



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 33 497 T2** 2006.11.09

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 021 890 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 33 497.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/19303**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 946 081.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/014899**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.09.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **25.03.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.07.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.02.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.11.2006**

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

H04J 3/16 (2006.01)

H04J 3/17 (2006.01)

H04L 12/56 (2006.01)

H04Q 11/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

59245 **18.09.1997** **US**

74364 **07.05.1998** **US**

(73) Patentinhaber:

**Ascend Communications, Inc., Westford, Mass.,
US**

(74) Vertreter:

CBDL Patentanwälte, 47051 Duisburg

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**PUNTAMBEKAR, S., Arvind, Westford, MA 01886,
US; SHELLY, Sushil, Shrewsbury, MA 01545, US**

(54) Bezeichnung: **ZUSAMMENFÜGEN VON VIRTUELLEN PFADEN IN EINEM MEHRPUNKT-ZU-PUNKT-NETZ-
WERK-TUNNEL-PROTOKOLL**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft den Bereich der Computernetzwerke und spezieller Netzwerke mit asynchronem Übermittlungsmodus (ATM-Schaltern), welche zum Übertragen eines verbindungslosen Datenverkehrs, wie Datenverkehr, der von Internetprotokollpaketen (IP-Paketen) getragen wird, ein verbindungs-basiertes Mehrpunkt-zu-Punkt-Tunnel-Protokoll nutzen.

[0002] US-Patent 5,428,608 offenbart ein Telekommunikationsschaltssystem, das eine Mehrzahl von Schaltmodulen umfaßt. Es werden Pulsmodulationssignalströme in Zellen im asynchronen Übermittlungsmodus (ATM-Zellen) zum Schalten und Übertragen durch das Telekommunikationsnetzwerke hindurch umgewandelt. Das Netzwerk verwendet nicht nur ATM-Signale als Breitbandmittel zum Transport von PCM-Signalen und zum Schalten verschiedener PCM-Ströme zu verschiedenen Zielpunkten durch Verwendung einer ATM-Switch-Fabric genutzt, welche verschiedene Zellen zu verschiedenen ATM-Zielpunkten schalten kann, aber auch Einrichtungen zum Schalten verschiedener PCM-Abtastungen innerhalb einer ATM-Zelle zu anderen ATM-Zellen umfaßt.

[0003] Viele Computernetzwerke nutzen verbindungslose Protokolle zum Übertragen von Daten zwischen Knotenpunkten. Bei einem verbindungslosen Protokoll werden Daten als Reihe von einem oder von mehreren Datagrammen übertragen, die jeweils entlang einem Netzwerksegment übermittelt werden, wenn keine Datagramme höherer Priorität auf dem Segment übertragen werden. Ein wohlbekanntes Beispiel für ein solches verbindungsloses Protokoll ist das Internet-Protokoll (IP). IP-Datagramme oder Pakete werden durch als Router bekannte Vorrichtungen weitergeleitet, welche das Netzwerksegment festlegen, auf welchem das Paket basierend auf einer Zielpunktadresse weiterzuleiten ist, und welche dann das Paket über das jeweilige Netzwerksegment weiterleiten.

[0004] Verbindungslose Protokolle unterscheiden sich von verbindungsorientierten Protokollen, in welchen der Datenverkehr über vorher aufgebaute Verbindungen zwischen Sende- und Empfangsknoten ganz wie ein Telefonanruf gesendet wird. Beispielsweise können Datagramme verlorengehen oder in einem fehleranfälligen oder überlasteten Netzwerk eine umfangreiche Verzögerung erleiden. Eine Verzögerungsquelle ist, daß das Routen des Datagramms dynamisch ermittelt und ausgeführt werden muß. In einem verbindungsorientierten Netzwerk wird der Verkehr entlang eines vorher festgelegten und zugewiesenen Weges geleitet, und daher das Routen in einem verbindungsorientierten Netzwerk im allgemeinen einfacher umzusetzen und ermöglicht das Weiterleiten von Paketen mit höherer Geschwindigkeit.

[0005] Verbindungsorientierte Datenprotokolle ähneln stärker Protokollen, wie sie bei standardmäßiger Audiotelefonie verwendet werden, und unterstützen auch besser Streaming-Übertragungen wie Digitalvideo. Da der Bedarf an Übertragungen von Sprache, Video und Daten über ein gemeinsames Netzwerk zugenommen hat, besteht mithin eine Tendenz in Richtung zur stärkeren Verwendung von verbindungsorientierten Protokollen. Der asynchrone Übermittlungsmodus (ATM) ist ein Beispiel für ein verbindungsorientiertes Protokoll, welches verstärkte Verwendung findet. Tatsächlich ist die Verwendung von ATM-Schaltern in dem Kernstück des öffentlichen Datenkommunikationsnetzwerkes üblicher geworden, und daher ist das ATM-Protokoll zu einem wichtigen Industriestandard-Protokoll geworden.

[0006] Verbindungsorientierte Netzwerke wie ATM-Netzwerke nutzen zum Leiten des Verkehrs eher Schalter als Router. Vor dem Beginn der Datenübertragung werden Verbindungen durch einen Schalter aufgebaut; die Verbindungen entsprechen einem Pfad durch mehrere Schalterelemente hindurch, welche Quell- und Zielknoten verknüpfen. Sobald ein Pfad aufgebaut ist, bleibt er an Ort und Stelle, bis er spezifisch abgebaut wird, ganz gleich, ob zu einem gegebenen Zeitpunkt ein Datenverkehr übertragen wird. Manche Verbindungen können langlebig sein; tatsächlich gibt es in manchen Netzwerken den Begriff eines "dauerhaften" Pfades, der beispielsweise dem Befördern großer Verkehrsvolumen zwischen festgelegten Orten gewidmet ist.

[0007] Verbindungsorientierte Netzwerk müssen einige Mittel benutzen, um Verbindungen zu identifizieren, über welche Daten weiterzuleiten sind. ATM arbeitet mit einer zweistufigen Schalttechnik, die zwei getrennte Verbindungskennungen verwendet. Eine ATM-Datenzelle umfaßt eine virtuelle Pfadkennung (VPI) mit 8-Bit sowie eine virtuelle Kanalkennung (VCI) mit 16 Bit. Diese Technik erlaubt Netzwerkelemente, wie Schalter, um Schaltentscheidungen treffen, die entweder auf der VPI oder der VCI beruhen. Obwohl andere Anordnungen möglich sind, setzen Netzwerke gewöhnlich "VPI-Schaltung" ein, wobei VCIs eine einzelne Verbindung zwischen einer Quelle und einem Zielpunkt über einen verbindungsleitungsartigen Pfad identifizieren, der zahlrei-

che Verbindungen trägt, und die VPIs werden zur Identifizierung virtueller Pfade in dem Netzwerk verwendet. An einem gegebenen physischen Anschluß eines Netzwerkelementes, wie einem Schalter, können viele virtuelle Pfade eingesetzt werden.

[0008] In einem großen Netzwerk, welches ein ATM-Kernnetzwerk enthält, erfordert die Begrenzung von 8 Bit am VPI-Platz (d.h. 256 Pfade), daß der Platz gut verwaltet wird, um die Anzahl der verwendbaren Pfade zu maximieren. Beispielsweise könnte es sich ein großes Netzwerk nicht leisten, einige VPI-Bits für eine gesonderte Signalisierungsfunktion zu reservieren, unter Zuordnung nur der verbleibenden Bits zur Erkennung virtueller Pfade, denn eine solche Zuordnung würde zu allzu wenigen zuweisbaren virtuellen Pfaden führen. Daher besteht allgemeiner Bedarf, verhältnismäßig kleine Verbindungskennungsräume wie den VPI-Raum in einem Netzwerk mit Hilfe des ATM-Protokolls zu verwalten.

[0009] Bisherige Schalter verwendeten ein verbindungsorientiertes Protokoll wie ATM an Inter-Switch-Trunks (Amtsverbindungsleitungen, IST), welche einen Amtsverbindungs-Datenverkehr von hohem Volumen führen. An dem einen Ende einer solchen Trunks bzw. Verbindungsleitungen konzentriert ein Schalter den an mehreren Eingangsanschlüssen in der Verbindungsleitung entstehenden Datenverkehr, während ein Schalter an dem anderen Ende den Verkehr zur Verteilung an seine Ausgangsanschlüsse demultiplexiert. Die Schalter wiesen Schnittstellen zu zellenbasierten Unternetzwerken wie ATM und auch Schnittstellen zu rahmen- oder paketbasierten Unternetzwerken auf, wobei ein Beispiel für ein Paketunternetzwerk das oben erwähnte Internet-Protokollnetzwerk (IP) ist. Daher sind die Schalter darauf ausgelegt, sowohl verbindungsorientierten als auch verbindungslosen Datenverkehr über die verbindungsorientierten Inter-Switch-Trunks weiterzuleiten.

[0010] Der Strom des verbindungslosen Datenverkehrs in dem verbindungsorientierten Inter-Switch-Unternetzwerk ist als "Tunneln" bekannt. Zellen, die an einem Zwischenschalter entlang eines Inter-Switch-Pfades eintreffen, werden einfach von einem eingehenden virtuellen Pfad auf einen entsprechenden abgehenden virtuellen Pfad geschaltet, wobei die Korrespondenz vorher durch einen gesonderten Verbindungsaufbauenden Vorgang etabliert wurde. Dieser Vorgang steht dem Vorgang in einem Satz von miteinander verbundenen Routern entgegen, bei welchem jeder Router eine Adresse oder eine andere routenbezogene Information in einem ankommenden Paket prüfen, den nächsten Sprung für das Paket festlegen und dann das Paket über den nächsten Sprung befördern muß. Schalter, die mit Tunneln arbeiten, behalten auch eine routerartige Funktionsfähigkeit, da diese Funktionsfähigkeit zum Aufbauen virtueller Pfade zum Zeitpunkt des Aufbaus der Verbindung vonnöten ist. Jedoch wird die Routing-Funktion normalerweise zum Zeitpunkt der Datenübertragung umgangen.

[0011] Eine spezielle Tunnel-Technik ist als Mehrpunkt-zu-Punkt-Tunneln oder MPT bekannt. Jeder Schalter in einer MPT-Umgebung ist die "Wurzel" für einen Satz von konvergierenden Pfaden, die von den anderen Schaltern ausgehen, die als Blätter" bekannt sind. Wenn ein Schalter ein Datagramm an einem Anschluß empfängt, legt er fest, welcher Schalter mit dem Unternetzwerk, das den Zielknoten enthält, darin verbunden wird, und leitet dann das Datagramm als Gruppe von Zellen auf dem MPT-Pfad weiter, für welchen der Zielschalter die Wurzel ist. Zwischenschalter schalten die Zellen gemäß der vorher festgelegten MPT-Pfad-Definition einfach von einem eingehenden Anschluß auf einen abgehenden Anschluß. Der Zielschalter sammelt die Zellen, rekonstruiert das Datagramm, legt fest, mit welchem Ausgangsanschluß das Unternetzwerk mit dem Zielknoten darin zu verbinden ist, und sendet das Datagramm über diesen Anschluß.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Netzwerk von Schaltern offenbart, in welchem die Schalter einen verbindungslosen Datenverkehr, beispielsweise IP-Pakete, zwischen Unternetzwerken, über ein verbindungs-basiertes Netzwerkprotokoll senden und das in einer Weise tun, die die Verwendung von Netzwerkverbindungskennungen effizient macht.

[0013] Bei dem offenbarten Netzwerkbetriebsverfahren gemäß Anspruch 1 wird ein Mehrpunkt-zu-Punkt-Verkehr (MPT), welcher für einen Schalter bestimmt ist, zu einem einzigen virtuellen Pfad gemischt, und daher wird nur eine VPI verwendet, selbst wenn der Verkehr von einem beliebigen von einer Anzahl von Quellschaltern stammen kann. Wenn eine Verbindung mit einem Zielschalter über eine Verbindungsleitung aufgebaut wird, bestimmt der Wurzelschalter zuerst, ob eine Verbindung zu etwaigen, über die Verbindungsleitung erreichbaren Schaltern bereits besteht. Wenn nicht, dann ordnet der Schalter eine bisher nicht zugeordnete VPI zu, die mit der neuen Verbindung zu verwenden ist. Dann signalisiert der Schalter die mit der neuen Verbindung zu verwendende VPI an den Zielschalter. Die signalisierte VPI ist die VPI der bestehenden Verbindung, falls vorhanden, oder ansonsten die zugeordnete VPI. Daher wird dort, wo möglich, der MPT-Datenver-

kehr von mehreren Blattschaltern zu einem virtuellen Pfad zusammengefügt, wodurch in dem Netzwerk weniger VPIs zugeordnet werden, als ansonsten auftreten würden.

