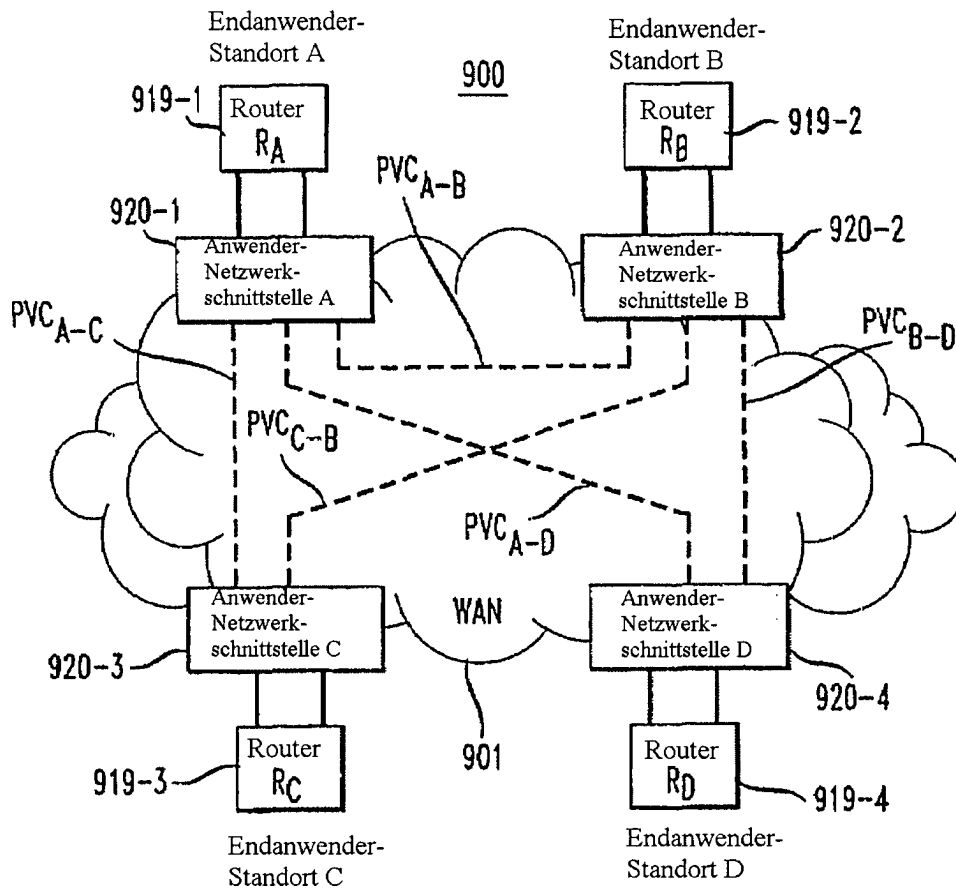


FIG. 2

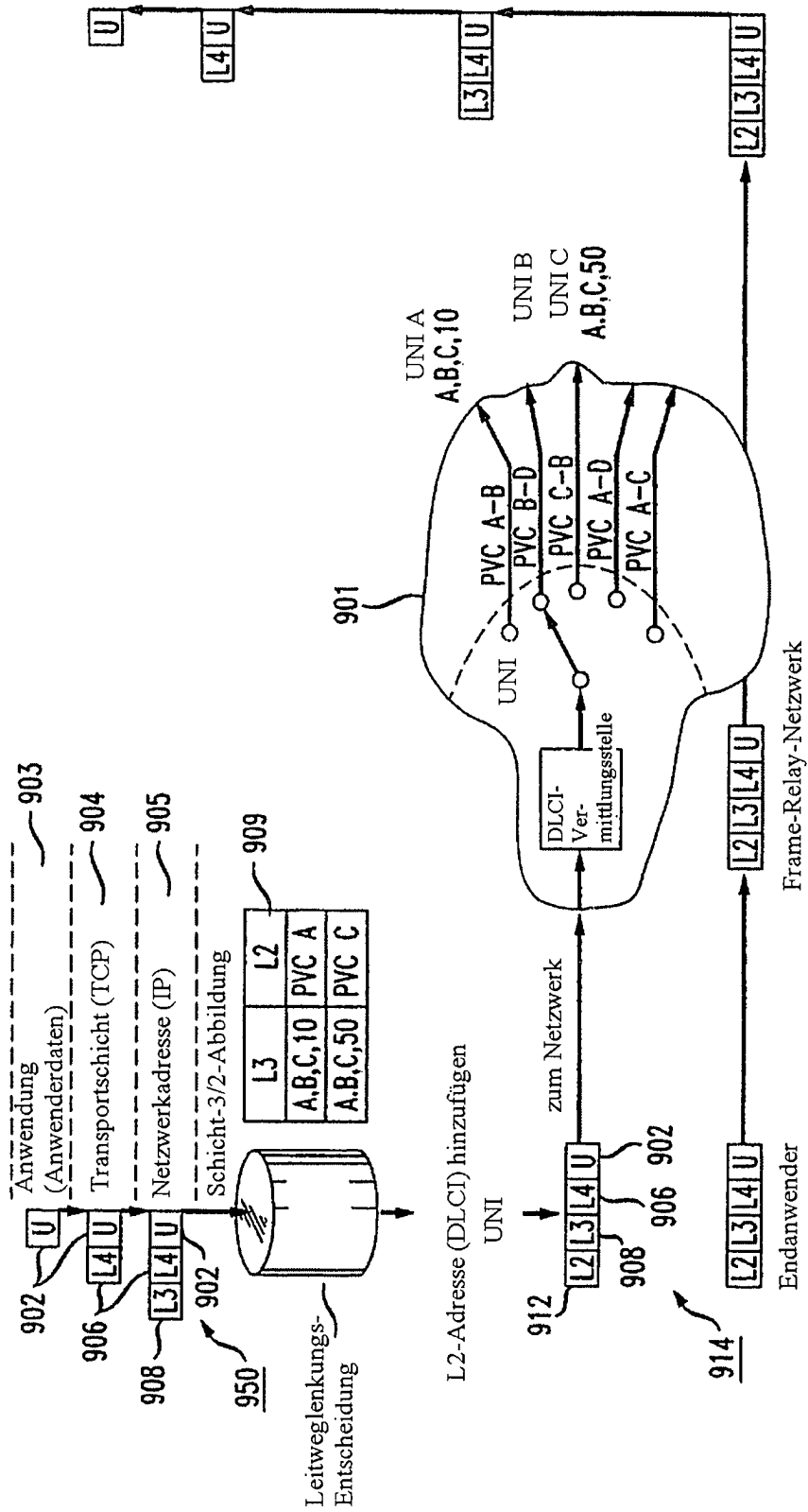


