



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 723 T2** 2006.06.22

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 110 349 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 723.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/15885**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 935 549.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/08807**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.07.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **17.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **29.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.06.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 12/28** (2006.01)

**H04L 12/56** (2000.01)

**H04L 12/46** (2000.01)

(30) Unionspriorität:

**128495**                      **03.08.1998**                      **US**

(73) Patentinhaber:

**MCI Worldcom, Inc., Jackson, Miss., US**

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Sonnenberg &  
Fortmann, 80331 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**DUGAN, J., Andrew, Superior, US; MCDYSAN, E.,  
David, Richardson, US**

(54) Bezeichnung: **VIRTUELLE PRIVATE ATM-NETZE**

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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Kommunikationsnetzwerke und Dienstanbieter und speziell auf eine Netzwerkarchitektur, die virtuelle private Netzwerkdienste für mehrere Kunden über ein gebräuchliches, gemeinsam benutztes ATM-Netzwerk zur Verfügung stellt.

**[0002]** Die Technologie Asynchronous Transfer Mode (ATM) versetzt einen Betreiber in die Lage, integrierte Daten-, Video- und Sprachdienste über ein einzelnes Netzwerk bereitzustellen. In Übereinstimmung der Standard ATM Technologie überträgt ein gemeinsam benutztes Netzwerk **10**, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, Video-, Daten- und Sprachnetzverkehr in Paketen der festgelegten Länge 53 byte, und leitet diese weiter, von einer Quelle **12** zu einem Ziel **15** über eine Reihe von ATM-Switches **20a-g** und dazwischen geschaltete Verbindungen, die teilweise aus dem Dokument "IN controls for broadband networks", J. Anderson, Intelligent Network Workshop, 1998, Seiten 361 bis 371, ISBN 0-7803-4905-9 bekannt sind. Die Fähigkeit zur Beförderung von Multimedienetzverkehr auf einem einzelnen Netzwerk macht ATM zur bevorzugten Technologie für B-ISDN-Dienste. Das Asynchronous Transfer Mode Protokoll ist verbindungsorientiert und Netzverkehr für einen ATM-"Anruf" wird als Zellen über eine virtuelle Verbindung weitergeleitet, die sich von der Quelle zum Ziel erstreckt.

**[0003]** Wie beispielsweise aus dem Dokument "IP On ATM Local Area Networks", IEEE Communication Magazine, IEEE Service Center, New York, vol. 32, No. 8., 1. August 1994, Seiten 52-59, ISSN 0163-6804, bekannt, umfasst eine virtuelle Verbindung virtuelle Kanäle (Virtual Channels, VC) und virtuelle Pfade (Virtual Paths, VP) in einer Multiplexhierarchie. Ein physikalisches Übertragungssystem ist partitioniert in mehrere VCs und VPs, wobei einige für Kundenverkehr (Trägerkanäle) und einige zur Zeichengabe bestimmt sind. Ein VC wird durch einen virtuellen Kanalidentifizierer (Virtual Channel Identifier, VCI) und ein VP durch einen virtuellen Pfadidentifizierer (Virtual Path Identifier, VPI) identifiziert. Vor der Übertragung von Netzwerkverkehr über einen Trägerkanal baut das ATM-Netzwerk einen ATM-Anruf mit Zeichengabenachrichten über einen Zeichengabekanal aus. Zunächst wird eine Aufbaunachricht, enthaltend eine Quelladresse (Source Address, "SA"), die den Standort des Anrufverursachers repräsentiert, und eine Zieladresse (Destination Address, "DA"), die den Standort des Anrufempfängers repräsentiert, empfangen und durch einen verursachenden ATM-Switch, z. B. Switch **20a** verarbeitet. Der verursachende ATM-Switch leitet die Aufbaunachricht an einen Ziel-ATM-Switch, z.B. Switch **20f** über 0 oder mehr dazwischen liegende Switches weiter, wobei der Ziel-ATM-Switch **20f** die DA bedient. Jeder ATM-Switch verarbeitet die Aufbaunachricht, um si-

cherzustellen, dass er die DA erkennt und den Anruf weiterleiten kann.

**[0004]** Durch die Verarbeitung der Aufbaunachricht durch jeden Switch wird eine virtuelle Verbindung aufgebaut von der Quelle zum Ziel, um den Kundenverkehr als Zellen über Trägerkanäle zu transportieren. Ein virtueller Pfad oder eine Kanalverbindung (VPC) oder (VCC) bezieht sich auf eine oder mehrere verkettete Verbindungen, von denen eine als Verbindung 25 in [Fig. 1](#) zwei ATM-Switches verbindend gezeigt ist. Eine VP- oder VC-Verbindung ist definiert als der Transport zwischen einem Punkt, an dem ein VPI/VCI zugewiesen wird und einem Punkt, an dem ein VPI/VCI entfernt oder umgesetzt wird. Speziell wird der VCI/VPI am Eingangsanschluss eines Switches dazu benutzt, den Ausgangsanschluss zu bestimmen. Die Zelle wird dann auf einen Ausgangsanschluss des Switches geschaltet, an dem ein VCI/VPI der Zelle zugewiesen ist. Die Zelle wird dann zum nächsten Switch transportiert. Somit erstreckt sich eine Verbindung (VCC/VPC) von der Quelle, üblicherweise der Eingangsanschluss am verursachenden ATM-Switch, zum Ziel, üblicherweise der Ausgangsanschluss am Ziel-ATM-Switch.

**[0005]** Das Zeichengabeprotokoll wird in ATM-Standards gemäß Netzwerkschnittstellen definiert. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, hat das ATM-Forum neben anderen Schnittstellen eine öffentliche Benutzer-Netzwerk-Schnittstelle (User-Network-Interface, "UNI") **50** definiert, die als die Schnittstelle zwischen einem ATM-Benutzer und einem öffentlichen ATM-Netzwerk definiert ist; eine private Benutzer-Netzwerk-Schnittstelle **55**, die als die Schnittstelle zwischen einem ATM-Benutzer und einem privaten ATM-Netzwerk definiert ist; und eine private Netzwerk-Netzwerk-Schnittstelle (Private Network-Network Interface, "PNNI") **60**, die als die Netzwerk-Netzwerk-Schnittstelle zwischen zwei privaten Netzwerken oder Switching-Systemen definiert ist. Eine Beschreibung der ZeichengabeprozEDUREN über die UNI-Schnittstelle kann im ATM-Forum "User Network Interface Signaling Specification", V 4.0, Juli 1996, gefunden werden, dessen Inhalt bezugnehmend hierin aufgenommen ist; und eine Beschreibung der ZeichengabeprozEDUREN über die PNNI-Schnittstelle kann gefunden werden im ATM-Forum Private Network-Network Interface Specification", V 1.0, März 1996, dessen Inhalt bezugnehmend hierin aufgenommen ist. Verschiedene Merkmale von ATM werden durch Zeichengabenachrichten, die von diesen Schnittstellen definiert werden, ermöglicht.

**[0006]** Ein Standardmerkmal von ATM PNNI ist hierarchisches Weiterleiten. Falls ein ATM-Switch nicht zu einer DA aus irgendeinem Grund weiterleiten kann, z. B. einer verstopften Verbindung, leitet er die Ausbaunachricht an eine alternative Adresse weiter als Teil des hierarchischen Weiterleitungsschemas.

Zwei Standardmerkmale, die von PNNI Standard bereitgestellt werden, sind: 1) die ausgewiesene Transitliste (Designated Transit List, "DTL"), die eine Liste der Netzwerkknotenidentifizierer und optionaler Anschlussidentifizierer ist, die eine vollständige Route durch das Netzwerk beschreiben und typischerweise vom verursachenden ATM-Switch bereitgestellt und an jedem folgenden Knoten oder Switch in der Ausbaunachricht weitergegeben wird; und 2) Zurückkurbeln (crankback), was ein Mechanismus ist, der einen ATM-Switch (oder anderen Verarbeitungsknoten) veranlasst, eine Ausbaunachricht an einen vorangehenden Knoten zurückzugeben, falls er die Ausbaunachricht nicht verarbeiten oder weiterleiten kann aufgrund von Verbindungs-/Verstopfungsfehler oder Knotenfehler.

**[0007]** Gegenwärtig werden ATM-Netzwerke hauptsächlich als private Netzwerke gemeinsam benutzt, d.h. sie gehören entweder einem exklusiven Benutzer und werden von diesem betrieben, oder sie gehören/werden betrieben von einem Betreiber, der Netzwerkdienste für Kunden bereitstellt. Für einen Kunden hat die Benutzung eines privaten Netzwerks viele Vorzüge. Diese schließen Netzwerksicherheit, kundenspezifische Gebühren und Abrechnung, Kurzwahl und andere kundenspezifische Anrufmerkmale und geschlossene Benutzergruppen ein. Private Netzwerke und Private Netzwerkdienste sind jedoch sehr teuer und erfordern extensive Verwaltung.

**[0008]** Geteilte Netzwerkdienste bieten die gleichen Merkmale, verbunden mit den Vorteilen geringerer Kosten durch effizientere Benutzung von Netzwerkreisourcen und Betreiberverwaltung. Während ein ATM-Netzwerk zwar von mehreren Kunden geteilt werden kann, ist Datennetzwerksicherheit ein maßgebliches Problem, da es nichts gibt, was sicherstellt, dass Netzwerkverkehr des einen Kunden nicht an einen anderen Kunden weitergeleitet oder von diesem abgefangen wird. Grundlegende geteilte Netzwerkdienste sind auch in den kundenspezifischen Anrufmerkmalen und den Kontenverwaltungsdiensten, die angeboten werden können, beschränkt.

**[0009]** Um das Problem zu mindern, wurden virtuelle private Netzwerke (Virtual Private Networks, "VPN") entwickelt, die Kommunikationskunden gegenwärtig leitungsvermittelte Sprachdienste anbieten und die Vorzüge eines privaten Netzwerks, verknüpft mit der Effizienz, den geringeren Kosten und der Betreiberverwaltung eines geteilten Netzwerks, bereitstellen.

**[0010]** Gegenwärtig gibt es keine effizienten Einrichtungen zur Benutzung eines gemeinsam benutzten ATM-Netzwerks für VPN-Dienste für mehrere Kunden für Daten und Video sowie für Sprache, und noch viel weniger ein geteiltes ATM-Netzwerk für VPN-Dienste, das Sicherheit bereitstellt, um zu ver-

hindern, dass mehrere mit dem geteilten ATM-Netzwerk verbundene Kunden Netzverkehr zu anderen Kunden weiterleiten oder von diesen empfangen.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung ist eine Netzwerkkonstruktion und Dienstplattform zur Bereitstellung von VPN-Diensten über ein gemeinsam benutztes ATM-Netzwerk und stellt insbesondere kundenspezifische Dienste für Sprach-, Daten- und Videonetzverkehr für mehrere Kunden-VPNs über ein gemeinsam benutztes ATM-Netzwerk bereit.

**[0012]** Insbesondere implementiert die Erfindung intelligente Peripheriegeräte, genannt intelligente Netzwerksteuerungsprozessoren (Intelligent Network Control Processors, "ICPs"), um erweiterte Verarbeitung von ATM-Anrufausbaunachrichten durchzuführen. Die in den ICPs implementierte Verarbeitung umfasst die Validierung von VPN-Adressen und Weiterleitungsumsetzungen. Hierarchische Weiterleitungsmechanismen, die von ATM bereitgestellt werden und kundenangepasste Kundenadressierungsschemata werden benutzt, um den Kunden-VPNs als Netzwerke einer höheren Ebene ein gemeinsam benutztes ATM-Netzwerk zu überlagern. Die ICPs führen Netzwerkverarbeitung auf einer höheren Ebene aus; insbesondere Übersetzen einer Kunden-ATM-VPN-Adresse in eine interne ATM-Netzwerkadresse. Ein ATM-Switch-Netzwerk vollführt dann Netzwerkverarbeitung auf niedrigerer Ebene, wobei es interne Netzwerkadressierung benutzt, um eine virtuelle Verbindung für einen VPN-Kundenanruf aufzubauen.