[0014] Bei einer anderen Methode, die mit dem oben beschriebenen Zusammenfügeverfahren verwendet wird, wird ein Bereich von VPIs an Verbindungsleitungen zugeordnet, die mit dem ATM-Kernnetzwerk verbunden sind. Ein mit der Verbindungsleitung verbundener Schalter ordnet diese VPIs nur für MPT-Verbindungen sich selbst oder vorgeordneten Schaltern zu, d.h. Schaltern, die nur durch den eine VPI zuordnenden Schalter zu dem Kernnetzwerk gelangen können. Diese Technik stellt sicher, daß vorgeordnete Schalter trotz des beschränkten VPI-Platz MPTs in dem Kernnetzwerk aufbauen können.

[0015] Weitere Aspekte, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind in der folgenden ausführlichen Beschreibung offenbart.

KURZE BESCHREIBUNG DER MEHREREN ANSICHTEN DER ZEICHNUNG

[0016] [Fig. 1](#) ist ein Blockschaltbild eines Netzwerks, welches die Prinzipien der vorliegenden Erfindung verkörpert.

[0017] [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung einer Datenzelle, die in dem Netzwerk gemäß [Fig. 1](#) verwendet wird;

[0018] [Fig. 3](#) ist eine schematische Darstellung eines virtuellen Kanal-Kennnungsfeldes (VCI-Feldes), welches ein Teil der Datenzelle gemäß [Fig. 2](#) ist;

[0019] [Fig. 4](#) ist ein Blockschaltbild des Netzwerks gemäß [Fig. 1](#), welches Beziehungen unter den Schaltern bei einem darin aufgebauten ersten Mehrpunkt-zu-Punkt-Tunnel (MPT) zeigt;

[0020] die [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) sind schematische Darstellungen, welche verschiedene Datenstrukturen und deren Beziehungen in den Schaltern gemäß [Fig. 1](#) darstellen, nachdem der erste MPT aufgebaut ist;

[0021] [Fig. 9](#) ist ein Blockschaltbild des Netzwerks gemäß [Fig. 1](#), welches Beziehungen unter den Schaltern bei einem darin aufgebauten zweiten MPT zeigt; und

[0022] die [Fig. 10](#) bis [Fig. 13](#) sind schematische Darstellungen, welche Datenstrukturen und deren Beziehungen in den Schaltern gemäß [Fig. 1](#) darstellen, nachdem der erste wie auch der zweite MPT aufgebaut sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0023] [Fig. 1](#) zeigt ein Netzwerk, in welchem vier Netzwerkschalter S10, S11, S20 und S21 durch die Verbindungsleitungen T10, T11, T20 und T21 miteinander verbunden sind. Jeder Schalter enthält einen Schalterprozessor SP und verschiedene Schnittstellenbaugruppen. Jede Schnittstellenbaugruppe ist mit einem anderen Unternetzwerk verbunden, und für Verbindungen mit verschiedenen Arten von Unternetzwerken werden verschiedene Baugruppenarten verwendet. Beispielsweise umfaßt der Schalter S10 zwei Rahmenbaugruppen und zwei Zellenbaugruppen. Die eine Rahmenbaugruppe ist an dem Frame-Relay-Unternetzwerk (FR SN) angeschlossen, die andere ist an ein Paket-basiertes Unternetzwerk (PACKET SN), beispielsweise einem Internet-Protokoll-Unternetzwerk (IP), angeschlossen. Eine von den Zellenbaugruppen ist mit einem aus Zellen bestehenden Unternetzwerk (CELL SN), beispielsweise einer asynchronen Übermittlungssystem (ATM) verbunden. Die anderen Schalter in [Fig. 1](#) sind mit ähnlichen Konfigurationen gezeigt.

[0024] Netzwerkknoten, die an mit einem gemeinsamen Schalter verbundenen Unternetzwerken angeschlossen sind, kommunizieren miteinander über lokale Verbindungen, die zwischen Schnittstellenbaugruppen in dem Schalter hergestellt wurden; Knoten, die an mit verschiedenen Schaltern verbundenen Unternetzwerken angeschlossen sind, kommunizieren miteinander über Verbindungen, die in jedem Schalter hergestellt sind und über die Verbindungsleitung oder die Verbindungsleitungen, welche die Endschalter verbinden, einen Pfad unter den Unternetzwerken anlegen.

[0025] Die Verbindung zwischen den Schaltern S10 und S11 über die Verbindungsleitung T11 ist eine Direktverbindung so wie die Verbindung zwischen den Schaltern S20 und S21 über die Verbindungsleitung T21. Die Verbindung zwischen den Schaltern S10 und S20 erfolgt jedoch durch ein ATM-Kernnetzwerk **10**. Diese Verbindung umfaßt drei Nebenverbindungen, die in [Fig. 1](#) als Verbindungsleitung T10 und Verbindungsleitung **20**

und permanenter virtueller Pfad (PVP) gezeigt sind. Verbindungsleitung T10 verbindet den Schalter S10 an einem ersten Kernnetzwerk-Zugangspunkt **30** dem einen Ende der PVP-Verbindungsleitung **20**, und Verbindungsleitung T20 verbindet den Schalter S20 an einem zweiten Kernnetzwerk-Zugangspunkt **31** mit dem anderen Ende der PVP-Verbindungsleitung. Die Zugangspunkte **30**, **31** sind beispielsweise Benutzeranschlüsse von in dem Kernnetzwerk **10** verwendeten ATM-Schaltern. Die PVP-Verbindungsleitung **20** bildet eine Verbindung über das ATM-Kernnetzwerk **10** zwischen den beiden Netzwerkzugangspunkten **30** und **31** und vervollständigt mithin die Verbindung zwischen den Schaltern S10 und S20.

[0026] Die PVP-Verbindungsleitung **20** ist ein Satz von einem oder von mehreren PVPs, welche durch einen Systemverwalter administrativ zur Verwendung des MPTs durch die Schalter S10, S11, S20 und S21 vorbe-schaltet wurden. Die PVPs werden in der im folgenden ausführlicher beschriebenen Weise an jedem Zugangs-punkt durch einen entsprechenden Bereich von VPIs identifiziert. Die Größe des Bereiches von VPIs an jedem Zugangspunkt ist die gleiche; jedoch ist der Ausgangspunkt des Bereiches im allgemeinen unterschiedlich. Beispielsweise können die PVPs an dem Zugangspunkt **30** durch VPIs 10–19 und an dem Zugangspunkt **31** durch VPIs 20–29 identifiziert werden. Die Schalter S10 und S11 werden über die beginnenden und die enden-den VPIs informiert, welche den Bereich von VPIs zusammenfassen, welche einen PVP bezeichnen, wenn das Netzwerk vor dem Aufbauen einer Verbindung durch das Kernnetzwerk **10** initialisiert wird.

[0027] Das Kernnetzwerk **10** nimmt die erforderliche Verwaltung, um solche Zellen, die am Zugangspunkt **31** ankommen und ein VPI haben, zu dem Zugangspunkt **30** zu schalten, und auch die VPI durch die entspre-chende VPI zu ersetzen, welche die Verbindung an dem Zugangspunkt **30** identifiziert, wenn die Zellen das Kernnetzwerk verlassen. Das Kernnetzwerk **10** enthält im wesentlichen zahlreiche andere Verbindungen unter anderen (in [Fig. 1](#) nicht gezeigten) Zugangspunktpaaren. Manche von diesen können auch vorbe-schaltete PVP-Verbindungsleitungen zur Verwendung durch (nicht gezeigte) andere Schalter sein, welche in der hier of-fenbarten Weise funktionieren; andere werden jedoch auf Anforderung in der üblichen Weise für ein ATM-Netz angelegt und beendet.

[0028] Die Verbindungen zu einer Zellenbaugruppe führen Netzwerkverkehr in Dateneinheiten fester Länge, die als "Zellen" bekannt sind wie ATM-Zellen. Die Verbindungen zu einer Rahmenbaugruppe führen Netzwerk-verkehr in Dateneinheiten variabler Länge, die "Rahmen" genannt werden. Der hier verwendete Begriff "Rah-men" umfaßt das, was gewöhnlich als Paket bekannt ist. Daher stellen die Rahmenbaugruppen eine Schnitt-stelle her, unter anderem zu Internet-Protokoll-Routern (IP-Routern), welche mit Hilfe von IP-Paketen Daten und Meldungen austauschen.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt den allgemeinen Aufbau einer ATM-Zelle. Diese umfaßt einen 5-Byte-Anfangsblock und 48-Byte-Nutzdaten, Der Anfangsblock umfaßt die 8 Bit umfassende VPI **32**, die 16 Bit umfassende VCI **33** und andere Anfangsblockfelder **34**. Die Nutzdaten sind als eine Reihe von Datenbytes **35** gezeigt. Das VPI-Feld **32** und das VCI-Feld **33** zusammen erkennen eindeutig eine Verbindung. In dem System gemäß [Fig. 1](#) nutzen die Schalter S10, S11, S20 und S21 und das Kernnetzwerk **10** die VPI-Schaltungen, so daß Schaltentschei-dungen in Bezug auf das VPI-Feld **32** und nicht auf das VCI-Feld **33** getroffen werden. Das VCI-Feld **33** beför-dert Informationen zwischen Quellen- und Zielschaltern und wird daher weder von dem Kernnetzwerk **10** noch von etwaigen als Zwischen- oder Weiterschalter wirkenden Schaltern gestört.

[0030] [Fig. 3](#) zeigt die Struktur des VCI-Feldes **33**, wie es in dem System gemäß [Fig. 1](#) verwendet wird. Das VCI-Feld **33** umfaßt ein Kennungsfeld **36** (FE ID) einer Weiterleitungsmaschine von 5 Bit und ein Rekonstruk-tionskennungsfeld **37** (RE ID) von 11 Bit. Die Verwendung dieser Felder ist im Folgenden ausführlicher be-schrieben.

MPT-Aufbau

[0031] Im Folgenden ist ein Verfahren beschrieben, mit welchem MPTs aufgebaut werden. Zu dem Verfahren gehört die Funktionalität in einem in dem Netzwerk gemäß [Fig. 1](#) verwendeten Verkehrslenkungsprogramm bzw. Routingprogramm, welches als Open Shortest Path First (OSPF) bekannt ist. Das OSPF ist für die Kennt-nis zuständig, ob und wie Netzwerkelemente einschließlich der in [Fig. 1](#) gezeigten Schalter und Unternetzwerke miteinander verbunden werden. Diese Funktionalität ist weitgehend herkömmlich und ist mithin hier nicht beschrieben. Erweiterungen für das OSPF, die zur Unterstützung des offenbarten Verfahrens benötigt werden, sind angemerkt, wo die angebracht ist.

[0032] [Fig. 4](#) zeigt einen ersten MPT, der im Folgenden als MPT(1) bezeichnet ist, und über welchen der Schalter S10 Daten von den anderen Schaltern S11, S20 und S21 empfängt. Der MPT(1) umfaßt eine Gruppe

von unidirektionalen virtuellen Pfaden in jeder der Verbindungsleitungen T11, T10, T20 und T21 sowie in der PVP-Verbindungsleitung 20. Diese Pfade sind durch die Pfeilspitzen in den Verbindungsleitungen gemäß [Fig. 4](#) angezeigt. Bei dem MPT(1) ist der Schalter S10 ein "Wurzelschalter", und die anderen drei Schalter sind "Blattschalter". Der Schalter S20 ist auch als "Weiterschalter" bezeichnet, da er die Funktion des Weitersendens von Zellen von dem Blattschalter S21 in Richtung zu dem Wurzelschalter S10 erfüllt. Der MPT(1) wird von dem Schalter S10 aufgebaut, indem dieser in einer im Folgenden beschriebenen Weise eine MPT-Signalisierung verwendet.

