



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 38 082 T2** 2008.05.21

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 983 667 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 12/56** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 38 082.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/08688**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 927 702.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/053577**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.05.1997**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **26.11.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.03.2000**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **29.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.05.2008**

(73) Patentinhaber:  
**Telcordia Technologies, Inc., Piscataway, N.J., US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT, SE**

(74) Vertreter:  
**BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538  
München**

(72) Erfinder:  
**CISNEROS, Arturo, Lincroft, NJ 07738, US**

(54) Bezeichnung: **SYSTEM UND VERFAHREN ZUM LAUFZEIT AUSGLEICH IN EINEM DYNAMISCHEN PAKETVERMITTELTEM NETZ**

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

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf das Weiterleiten und Übertragen von Daten und insbesondere auf ein System und ein Verfahren zum Entzerren (Ausgleichen) einer Verzögerung in einem dynamischen Paketschaltnetzwerk (Paketvermittlungsnetz), das Daten in adressierten Paketen weiterleitet und überträgt.

## Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** Es gibt Telekommunikationsnetze, die eine große Anzahl von Anwenderstationen unter Verwendung von Telekommunikationseinrichtungen miteinander verbinden. Diese Netze verwenden Übertragungssysteme, Vermittlungssysteme und Stationsausrüstung, um Sprache, Video und Daten zwischen zwei Punkten zu übertragen. Die physikalischen Leitungen zwischen den zwei Punkten im Netz werden als Verbindungen bezeichnet, während die Übergangspunkte der Verbindungen als Knoten bezeichnet werden. Die Anwenderstationen in den Datenübertragungsnetzen können Telephone, Endgeräte, Drucker, Faxeinheiten, Computer und dergleichen sein.

**[0003]** Die Paketvermittlungsnetze sind konstruiert worden, um ein effizienteres Verfahren zum Übertragen von Daten über Netze zu schaffen. Die Paketvermittlungsnetze können jedoch außerdem verwendet werden, um digitalisierte Sprache zu übertragen. Ein Netz, das die Paketvermittlung als ein Mittel zum Übertragen von Daten verwendet, wird im Allgemeinen als ein Paketvermittlungs-Datennetz (PSDN) bezeichnet.

**[0004]** Ein Paket ist eine diskrete Einheit einer Datennachricht, die einzeln über ein PSDN geleitet wird. Jedes Paket enthält Steuerinformationen, die es ermöglichen, dass die Nachricht in der richtigen Reihenfolge wieder zusammengesetzt wird, bevor sie ihr endgültiges Ziel erreicht. Die Paketvermittlung ist effizient, weil die Pakete den Kanal oder den Pfad durch das Netz nur während der kurzen Zeit belegen, während der sie sich unterwegs befinden, im Gegensatz zu einer leitungsvermittelten Nachricht, die die Verwendung der Übertragungsleitung während der Dauer der Nachricht erfordert. Beim Abschluss der Datenübertragung wird der Kanal oder Pfad für die Übertragung anderer Pakete verfügbar gemacht. Die Übertragungsleitungen durch das PSDN sind durch rechnergestützte Vermittlungen ergänzt, die die Verkehrslenkung und den Verkehrsfluss steuern. Ein Standardmerkmal der Paketvermittlung ist die automatische Fehlererfassung und -korrektur der übertra-

genen Pakete.

**[0005]** Ein herkömmliches Kommunikationsnetz, das die Datenpaketvermittlung verwendet, ist in [Fig. 1](#) graphisch gezeigt. Die Anwender und andere Netze greifen auf dieses Netz durch Anwenderzugangsstationen ("UAS") zu, die in [Fig. 1](#) z. B. als  $UAS_1$ ,  $UAS_2$  und  $UAS_3$  gezeigt sind. Andere Netze  $N_1$ ,  $N_2$  werden so betrachtet, als ob sie sich wie andere Anwender verhalten. Die Anwenderzugangsstationen senden die Anwenderdaten durch eine oder mehrere Vermittlungen  $S_j$  zum Netz und empfangen die Anwenderdaten durch eine oder mehrere Vermittlungen  $S_j$  vom Netz. Die Pfade werden durch das Netz der Vermittlungen  $S_j$  aufgebaut, um virtuelle Kommunikationskanäle zwischen den Anwendern in verschiedenen Anwenderzugangsstationen aufzubauen. Die Übertragungsverzögerung für ein Datenpaket, das von einer UAS zu einer weiteren UAS gehen soll, hängt vom gewählten speziellen Pfad ab.