FIG. 3

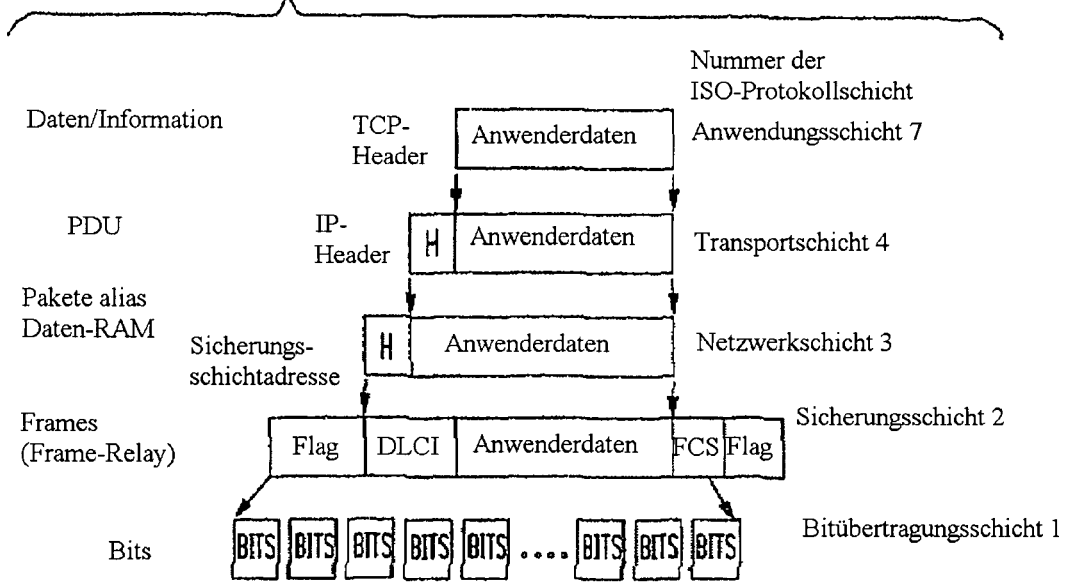
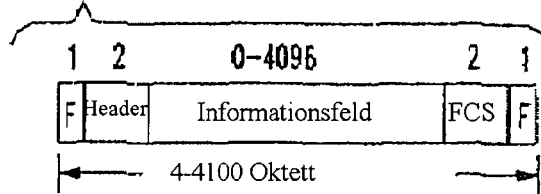