**[0013]** Vorteilhafterweise stellt die Netzwerkkonstruktion VPN-Dienste innerhalb eines öffentlichen ATM-Netzwerkes bereit und bietet mehrere intelligente Dienste und erweiterte Anrufmerkmale zusätzlich zu einem grundlegenden VPN-Dienst. Diese angebotenen Dienste schließen intelligente Anrufweiterleitung zu mehreren Zielen, erweiterte Überlaufweiterleitung, zeitgeplante Weiterleitung, Lastausgleich, Konferenzen (einschließlich Multimediakonferenzen), dynamische Anrufweiterleitung, Kontenverwaltung, wie kundenspezifische Rechnungs- und Berichterstellung, ATM-Bandbreitenverwaltungsmerkmale, Intranet/Extranet, Authentifizierung, Abschirmung und geschlossene Benutzergruppen und viele andere ein.

**[0014]** Die verschiedenen Merkmale der Neuheit, die die Erfindung kennzeichnen, werden mit Sorgfalt in den Ansprüchen, die an die Offenbarung angehängt und Teil dieser sind, herausgestellt. Zum besseren Verständnis der Erfindung, ihrer Vorteile im Betrieb und insbesondere der durch ihre Benutzung erreichten Zwecke sollte auf die Zeichnungen und das Beschreibungsmaterial Bezug genommen werden, in welchem bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt und beschrieben sind.

**[0015]** [Fig. 1](#) stellt die grundlegenden Komponenten eines ATM-Netzwerks dar.

**[0016]** [Fig. 2](#) stellt die Typen von Schnittstellen und Zeichengabeprozeduren dar, die zur Weiterleitung von Signalen über und zwischen Netzwerken verfügbar sind.

**[0017]** [Fig. 3](#) stellt die grundlegenden Komponenten der ATM Virtual Private Network (VPN) Architektur der Erfindung dar.

**[0018]** [Fig. 4](#) stellt die Umsetzung einer SETUP Nachricht in eine SETUP+-Nachricht dar.

**[0019]** [Fig. 4\(a\)](#) stellt die Verfahrensschritte zur Erzeugung einer Anruf-SETUP+-Weiterleitungsnachricht dar.

**[0020]** [Fig. 4\(b\)](#) stellt die Verfahrensschritte dar, die von einem ICP zur Verarbeitung der Anruf-SETUP+-Nachricht implementiert werden.

**[0021]** [Fig. 4\(c\)](#) stellt die Verfahrensschritte dar, die von einem ICP zur Durchführung von erweiterten Anrufverarbeitungsmerkmalen implementiert werden.

**[0022]** [Fig. 5](#) stellt ein Beispiel einer Adressierung dar, die in der Systemarchitektur **100** der Erfindung verwendet wird.

**[0023]** [Fig. 6](#) stellt ein Beispiel einer Weiterleitung eines grundlegenden Anrufes zwischen zwei VPN-Kunden in dem gemeinsam benutzten ATM-Netzwerk dar.

**[0024]** [Fig. 7](#) stellt ein Beispiel einer Weiterleitung eines grundlegenden Anrufes zwischen zwei VPN-Kunden in dem gemeinsam benutzten ATM-Netzwerk dar, wenn die Ziel-ATM-Switch-Verbindung Fehler aufweist oder verstopft ist.

**[0025]** Die ATM Virtual Private Network (VPN) Architektur **100**, dargestellt in [Fig. 3](#), umfasst Kundenstandorte **115a–115f**, ATM-Switches **120a–120g** und intelligente Netzwerksteuerungsprozessoren (Intelligent Network Control Processors, "ICPs") **150a** und **150b**, die Komponenten zur Emulierung eines ATM-Netzwerk-Switches (Knoten) umfassen, d.h. er wird in der gleichen Weise adressiert, wie ein ATM-Switch und sieht für die anderen tatsächlichen ATM-Switches im Netzwerk wie ein ATM-Switch aus. Wie beschrieben werden wird, ermöglicht die Implementierung der ICPs **150a**, b VPN-Dienste über das ATM-Netzwerk. Jeder ICP wird vorzugsweise verkörpert durch einen Hochleistungscomputerprozessor, wie eine DEC Alpha oder IBM RS/6000 Rechnerplattform und kann ein einzelner Computer oder eine verteilte Rechnerplattform sein.

**[0026]** Die ATM-Switches **120a–120g** und ICPs **150a**, b kommunizieren miteinander und sind verbunden durch ein erweitertes PNNI-Protokoll (hierin als "PNNI+" bezeichnet) innerhalb eines gemeinsam benutzten ATM-Netzwerks **110**. Obwohl [Fig. 3](#) nur einen einzelnen Kunden zeigt, bezeichnet als Kunde "B", der mit ATM-Switches in dem gemeinsamen Netzwerk verbunden ist, ist das Netzwerk von dem Typ, das zur Unterstützung von Datendiensten, die mehreren Kunden zur Verfügung gestellt werden, benutzt werden kann. Zusätzlich zu seiner Verbindung zum gemeinsam benutzten ATM-Netzwerk hat Kunde "B" dedizierte private Leitungsverbindungen, z. B. Verbindung **122** zwischen einigen seiner Standorte. Es sollte verstanden werden, dass die Erfindung sich erstreckt auf Netzwerke mit einer beliebigen Anzahl von ATM-Switches und einer beliebigen Anzahl von ICPs. In [Fig. 3](#) werden zwei ICPs gezeigt, wobei ein ICP mit mehreren ATM-Switches verbunden ist. In einer jeglichen bestimmten Ausführungsform der Architektur kann eine beliebige Anzahl von ATM-Switches mit einer beliebigen Anzahl von ICPs verbunden werden, abhängig von den Eigenschaften des in dem Netzwerk geförderten Netzverkehrs. Wenn z.B. eine große Menge von neuen Verbindungen erwartet wird, die Aufbau benötigen, würde eine große Anzahl von ICPs benötigt werden, um die Last zu behandeln. Die vorliegende Erfindung verwendet ATM-hierarchisches Weiterleiten, um innerhalb eines gemeinsam benutzten ATM-Netzwerks kundenzugehörige Virtual Private Networks (VPN) zu definieren. Ein VPN wird einem ATM-Switch-Netzwerk überlagert durch Benutzung von Quell- und Zieladressen, die zu einem VPN-Plan eines Kunden spezifisch sind und von den ATM-Switches nicht erkannt werden. Das ATM-Switch-Netzwerk benutzt interne Adressierung, die unterschiedlich ist von der Kunden-VPN-Adressierung. Somit umfassen im ATM-hierarchischen-Weiterleitungsschema ATM-Switches Netzwerke niedrigerer Ebenen; speziell solche, die interne Adressen erkennen und weiterleiten. Die ICPs **150a**, b sind Verarbeitungselemente mit Intelligenz, die Kunden-VPN-Adressen erkennen und Kunden-VPN-Adressen in interne Adressen umsetzen, die dann benutzt werden, um Kunden-VPN-Netzwerkverkehr im ATM-Switch-Netzwerk weiterzuleiten. Wie beschrieben werden wird, validieren die ICPs **150a**, b auch eine DA gegen die SA in einer Aufbauachricht, um sicherzustellen, dass ein von einem Kunden angeforderter Anruf an ein Ziel innerhalb des VPN des Kunden geht. Diese Validierung stellt Sicherheit bereit für das VPN von jedem Kunden innerhalb eines gemeinsam benutzten ATM-Netzwerks.

**[0027]** Die grundlegende Methodik zur Weiterleitung von VPN-Anrufen über das gemeinsam benutzte ATM-Netzwerk wird nun beschrieben angesichts der [Fig. 4\(a\)–4\(c\)](#). Zunächst sendet der Kunde, der einen VPN-Anruf über das gemeinsam benutzte

ATM-Netzwerk **110** platziert, eine SETUP-Nachricht über einen Zeichengabekanal (z.B. ERSCC) an einen verursachenden ATM-Switch, z.B. ATM-Switch **120a** in [Fig. 3](#), in Übereinstimmung mit dem UNI-Protokoll. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, schließt die Aufbauachricht **121** eine Quelladresse (Source Address, "SA") und eine Zieladresse (Destination Address, "DA") ein, die beide VPN-Adressen des Kunden darstellen. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, enthält die SETUP-Nachricht, die intern bezüglich des Netzwerks und Teil des PNNI zwischen dem ATM-Switch und ICPs ist, speziell vier Adressfelder, von denen zwei: ein Quelladressenfeld ("SA") und Zieladressenfeld ("DA") Standard sind, und von denen zwei, ein Feld einer Quell-ATM-Endsystemadresse (Source ATM End System Address, "SAESA") und ein Feld einer Ziel-ATM-Endsystemadresse (Destination ATM End System Address, "DAESA") nicht Standard sind. Somit hat die Standard-SETUP-Nachricht **121**, die vom verursachenden ATM-Switch empfangen wird, eine SA, die die kundenspezifische Quell-VPN-Adresse repräsentiert, und eine DA, die die kundenspezifische Ziel-VPN-Adresse repräsentiert.

**[0028]** Bei Schritt **202** in [Fig. 4\(a\)](#) empfängt der verursachende ATM-Switch die SETUP-Nachricht und, wie bei Schritt **205** angedeutet, führt eine Abfrage auf den SA- und DA-Adressfeldern durch. Diese Abfrage kann als eine Tabellensuche, eine andere Art einer Datenbankabfrage, Objektzeiger oder verschiedene andere gut bekannte Methoden, implementiert werden. Bei Schritt **207** wird eine Feststellung gemacht, ob die SA- und DA-Adressen erkannt sind. Wenn die SA und DA erkannt und gefunden sind, dann leitet der ATM-Switch die SETUP-Nachricht in Übereinstimmung mit Standard-PNNI-Verarbeitung, wie angedeutet bei Schritt **209** in [Fig. 4\(a\)](#), weiter. Wenn die SA und DA jedoch nicht gefunden und erkannt sind, werden die Inhalte der SA oder DA, welche die Original-VPN-Quell- und Zieladressen sind, in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung in den proprietären SAESA- bzw. DAESA-Feldern platziert, wie bei Schritt **212** angedeutet.

**[0029]** Wie als nächstes bei Schritt **215** angedeutet, wird eine ICP-Adresse in das DA-Feld eingesetzt. In der bevorzugten Ausführungsform wird "Anycast"-Adressierung benutzt, um die Weiterleitung an einen ICP über einen virtuellen Zeichengabekanal (IRSCC) zu optimieren. Bei Schritt **218** wird die verursachende ATM-Switch-Adresse in das SA-Feld eingesetzt, um eine neue SETUP+-Nachricht **122** zu bilden, die die folgenden Adressfelder umfasst, wie in [Fig. 4](#) dargestellt: 1) Das SA-Feld einschließlich der verursachenden ATM-Switch-Anschlussadresse; 2) das SAESA-Feld mit dem kundenspezifischen Quell-VPN-Adresswert; 3) das DA-Feld einschließlich der Anycast-Adresse des ICP; und 4) das DAESA-Feld mit dem kundenspezifischen Ziel-VPN-Adresswert. Der verursachende

ATM-Switch berechnet auch die tatsächliche, ausgewiesene Transitliste "DTL" zur Weiterleitung an den nächsten ICP unter Benutzung der Anycast-Adresse, wie noch beschrieben wird.