**[0006]** Eine typische Übertragungsverzögerungszeit durch das Netz wird als  $T$  bezeichnet.  $T$  könnte z. B. 20 Millisekunden betragen. Der für eine virtuelle Verbindung durch das Netz gewählte längste Pfad besitzt in einem typischen Fall eine Übertragungsverzögerung von  $10T$ . Für  $T = 20$  Millisekunden folgt  $10T = 200$  Millisekunden.

**[0007]** Die Datenpaketgröße muss nicht konstant sein. Die Datenpaketgröße kann fest sein, wie sie es in ATM-Netzen ist. Sie darf jedoch nicht länger als eine maximale Länge sein. Die maximale Paketlänge ist so, dass die Latenzzeit zum Übertragen des Pakets über irgendeine der Verbindungen  $k_i$  oder  $l_y$  kleiner als  $T/10$  ist. Die Verbindungen  $k_i$  sind jene, die die Anwenderzugangsstationen mit den Vermittlungen verbinden, während die Verbindungen  $l_y$  jene sind, die die Vermittlungen mit anderen Vermittlungen verbinden.

**[0008]** Einige Paketvermittlungs-Datennetze sind in einer Anzahl von Arten dynamisch, z. B. ein Netz aus Paketvermittlungen in Satelliten auf nicht geostationären Umlaufbahnen. Die Kommunikationsverbindungen  $k_i$  zwischen den Anwenderzugangsstationen und den Vermittlungen  $S_j$  sind nicht permanent. Die Verbindungen  $k_i$  sind während einer typischen Zeitperiode von etwa  $15.000T$  aktiv (z. B. 5 Minuten für  $T = 20$  Millisekunden). Wenn alte Verbindungen  $k_i$  entfernt werden, werden neue aufgebaut, aber die neuen Verbindungen  $k_i$  werden fast immer in einer neuen Vermittlung  $S_j$  aufgebaut. Wenn z. B. die Verbindung  $k_2$  ([Fig. 1](#)) entfernt wird, kann eine neue Verbindung zwischen der  $UAS_1$  und der  $S_2$  aufgebaut werden. Es gibt immer wenigstens eine Verbindung zwischen einer UAS und einer Netzvermittlung  $S_j$ .

**[0009]** Die Verbindungen  $l_y$  zwischen den Vermittlungen  $S_j$  sind nicht permanent; sie besitzen typische

Lebensdauern von etwa 30.000 T (z. B. 10 Minuten für  $T = 20$  Millisekunden). Das Muster der Verbindung muss jedoch bestimmte Bedingungen erfüllen. Es gibt immer ausreichend Verbindungen, um jeder UAS zu erlauben, mit irgendeiner anderen UAS zu kommunizieren. Einige der Verbindungen  $k_i$  und  $l_y$  können permanent sein oder viel langlebiger sein, als oben dargelegt worden ist.

**[0010]** In einem typischen System gibt es Steuerstationen CS, die Kommunikationsverbindungen zu den Netzvermittlungen  $S_i$  besitzen. Ihre Funktion besteht darin, das Netz zu steuern und virtuelle Verbindungen aufzubauen und abzubauen. Jede Anwenderzugangsstation UAS kann immer mit wenigstens einer Steuerstation CS kommunizieren. Die Orte der Steuerstationen CS sind für die vorliegende Erfindung nicht relevant. Es wird angenommen, dass das Muster der Netzverbindungen (die Verbindungen  $k_i$  und  $l_y$ ) vorhersagbar ist und für jeden künftigen Zeitpunkt durch die Steuerstationen CS berechnet werden kann. In der Praxis ist alles, was notwendig ist, die Fähigkeit, das Muster für die Dauer der längsten virtuellen Verbindung, die gegenwärtig aufgebaut ist, in die Zukunft zu berechnen. Funktionsstörungen können die Vorhersagbarkeit beeinflussen, aber es gibt Arten, mit den Funktionsstörungen umzugehen.