[0033] In der folgenden Beschreibung werden die Begriffe "vorgeordnet" und "nachgeordnet" folgendermaßen zur Bezeichnung einer Richtung in einem MPT verwendet: "Vorgeordnet" bedeutet "in Richtung zum Wurzelschalter", und "nachgeordnet" bedeutet "von dem Wurzelschalter weg". Ebenso werden die Begriffe "Eingang" und "Ausgang" zur Bezeichnung für die Zellenbaugruppen an jedem Ende einer Verbindungsleitung in Bezug auf einen speziellen MPT verwendet. Als "Ausgangsgruppe" wird die Zellenbaugruppe bezeichnet, welche Datenzellen vorgeordnet in der Verbindungsleitung sendet, und als "Eingangsgruppe" wird die Zellenbaugruppe bezeichnet, welche Datenzellen empfängt, die eine Ausgangszellenbaugruppe gesendet hat. Man beachte, daß diese Definition nur für die Richtung des DATEN-Stroms für einen speziellen MPT gilt. Die Signalisierungsrichtung ist irrelevant, und ebenso, daß eine Zellenbaugruppe der einen Art in Bezug auf einen gegebenen MPT auch eine Zellenbaugruppe der anderen Art in Bezug auf einen anderen MPT sein kann.

[0034] Die Schalter gemäß [Fig. 1](#) nutzen eine Datenstruktur, die in Zusammenhang mit dem hier offenbarten Verfahren als VC-Eingangsdatenstruktur bekannt ist. Diese Datenstruktur ist eine große Sammlung virtueller Kanaleingänge (VC-Eingänge). Jeder VC-Eingang umfaßt eines oder mehrere Felder, welches die Eingänge abhängig von den Funktionen, für welche die VC-Eingänge verwendet wird, als bestimmte Art identifiziert/identifizieren. Die Arten sind im Folgenden ausführlicher vorgestellt und beschrieben. Bei der dargestellten Ausführungsform sind 2048 VC-Eingänge zur Verwendung mit dem MPT zugeordnet. Andere VC-Eingänge, die hier nicht erläutert sind, können in den Schaltern gemäß [Fig. 1](#) zu anderen Zwecken verwendet werden.

[0035] Es werden folgende Arten von VC-Eingängen verwendet:

Bez.	Name	Ort
R	Wurzel	SP von Wurzelschalter
D	Vorgabeverbindung	Zellen- & Rahmenbaugruppen von Wurzelschalter
V	VP-Endpunkt	Verbindungsleitungsanschluss von Wurzelschalter
L	Blatt	SP von Blattschalter
P	Mutter	Vorgeordneter Verbindungsleitungsanschluss an Wurzelschalter
C	Tochter	Nachgeordneter Verbindungsleitungsanschluss an Wurzelschalter
F	FE-Bereich	SP von Blattschalter
RI	Rekonstruktionskennung	Rahmenbaugruppe von Wurzelschalter

[0036] Neben der VC-Eingabedatenstruktur wird eine andere Datenstruktur mit der Bezeichnung "InCircuit" verwendet. Diese Struktur ist in den Figuren als IN gezeigt; sie wird an den Rahmenbaugruppen von Blattschaltern verwendet. Jede InCircuit weist einen Bereich von diesem zugeordneten 32 Verbindungskennungen auf, die zur Darstellung eines VPI-/VCI-Paars in einem internen Pfad durch einen Schaltstreifen innerhalb eines Schalters hindurch verwendet werden.

[0037] Im Folgenden wird das Verfahren, mit dem der Schalter S10 den MPT(1) aufbaut, in Verbindung mit den [Fig. 4](#) bis [Fig. 8](#) beschrieben. Es wird angenommen, daß der Schalter 10 mit den Schaltern S11, S20 und S21 in dieser Reihenfolge verbindet. Als erstes stellt der Schalter S10 fest, ob ein MPT zu dem Schalter S11 vorhanden ist. Das MPT-System verfolgt die MPTs, wenn diese angelegt werden, und ist mithin zu jedem gegebenen Zeitpunkt im Bilde, ob ein MPT zu einem gegebenen Schalter besteht. In diesem Fall wird angenommen, daß bisher kein MPT besteht. Daher ordnet der SP in dem Schalter S10 eine VC-Wurzeleingabe R zu

und ordnet dann eine Rekonstruktionskennung (RE ID) von 11 Bit zu. Die VC-Wurzeleingabe R bezeichnet den Endpunkt für Zellen, die in dem zu schaffenden MPT übertragen werden. Die RE ID wird von jeder Rahmenbaugruppe in dem Schalter S10 zur späteren Verwendung gespeichert und ist auch in einer von dem Schalter S10 erstellten Abrufmeldung enthalten, die an den Schalter S11 zu adressieren und zu senden ist.

[0038] Die Eingabezellenbaugruppe **50** an dem Schalter S10 ordnet eine erste VP-Endpunkt-VC-Eingabe (V) **52** zu, welcher ein VPI zugeordnet ist, der zur Verwendung durch den MPT vorbehalten ist. Dieser VPI soll in das VPI-Feld **32** sämtlicher Datenzellen aufgenommen werden, die zum Schalten des Schalters S10 durch den Schalter S11 zur Erkennung von MPT(1) gesendet werden. Die Eingabezellenbaugruppe **50** gibt diese VPI als Datenfeld in die Abrufmeldung ein und sendet die Meldung über die Verbindungsleitung T11 zu dem Schalter S11. Die Abrufmeldung wird als Gruppe von Zellen gesendet, die jeweils einen vorgegebenen Wert in dem VPI-Feld **32** nutzen, der für die Signalisierung vorbehalten ist.

[0039] Die Ausgangszellenbaugruppe **60** an dem Schalter S11 erkennt die signalisierende VPI und rekonstruiert die Meldung. Beim Erkennen der die Meldung als den ersten Abruf, der an dem Anschluß für die Verbindungsleitung T11 empfangen wird, erstellt die Ausgangszellenbaugruppe eine CV-Mutter-Eingabe (P) **52**, die zur Abwicklung des nachfolgenden MPT-Datenverkehrs verwendet wird. Die Zellenbaugruppe stellt auch fest, daß das Ziel der Abrufmeldung der Schalter S11 ist, und leitet mithin den Abruf an den SP weiter. Der SP ordnet eine Blatt-VC-Eingabe (L) **64** zu, welcher eine FE-VC-Verbandeingabe (F) **66** zugeordnet ist. Die FE-VC-Verbandeingabe **66** erkennt "Weiterleitungsmaschinen" (FEs), die auf dem Blattschalter sitzen (in den Figuren nicht gezeigt). Eine FE ist ein unabhängiges Steuerelement an einer Rahmenbaugruppe, welches für die Rahmen-MPT-Schnittstelle zuständig ist. An einem Ausgangsschalter handhabt eine FE die Rahmen-Zellen-Wandlung und initiiert das Senden von Zellen auf einem MPT; ein Eingangsschalter empfängt eine FE Zellen von einem MPT und handhabt die Zellen-Rahmen-Wandlung und die Abgabe von Rahmen an das richtige Unternetzwerk. Bei einer Ausführungsform können bis zu sechzehn Rahmenbaugruppen in einem Schalter und bis zu zwei FEs an einer Rahmenbaugruppe vorhanden sein. Daher erkennen die 5 Bit in dem FE-ID-Feld **36** eindeutig eine von möglichen 32 FEs an dem Zielschalter.

[0040] Zu dem gleichen Zeitpunkt, zu dem die VC-Blatteingabe **64** zugeordnet wird, wird dem Routing-Programm OSPF mitgeteilt, daß der Blattschalter als Blatt eines MPTs hinzugefügt wird. Das OSPF speichert die Information, die Zielrouting-Adressen der MPT zuordnen, zur Verwendung in einer im Folgenden beschriebenen Weise.

[0041] Nachdem sich der Schalter S11 selbst als Blattschalter an dem MPT(1) aufgebaut hat, sendet er an den Schalter S10 eine Meldung CONFIRM zurück, welche anzeigt, daß die MPT(1)-Verbindung aufgebaut ist, und fügt eine Bitmap-Grafik ein, die anzeigt, welche FEs an dem Blattschalter S11 vorhanden sind. Der Wurzelschalter S10 spricht an, indem er eine Abrufmeldung an jede FE an dem Schalter S11 ausgibt, von denen jede eine andere RE ID enthält, welche der SP in S10 zugeordnet hat. Durch die VC-Muttereingabe **62** an dem Schalter S11 werden die Abrufe an die Rahmenbaugruppen weitergeleitet, von denen jede durch Zuordnung einer InCircuit-Struktur IN anspricht, in welcher die den Abruf begleitende RE ID gespeichert ist, und dann eine Meldung CONFIRM zurücksendet. Sobald der Wurzelschalter S10 mit jeder FE an dem Schalter S11 verbunden ist, ist der Schalter S11 vollständig als Blattschalter an dem MPT(1) aufgebaut.

[0042] Nachdem sich der Wurzelschalter mithin mit dem Blattschalter S11 verbunden hat, verbindet er sich nunmehr mit dem Schalter S20. Dieser Vorgang weicht etwas von dem oben beschriebenen Vorgang zur Verbindung mit dem Schalter S11 ab, da die Schalter S10 und S20 über das ATM-Kernnetzwerk **10** verbunden werden. In diesem Fall ist wiederum kein MPT an dem Schalter S10 vorhanden. Der SP wird durch eine Konfigurationsinformation davon in Kenntnis gesetzt, daß die Verbindungsleitung T10 eine PVP-Verbindungsleitung ist. Daher ist der VP-Endpunkt VC(V) **54**, der für die Verbindung mit dem Schalter S20 zugeordnet ist, ein Eingang, der einem der vorbeschalteten VPIs zugeordnet ist, welche einen PVP in der PVP-Verbindungsleitung **20** an dem Zugangspunkt **30** erkennen. Durch die von dem Schalter S10 gesendete Abrufmeldung wird diese VPI durch Senden eines Indexwertes mit einem bekannten Verhältnis zu der zugeordneten VPI signalisiert. Dieser Indexwert wird als VPCI für Virtual Path Connection Index bezeichnet. Der VPCI wird verwendet, weil der Schalter S20 in der oben beschriebenen Weise eine andere VPI zur Erkennung einer PVP als der Schalter S10 nutzt. Wichtig ist, daß beide Schalter erfassen, welcher spezieller PVP in der PVP-Verbindungsleitung **20** für den MPT(1) zugeordnet ist; durch Verwendung des VPCI wird eine solche Erfassung möglich. Eine unkomplizierte Methode, um zu dem VPCI zu gelangen, ist das Berechnen der Differenz zwischen der zugeordneten VPI und der Ausgangs-VPI in dem Bereich, der für die PVP-Verbindungsleitung an dem Zugangspunkt **30** vorbeschaltet ist.

[0043] Bei Erhalt der Abrufmeldung ermittelt der Schalter S20 ([Fig. 7](#)) die für den MPT(1) zu verwendende VPI aus dem empfangenen VPCI. Der Schalter S20 kann das tun, weil er durch Konfigurationsinformationen davon in Kenntnis gesetzt ist, daß die Verbindungsleitung T20 eine PVP-Verbindungsleitung ist. Wenn die VPI-Signalisierungstechnik, die oben beschriebene ist, bei welcher der VPCI ein Differenzwert ist, fügt der Schalter S20 den empfangenen VPCI der Ausgangs-VPI in dem Bereich hinzu, der für die PVP-Verbindungsleitung an dem Zugangspunkt **31** vorbeschaltet wurde, um die zuzuordnende VPI zu erhalten.

[0044] Es wird ein Beispiel in der Annahme vorgestellt, daß die VPIs 10–19 an dem Zugangspunkt **30** vorbeschaltet wurden und die VPIs 20–29 an dem Zugangspunkt **31** vorbeschaltet wurden. In der Annahme, daß der Schalter S10 die VPI **10** zuordnet, sendet er deshalb ein VPCI von 0 an den Schalter S20, welcher anzeigt, daß der Schalter S20 die 0-te VPI nach der Ausgangs-VPI (d.h. die Ausgangs-VPI) in dem Bereich zuordnen sollte, der an dem Zugangspunkt **31** vorbeschaltet wurde. Daher ordnet der Schalter S20 die VPI **20** zu MPT(1) zu.

[0045] Sobald die beiden Schalter S10 und S20 wissen, welcher PVP in der PVP-Verbindungsleitung zu verwenden ist, ist der Rest der Verarbeitung zum Aufbauen von S20 und dessen FEs als Blattschalter an dem MPT(1) der gleiche, der oben für den Schalter S11 erläutert wurde. Im Falle des Schalters S20 wird nur eine InCircuit-Struktur (IN) **70** angelegt, da der Schalter nur eine Rahmenbaugruppe aufweist.