FIG. 4



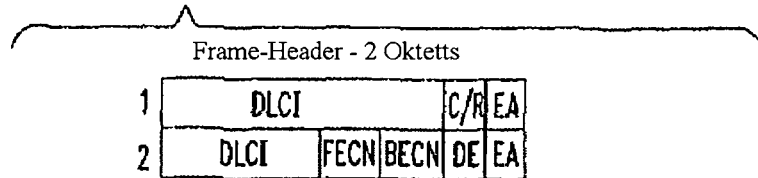
F = Frame-Begrenzer (Flag)  
(Binärwert: 01111110)

Header = Frame-Relay-Headerfeld

Informationsfeld = Anwender-Nutzlast

FCS = Frame-Überprüfungssequenz

FIG. 5



DLCI = Sicherungsschichtadresse (10 Bits)

C/R = Befehl/Antwort (1 Bit)

EA = erweiterte Adresse (2 Bits)

FECN = explizite Vorwärtsüberlastungs-Mitteilung (1 Bit)

BECN = explizite Rückwärtsüberlastungs-Mitteilung (1 Bit)

DE = Eignung zum Verwerfen (1 Bit)

FIG. 6

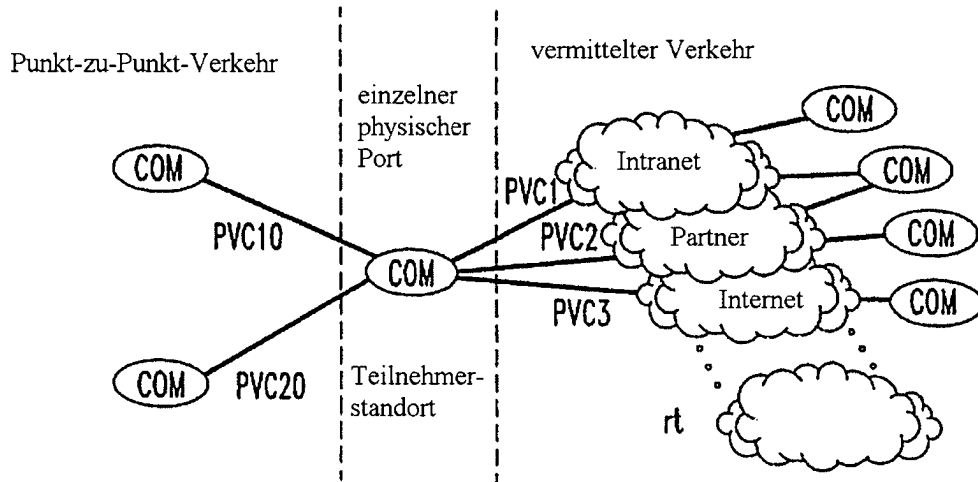


FIG. 11

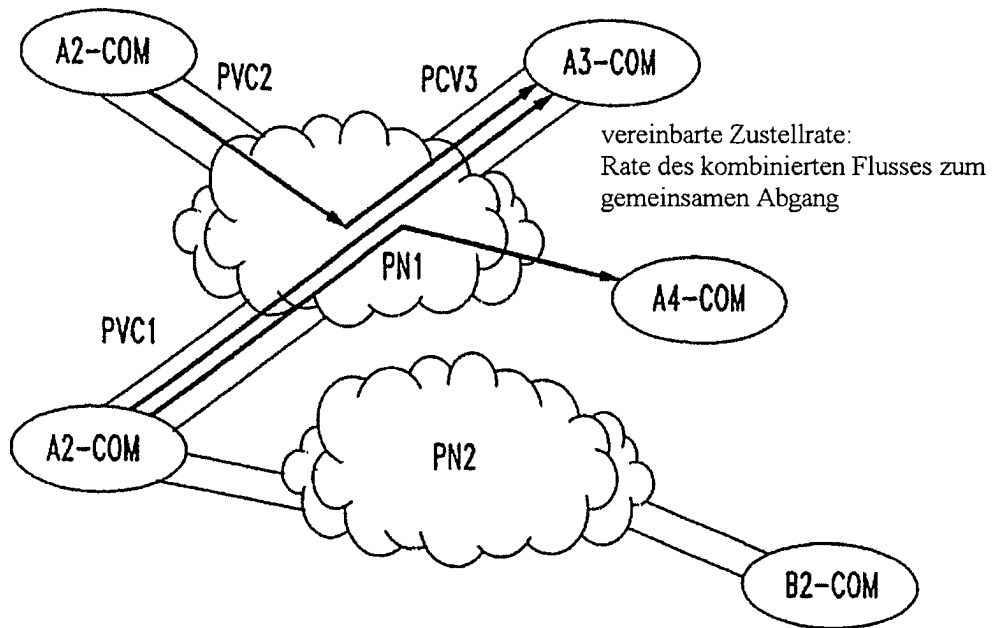




FIG. 7

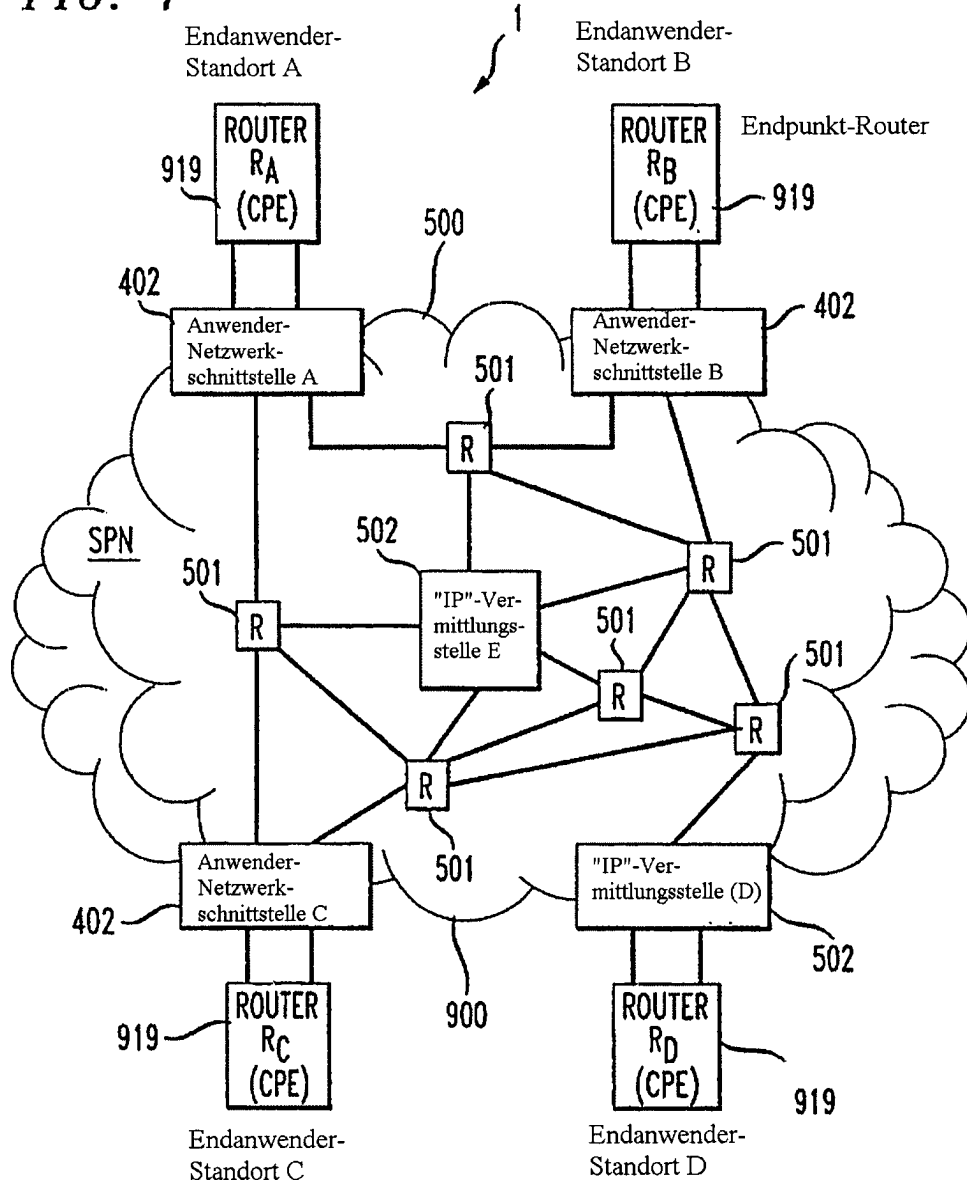