**[0011]** Eine virtuelle Verbindung zwischen zwei Netzanwendern, die länger als die Lebensdauern der Verbindungen dauert, muss während der Lebensdauer der Verbindung verschiedene Pfade durch das Netz nehmen. Es wird angenommen, dass das dynamische Verbindungsmuster (die Verbindungen  $k_i$  und  $l_y$ ) so ist, dass eine Folge von Pfaden während der Dauer der virtuellen Verbindung gewählt werden kann und dass jeder Pfad für wenigstens eine Zeitperiode von  $1.200T$  (z. B. 4 Minuten für  $T = 20$  Millisekunden) verwendet werden kann. Dies erfolgt selbstverständlich wie in jeder anderen Art des Netzes unter der Voraussetzung der Bandbreitenverfügbarkeit. Wenn es nicht ausreichend verfügbare Bandbreite gibt, kann die Verbindung nicht aufgebaut werden. Die Betriebsmittel werden für die erwartete Dauer des Anrufs reserviert. Wie in [Fig. 2a](#) gezeigt ist, gibt es für jedes aus einer Folge aufeinanderfolgender Zeitintervalle  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  entsprechende Pfade  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ , so dass der Pfad  $P_i$  während des Zeitintervalls  $t_i$  für die virtuelle Verbindung verwendet wird.

**[0012]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2b](#) geht ein erster Pfad  $P_1$  durch die Vermittlungen  $S_1, S_3, S_4, S_5, S_9, S_{10}, S_{11}$  und  $S_{13}$ , während ein zweiter Pfad  $P_2$  durch die Vermittlungen  $S_2, S_6, S_7, S_1$  und  $S_{13}$  geht. Für die gleiche virtuelle Verbindung zwischen der  $UAS_1$  und der  $UAS_2$  wird während des Zeitintervalls  $t_1$  der Pfad  $P_1$  verwendet, während während des Zeitintervalls  $t_2$  der Pfad  $P_2$  verwendet wird, usw.

**[0013]** Durch die Änderungen der Pfade durch das

Netz, die durch eine virtuelle Verbindung verwendet werden, werden Probleme verursacht. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, ist eine virtuelle Verbindung zwischen dem Anwender  $U_1$  an der  $UAS_1$  und dem Anwender  $U_2$  an der  $UAS_2$  aufgebaut. Während des ersten Zeitintervalls  $t_1$  wird der Pfad  $P_A$  verwendet. Während des zweiten Zeitintervalls  $t_2$  wird der Pfad  $P_B$  verwendet. Der Pfad  $P_A$  besitzt eine Übertragungsverzögerungszeit von der  $UAS_1$  zur  $UAS_2$ , die gleich  $t_a$  ist, während der Pfad  $P_B$  eine Übertragungsverzögerungszeit von der  $UAS_1$  zur  $UAS_2$  besitzt, die gleich  $t_b$  ist. Es sollte angegeben werden, dass die Übertragungsverzögerungszeiten  $t_a$  und  $t_b$  nicht die Intervalle sind, während denen die Pfade  $P_A$  und  $P_B$  verwendet werden, diese sind durch die Intervalle  $t$  und  $t_2$  gegeben.

**[0014]** Es wird zuerst angenommen, dass  $t_a < t_b$  gilt (z. B.  $t_a = 20$  Millisekunden und  $t_b = 100$  Millisekunden) und dass es keine Pufferung in der  $UAS_2$  gibt. Nach dem Ende des Zeitintervalls  $t_1$  verwendet die virtuelle Verbindung anstelle des Pfades  $P_A$  den Pfad  $P_B$ . Das erste Datenpaket, das sich längs des Pfades  $P_B$  bewegt, kommt eine Zeitperiode  $t_b - t$  später an der  $UAS_2$  an, als es ankommen müsste, wenn es auf dem Pfad  $P_A$  gegangen wäre. Dies hinterlässt eine stille Lücke der Dauer  $t_b - t_a$  im Datenstrom (z. B.  $t_b - t_a = 80$  Millisekunden), die zu groß ist, um für viele Kommunikationsdienste annehmbar zu sein. Das Problem kann einfach korrigiert werden, das Wechseln von einem längeren Pfad  $P_B$  zu einem kürzeren Pfad  $P_A$  verursacht schwierigere Probleme, wie im Folgenden erklärt wird.

**[0015]** Es wird nun angenommen, dass während des ersten Zeitintervalls  $t_1$  der Pfad  $P_B$  verwendet wird, während während des zweiten Zeitintervalls  $t_2$  der Pfad  $P_A$  verwendet wird (siehe die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#)). Abermals ist  $t_a$  die Übertragungsverzögerung längs des Pfades  $P_A$ , während  $t_b$  die Übertragungsverzögerung längs des Pfades  $P_B$  ist, wobei  $t_a < t_b$  gilt. Es gibt weder bei der  $UAS_2$  noch bei der  $UAS_1$  eine Pufferung.