**[0030]** Mit Benutzung der hierarchischen Weiterleitung leitet das ATM-geschaltete Netzwerk die SETUP+-Nachricht an einen ICP, weiter wie angedeutet bei Schritt **220**, [Fig. 4\(a\)](#): Da die SETUP+-Nachricht eine interne Netzwerkadresse hat, die identisch im Format zu der eines ATM-Switches ist, werden die ICPs als Netzwerk einer höheren Ebene in dem ATM-hierarchischen Weiterleitungsschema benutzt. Die Weiterleitung an einen ICP kann singulär sein (jeder ATM-Switch leitet an einen spezifischen ICP weiter), aber in der bevorzugten Ausführungsform können mehrere ICPs jeweils adressiert werden von jedem ATM-Switch durch Benutzung der Anycast-Adressierung. Im Speziellen ist die Anycast-Adresse eine logische Gruppenadresse, die einige oder alle ICPs im Netzwerk einschließen kann. Das PNNI-Protokoll erlaubt es, Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zu derartigen Anycast-Gruppen-Adressen aufzubauen. Der Standard-PNNI-Algorithmus bestimmt das nächste ICP-Mitglied der Gruppe, z. B. den dem verursachenden ATM-Switch am nächsten liegende ICP. Berechnungen des Algorithmus werden nicht auf Anruf-für-Anruf-Basis durchgeführt, da diese Ergebnisse sich nicht häufig ändern. Die Implementierung der Anycast-Adressierung in dieser Weise ermöglicht die Benutzung von mehreren ICPs im ATM-Netzwerk, um größere Zuverlässigkeit und Optimierung zu fördern. Wie zuvor erwähnt, kann ein ATM-Switch direkt mit einem oder mehreren ICPs verbunden werden, aber muss nicht mit irgendeinem ICP direkt verbunden sein; ein ATM-Switch kann Nachrichten an einen ICP über einen anderen Switch weiterleiten.

**[0031]** Vorzugsweise schließt die interne SETUP+-Nachricht auch ein Feld ein, das einen proprietären Indikator enthält, der spezifiziert, dass keine Bandbreite durch zwischengeschaltete ATM-Switches zwischen dem verursachenden ATM-Switch und dem nächsten ICP, der durch die Anycast-Adresse referenziert wird, allokiert werden sollte. Die SETUP+-Nachricht enthält auch die Standardqualität von Dienstparametern, wie für den Anruf benötigte Bandbreite, Spitzenzellentransportrate, etc. von der Originalaufbaunachricht.

**[0032]** Die Verarbeitung auf höherer Ebene des ICP wird nun beschrieben mit Bezug auf [Fig. 4\(b\)](#). Bei Schritt **225** empfängt der ICP die SETUP+-Nachricht vom ATM-Switch über ein erweitertes PNNI-Protokoll, genannt PNNI+. Der ICP führt ein Dienstprogramm aus, das so entwickelt ist, die originalen VPN SA und DA aus den jeweiligen SAESA- und DAESA-Feldern zu extrahieren, wie bei Schritt **228** angedeutet. Der ICP validiert dann die SA-Felder und

DA-Felder bei Schritt **230** durch Vergleich der Adressen, die in diesen Feldern enthalten sind, mit gültigen Quell- und Zieladressdaten für das VPN von jedem Kunden, die in einer im ICP enthaltenen Datenbank gespeichert sind. Dies stellt sicher, dass der Anruf an ein Ziel weitergeleitet wird, das innerhalb des VPN des Kunden ist. Die Validierung kann durch Ausführung einer gut bekannten Methode implementiert werden, z. B. einer Datenbankanfrage oder einer Objektzeigermethode.

**[0033]** Bei Schritt **233** wird eine Feststellung gemacht, ob die SA und DA für den VPN-Anrufaufbau gültig ist. Wenn die SA- und DA-Werte ungültig sind, wird der Anruf zurückgewiesen, und der ICP gibt eine Freigabenachricht zu dem ATM-Switch aus, wie bei Schritt **235** angedeutet. Wenn die SA- und DA-Werte validiert sind, führt der ICP bei Schritt **238** eine Logik aus, um die VPN-Quell- und Zieladressen in interne Netzwerkadressen, die durch ATM-Switches erkennbar sind, umzusetzen. Speziell wird die umgesetzte DA-Adresse zur neuen Zieladresse und im DA-Feld der SETUP+-Nachricht platziert. Die Original-VPN-Quell- und Zieladressen werden in den AE-SA-Parametern der SETUP+-Nachricht gehalten, wie bei Schritt **240** angedeutet. Das Ausbewahren der originalen VPN-Quell- und Zieladressen in der SETUP+-Nachricht wird benötigt, um es dem Ziel, welches ein anderes Netzwerk sein kann, zu erlauben, den Anruf zu verarbeiten.

**[0034]** Wie als nächstes bei Schritt **241** angedeutet, wird eine Feststellung gemacht, ob erweiterte Merkmale benötigt oder aktiviert sind, z.B. ob andere auf den Feldern, die in der SETUP+-Nachricht enthalten sind, arbeitende Merkmale in ICP auszuführen sind. Wenn erweiterte Merkmale zu verarbeiten sind, werden diese erweiterten Merkmale, wie bei Schritt **242** angedeutet, verarbeitet. Diese Merkmale und Privilegien schließen beispielsweise, aber nicht ausschließlich ein: maximale Bandbreite pro SA oder SA-Präfixgruppe, wobei das übereinstimmende Präfix das virtuelle private Netzwerk eines Kunden von einem anderen unterscheidet; maximale Anrufe pro SA oder SA-Präfixgruppe und erlaubte ATM-Dienstkategorie, z.B. rt-VBR, nrt-VBR, CBR, etc., pro SA oder SA-Präfixgruppe. Diese Merkmale und Privilegien können nach der Tageszeit, dem Wochentag oder dem Tag des Jahres im ICP indexiert sein.

**[0035]** Alternativ kann der ICP ein Programm ausführen, um die DTL in der SETUP+-Nachricht zu modifizieren, den exakten Pfad durch das ATM-Netzwerk zu spezifizieren, der zum Weiterleiten der SETUP+-Nachricht zu benutzen ist. Zum Beispiel kann der ICP eine Quellroute spezifizieren, die explizit jeden dazwischenliegenden Switch nennt. Der DTL-Stapel kann ein letztes Element, umfassend die ICP-Anycast-Adresse und den Ziel-Switch (wie festgelegt vom ersten ICP, der vom verursachenden

ATM-Switch kontaktiert wurde) einschließen. Wenn der Zeiger in dieser DTL auf den Ziel-Switch gesetzt wird und der Anruf am Ziel-Switch ankommt und blockiert wird, wird der Ziel-Switch den Anruf zur ICP-Anycast-Adresse (welche nicht der gleiche ICP sein muss) zurückgekurbelt, gemäß dem PNNI-Protokoll. Dieser ICP kann dann eine alternative Weiterleitung zum Ziel durchführen.

**[0036]** Wenn der Zeiger in dieser DTL auf den ICP gesetzt ist, kann erweiterte Zielverarbeitung vor Anrufrückschaltung durch den Ziel-Switch durchgeführt werden.

**[0037]** Zusätzlich kann bei Schritt **242** der ICP intelligente Verarbeitung der SETUP+-Nachricht und der Adressen durchführen, um erweiterte Anrufdienste bereitzustellen. Zum Beispiel kann sich eine logische VPN-Zieladresse auf mehrere physikalische Ziele abbilden. Der ICP kann ein bestimmtes Dienstprogramm ausführen, um die Weiterleitung zu einer einzelnen physikalischen Adresse aufzulösen, und kann Lastausgleichsalgorithmen, Zielverfügbarkeitsweiterleitung, Tageszeit- und Wochentagweiterleitung und zahlreiche andere Typen von Weiterleitungsfunktionen eines VPN über ATM implementieren.

**[0038]** Dann, wie bei Schritt **243** angedeutet, wird die SETUP+-Nachricht vom ICP an den verursachenden ATM-Switch zurückgegeben, d.h. ihren vorherigen Knoten, unter Benutzung der des Standard-PNNI-Rückkurbelmechanismus.

**[0039]** Wie bei Schritt **245** angedeutet, benutzt der verursachenden ATM-Switch die umgesetzte DA, die eine interne Netzwerkadresse zum Weiterleiten der SETUP+-Nachricht durch das ATM-Switch-Netzwerk zu einem Ziel-ATM-Switch ist. Jeder ATM-Switch verarbeitet die SETUP+-Nachricht, um zu bestätigen, dass er den Anruf verarbeiten kann, basierend auf QOS-Parametern, benötigter Bandbreite, erkennbarer DA, etc., wobei jeder ATM-Switch Bandbreite für den Anruf reserviert.

**[0040]** Bei Empfang der SETUP+-Nachricht im Ziel-ATM-Switch wird ein Prozeß durchgeführt, wodurch die original kundenbezogene VPN-Ziel-Adresse aus dem DAESA-Feld extrahiert und im DA-Feld der SETUP-Nachricht platziert wird. Gleichermaßen wird die original kundenbezogene VPN-Herkunftsadresse aus dem SAESA-Feld extrahiert und im SA-Feld der SETUP-Nachricht platziert. Die original kundenbezogenen VPN-Adressen werden von dem Zielstandort des Kunden benutzt. Der Ziel-ATM-Switch leitet die SETUP-Nachricht dann an den Zielstandort des Kunden via UNI weiter.

**[0041]** Es sollte verstanden werden, dass die Verarbeitung der SETUP+-Nachricht durch jeden ATM-Switch einen VCC/VPC aufbaut, um den Netz-

verkehr des Kunden als ATM-Zellen über Trägerkanäle zu transportieren.

**[0042]** Falls aus irgendeinem Grund der Ziel-ATM-Switch die SETUP+-Nachricht nicht an das Ziel weiterleiten kann, benutzt er das Rückkurbeln, um die Nachricht zu einem ICP weiterzuleiten, was keine Standardprozedur im Ziel-Switch ist. Das kann der gleiche oder ein unterschiedlicher ICP sein, wie der ICP, der die SETUP+-Nachricht zuerst empfangen hat. Die Nachricht enthält die original kundenbezogenen VPN-Quell- und Zieladressen, so dass der ICP diese bei Bedarf benutzen kann, um eine alternative DA zu bestimmen. Der ICP führt Überflußweiterleitung aus durch Bestimmung einer alternativen DA, die das gleiche Kundenziel adressiert, jedoch dafür eine unterschiedliche interne Netzwerkadresse benutzt. Eine interne Netzwerkadresse zeigt auf einen ATM-Switch-Anschluss, so dass eine alternative DA die Nachricht zum gleichen Ziel über einen anderen ATM-Switch-Anschluss weiterleitet. Der ICP fügt die alternative DA zur SETUP+-Nachricht hinzu und benutzt Rückkurbeln, um die Nachricht zum ersten Ziel-ATM-Switch zu senden, welcher die SETUP+-Nachricht zur alternativen DA weiterleitet, die an einem anderen ATM-Switch sein kann, oder auch nicht. Dieses Verfahren erlaubt die Durchschaltung eines Anrufes, selbst wenn der Zielanschluss an einem unterschiedlichen Switch ist. Mit Bezug auf [Fig. 3](#) wird beispielsweise der UNI **117** erster Wahl, als ATM-Switch **120f** mit Standort **6** des Kunden B verbindend, gezeigt. Wenn UNI **117** verstopft ist oder einen Fehler aufweist, dann kurbelt ATM-Switch **120f** den Anruf zu ICP **150b** zurück, welcher eine alternative, den ATM-Switch **120g** identifizierende DA, die UNI **116**, als das alternative Ziel einsetzt.