[0046] Als nächstes fügt der Schalter S10 dann den Schalter S21 dem MPT(1) hinzu. In diesem Fall ist der MPT(1) bereits an dem Schalter S20 vorhanden. Deshalb wird kein neuer MPT erstellt; statt dessen wird der Vorhandene folgendermaßen erweitert: Der Schalter **10** ordnet eine neue RE ID zu und nimmt sie in eine Abrufmeldung auf, die an den Schalter S21 adressiert wird und die gleiche VPCI wie bei Verwendung beim Aufrufen von S20 umfasst. Die Ausgangszellenbaugruppe **72** an dem Schalter S20 erkennt, daß der Abruf über die Verbindungsleitung T21 weiterzuleiten ist. Der SP an dem Schalter S20 stellt fest, ob ein MPT für den Schalter S21 vorhanden ist. In diesem Fall ist noch kein MPT vorhanden, und deshalb ordnet die Eingangszellenbaugruppe **72** an dem Schalter S20 eine VC-Tochtereingabe (C) **74** zu, welche der vorhandenen VC-Muttereingabe (P) **76** und auch einem in der Verbindungsleitung T21 zu verwendenden VPI zugeordnet ist. Die Eingangszellenbaugruppe **72** modifiziert die Abrufmeldung, um die der VC-Muttereingabe **72** zugeordnete VPI zu signalisieren, und leitet dann die Abrufmeldung unter Verwendung der Signalisierungs-VPI zu dem Schalter S21 weiter. Auf diese Weise wirkt der Schalter S20 als Zwischen- oder Weiterschalter zwischen den Schaltern S10 und S21 für den MPT(1).

[0047] Von dieser Stelle an ist die Signalisierung zwischen dem Schalter S10 und dem Schalter S21 die gleiche wie die zwischen dem Schalter S10 und den anderen beiden Schaltern S11 und S20, wobei die Mutter-Tochter-Verbindung in der Zellenbaugruppe **72** an dem Schalter S20 für die notwendige Brücke zwischen den Verbindungsleitungen T21 und T20 sorgt, und wobei keine weiteren VPIs durch die Zellenbaugruppe **72** in dem Schalter S20 zugeordnet werden. Der für den MPT(1) in der Verbindungsleitung T21 verwendete VPI kann sich von dem in der Verbindungsleitung T20 verwendeten unterscheiden; daher ist die Eingangszellenbaugruppe **72** an dem Schalter S20 dafür zuständig, die notwendige Umsetzung zwischen diesen beiden VPIs aufrechtzuerhalten.

[0048] [Fig. 9](#) stellt einen zweiten MPT (MPT(2)) dar, der von dem Schalter S11 als Wurzelschalter aufgebaut wird. Die Verarbeitung durch S11 zum Aufbauen des MPT(2) erfolgt wie diejenige, die oben für den Schalter S10 beschrieben wurde. In diesem Fall baut der Schalter S11 zuerst den Schalter S10 als Blattschalter auf, baut dann über den Schalter **10** den Schalter S20 auf und baut schließlich über die Schalter S10 und S20 den Schalter S21 auf. Anders als bei dem von dem Schalter S10 genutzten Vorgang ist jedoch S11 nicht zur Verwendung vorbeschalteter PVPs oder der oben beschriebenen Signalisierungstechnik gezwungen, da seine einzige Verbindungsleistung T11 eher direkt als durch das Kernnetzwerk **10** hindurch verläuft.

[0049] Während des Aufbaus des MPT(2) spielt S10 eher die Rolle eines Blatt- und Weiterschalters als jene eines Wurzelschalters. Der Schalter S10 verhält sich als Weiterschalter etwas anders als der Schalter S20, da in diesem Falle die nachgeordnete Verbindungsleitung für den Schalter S10 eine PVP-Verbindungsleitung ist, wohingegen die nachgeordnete Verbindungsleitung MPT(1) für den Schalter S20 die direkte Verbindungsleitung T21 ist. Wenn an dem Schalter S10 der VC-Tochtereingang (C) **100** angelegt wird, ist die zugeordnete VPI eine im Bereich von VPIs, die zur Verwendung durch den Schalter S10 in der PVP-Verbindungsleitung **20** vorbeschaltet sind, und es wird in der gleichen Weise, die oben für MPT(1) beschrieben ist, ein entsprechender VPCI berechnet und an den Schalter S20 signalisiert. Diese Notwendigkeit zur Aktivierung eines mit dem Kernnetzwerk **10** verbundenen Schalters, um als Relais für vorgeordnete Schalter zu wirken, dient tatsächlich dem Zweck, einen Bereich von VPIs an einem Zugangspunkt des Kernnetzwerkes **10** vorzuschal-

ten. Dies garantiert, daß zumindest eine vorgegebene Anzahl von VPIs zur Verwendung durch dem Schalter S10 vorgeordnete Schalter zur Verfügung steht, um deren MPTs aufzubauen.

[0050] Die [Fig. 10](#) bis [Fig. 13](#) zeigen jeweils die Ergebnisse an jedem Schalter S11, S10, S20 und S21 nachdem MPT(2) aufgebaut ist. Es ist zu ersehen, daß der Schalter S11 als Wurzelschalter eine VP-Endpunkteingabe (V) **110**, Vorgabeverbindungen (D) **112** und VC-Rekonstruktionskennungseingaben (RI) **114** aufnimmt. Der Schalter S10 nimmt eine VC-Muttereingabe (P) **102** an der Verbindungsleitung T11, die VC-Tochtereingabe **100** an der Verbindungsleitung T10, eine VC-Blatteingabe (L) **104** und zwei InCircuit-Strukturen (IN) **106** auf. Die Schalter S20 und S21 erfassen eine weitere Gruppe von VC-Eingaben, die genau die gleichen wie für MPT(1) sind.

[0051] In dem Vierschaltersystem, welches in den [Fig. 1](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 9](#) gezeigt ist, würden auch zwei weitere MPTs aufgebaut, je einer für die Schalter S20 und S21. Diese wurden der Einfachheit der Beschreibung halber weggelassen. Diese weiteren MPTs würden in der gleichen Weise wie oben beschrieben für die Schalter S10 und S11 aufgebaut.

[0052] Die in den direkten Verbindungsleitungen T11 und T21 vorhandenen MPTs sind unidirektionale Verbindungen, d.h. jede VPI, die in einer der beiden Verbindungsleitungen verwendet wird, ist einem einzigen MPT und daher dem Datenstrom in nur einer Richtung in der Verbindungsleitung zugeordnet. Durch dieses Merkmal wird die VPI-Zuordnung an direkten Verbindungsleitungen einfacher; die VPIs werden einfach aus einem Pool an dem einen Ende einer Verbindungsleitung ohne Rücksicht auf die VPI-Zuordnung an dem anderen Ende abgezogen. In dem ATM-Kernnetzwerk **10** ist jedoch jeder PVP bidirektional, d.h. die VPI, welche für den PVP von dem Zugangspunkt **30** zu dem Zugangspunkt **31** verwendet wird, wird auch für den PVP von dem Zugangspunkt **31** zu dem Zugangspunkt **30** verwendet. Daher ordnen die Schalter S10 und S20 VPIs in der PVP-Verbindungsleitung **20** anders als in den direkten Verbindungsleitungen T11 und T21 zu. Insbesondere ordnen die Schalter S10 und S20 eine VPI zu, welche bereits in der Gegenrichtung einem MPT zugeordnet wurde, falls solche vorhanden sind, bevor sie etwaige unbenutzte VPIs zuordnen. Zwar wird dadurch die VPI-Zuordnung etwas kompliziert, sie hilft jedoch, VPI-Platz in dem ATM-Kernnetzwerk **10** zu erhalten. Um die Zuordnung vorzunehmen, speichern die an einem Eingang einer Verbindungsleitung verwendeten VC-Eingänge (V, C) Informationen, die anzeigen, ob die Verbindungsleitung eine PVP-Verbindungsleitung ist, und auch, ob die zugeordnete VPI für eine MPT in der Ausgangsrichtung verwendet wird.

[0053] Ein Beispiel für das Obige wird unter der Annahme gegeben, daß der Schalter S20 einen MPT(3) aufbaut, nachdem MPT(1) und MPT(2) in der vorherigen Weise aufgebaut wurden. Wenn der Schalter S20 eine VPI an der Verbindungsleitung T20 zuordnet, ordnet er wieder die VPI 0 zu, da die VPI 0 bereits in der Gegenrichtung zugeordnet wurde. Wenn der Schalter S20 nicht zur Verwendung solcher VPIs gezwungen wäre, könnte er beispielsweise die VPI 5 zu MPT(3) zugeordnet haben (wobei angenommen wird, daß die VPIs sequentiell zugeordnet werden, und daß die VPIs 1–4 bereits in Gebrauch waren). Daher wurde die VPI 5 in einem solchen Fall vor unwesentlichem Gebrauch verschont und zur Zuordnung zu einer anderen Verbindung verfügbar belassen.

MPT-Datenstrom

[0054] An der Übertragung von Datenzellen in einem MPT sind ein Blattschalter als Quelle, ein Wurzelschalter als Ziel und möglicherweise eine oder mehrere Zwischen- oder Weiterschalter beteiligt. Im Folgenden ist die Verarbeitung an diesen Schaltern beschrieben.

[0055] An einem Blattschalter empfängt eine von den FEs an einer Rahmenbaugruppe einen Rahmen an einem Anschluß. Das FE konsultiert das OSPF, um festzustellen, welches MPT zur Weiterleitung des Rahmens zu verwenden ist. Das OSPF unterhält eine Abbildung von Netzwerkadressen zu InCircuit-Strukturen IN, welche für das OSPF bereitgestellt werden, wenn sie während der oben beschriebenen MPT-Aufbauvorgänge erstellt werden. Das OSPF unterhält auch die Netzwerkadressen sämtlicher FEs in dem System gemäß der Zuordnung durch einen Netzwerkmanager. Daher legt der Blattschalter das Folgende aus der Zieladresse in dem Rahmen fest: (1) daß der MPT die Datenzellen weiterleitet, um zu dem Zielschalter (Wurzelschalter) zu gelangen, und (2) daß die Verbindung ID in die Datenzellen aufgenommen wird, um zu dem richtigen FE und zu der VC-Rekonstruktionskennungseingabe RI an dem Zielschalter zu gelangen.

[0056] Dann wird der Rahmen in Datenzellen segmentiert, von denen jede in ihrem Anfangsblock die VPI, die dem zu verwendenden MPT zugeordnet wurde, und eine VCI mit der ID-Verbindung von 11 Bit und der FE-Kennung von 5 Bit enthält. Dann werden diese Zellen zu der VC-Muttereingabe P geleitet, welche der VPI

des MPT zugeordnet ist, und über die Hauptleitung, an welcher die VC-Muttereingabe vorhanden ist, zu dem nächsten Schalter geleitet.

[0057] Der Schalter an dem anderen Ende der Verbindungsleitung empfängt die eingehenden Datenzellen und legt entsprechend der Art des der eingehenden VPI zugeordneten VC-Eingangs seine nächste Handlung fest. Wenn der VC-Eingang ein VC-Tochtereingang C ist, ist der Schalter ein Weiterschalter, und mithin schaltet er die Datenzellen auf die abgehende Verbindungsleitung an dem entsprechenden VC-Muttereingang P und ersetzt die VPI durch die VPI, welche dem entsprechenden VC-Muttereingang P zugeordnet ist. Wenn der der Eingangs-VPI zugeordnete VC-Eingang ein VP-Endeingang VC V ist, ist der Schalter ein Wurzelschalter. Ein Wurzelschalter prüft das Feld FE ID 36 der VCI 33, um festzustellen, welche Vorgabeverbindung D über die Zellen weiterzuleiten ist. An dem Ziel FE wird das Feld FE ID 36 der VCI **33** zur Indexierung in eine Rekonstruktionstabelle an der Rahmenbaugruppe verwendet, welche auf den geeignete VC-Eingang der Rekonstruktionkennung RI zeigt, um die Zellen zu rekonstruieren. Die FE sammelt Datenzellen an diesem VC-Eingang der Rekonstruktionkennung RI, bis ein vollständiger Rahmen empfangen wurde, und zu diesem Zeitpunkt leitet die Weiterleitungslogik an der Rahmenbaugruppe den Rahmen in der von der Zieladresse angegebenen Weise zu einem der Baugruppenanschlüsse weiter.