**[0016]** Nun wird angenommen, dass die Pfade  $P_A$  und  $P_B$  eine gemeinsame Vermittlung  $S_c$  besitzen, wie in [Fig. 4a](#) gezeigt ist. Am Ende des Zeitintervalls  $t_1$  wird die Verbindung vom Pfad  $P_B$  zum Pfad  $P_A$  geändert. Wenn ein Datenpaket zum erstenmal längs des Pfades  $P_A$  bei der Vermittlung  $S_c$  ankommt, gibt es frühere Datenpakete von der Verbindung, die sich immer noch längs des Pfades  $P_B$  bewegen (es gibt außerdem eine Zwischenpaket-Abstandszeit, diese ist aber für das beschriebene Problem vernachlässigbar). Es gibt eine Zeitperiode, die gleich  $t_b - t_a$  ist, während der die Vermittlung  $S_c$  die Pakete von der Verbindung mit dem Doppelten der normalen Rate empfängt. Falls die Verbindung von der Vermittlung  $S_c$  zur  $UAS_2$  vollständig (oder fast vollständig) verwendet wird, muss die Vermittlung  $S_c$  die Zellen von

dieser Verbindung während einer Periode Puffern, die viel länger als  $t_b - t_a$  ist. Falls dies unkorrigiert gelassen wird, verursacht dies eine Verzögerung und vergrößert möglicherweise die Zellenverlustwahrscheinlichkeiten für andere virtuelle Verbindungen (Zelle = Datenpaket).

**[0017]** Falls die Pfade  $P_A$  und  $P_B$  keine gemeinsame Vermittlung besitzen, wie in [Fig. 4b](#) gezeigt ist, muss die UAS<sub>2</sub> während eines Zeitintervalls  $t_b - t_a$  zwei Verbindungen aufrechterhalten, wobei sie während dieser Zeit die Zellen mit dem Doppelten der normalen Rate für die Verbindung erhält. Dies führt außerdem zu einer vergrößerten Verzögerung und vergrößerten Zellenverlustwahrscheinlichkeiten für andere virtuelle Verbindungen.

**[0018]** Es werden nun drei Dokumente des Standes der Technik betrachtet:

– US 5.457.678 beschreibt ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung für die Übertragung von Nachrichtenpaketen entsprechend der asynchronen Übertragungsbetriebsart in einem Kommunikationsnetz. Die Übertragung der Nachrichtenpakete entsprechend der asynchronen Übertragungsbetriebsart ergibt sich separat in wenigstens zwei vollständig verschiedenen Übertragungspfaden, die ATM-Vermittlungsausrüstungen (ASW1..., ASW2...) oder ATM-Querverbinder (ACC1..., ACC2) besitzen. Eine Erfassung von Testnachrichtenpaketen, die auf der Sendeseite gesendet und auf den verschiedenen Übertragungspfaden vermittelt werden, ergibt sich auf der Grundlage einer Schnittstellen-Steuereinheit (CCU), die sich beim entsprechenden Teilnehmer des Netzes befindet. Es ist eine Kompensation für die Differenzen in den Laufzeiten der Nachrichtenpakete, die durch die verschiedenen Übertragungspfade verursacht werden, auf der Grundlage der Empfangszeitpunkte vorgesehen. Eines von mehreren völlig gleichen Nachrichtenpaketen, die auf verschiedenen Übertragungspfaden übertragen werden, wird an einen Teilnehmer ausgegeben.

– US 5.400.324 beschreibt ein Verfahren zum Schaffen einer Verbindungsgruppierung in einer Paketvermittlung. In einer Paketvermittlung, die für Pakete mit konstanter Länge vorgesehen ist und die zwischen zwei Vermittlungs-Ports in eine Anzahl von Knoten (12) und Übertragungsverbindungen (14) unterteilt ist, wobei die Knoten die Raumauswahl ausführen und die Übertragungsverbindungen die Punkt-zu-Punkt-Übertragung zwischen den Knoten bieten, wird die Verbindungsgruppierung ausgestrichen (carded out). Spezieller werden von mehreren parallelen physikalischen Verbindungen, die in die Vermittlung kommen, Gruppen erzeugt, jede in Form einer logischen Verbindung mit einer Bandbreite, die die Summe der Bandbreiten der physikalischen Ver-