**[0043]** [Fig. 5](#) stellt ein Beispiel der Adressierung dar, die in der Systemarchitektur **100** der Erfindung verwendet wird. Adressen werden in der abkürzenden Notierung der Form "a.b.c" dargestellt, wie sie üblicherweise in den ATM-Forum PNNI-Spezifikationen verwendet werden. Dieses Format stellt übliche Präfixe in dem Adressformat, basierend auf 20 Oktett NSAP, dar, das in der Zeichengabespezifikation des ATM-Forums spezifiziert ist. In [Fig. 5](#) wird das erste Zeichen der Adresse aller Kundenstandorte dargestellt als "B", die ATM-Switches werden als "X" repräsentiert, und die ICPs werden als "Z" repräsentiert.

**[0044]** Die Schnittstellen zwischen Kunden und Netzwerk-ATM-Switches befördern sowohl Benutzerdaten als auch Zeichengebung gemäß ATM-Standards über eine ATM-Benutzer-Netzwerk-Schnittstelle (UNI). Optional können Benutzer-Zeichengabekanäle direkt mit einem ICP verbunden sein. Eine andere Option für das Netzwerk ist, den Kunden PNNI-Weiterleitungsdienste zur Verfügung zu stellen, die externe Weiterleitungs- und Zeichengabesteuerungskanäle (Exterior Routing and Signaling Control

Channels, "ERSCCs") **135-140** benutzen, wie in [Fig. 5](#) gezeigt.

**[0045]** Innerhalb des Netzwerkes befördern PNNI+-Schnittstellen zwischen ATM-Switches Benutzerdaten, PNNI+-Zeichengabe sowie PNNI-Weiterleitungsinformationen der "X"-Netzwerkebene. Die ATM-Switches erweitern das PNNI-Protokoll durch den Aufbau von internen Weiterleitungs- und Zeichengabesteuerkanälen (Interior Routing and Signaling Control Channels, "IRSCCs") **141-148** zu den ICPs unter Benutzung von Anycast-Adressen zum "Z"-Präfix. Wie beschrieben, lokalisiert die Anycast-Adresse den "nächsten" Knoten, welcher die der Anycast-Adresse zugeordneten Funktionen unterstützt. Die Benutzung von Anycast zwischen den Switches und den ICPs stellt Vorzüge bereit, wie: 1) es erlaubt es den ICPs Z.1 und Z.2, einander als Backup zu dienen; und 2) die Zuordnung zum "nächsten" Knoten der Anycast-Weiterleitung stellt Lastausgleich zwischen den ICPs bereit durch Manipulation der PNNI-Metriken, die "am nächsten" definieren. Diese Metriken schließen Verwaltungskosten, verfügbare Bandbreite und QOS ein. Zusätzlich zum Bereitstellen von Verbindungsfähigkeit zwischen dem Switch und dem ICP verbinden IRSCC-logische Verbindungen auch ICPs untereinander, so dass diese einander als Backup dienen können, sowie ermöglichen es den ICPs, unter Benutzung des PNNI+-Protokolls zu einer umfassenden, netzwerkweiten Ansicht zu konvergieren.

**[0046]** In dem Fall, in dem das Netzwerk PNNI-Dienste für Kunden bereitstellt, verbinden die ATM-Switches den PNNI-Weiterleitungssteuerungskanal des Benutzers (voreingestellt auf VPI = 0, VCI = 17) mit dem nächsten ICP unter Benutzung der gleichen Anycast-Adresse. Dies wird durch die Switch-Konfiguration gemacht, um zu verhindern, dass irgendein Benutzer sich als ein Knoten mit "X"-Präfix ausgibt und Zugang zum inneren Weiterleitungsprotokoll erhält. Diese Verbindungen werden externe Weiterleitungs- und Zeichengabesteuerungskanäle (Exterior Routing and Signaling Control Channels, "ERSCCs") **135-140** genannt, wie in [Fig. 5](#) gezeigt.

**[0047]** Die ICP-Knoten (Adressen der "Z"-Ebene) haben Kenntnis von der physikalischen ATM-Netzwerktopologie auf der "X"-Ebene und -Status über Nachrichten, die über die logischen IRSCCs-Verbindungen **141-148** ausgetauscht werden. Die ICP-Knoten haben auch Kenntnis von allen virtuellen privaten Netzwerkadressen (z. B. "A", "B", "C", etc.), sowie von Abonnementparametern, geordnet nach verschiedenen VPN-Kunden.

**[0048]** [Fig. 6](#) stellt ein Beispiel eines grundlegenden Anrufs von einem Kundenbenutzer mit Adresse B.1.1.6 zu einem Kundenbenutzer mit Adresse

B.3.4.5.6 dar. Der Kundenstandort B.1.1 (von dem Benutzer B.1.1.6 standardmäßig ein Teil ist gemäß PNNI) ist mit dem Netzwerk über eine Schnittstelle mit der internen Adresse X.1.1.2 verbunden. Benutzer B.3.4.5.6 ist Teil des Kundenstandorts B.3, welcher dual verbunden ist mit zwei Netzwerk-Switches über Schnittstellen mit internen Adressen X.2.2.3 und X.2.3.4, wie in [Fig. 6](#) dargestellt.

**[0049]** Wie durch Pfeil **170** angedeutet, sendet der verursachende Benutzer zunächst eine SETUP-Zeichengabenachricht durch das lokale ATM-Netzwerk, welches feststellt, dass der Anruf zum gemeinsam benutzten Netzwerk weitergeleitet werden sollte über die Schnittstelle X 1.1.2. Die SETUP-Nachricht schließt Zieladresse (B.3.4.5.6) und Quelladresse SA (B.1.1.6) ein (siehe [Fig. 4\(a\)](#)).

**[0050]** Dann, wie angedeutet durch Pfeil **172**, nimmt der verursachende Switch X.1.1 diese Information und erzeugt eine erweiterte Aufbaunachricht SETUP+ und sendet diese auf seinem IRSCC **141** zum nächsten ICP (Z.1). Der nächste ICP (Z.1) wird durch Benutzung einer Anycast-Adresse im „Z“-Präfix aufgefunden. Die SETUP+-Nachricht enthält die Schnittstellenadresse, an der die Zeichengabenachricht empfangen würde, z.B. im AESA-Parameter. Die SETUP+-Nachricht reserviert keine Bandbreite im Netzwerk, da sie über die virtuelle IRSCC-Verbindung zum nächsten ICP gesendet wird. Der ICP hat Kenntnis von der logischen Konfiguration des Kunden und dessen physikalischem Anschluss an das Netzwerk, entweder über Auftragseingangsdaten oder einen dynamischen Weiterleitungsdienst.

**[0051]** Als nächstes, wie durch Pfeil **174** angedeutet, setzt der ICP die Zieladresse (B.3.4.5.6) in die physikalische X-Netzwerkadresse (X.2.2.3) um. Diese Umsetzung wird durchgeführt durch Benutzung der Schnittstellenadresse (d.h. X.1.1.2), die in der SETUP+-Nachricht enthalten ist, um den Kunden und den zugeordneten Wählplan für diesen Anruf zu identifizieren. Die gewählte Nummer in DAESA wird als ein Nachschauen im Weiterleitungsplan benutzt, um die physikalische Netzwerkadresse auf X-Ebene zu bestimmen. Eine modifizierte SETUP+-Nachricht wird nun erzeugt mit SA (X.1.1.2) und DA (X.2.2.3) und den original SA und DA in ATM-End-System-Adresse (AESA)-Parametern. Diese modifizierte SETUP-Nachricht wird dann "zurückgekurbelt" über den IRSCC zum verursachenden Switch X.1.1., "Zurückkurbeln" ist Teil des PNNI-Protokolls, wie beschrieben in den veröffentlichten Standards des ATM-Forums. Als Teil der von dem ICP bereitgestellten Intelligenz kann der ICP die zugewiesene Transitliste der SETUP+-Nachricht ausfüllen. Zum Beispiel kann eine DTL einen Last-in-first-out-Stapel von Adresslisten spezifizieren zum Weiterleiten der Nachricht, wie folgt: X.1.1, X.1.2, X.1.3; X.2.1, X.2.2, wobei das unterstrichene Element das Element ist,

das als nächstes in den Adresslisten zu verarbeiten ist. Diese DTL zwingt den Anruf, diese bestimmte Route zu nehmen, um z.B. die Verzögerung zu minimieren, die durch Kunden B signalisiert oder abonniert ist. Alternativ könnte der ICP die Weiterleitung vollständig dem ATM-Switch-Netzwerk überlassen, durch Rückgabe überhaupt keiner DTL. Die SETUP+-Nachricht dient effektiv als eine Proxyaufbaunachricht für den ATM-Switch. Die Herkunftsadresse (X.1.1.2) identifiziert die Herkunftsschnittstelle.

**[0052]** Schließlich laufen die durch die Pfeile **176a** und **176b** angedeuteten Schritte parallel ab. Wie durch Pfeil **176a** angedeutet, aktualisiert der ICP mit der Adresse Z.1 die anderen ICPs (nur Z.2 in diesem einfachen Beispiel), falls der Anrufversuch in einer wesentlichen Zustandsänderung resultiert, die anderen ICPs im Netzwerk bekannt sein muss, wenn beispielsweise der Anruf ein Anruf mit relativ großer Bandbreite ist. Wie durch Pfeil **176b** angedeutet, wird der normale Anrufversuch gemäß dem PNNI-Standard zwischen den ATM-Switches durch den ICP ausgeführt, wie in [Fig. 6](#) dargestellt. Wenn der ICP über DTL in der zurückgekurbelten Zeichengabenachricht keine explizite Route spezifiziert hat, dann würde der ATM-Switch einen Pfad von X.1.1 nach X.2.2 unter Benutzung eines switchbasierten Algorithmus auswählen. In der bevorzugten Ausführungsform ist es jedoch der im ICP implementierte Algorithmus, der die DTL festlegt, um Bandbreite für spezifische Kunden-VPNs zu "reservieren".

**[0053]** Wenn die Switches den Anruf verbinden, kommunizieren sie wesentliche Zustandsänderungen zu den ICPs, mit denen sie gegenwärtig eine IRSCC-Session aufgebaut haben. Wenn der Anruf zum Ziel-Switch durchgestellt wird und die Ziel-Switch-Schnittstelle funktionstüchtig ist und die zusätzliche Verbindung akzeptieren kann, dann ersetzt der Ziel-Switch die SA- und DA-Felder in der Zeichengabenachricht mit den DA- und SA-Parametern in den AESA-Feldern und sendet die Zeichengabenachricht zum Kundenstandort B.3, Normalerweise würde das Kundennetzwerk B.3 den SVC-Anruf nun vervollständigen. zur Ziel-Adresse B.3.4.5.6.