FIG. 8A

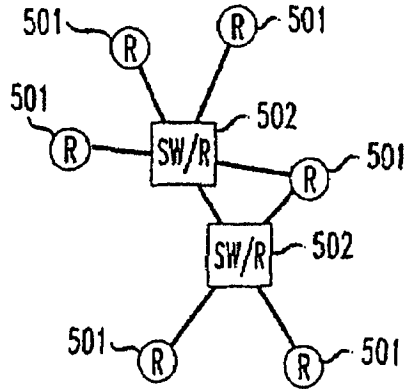


FIG. 8B

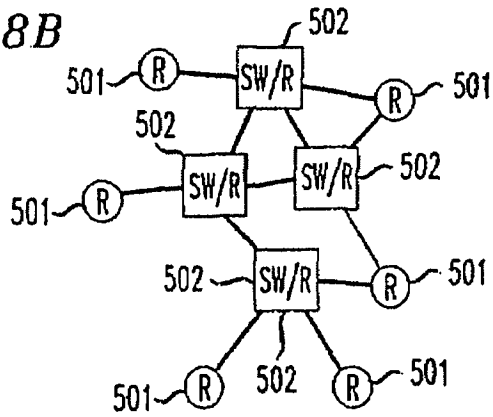


FIG. 10

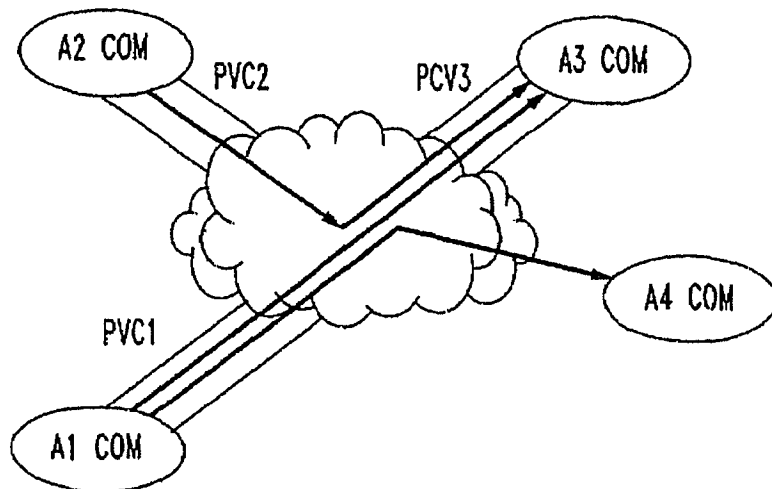


FIG. 9