[0058] Es wurde ein Tunnel-Protokoll beschrieben, bei welchem das Zusammenfügen von virtuellen Pfaden und andere Techniken zum Bewahren von VPI-Raum in einem ATM-Kernnetzwerk benutzt wurden. Die verwendeten Techniken sind allgemeiner auf die Verwaltung von Verbindungskennungsplatz in verbindungsorientierten Netzwerken anwendbar. Des weiteren können mehrere von den speziellen Merkmalen der dargestellten Ausführungsform auch mit anderen Mitteln ohne Abweichung von der vorliegenden Erfindung zustande gebracht werden. Beispielsweise können die mit einem gegebenen Schalter verbundenen Verbindungsleitungen mit verschiedenen Zellenbaugruppen und nicht in der gezeigten Weise mit der gleichen Karte verbunden werden. Die MPTs brauchen weder in der angegebenen Reihenfolge aufgebaut zu werden, noch ist es notwendig, daß ein Zwischenschalter als Blattschalter aufgebaut wird, bevor ein dem Zwischenschalter nachgeordneter Schalter zu einem Blattschalter wird.

[0059] Für den Fachmann ist erkennbar, daß Modifizierungen an den oben beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen und Variationen derselben ohne Abweichung von den hier offenbarten erfindungsgemäßen Konzepten möglich sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbauen einer neuen Verbindung eines Schalters (S10, S11, S20, S21), wobei der Schalter eine mit diesem verbundene Verbindungsleitung (T10, T11, T20, T21), über welche andere Schalter (S10, S11, S20, S21) zugänglich sind, zu einem Zielschalter von den anderen Schaltern aufweist, um Datenzellen von diesem zu empfangen, wobei das Verfahren den folgenden Schritt umfaßt:

– Ermitteln, ob eine Verbindung zu einem der anderen Schalter (S10, S11, S20, S21), über welchen Datenzellen empfangen werden sollen, bereits in der Verbindungsleitung (T10, T11, T20, T21) besteht,

dadurch gekennzeichnet, daß es ferner die folgenden Schritte umfaßt:

– wenn festgestellt wird, daß eine solche Verbindung besteht, das Senden einer Verbindungsaufbaumeldung über die Verbindungsleitung (T10, T11, T20, T21), wobei die Meldung an den Zielschalter (S10, S11, S20, S21) adressiert ist und eine virtuelle Pfadkennung (**32**) anzeigt, welche vorher zur Verwendung mit der bestehenden Verbindung zugeordnet wurde; und

– wenn festgestellt wird, daß eine solche Verbindung nicht besteht, das Ausführen der folgenden Schritte:

– Zuordnen einer nicht zugeordneten virtuellen Pfadkennung (**32**), die mit der neuen Verbindung zu verwenden ist; und

– Senden einer Verbindungsaufbaumeldung über die Verbindungsleitung (T10, T11, T20, T21), wobei die Meldung an den Zielschalter (S10, S11, S20, S21) adressiert ist und die zugeordnete virtuelle Pfadkennung (**32**) anzeigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, des weiteren mit dem Schritt des Informierens eines Netzführungsprogramms über das Bestehen der neuen Verbindung bei einem Aufbau derselben.

3. Verfahren nach Anspruch 1, des weiteren mit dem Schritt des Aufnehmens eines Indexwertes in ein Signalisierungsfeld in der Verbindungsaufbaumeldung, wobei der Indexwert die virtuelle Pfadkennung (**32**) anzeigt, welche mit der neuen Verbindung verwendet werden soll, indem er die Position der virtuellen Pfadkennung (**32**) erkennt, die in einer vorgegebenen, geordneten Gruppe von virtuellen Pfadkennungen (**32**) angezeigt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, des weiteren mit dem Schritt des Ermitteln der Differenz zwischen dem Wert der anzuzeigenden virtuellen Pfadkennung (**32**) und einem Glied aus der Gruppe von virtuellen Pfadkennungen (**32**), und wobei die virtuelle Pfadkennung (**32**) durch Einstellen des Indexwertes als gleich der ermittelten Differenz angezeigt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei

(i) der Schalter (S10, S11, S20, S21) ein Zwischenschalter ist, die Verbindungsleitung (T10, T11, T20, T21) eine nachgeschaltete Verbindungsleitung ist und die zugänglichen Schalter (S10, S11, S20, S21) nachgeordnete Schalter sind,

(ii) mit dem Zwischenschalter eine vorgeschaltete Verbindungsleitung verbunden ist, über welche der Zwischenschalter durch einen vorgeordneten Schalter zugänglich ist,

(iii) der Zwischenschalter eine Gruppe von vorbeschalteten virtuellen Pfadkennungen (**32**) aufweist, welche ausschließlich zur Verwendung mit Verbindungen in der nachgeschalteten Verbindungsleitung zwischen den nachgeordneten Schaltern und entweder dem Zwischenschalter oder dem vorgeordneten Schalter zur Verfügung stehen, und

(iv) die dem nachgeordneten Zielschalter mitgeteilte virtuelle Pfadkennung (**32**) aus der vorbeschalteten Gruppe von virtuellen Pfadkennungen (**32**) ausgewählt ist und bei Zuordnung den Zwischenschalter als den Empfänger von Datenzellen erkennt, welche über die nachgeschaltete Verbindungsleitung empfangen werden, ferner umfassend die Schritte:

– Empfangen einer Verbindungsaufbaumeldung von dem vorgeordneten Schalter über die vorgeschaltete Verbindungsleitung;

– Ermitteln, ob einer von den nachgeordneten Schaltern der Zielpunkt der empfangenen Verbindungsaufbaumeldung ist; und

– wenn einer von den nachgeordneten Schaltern als Zielpunkt der empfangenen Verbindungsaufbaumeldung ermittelt ist, das Ausführen der folgenden Schritte:

– Ermitteln, ob eine Verbindung mit einem der nachgeordneten Schalter, über welche der Schalter für den vorgeordneten Schalter bestimmte Datenzellen empfangen soll, bereits in der nachgeschalteten Verbindungsleitung besteht, wobei eine solche Verbindung von einem entsprechenden anderen der vorbeschalteten anderen virtuellen Pfadkennungen (**32**) als der angezeigten virtuellen Pfadkennung (**32**) erkannt wird;

– wenn festgestellt wird, daß eine solche Verbindung besteht, das Senden einer Verbindungsaufbaumeldung über die nachgeschaltete Verbindungsleitung, wobei die Meldung an den Zielschalter adressiert ist und eine virtuelle Pfadkennung (**32**) anzeigt, die vorher zur Verwendung mit der bestehenden Verbindung zugeordnet wurde; und

– wenn festgestellt wird, daß eine solche Verbindung nicht besteht, das Ausführen der folgenden Schritte:

– Zuordnen einer von den anderen vorbeschalteten virtuellen Pfadkennungen (**32**) als der zur Verwendung mit einer neuen Verbindung angezeigten virtuellen Pfadkennung (**32**), über welche der Zwischenschalter Datenzellen von den nachgeordneten Schaltern empfangen soll, die für den vorgeordneten Schalter bestimmt sind; und

– Senden einer Verbindungsaufbaumeldung über die Verbindungsleitung, wobei die Meldung an den Zielschalter adressiert ist und die zugeordnete virtuelle Pfadkennung anzeigt.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

– wobei jede virtuelle Pfadkennung (**32**) in der vorbeschalteten Gruppe von virtuellen Pfadkennungen eine bidirektionale Verbindung in der nachgeschalteten Verbindungsleitung (T10, T20) derart erkennt, daß jede virtuelle Pfadkennung in der Gruppe zur Zuordnung zu einer Eingangsverbindung, über welche der Zwischenschalter Datenzellen von nachgeordneten Schaltern empfängt, wie auch zu einer Ausgangsverbindung zur Verfügung steht, über welche der Zwischenschalter Datenzellen zu nachgeordneten Schaltern sendet, und

– wobei der Zuordnungsschritt den Schritt des Zuordnens einer vorher einer Ausgangsverbindung zugeordneten virtuellen Pfadkennung, wenn überhaupt, vor dem Zuordnen einer nicht vorher einer Ausgangsverbindung zugeordneten virtuellen Pfadkennung umfaßt.

7. Verfahren nach Anspruch 1,

– wobei die angezeigte virtuelle Pfadkennung (**32**) aus einer Gruppe von virtuellen Pfadkennungen (**32**) ausgewählt ist, von denen jede eine bidirektionale Verbindung an der Verbindungsleitung (T10, T20) derart erkennt, daß jede virtuelle Pfadkennung in der Gruppe zur Zuordnung zu einer Eingangsverbindung, über welche der Zwischenschalter Datenzellen von den anderen Schaltern empfängt, wie auch zu einer Ausgangsverbindung zur Verfügung steht, über welche der Schalter Datenzellen zu den anderen Schaltern sendet, und

– wobei der Zuordnungsschritt den Schritt des Zuordnens einer vorher einer Ausgangsverbindung zugeordneten virtuellen Pfadkennung, wenn überhaupt, vor dem Zuordnen einer vorher nicht einer Ausgangsverbindung zugeordneten virtuellen Pfadkennung umfaßt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schalter (S10, S11, S20, S21) eine Gruppe von virtuellen Pfadkennungen umfaßt, von denen jede eine bidirektionale Verbindung in der Verbindungsleitung (T10, T11, T20, T21) derart erkennt, daß jede virtuelle Pfadkennung in der Gruppe zur Zuordnung zu einer Eingangsverbindung, über welche der Schalter (S10, S11, S20, S21) Datenzellen von den anderen Schaltern (S10, S11, S20, S21) empfängt, wie auch zu einer Ausgangsverbindung zur Verfügung steht, über welche der Schalter Datenzellen zu den anderen Schaltern sendet, wobei das Verfahren zum Aufbau einer neuen Verbindung zu einem Zielschalter von den anderen Schaltern zwecks Empfangens von Datenzellen von diesen des ferner die folgenden Schritte umfaßt:

- Ermitteln, ob eine virtuelle Pfadkennung (**32**) besteht, welche einer Ausgangsverbindung zugeordnet ist, jedoch keiner Eingangsverbindung zugeordnet ist,
- wenn festgestellt wird, daß eine solche virtuelle Pfadkennung (**32**) besteht, dann das Zuordnen der bestehenden virtuellen Pfadkennung (**32**) zur Verwendung mit der neuen Verbindung; und
- wenn festgestellt wird, daß eine solche virtuelle Pfadkennung (**32**) nicht besteht, dann das Zuordnen einer virtuellen Pfadkennung (**32**), welche keiner von der Eingangsverbindung oder Ausgangsverbindung zugeordnet ist, zur Verwendung mit der neuen Verbindung.