bindungen ist, die in der Verbindungsgruppe enthalten sind, wobei die logische Verbindung für die abgehenden parallelen physikalischen Verbindungen von der Vermittlung wiederhergestellt wird. Es werden ein oder mehrere Verbindungsprotokolle (G1, G2) verwendet, entsprechend denen ein Etikett im Kopf des Paketes hergestellt wird, um eine Route zu beschreiben, die die gruppierten Verbindungen durch die ganze Vermittlung zusammenhält, so dass die Bits in dem Etikett, das die Route über eine bestimmte Übertragungsverbindung beschreibt, für die Pakete die gleichen sind, die zur selben Verbindungsgruppe gehören. – US 5.627.822 beschreibt ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung für die störungsfreie Weiterleitung eines Nachrichtenzellenstroms auf einer Ausweichroute. In einem zellenorientierten Kommunikationsnetz verdoppelt eine Vermittlungsausrüstung (CCa), die sich am Anfang eines Pfadpaares befindet, einen an sie gelieferten Nachrichtenzellenstrom für die Weiterleitung. Die sich daraus ergebenden Nachrichtenzellenströme werden separat an eine Vermittlungsausrüstung (CCb), die sich am Ende des Pfadpaares befindet, über einen aktiven Pfad (AP) und über einen Ausweichpfad (EP) des ihr zugewiesenen Pfadpaares geliefert. Eine dezentralisierte Synchronisationseinrichtung (SY) oder mehrere dezentralisierte Synchronisationseinrichtungen (SY1, SY2 bzw. SY3, SY4) schafft bzw. schaffen darin eine Synchronisation der zwei sich darin ergebenden Nachrichtenzellenströme, während sie anfangs den Nachrichtenzellenstrom des aktiven Pfades weiterleiten. Nach einer derartigen Synchronisation wird dann nur der Nachrichtenzellenstrom des Ausweichpfades weitergeleitet.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0019]** Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes System und ein verbessertes Verfahren zum Weiterleiten und Übertragen von Daten in adressierten Datenpaketen zu schaffen, die die oben beschriebenen Probleme in dynamischen Paketvermittlungsnetzen (Paketschaltnetzwerken) überwinden.

**[0020]** Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System und ein Verfahren zum Ausgleichen (Entzerren) einer Verzögerung bei einer dynamischen Paketratenverdoppelung beim Ändern der Übertragungspfade zu schaffen.

**[0021]** Weitere Aufgaben, Vorteile und neuartige Merkmale der Erfindung werden in der folgenden Beschreibung dargelegt, wobei sie für die Fachleute auf dem Gebiet beim Lesen dieser Beschreibung oder beim Praktizieren der Erfindung offensichtlich werden. Die Aufgaben und Vorteile der Erfindung können durch die beigefügten unabhängigen Ansprüche 1

und 4 gelöst und verwirklicht werden.

**[0022]** Um die folgenden und andere Aufgaben zu lösen und in Übereinstimmung mit dem Zweck der vorliegenden Erfindung, wie er hierin verkörpert und umfassend beschrieben ist; umfasst die Vorrichtung der Erfindung ein System zum Ausgleichen einer Verzögerung in einem dynamischen Paketvermittlungsnetz, das eine Puffereinrichtung zum Puffern einer Paketübertragung durch das Netz zum Ausgleichen der Paketübertragungsverzögerung und zum Eliminieren der Paketratenverdopplung beim Ändern der Übertragungspfade durch das Netz umfasst.

**[0023]** Es ist bevorzugt, dass die Puffereinrichtung eine erste Puffereinrichtung zum Puffern einer Paketübertragung bei einer empfangenen Anwenderzugangsstation zum Ausgleichen der Paketverzögerung durch das Netz beim Ändern von einem Übertragungspfad zu einem weiteren Übertragungspfad umfasst. Die Puffereinrichtung umfasst außerdem vorzugsweise eine zweite Puffereinrichtung zum Puffern einer Paketübertragung bei einer sendenden Anwenderzugangsstation zum Eliminieren der Paketratenverdopplung, wenn eine Änderung von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad durch das Netz vorgenommen wird. Eine Einrichtung zum Steuern der zweiten Puffereinrichtung schafft ein erstes Ausmaß der Pufferung bei der sendenden Anwenderzugangsstation direkt auf das Ändern von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad durch das Netz und eine Einrichtung, um das erste Ausmaß der Pufferung von der zweiten Puffereinrichtung während einer Zeitdauer nach der Änderung von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad nach und nach zur ersten Puffereinrichtung zu verschieben.