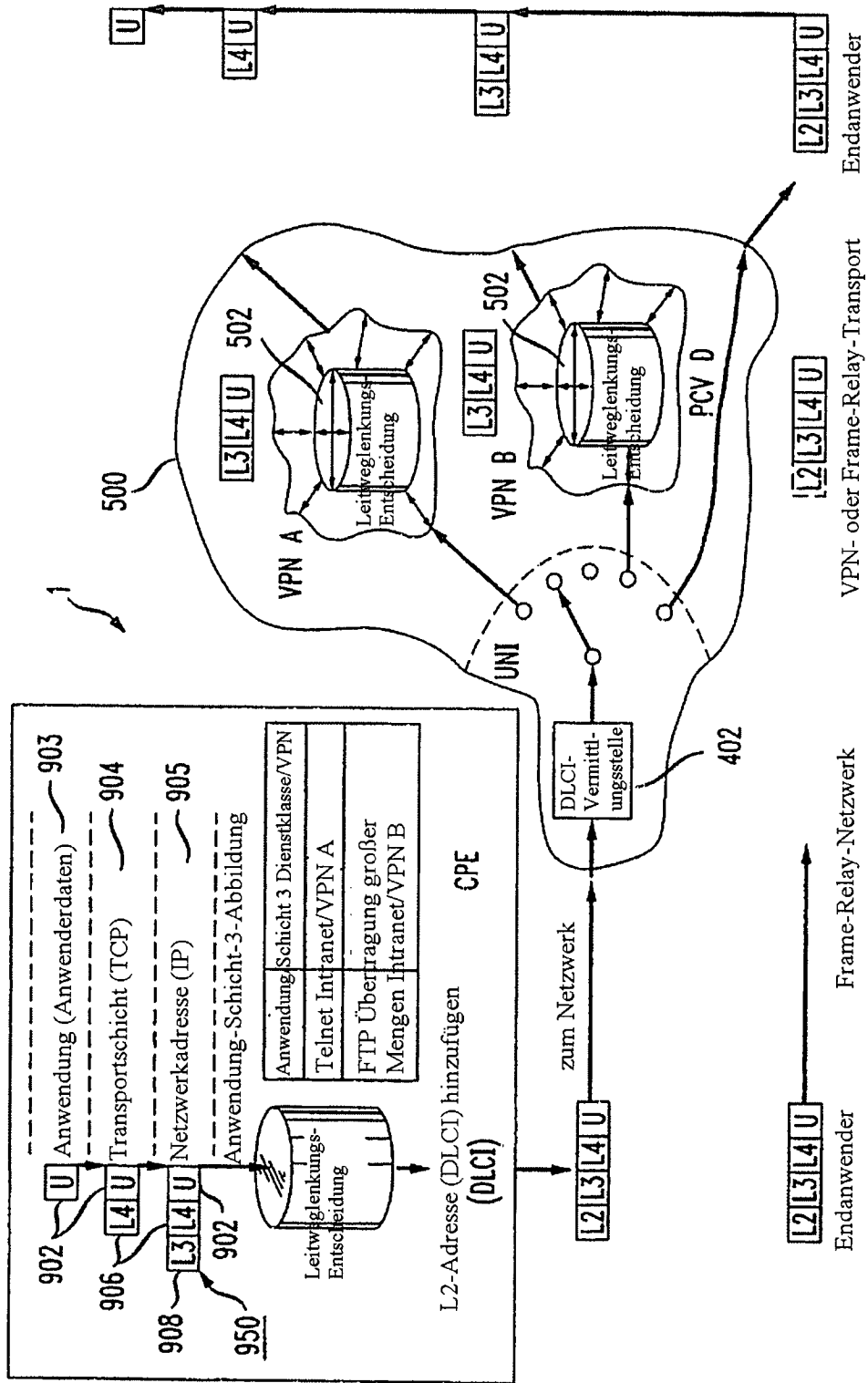


FIG. 12

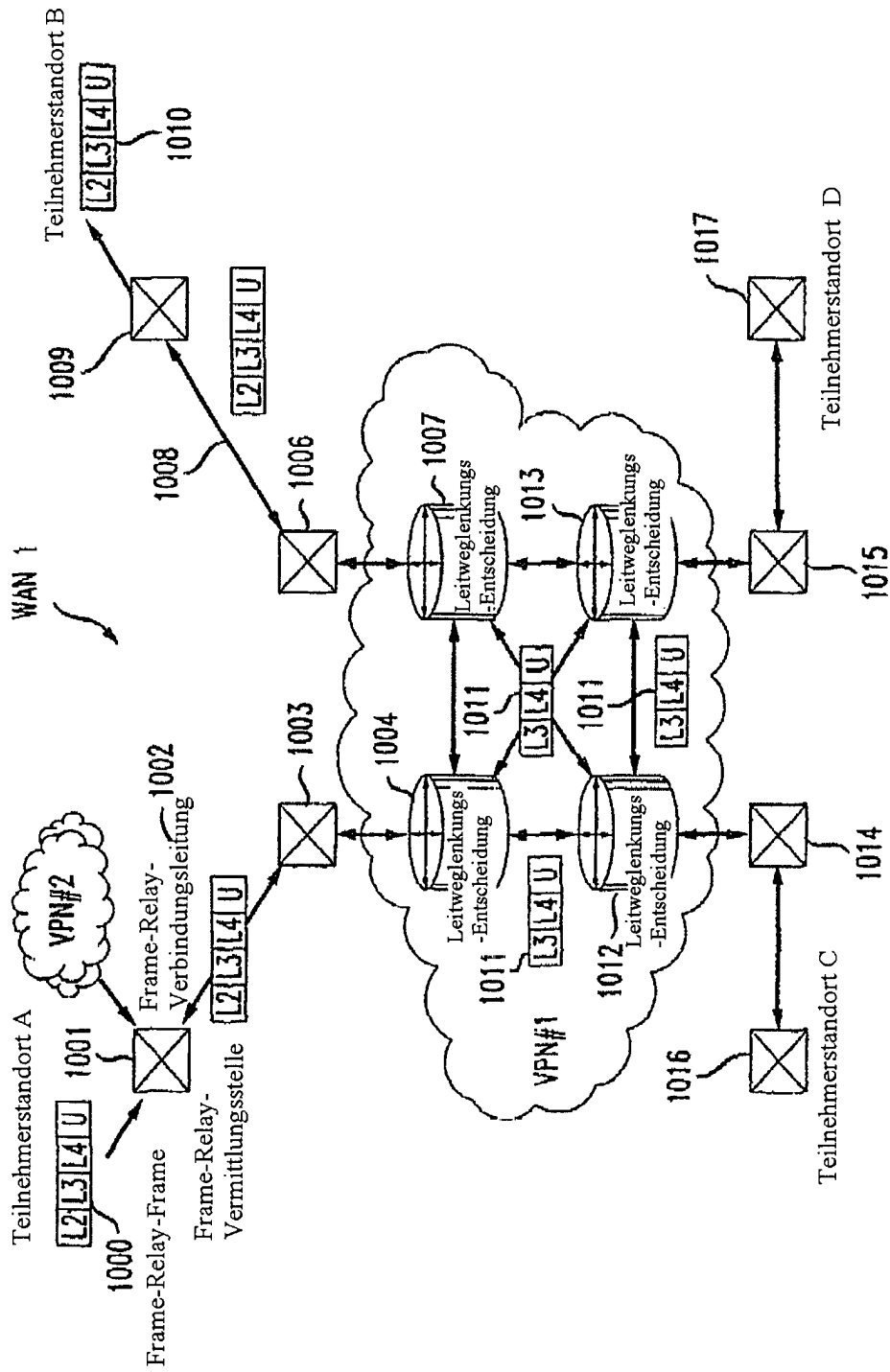


FIG. 13

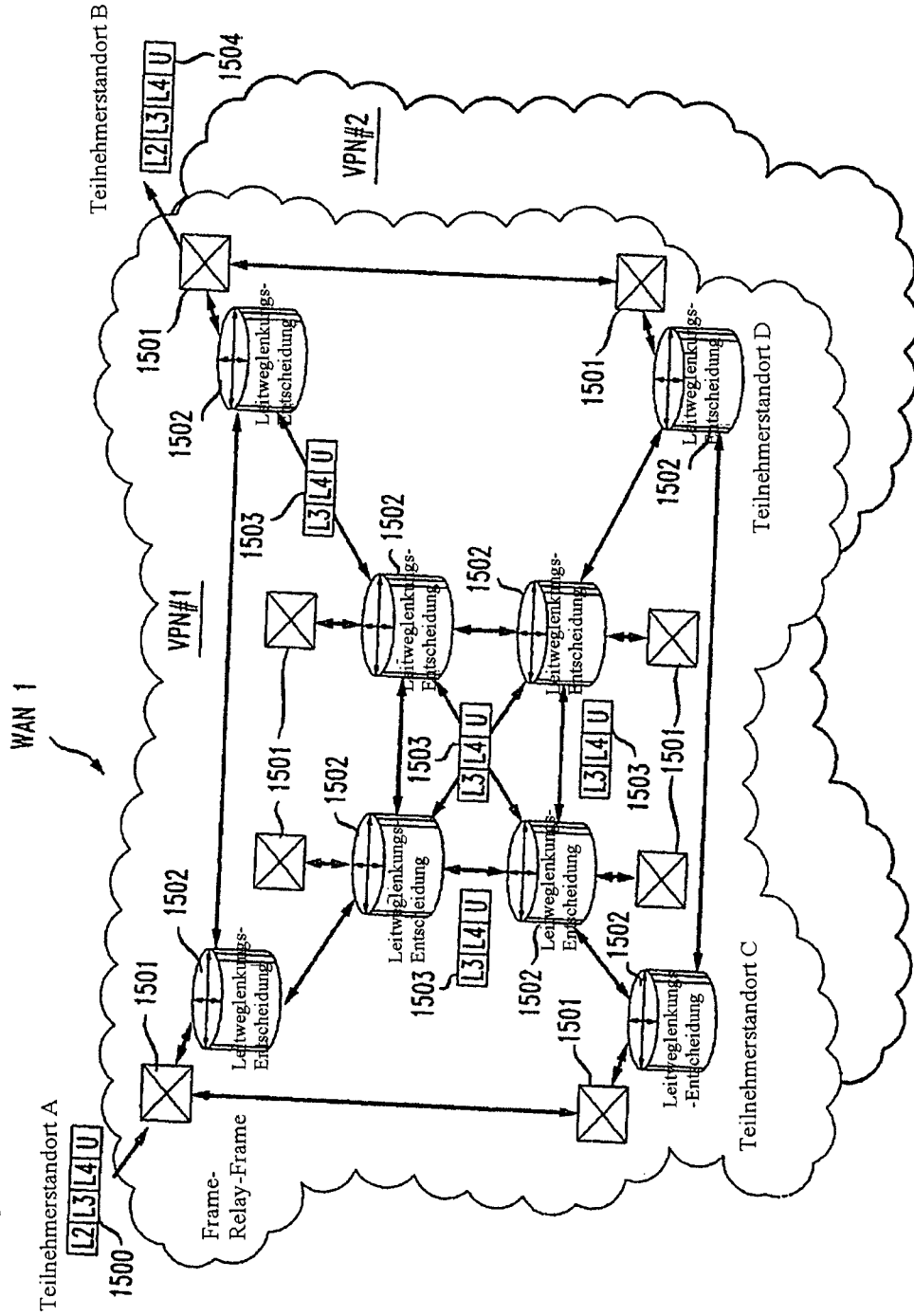




FIG. 14