9. Verfahren nach Anspruch 8, des weiteren mit dem Schritt des Ermittelns vor dem Zuordnen einer virtuellen Pfadkennung (**32**), ob eine Verbindung mit einem der anderen Schalter (S10, S11, S20, S21), über welche Datenzellen von diesem empfangen werden sollen, bereits an einer nachgeschalteten Verbindungsleitung besteht, und wobei die Zuordnungsschritte nur dann ausgeführt werden, wenn festgestellt wird, daß eine solche Verbindung nicht bereits besteht.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

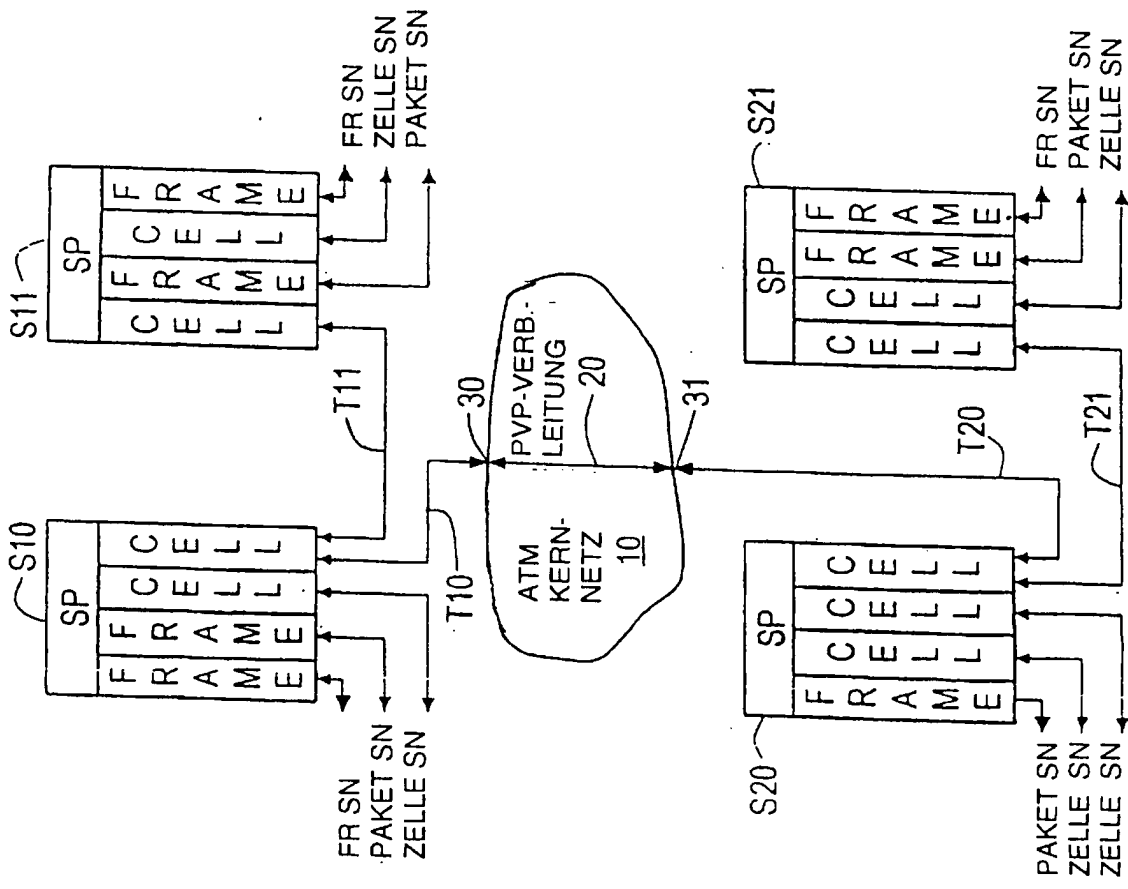


FIG. 1

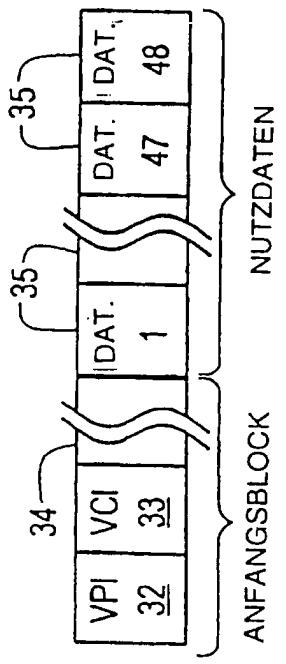


FIG. 2

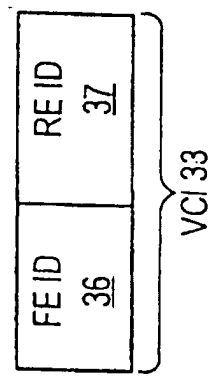


FIG. 3

S10

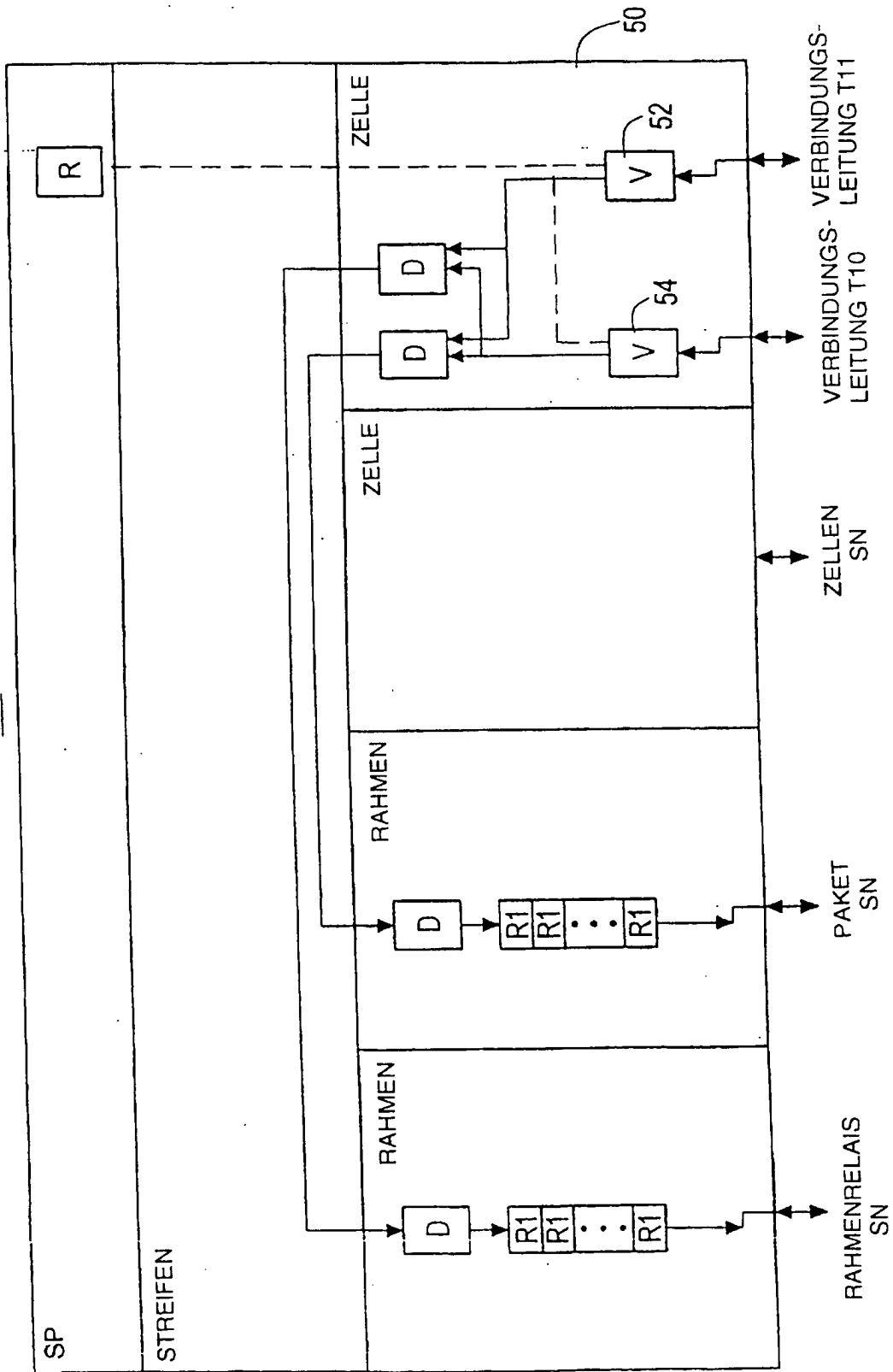


FIG. 5

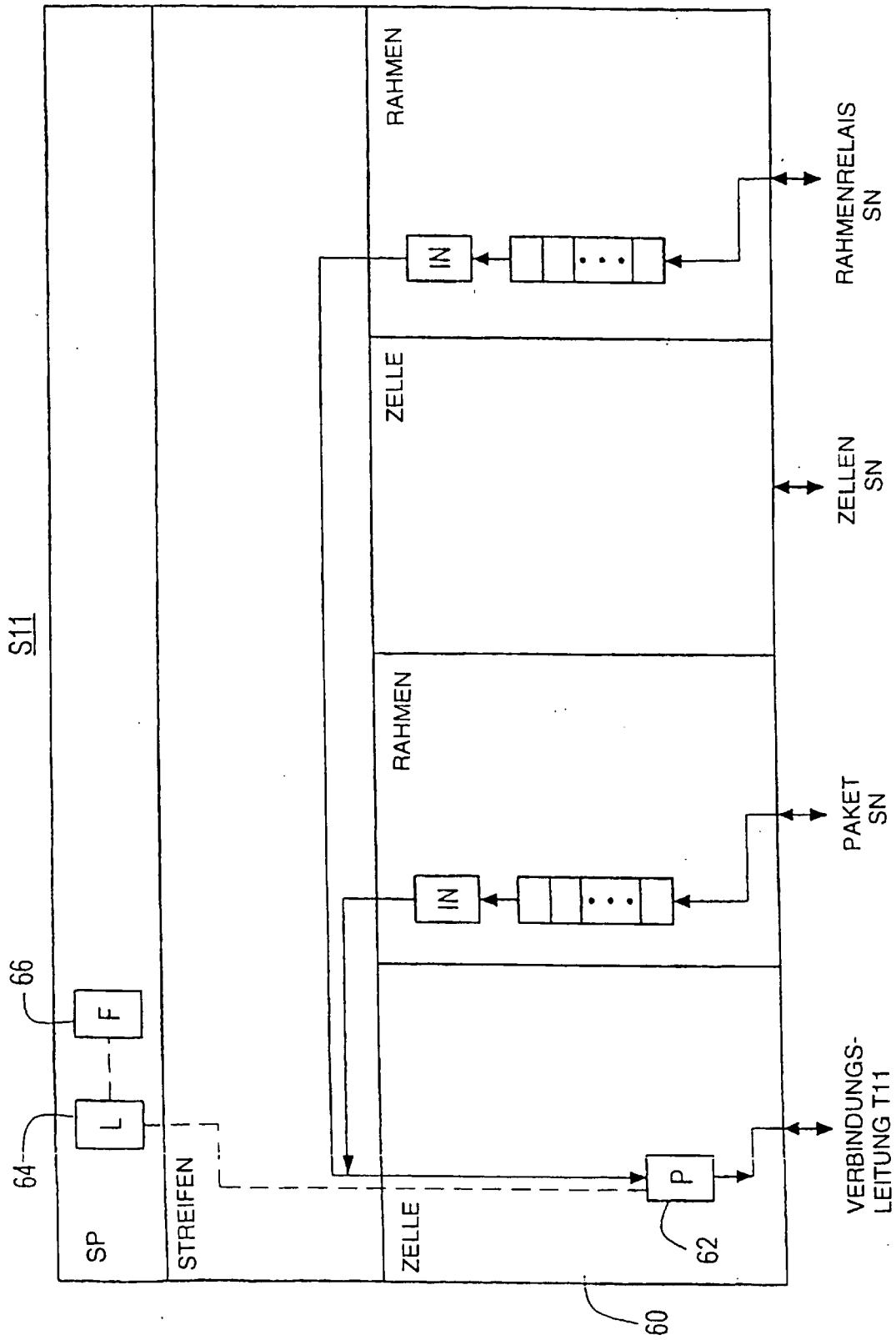


FIG. 6