**[0054]** [Fig. 7](#) stellt das gleiche Beispielnetzwerk und den gleichen Anruf dar, wie in Bezug auf [Fig. 6](#) beschrieben, jedoch weist die Zielschnittstelle X.2.2.3 entweder einen Fehler auf oder ist verstopft, wenn der Anrufversuch an Switch X.2.2 ankommt, der für den Kundenstandort B.3 bestimmt ist. Speziell kurbelt Switch X.2.2 die SETUP-Nachricht zurück auf die Z-Ebene in der Hierarchie in Schritt **5**. Diese spezielle Hierarchie-Ebene reserviert keine Bandbreite, und durch automatisches Entdecken des Netzwerks zusammen mit der dual gerichteten Natur von B.3 gibt der ICP-Knoten Z.2 dann eine revidierte SETUP-Nachricht (SETUP+) in Schritt **6** zurück. Das Netzwerk vervollständigt dann den Anruf über die al-

ternative Verbindung zum Ziel in Schritt 7.

**[0055]** Man beachte, dass im normalen PNNI ein Ziel, welches dual ausgerichtet ist, blockiert werden kann, selbst wenn die alternative Verbindung den Anruf vervollständigen konnte. In der in dieser Offenlegung beschriebenen Implementierung wird der Anruf immer vervollständigt, wenn Ressourcen verfügbar sind.

**[0056]** Fig. 4(c) ist ein Flußdiagramm, das eine geringfügige Variation des Prozesses einer einfachen Weiterleitungsadressumsetzung darstellt, die grundlegende VPN-Dienste über ATM ermöglicht, wie in Fig. 4(b) dargestellt. Im Speziellen zeigt Fig. 4(c) ein Beispiel eines Prozesses, der durch den ICP durchgeführt werden kann, um erweiterte Anrufmerkmale zu ermöglichen, die als Teil der Aufbauachrichtenverarbeitung durch den dem Ziel am nächsten liegenden ICP bereitgestellt werden kann.

**[0057]** In dem in Fig. 4(c), Schritte 225'-235', dargestellten Beispiel wird VPN-Adressvalidierung in der gleichen Weise wie mit Bezug auf die entsprechenden Schritte 225-235, gezeigt in Fig. 4(b), durchgeführt. Wie jedoch bei Schritt 250 in Fig. 4(c) dargestellt, wird eine Abfrage auf die original DA durchgeführt, um festzustellen, ob irgendwelche Anrufverarbeitungsoptionen aktiviert sind. Somit wird bei Schritt 255 eine Feststellung gemacht, ob weitere Merkmale zu verarbeiten sind. Falls erweiterte Merkmale zu verarbeiten sind, dann werden diese erweiterten Merkmale, wie bei Schritt 260 angedeutet, verarbeitet. Erweiterte Anrufmerkmale, die durch hierin beschriebene grundlegende Systemarchitektur ermöglicht werden können, schließen ein: mehrfache Zielweiterleitungsmerkmale, wie: zeitgeplantes Weiterleiten, z.B. Tageszeitweiterleitung, Ziellastausgleich, dynamische virtuelle Weiterleitung, ICP-Lastausgleichstechniken, z. B. ringsum oder basierend auf dynamischer Kostenfeststellung auf ICP-Verbindungen. Weitere erweiterte VPN über ATM-Dienstmerkmale, die im ICP implementiert werden können, schließen ein: Video, Daten, Sprache und Multimediatelefonkonferenzen; Kontenverwaltung zur Bereitstellung von kundenspezifischen Rechnungsstellungs- und Berichtsmerkmalen; und andere Merkmale, die inhärent charakteristisch für gemeinsam benutzte ATM-Netzwerke sind, wie: Bandbreitenverwaltung, Intranet-/Extranet-Authentifizierung, Selektion und geschlossene Benutzergruppen, garantierte virtuelle Hauptleitungskapazität, virtuelle Weiterleitung und intelligente Netzwerkverwaltung und Buchhaltungsdienste. Die hierin mit Bezug auf Fig. 4(b), Schritt 242, beschriebenen erweiterten Erarbeitungsmerkmale und Privilegien können auch durchgeführt werden.

**[0058]** Verarbeitung erweiterter Merkmale resultiert im Allgemeinen in einer Zieladressenumsetzung auf

eine interne Netzwerkadresse, basierend auf einer beliebigen Anzahl von Parametern, außer nur der SA, wie bei Schritt 265 angedeutet. Wenn erweiterte Merkmale nicht zu verarbeiten sind, dann führt der Prozeß Schritte 238'-243', entsprechend Schritten 238-243, wie gezeigt und beschrieben mit Bezug auf Fig. 4(b), durch.

**[0059]** In der bevorzugten Ausführungsform umfasst der ICP 150 die Software- und Hardwareelemente, die fähig sind, die Anrufverarbeitung und andere intelligente Anrufweiterleitungsdienste für die an den ATM-Switches empfangenen Anrufe bereitzustellen. Insbesondere können innerhalb einer universellen, plattformunabhängigen Rechnerumgebung zur Verarbeitung des empfangenen Anrufs ein oder mehrere verwaltete Objekte, die spezifische Anrufverarbeitungsdienste bereitstellen, gestartet werden. Obwohl nicht gezeigt, kann der ICP ein oder mehrere Protokollübergangselemente haben mit jeweils einer Netzwerkanschlusskarte (Network Interface Card) zur physikalischen Verbindung mit einem Switching-Fabric, d.h. dem ATM-Switch. Neben der Bereitstellung der physikalischen Schnittstelle behandelt die Netzwerkschnittstellenkarte die Verarbeitung der unteren Ebene des ATM-Protokolls. Jeder ICP steuert die Weiterleitung von Anrufen innerhalb des Ressourcenkomplexes, der das ATM-Switching-Netzwerk umfasst. In dieser Weise kann der ICP als Teil eines Verarbeitungsnetzwerkes einer höheren Ebene aufgefasst werden, der vom ATM-Schaltnetzwerk separat und verschieden ist.

**[0060]** Das Vorausgegangene erläutert lediglich die Prinzipien der vorliegenden Erfindung. Fachleute werden in der Lage sein, verschiedene Modifikationen zu erarbeiten. Zum Beispiel können tatsächliche Implementierungen der mit Bezug auf die Fig. 4(a)-4(c) gezeigten und beschriebenen Verarbeitung bezüglich der verwendeten Schaltungssoftwaretechnologie abweichen. Darüber hinaus kann in anderen Ausführungsformen die VPN-Adressvalidierung nach der Verarbeitung erweiterter Merkmale oder als Teil der Verarbeitung erweiterter Merkmale ablaufen.

### Patentansprüche

1. System zum Bereitstellen von virtuell privaten Netzwerkdiensten über ein von mehreren Benutzern gemeinsam benutztes ATM Netzwerk, wobei das ATM Netzwerk eine Vielzahl von ATM Switches (120a-120g) umfasst, untereinander durch Verbindungen verbunden, und jeder ATM Switch (120a-120g) für das Routen vom ATM Rufverkehr innerhalb des gemeinsam benutzten ATM Netzwerks geeignet ist, und wobei das System umfasst: eine Schnittstelleneinrichtung zum Erzeugen einer Anrufaufbaunachricht (121), einem innerhalb des gemeinsam benutzten ATM Netzwerks zu routendem

Privatnetzwerk rot zugeordnet, wobei die Anrufaufbaunachricht (121) Informationen einschließlich der Originalursprungsadresse eines Anrufers und der Originalzieladresse eines ein privates Netzwerk abonnierenden Anrufempfängers umfasst; ein Verarbeitungsnetzwerk einschließlich Steuerungsverarbeitungsknoten, die mit einem oder mehreren ATM Switches (120a–120g) des gemeinsam benutzten ATM Netzwerks verbunden sind; eine in dem ATM Switch implementierte Einrichtung zum Empfang der Anrufaufbaunachricht (121) und zur Modifikation der Anrufaufbaunachricht (121) um eine Adresse des Steuerungsverarbeitungsknoten während des Einfügens der Originalherkunfts- und -zieladressen in die modifizierte Anrufaufbaunachricht (122) aufzunehmen, und eine Einrichtung zum Routen der modifizierten Anrufaufbaunachricht (122) von einem ATM Switch (120a–120g) an einem Steuerungsverarbeitungsknoten an der in der modifizierten Anrufaufbaunachricht angegebenen Adresse des Steuerungsverarbeitungsknotens; wobei der Steuerungsverarbeitungsknoten eine Einrichtung umfasst zum Konvertieren der eingefügten Originalherkunfts- und -zieladressen der modifizierten Anrufaufbaunachricht in von den ATM Switches (120a–120g) erkennbare Netzwerkadressen, und Routen der modifizierten Anrufaufbaunachricht zurück an den ATM Switch, um den Privatnetzwerkanruf zu befähigen, über das gemeinsam benutzte ATM Netzwerk geroutet zu werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuerungsverarbeitungsknoten, eine Einrichtung zum Zurücksenden der modifizierten Anrufaufbaunachricht an einem ATM Switch (120a–120g) zum Routen des Privatnetzwerkanrufs durch das gemeinsam benutzte ATM Netzwerk umfassend, einen Rückumsteuerungsmechanismus einschließt.

2. System nach Anspruch 1, wobei der Steuerungsverarbeitungsknoten eine Einrichtung umfasst zur Validierung der eingefügten Originalherkunfts- und -zieladressen der modifizierten Anrufaufbaunachricht (122).

3. System nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung zur Modifizierung der Anrufaufbaunachricht eine Einrichtung umfasst zum Einsetzen einer Adresse irgendeines Steuerungsverarbeitungsknotens in dem Verarbeitungsnetzwerk.

4. System nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung zum Routen der modifizierten Anrufaufbaunachricht von einem ATM Switch (120a–120g) zu einem Steuerungsverarbeitungsknoten Routen der modifizierten Anrufaufbaunachricht (122) durch einen oder mehrere dazwischen liegende ATM Switches (120a–120g) umfasst.

5. System nach Anspruch 1, wobei der Steue-

rungsverarbeitungsknoten weiterhin umfasst eine Einrichtung zum Anhängen einer vorgesehenen Transitleiste, die eine spezifische Route für den Privatnetzwerkanruf durch das gemeinsam benutzte ATM Netzwerk spezifiziert, an die modifizierte Anrufaufbaunachricht.

6. System nach Anspruch 2, wobei der Steuerungsverarbeitungsknoten eine Einrichtung umfasst zum Ausführen erweiterter Anrufverarbeitungsfähigkeiten, wobei die Validierungseinrichtung eine Einrichtung einschließt zur Feststellung, ob erweiterte Anrufverarbeitungsfähigkeiten auszuführen sind.

7. System nach Anspruch 1, wobei die von den ATM Switches (120a–120g) erkennbaren ATM Netzwerkadressen eine Adresse eines abschließenden ATM Switches (120a–120g), verbunden mit dem Anrufempfänger, umfasst, und die modifizierte Anrufaufbaunachricht (122) zu dem abschließenden Switch geroutet wird.

8. System nach Anspruch 7, wobei der abschließende ATM Switch (120a–120g) die eingefügten Originalherkunfts- und -zieladressen extrahiert, die zur Vervollständigung eines Anrufaufbaus zum Routen des Privatnetzwerkanrufs zum Anrufempfänger befähigen.

9. System nach Anspruch 7, weiterhin umfassend eine im ATM Switch (120a–120g) implementierte Einrichtung zum Routen der modifizierten Anrufaufbaunachricht (122) zurück an einen Steuerungsverarbeitungsknoten, um die modifizierte Anrufaufbaunachricht an die Zieladresse über einen alternativen ATM Switch (120a–120g) umzuleiten.