**[0024]** In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung in Übereinstimmung mit ihren Aufgaben und Zwecken umfasst die Vorrichtung hiervon ein dynamisches Paketvermittlungsnetz, das erste und zweite Anwenderzugangsstationen umfasst, wobei jede wenigstens einen Puffer besitzt, um die Paketübertragung zu verzögern, und ein Netz aus Vermittlungen und Kommunikationsverbindungen, die die ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen miteinander verbinden. Eine Steuerstation, die Kommunikationsverbindungen zu den Vermittlungen und den Anwenderzugangsstationen besitzt, schafft eine Einrichtung zum Einrichten und Ändern von Übertragungspfaden zwischen den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen und eine Einrichtung zum Steuern der Puffer in den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen zum Ausgleichen der Paketübertragungsverzögerung durch das Netz für verschiedene Übertragungspfade.

**[0025]** Es ist außerdem bevorzugt, dass die Steuer-

station eine Einrichtung zum Steuern der Puffer in den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen besitzt, um die Paketratenverdopplung zu eliminieren, wenn eine Änderung von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad durch das Netz ausgeführt wird. Die Einrichtung zum Steuern der Puffer in den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen umfasst eine Einrichtung, um den Puffer in der zweiten Anwenderzugangsstation zu veranlassen, die von der ersten Anwenderzugangsstation empfangenen Pakete während einer ausreichenden Zeit zu verzögern, um zu veranlassen, dass die gesamte Übertragungsverzögerungszeit für jeden Übertragungspfad gleich einer Übertragungsverzögerungszeit eines längsten der Übertragungspfade ist.

**[0026]** Es ist außerdem bevorzugt, dass die Einrichtung zum Steuern der Puffer in den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen eine Einrichtung umfasst, um den Puffer in der ersten Anwenderzugangsstation zu veranlassen, die von der ersten Anwenderzugangsstation zur zweiten Anwenderzugangsstation gesendeten Pakete zu verzögern, um die Paketratenverdopplung zu eliminieren, wenn eine Änderung von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad ausgeführt wird. Die Einrichtung zum Steuern der Puffer umfasst außerdem vorzugsweise eine Einrichtung, um die durch den Puffer in der ersten Anwenderzugangsstation bereitgestellte Pufferung während einer Zeitperiode nach einer Änderung vom längeren Übertragungspfad zum kürzeren Übertragungspfad nach und nach zum Puffer in der zweiten Anwenderzugangsstation zu verschieben.

**[0027]** In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung in Übereinstimmung mit ihren Aufgaben und Zwecken umfasst das Verfahren hiervon ein Verfahren zum Ausgleichen der Verzögerung in einem dynamischen Paketnetz, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Vorsehen erster und zweiter Anwenderzugangsstationen, von denen jede wenigstens einen Puffer aufweist, um die Paketübertragung zu verzögern, und eines Netzes aus Vermittlungen und Kommunikationsverbindungen, die die ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen miteinander verbinden, Einrichten und Ändern von Übertragungspfaden zwischen den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen über das Netz der Vermittlungen und Kommunikationsverbindungen und Steuern der Puffer in den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen, um eine Paketübertragungsverzögerung durch das Netz für alle Übertragungspfade auszugleichen.

**[0028]** Es ist außerdem bevorzugt, dass das Verfahren den Schritt des Steuerns der Puffer in den ersten und zweiten Anwenderzugangsstationen umfasst, um die Paketratenverdopplung zu eliminieren, wenn

eine Änderung von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad durch das Netz ausgeführt wird. Das Verfahren enthält außerdem den Schritt des allmählichen Verschiebens einer Pufferung vom Puffer in der ersten Anwenderzugangsstation zum Puffer in der zweiten Anwenderzugangsstation nach dem Ändern von einem ersten längeren Pfad durch das Netz zu einem zweiten kürzeren Pfad durch das Netz.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0029] Die vorliegende Erfindung wird klarer erkannt, wenn die Offenbarung der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung ausgeführt wird, worin:

[0030] [Fig. 1](#) eine schematische graphische Darstellung ist, die einen allgemeinen Überblick über ein herkömmliches dynamisches Paketvermittlungs-Datennetz bereitstellt.