S20

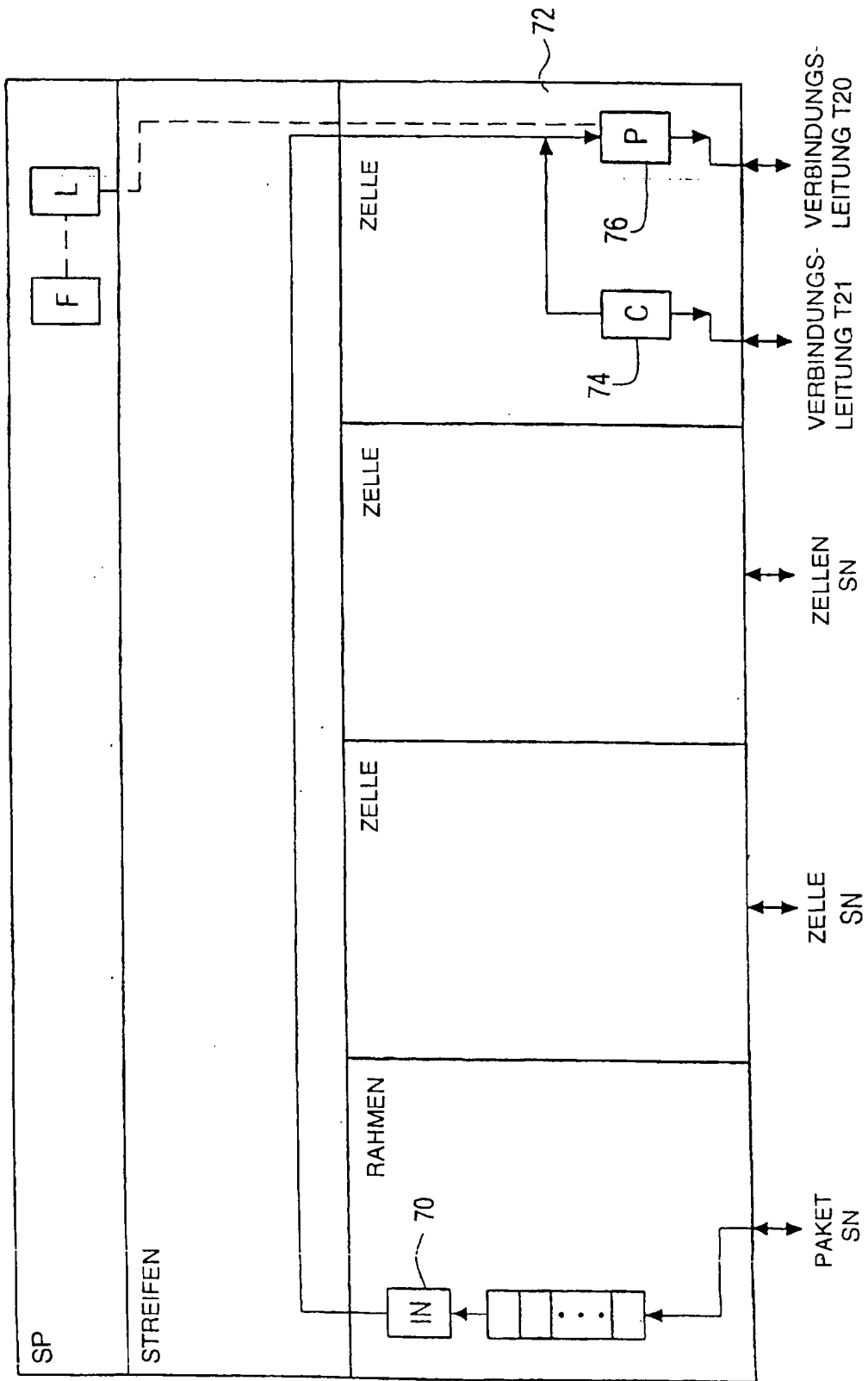


FIG. 7

S21

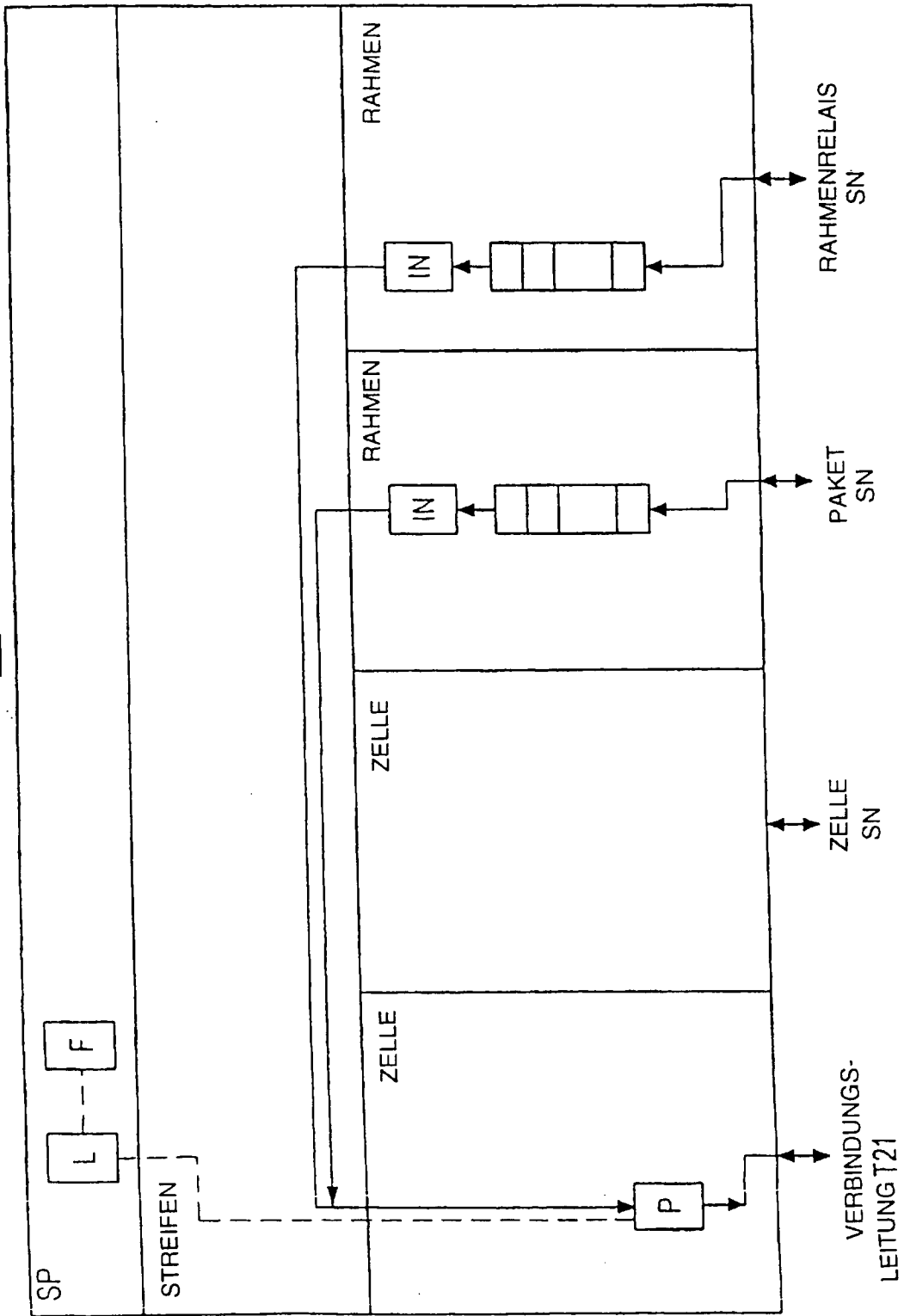


FIG. 8

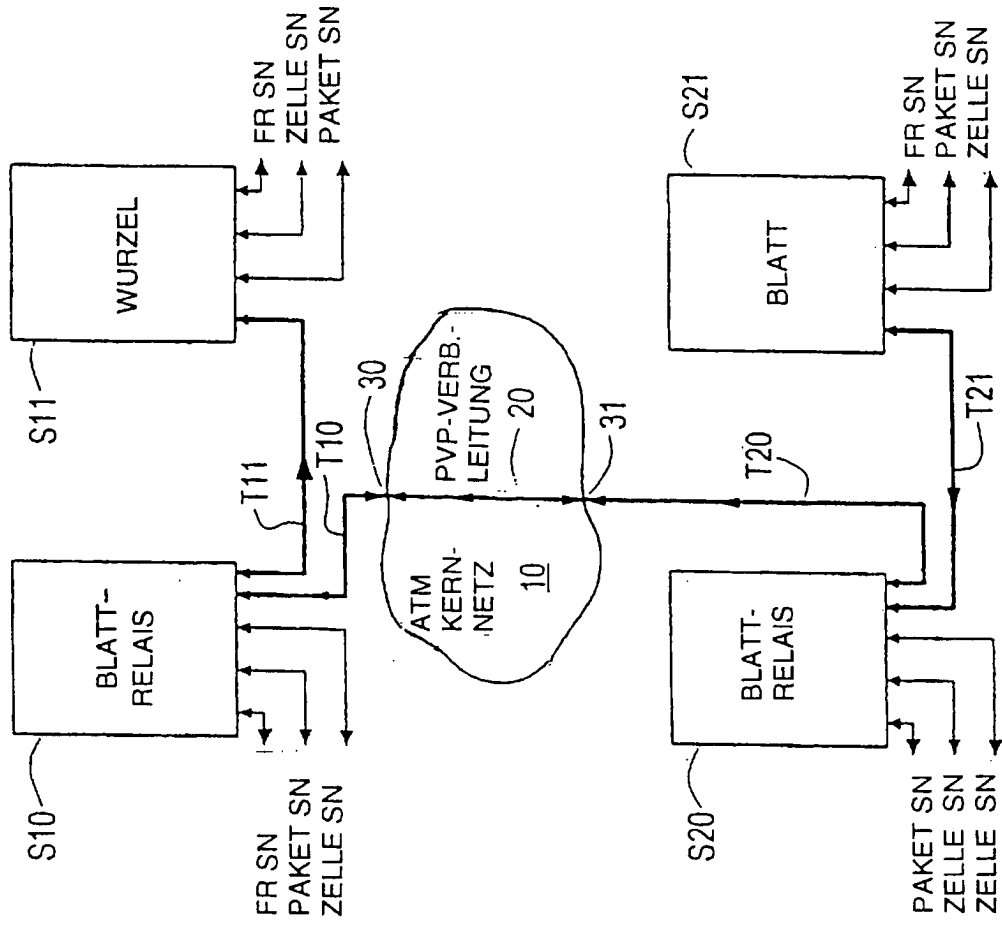


FIG. 9

S10

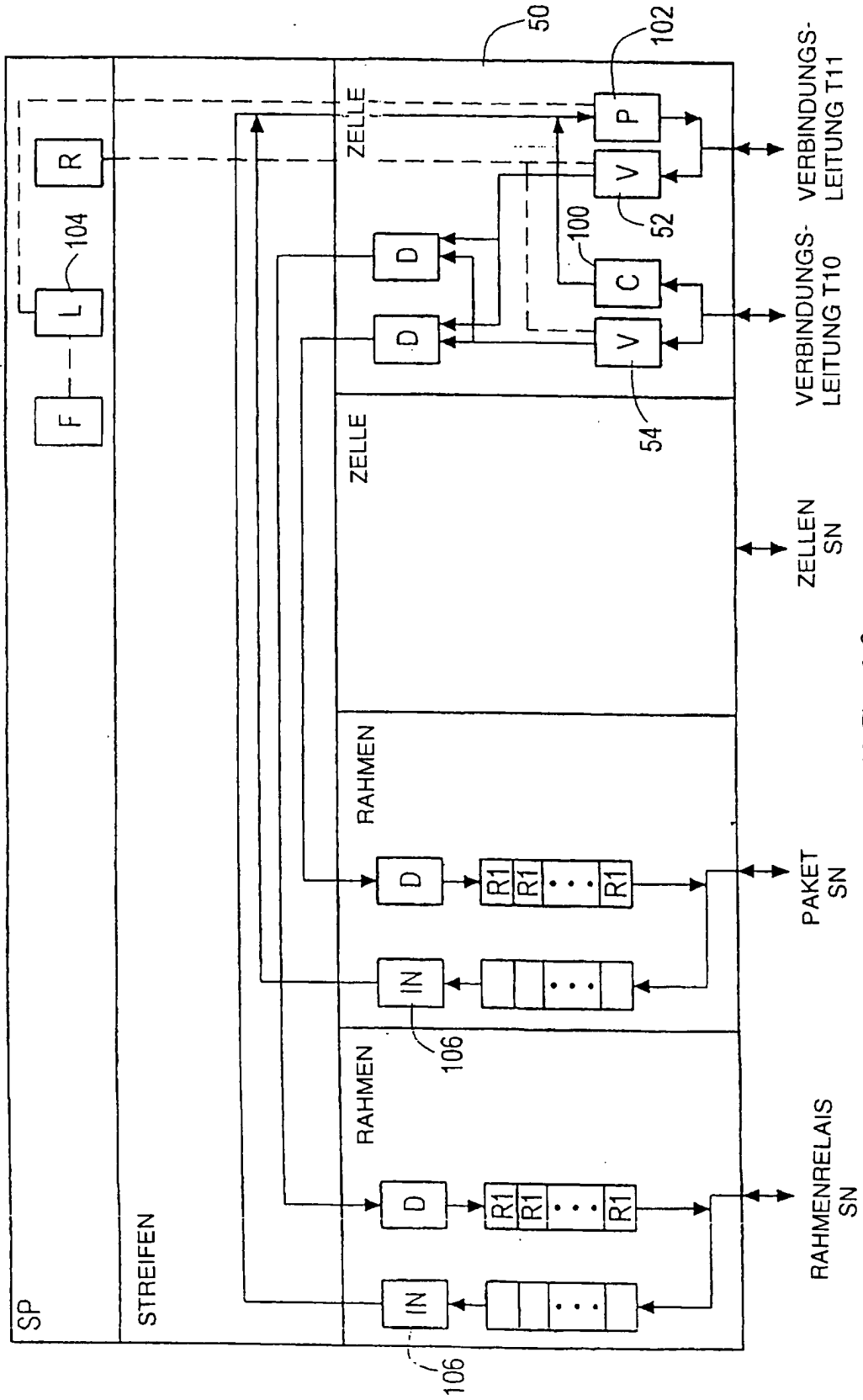


FIG. 10

S11

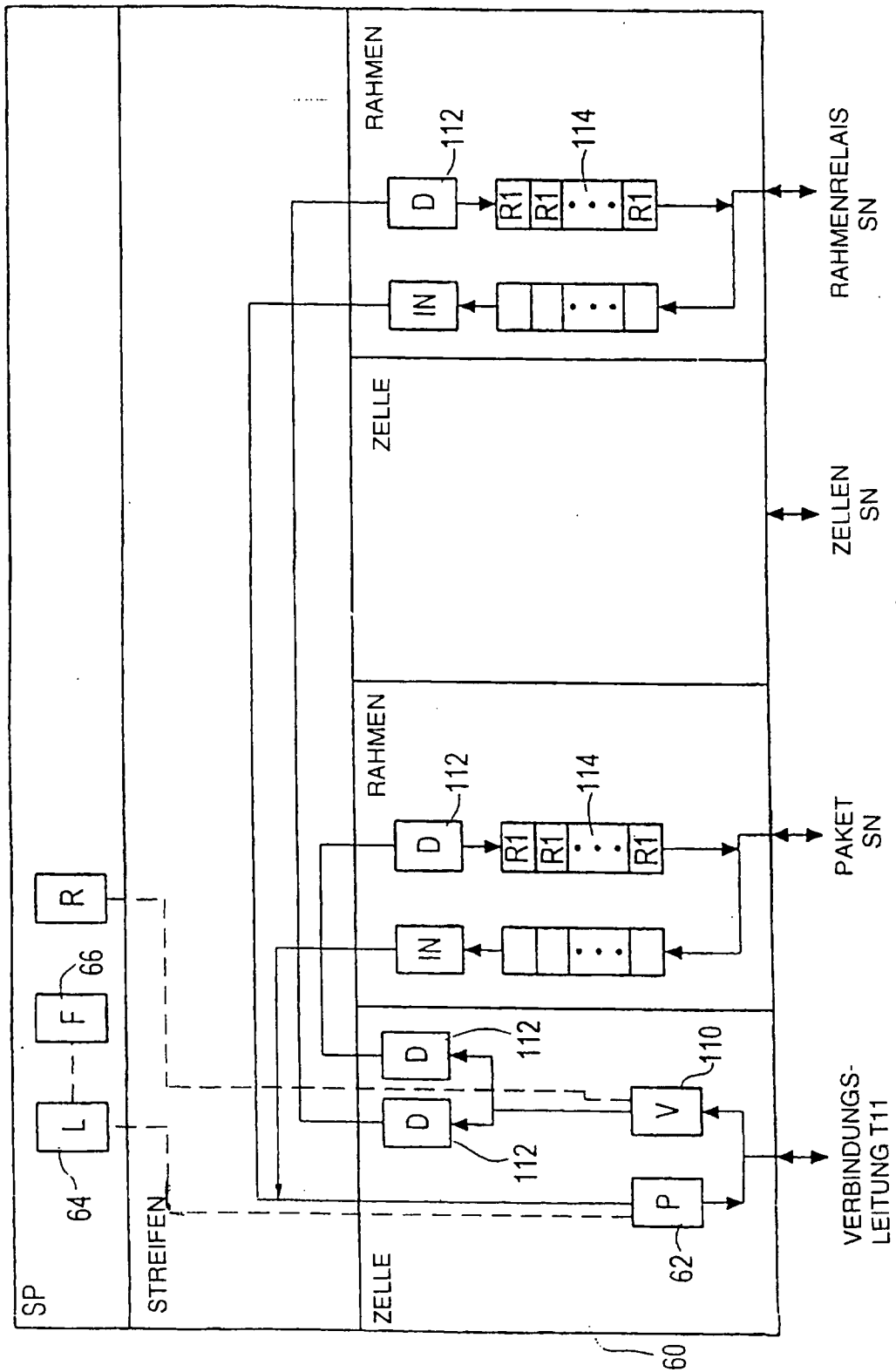


FIG. 11

S20

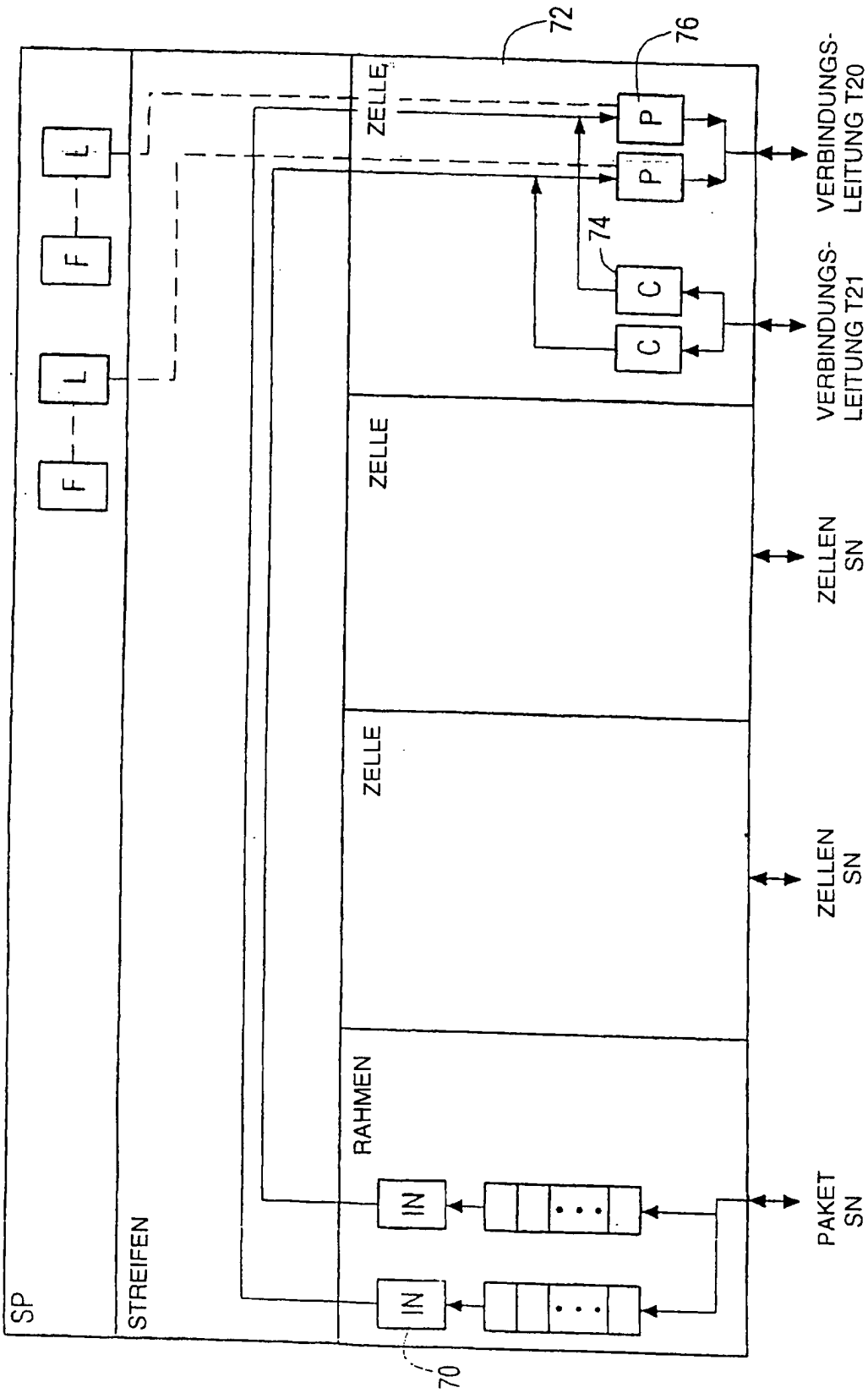


FIG. 12

S21

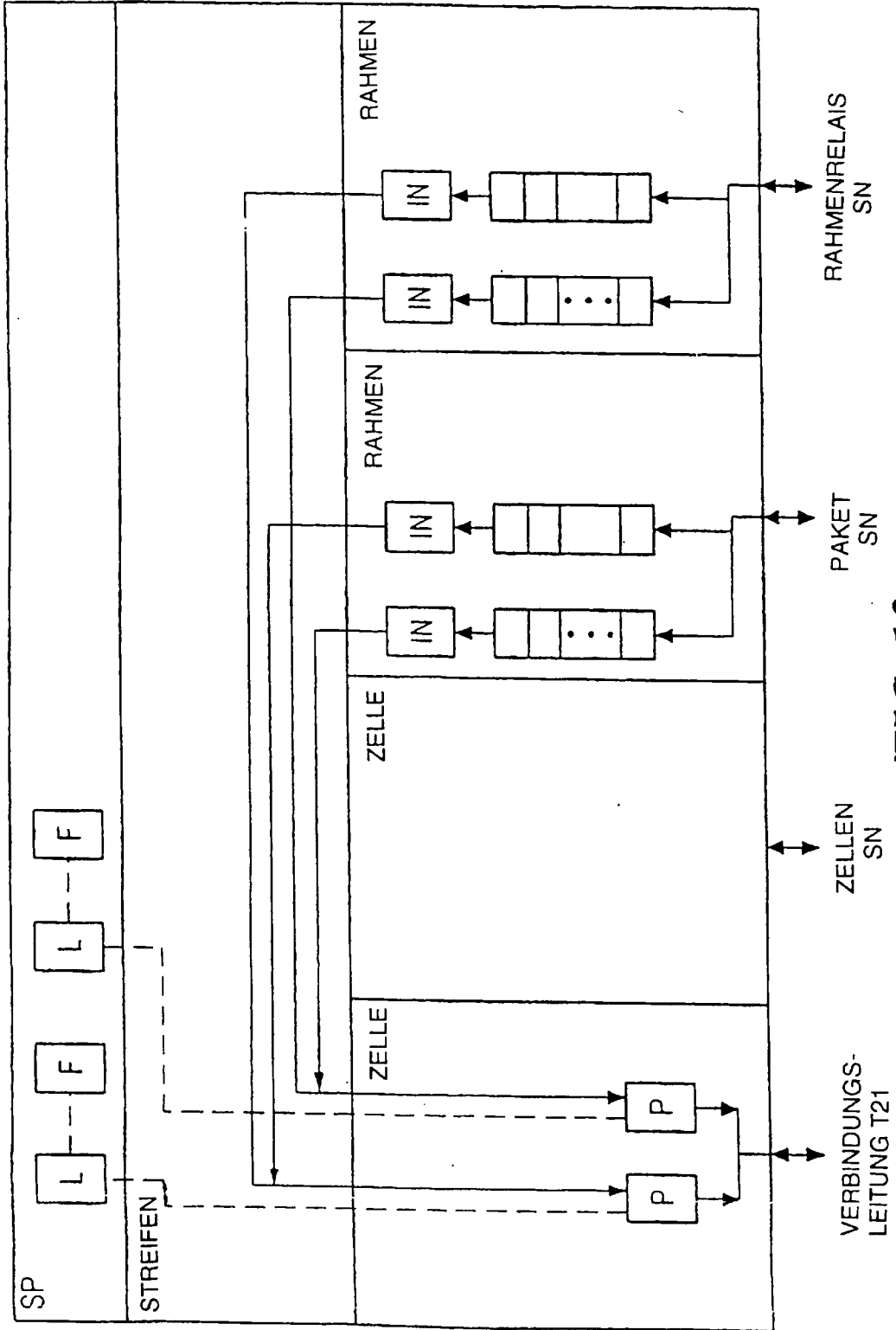


FIG. 13