10. System nach Anspruch 1, wobei jeder ATM Switch geeignet ist zum Routen von ATM Anrufverkehr innerhalb des gemeinsam benutzten ATM Netzwerks gemäß eines ATM Routingprotokolls.

11. System nach Anspruch 10, wobei das ATM Routingprotokoll ein hierarchisches Nachrichtenroutingschema ist.

12. System nach Anspruch 10, wobei das ATM Routingprotokoll in Übereinstimmung mit einem PNNI Protokoll funktioniert.

13. System nach Anspruch 2, wobei die Validierungseinrichtung eine Einrichtung umfasst zum Zugriff auf gültige Privatnetzwerkherkunfts- und -zieladressen, die dem Privatnetzwerkanruf zugeordnet sind, und zum Vergleich dieser mit den in der modifizierten Anrufaufbaunachricht (122) enthaltenen Privatnetzwerkherkunfts- und -zieladressen.

14. System nach Anspruch 1, wobei der Rückumsteuerungsmechanismus im PNNI implementiert ist.

15. System nach Anspruch 11, wobei die in der Steuerungsverarbeitungseinrichtung implementierte Einrichtung zum Zurücksenden der modifizierten Anrufaufbaunachricht an den ersten ATM Switch (**120a–120g**) eine vorgesehene Transitliste umfasst, die eine oder mehrere miteinander verbundene Switches zum Routen des ATM Anrufs innerhalb des gemeinsam benutzten ATM Netzwerks spezifiziert.

16. System nach Anspruch 10, weiterhin eine Einrichtung umfassend zur Befähigung von Überlaufanrufrouting durch Bestimmung alternativer Adressen, wenn die modifizierte Anrufaufbaunachricht nicht durch einen ATM Switch (**120a–120g**) geroutet werden kann.

17. System nach Anspruch 10, wobei die Schnittstelleneinrichtung die Anrufaufbaunachricht (**121**) in Übereinstimmung mit einem UNI Standardprotokoll erzeugt und routet.

18. System nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung zum Modifizieren der Anrufausbaunachricht (**122**) eine Einrichtung umfasst zur Verhinderung von Bandbreitenallokierung an einem oder mehreren dazwischen liegender ATM Switches (**120a–120g**), wenn die modifizierte Anrufausbaunachricht zu einem Steuerungsverarbeitungsknoten durch einen oder mehrere dazwischen liegende ATM Switches (**120a–120g**) geroutet wird.

19. Verfahren zum Bereitstellen von Privatnetzwerk Nachrichtenroutingdiensten für mehrere Kunden innerhalb eines gemeinsam benutzten ATM Netzwerks mit einer Vielzahl von ATM Switches (**120a–120g**), miteinander durch Verbindungen verbunden, wobei jeder ATM Switch (**120a–120g**) zum Route von ATM Anrufverkehr innerhalb des gemeinsam benutzten ATM Netzwerks in Übereinstimmung mit einem ATM Routingprotokolls geeignet ist, und wobei das Verfahren umfasst:

Erzeugen einer ersten Ausbaunachricht (**121**) entsprechend einem von einem Privatnetzwerkanrufer an einem Herkunftsstandort ausgelösten ATM Anruf; und

Routen der ersten Ausbaunachricht zu einem ersten ATM Switch (**120a–120g**), wobei die erste Ausbaunachricht (**121**) eine eindeutige Privatnetzwerkherkunftsadresse des Anrufers und eine eindeutige Privatnetzwerkzieladresse des Anrufempfängers umfasst;

Konvertieren der ersten Ausbaunachricht (**121**) in eine zweite Ausbaunachricht (**122**), wobei die eindeutige Privatnetzwerkherkunftsadresse und die eindeutige Privatnetzwerkzieladresse dort einbegriffen sind; Routen der zweiten Ausbaunachricht (**122**) von dem ATM Switch (**120a–120g**) zu einer oder mehreren Steuerungsverarbeitungseinrichtungen, die mit dem ATM Switch (**120a–120g**) verbunden, und zum Erkennen der eindeutigen Privatnetzwerkherkunfts-

und -zieladresse des ATM Anrufs geeignet sind; Modifizieren der eindeutigen Privatnetzwerkherkunfts- und -zieladressen, die einbegriffen in der zweiten Nachricht (**122**) sind, zu von den ATM Switches (**120a–120g**) erkennbaren internen Herkunfts- und Zieladressen;

Rücksenden der modifizierten zweiten Ausbaunachricht an den ATM Switch (**120a–120g**); und Befähigen des ATM Routingprotokolls zum Ausbau eines Signalpfads zum Routen des ATM Anrufs zwischen dem Privatnetzwerkanrufer und dem Anrufempfänger auf der Grundlage von der modifizierten zweiten Ausbaunachricht (**122**), dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Rücksendens der modifizierten zweiten Ausbaunachricht (**122**) mittels eines von der Steuerungsverarbeitungseinrichtung umfassten Rückumsteuerungsmechanismus durchgeführt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der Befähigungsschritt f. die Implementierung eines hierarchischen Nachrichtenroutingschemas zum Routen des ATM Anrufs zwischen dem Privatnetzwerkanrufer und dem Anrufempfänger umfasst.

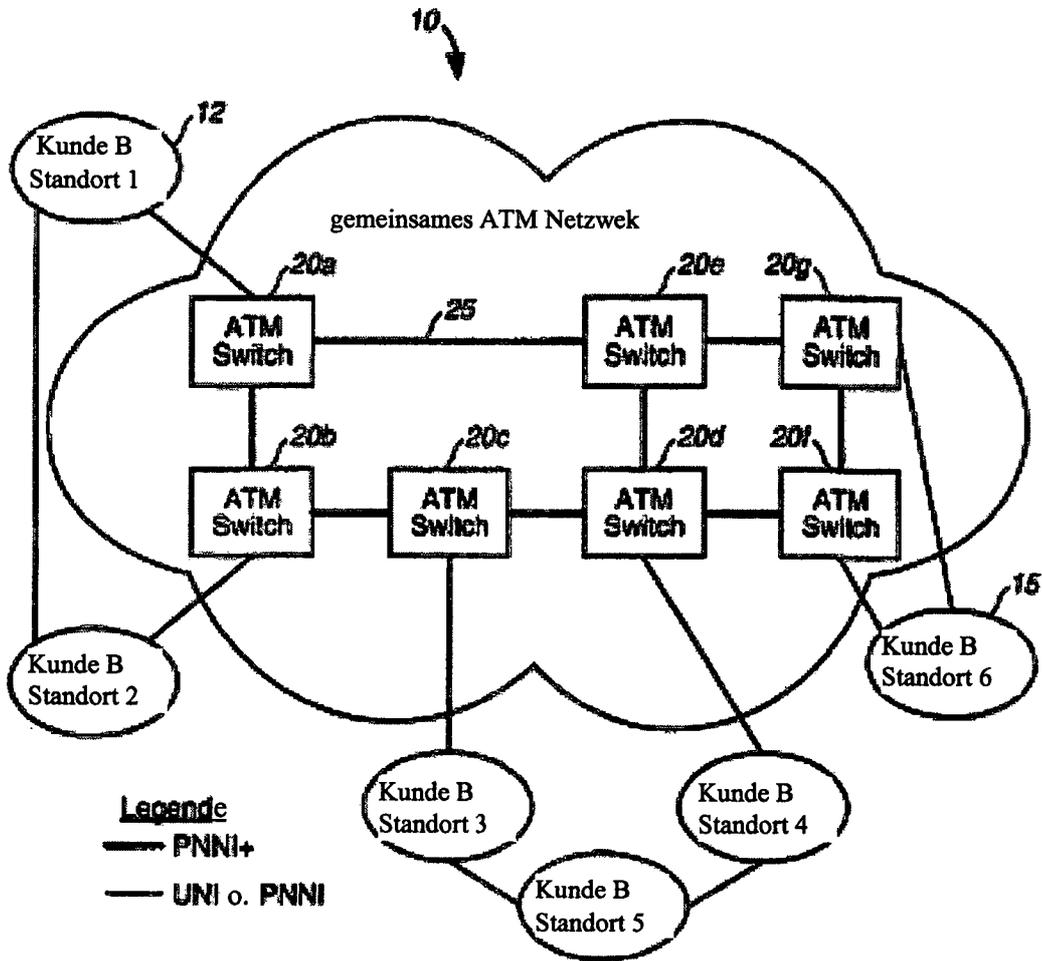
21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei das hierarchische Nachrichtenroutingschema in Übereinstimmung mit einem ATM PNNI Protokolls funktioniert.

22. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der Schritt des Modifizierens der zweiten Nachricht (**122**) den Schritt des Validierens die dem Privatnetzwerkanrufer zugeordneten eindeutigen Privatnetzwerkherkunfts- und -zieladressen umfasst.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Validierungsschritt die Schritte einschließt:  
Zugriff auf die dem Privatnetzwerkanrufer zugeordneten gültigen Privatnetzwerkherkunfts- und -zieladressen; und  
Vergleichen der gültigen Privatnetzwerkherkunfts- und -zieladressen mit den in der zweiten Ausbaunachricht (**122**) enthaltenen eindeutigen Privatnetzwerkherkunfts- und -zieladressen.

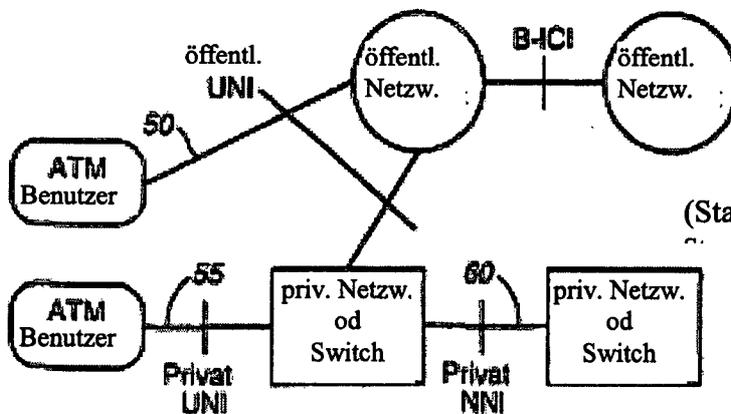
Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



(Stand der Technik)

FIG. 1



(Stand der Technik)

FIG. 2

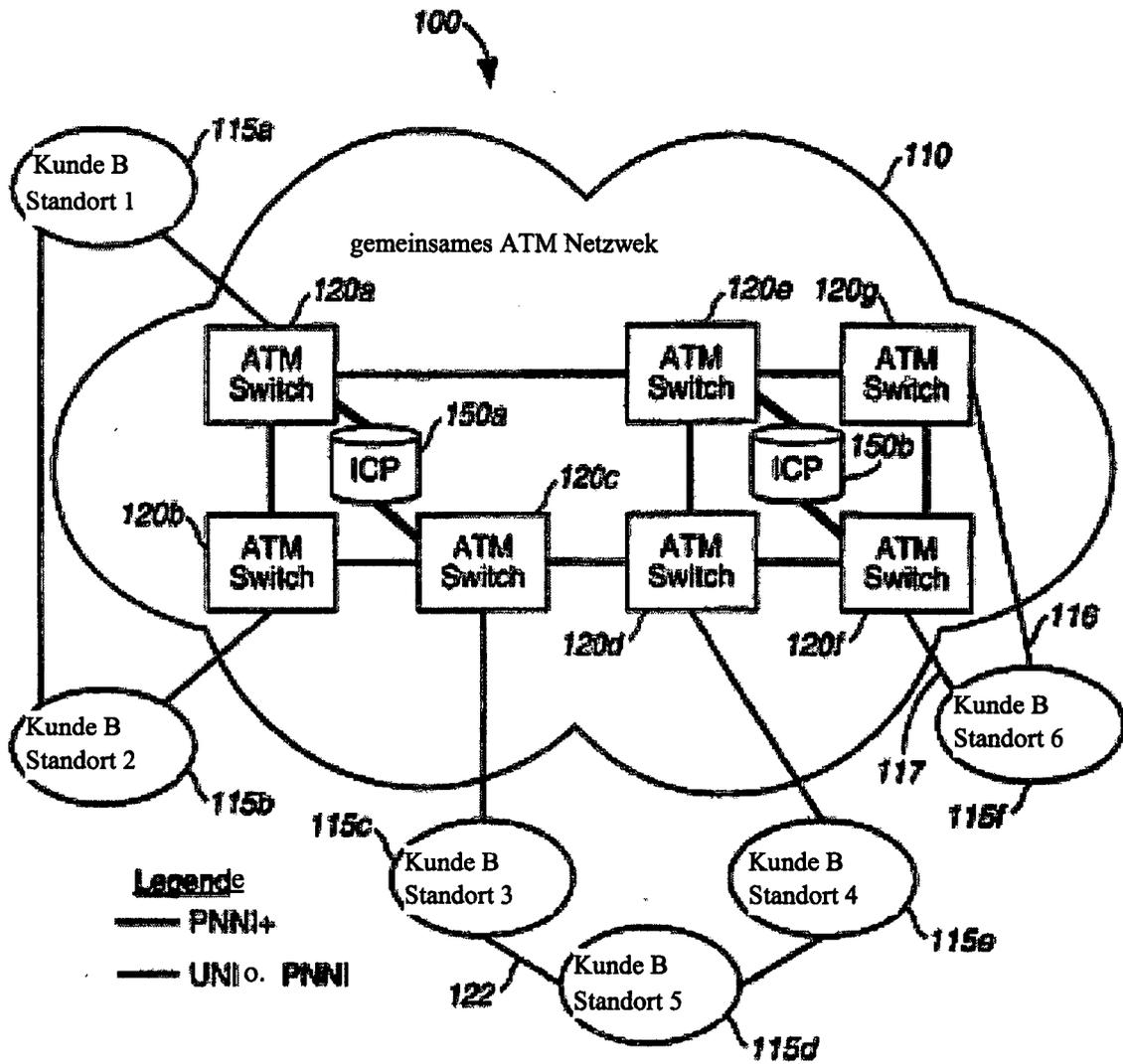


FIG. 3

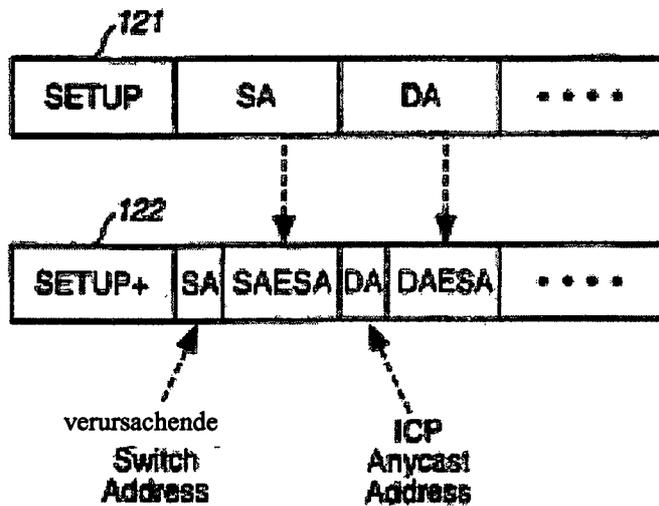
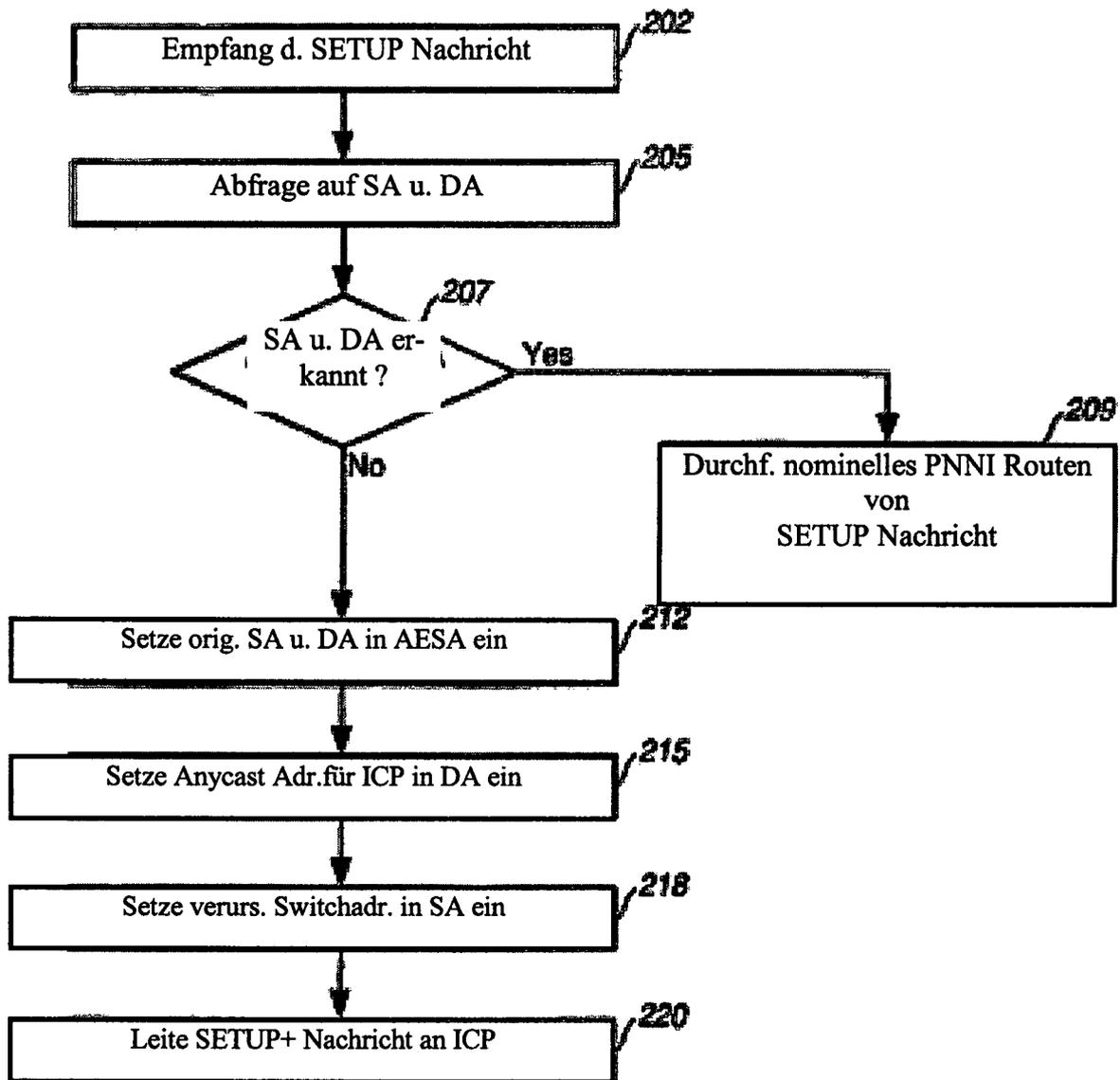


FIG. 4



**FIG. 4a**

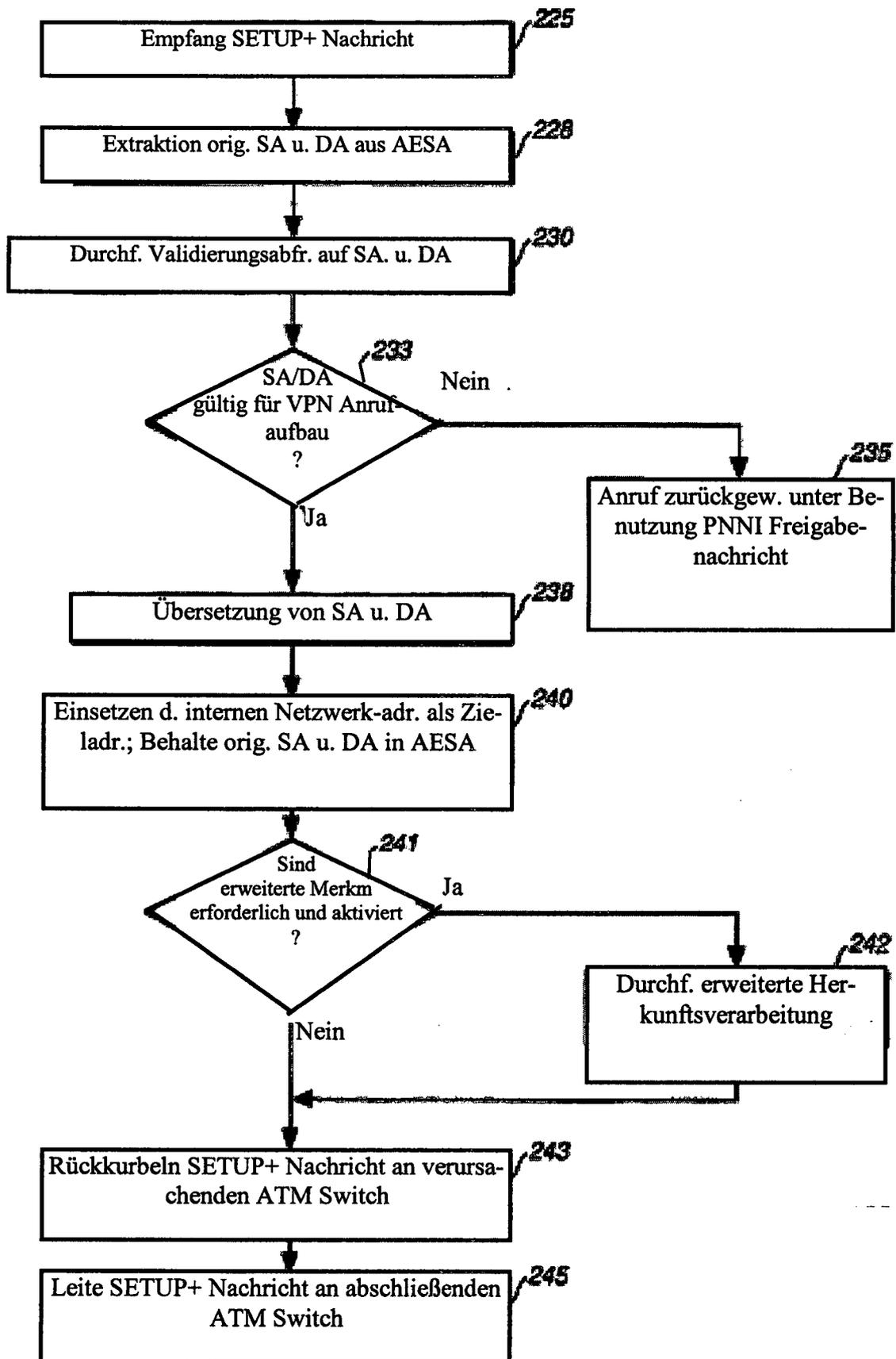


FIG. 4b

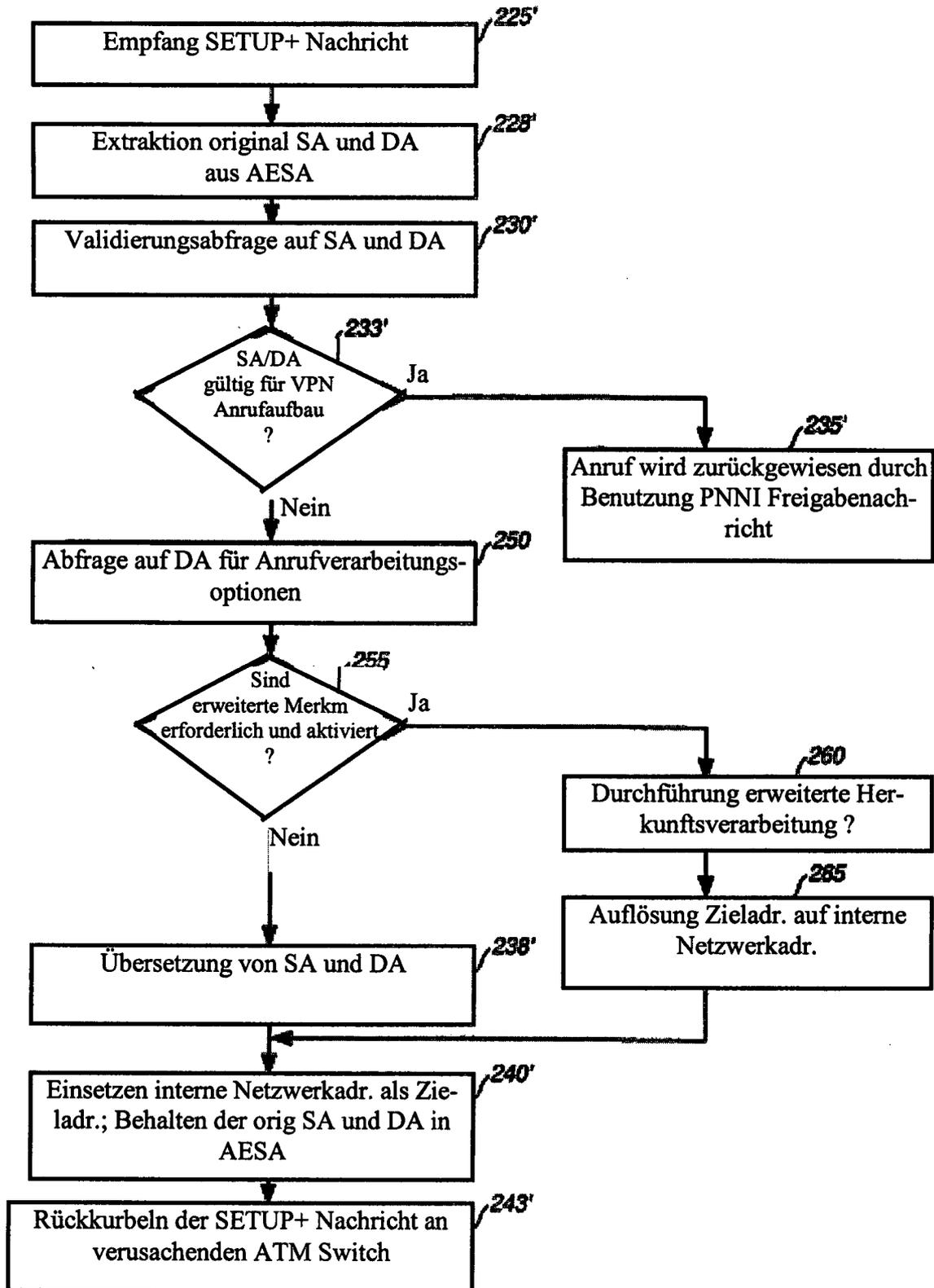
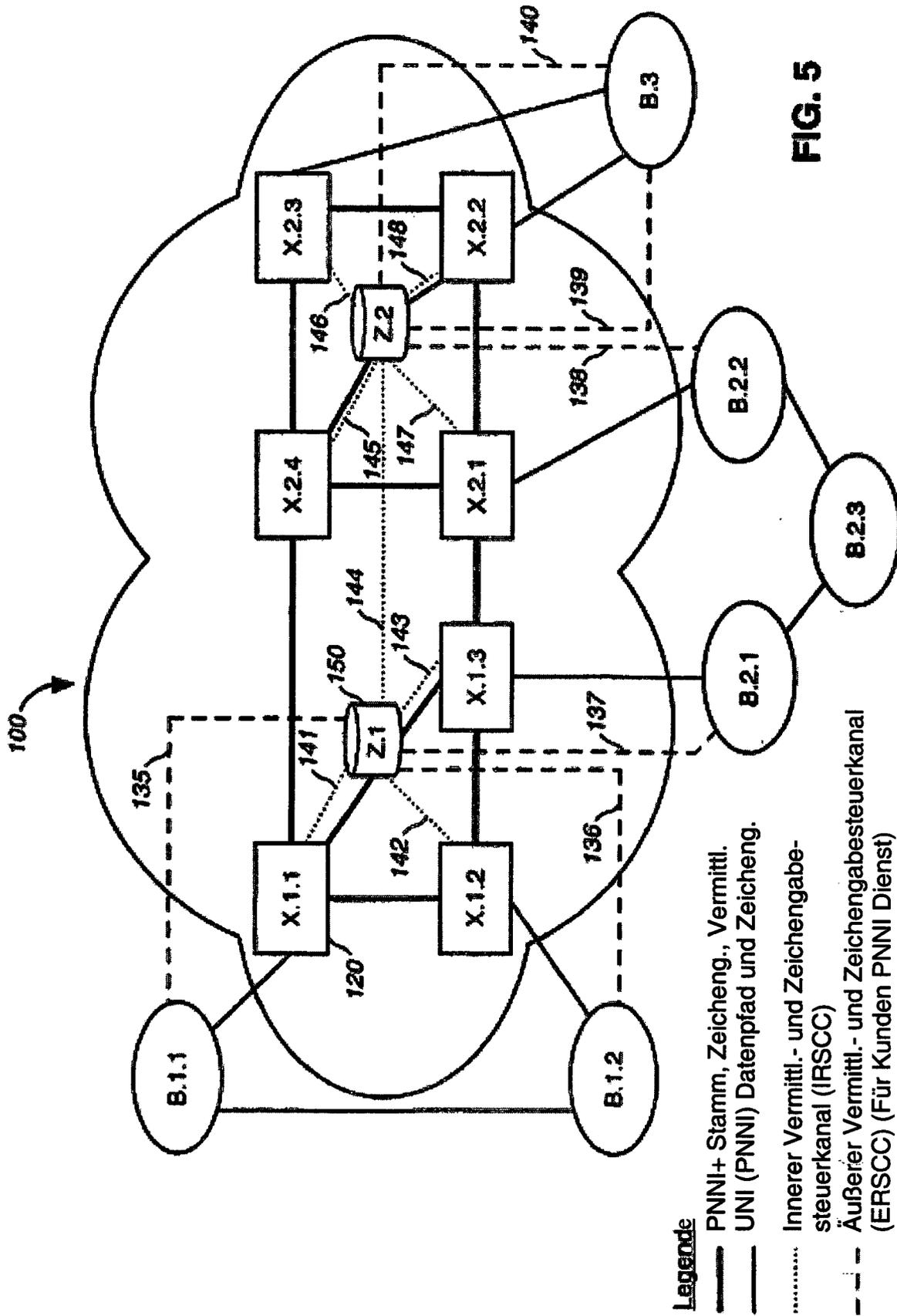


FIG. 4c



**FIG. 5**

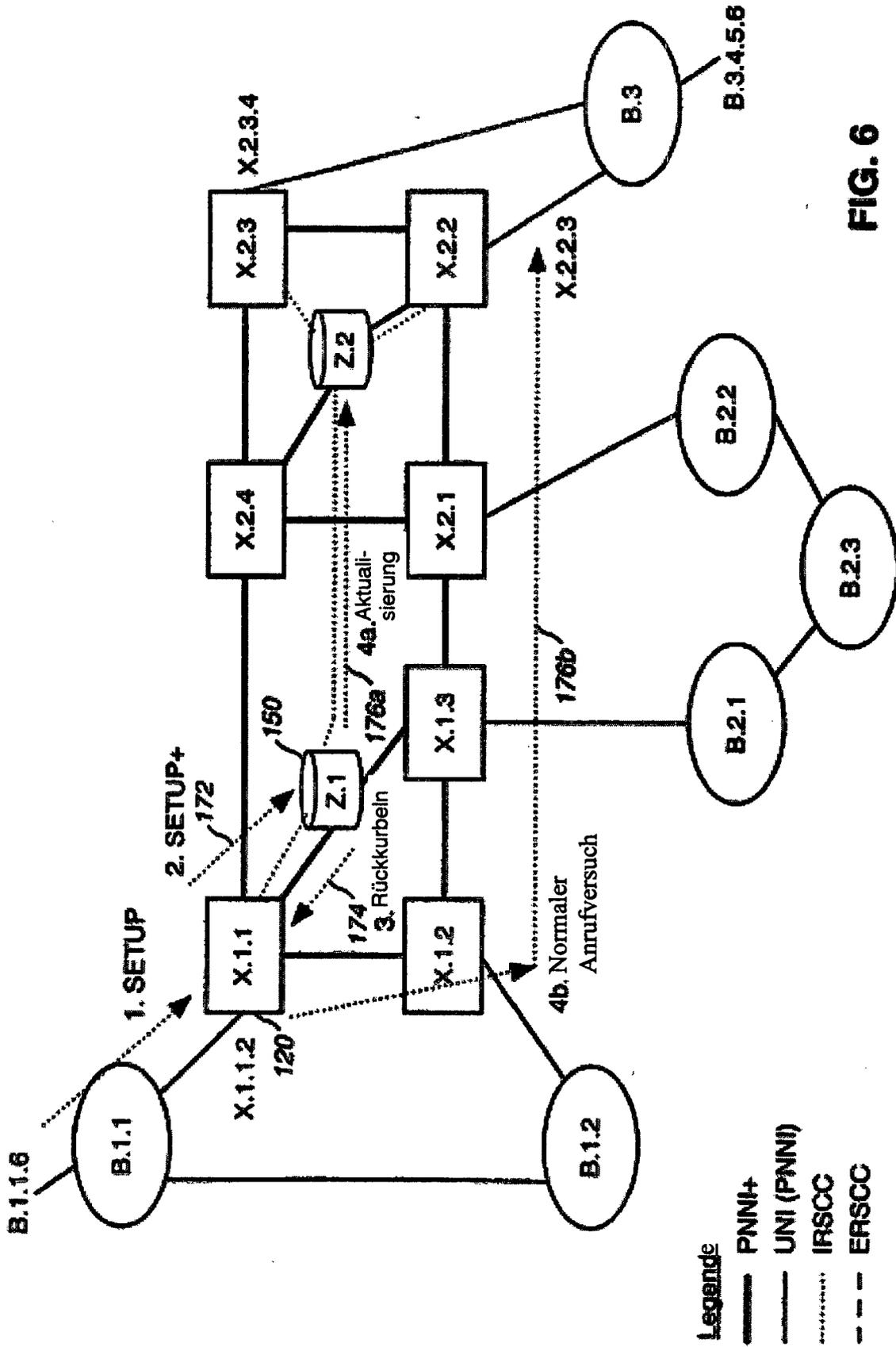


FIG. 6