[0031] [Fig. 2a](#) veranschaulicht eine Zuweisung der Betriebsmittel für eine Folge aufeinanderfolgender Zeitintervalle für ein herkömmliches dynamisches Paketvermittlungs-Datennetz.

[0032] [Fig. 2b](#) ist eine schematische graphische Darstellung, die die während zweier Intervalle (z. B.) in einer herkömmlichen virtuellen Verbindung verwendeten Pfade darstellt.

[0033] [Fig. 3](#) ist eine schematische graphische Darstellung, die eine virtuelle Verbindung zeigt, die verschiedene Pfade zwischen zwei Anwendern eines herkömmlichen dynamischen Paketvermittlungs-Datennetzes verwendet.

[0034] [Fig. 4a](#) ist eine schematische graphische Darstellung, die zwei Pfade mit einer gemeinsamen Vermittlung zeigt, die in einer virtuellen Verbindung zwischen zwei Anwendern eines herkömmlichen dynamischen Paketvermittlungs-Datennetzes verwendet wird.

[0035] [Fig. 4b](#) ist eine schematische graphische Darstellung, die zwei Pfade mit separaten Verbindungen in eine empfangende Anwenderzugangsstation eines herkömmlichen dynamischen Paketvermittlungs-Datennetzes zeigt.

[0036] [Fig. 5a](#) ist eine schematische graphische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in der ein Puffersystem bei jeder Anwenderzugangsstation verwendet wird, um die Verzögerung im Netz auszugleichen.

[0037] [Fig. 5b](#) ist eine schematische graphische Darstellung der vorliegenden Erfindung, die zwei Pfade mit separaten Verbindungen in eine empfangende

Anwenderzugangsstation zeigt.

[0038] [Fig. 5c](#) ist eine schematische graphische Darstellung der vorliegenden Erfindung, die das Verzögerungsausgleichsystem der vorliegenden Erfindung zeigt, das verwendet wird, um die Verzögerungen über drei Übertragungspfade auszugleichen.

[0039] [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) sind Ablaufpläne der Prozessschritte, die durch die vorliegende Erfindung verwendet werden, um die Verzögerung in einem dynamischen Paketvermittlungs-Datennetz auszugleichen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0040] Nun wird ausführlich auf eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung Bezug genommen, von der ein Beispiel in der beigefügten Zeichnung veranschaulicht ist.

[0041] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#), [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) werden ein System und ein Verfahren zum Ausgleichen der Datenpaketverzögerung durch ein dynamisches Paketvermittlungs-Datennetz beschrieben. Das System gemäß der vorliegenden Erfindung beseitigt außerdem die Datenpaketratenverdoppelung bei einer gemeinsamen Vermittlung längs zweier Pfade, die durch eine Verbindung verwendet werden, oder die Datenpaketratenverdoppelung bei der empfangenden UAS.

[0042] Wie in den [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) gezeigt ist, werden zwei Puffer in jeder Anwenderzugangsstation UAS verwendet. Ein Empfangspuffer  $RB_a$  arbeitet, um die Pakete so zu verzögern, dass die Verzögerung bezüglich jener der längsten Pfade ausgeglichen wird, die durch die virtuelle Verbindung verwendet werden. Ein Sendepuffer  $TB_n$  arbeitet, um die Datenpaketratenverdopplung zu eliminieren, wenn eine Änderung von einem Pfad zu einem weiteren kürzeren Pfad ausgeführt wird. Eine Steuerstation CS, die Kommunikationsverbindungen zu den Netzvermittlungen  $S_j$  und zu den Anwenderzugangsstationen UAS besitzt, arbeitet, um die Puffer und die virtuellen Verbindungen des Netzes zu steuern. Die Kommunikationseinspeisungen zu den und von den Puffern  $TB_n$  und  $RB_o$  sind bei den Querverbindungselementen  $CC_o$  in jeder der Anwenderzugangsstationen kombiniert. Die Einzelheiten der Puffer und ihres Betriebs im Paketnetz sind im Folgenden beschrieben.

[0043] Die Änderung einer virtuellen Verbindung von einem Pfad  $P_A$  zu einem längeren Pfad  $P_B$  wird zuerst beschrieben. Die Pfade können eine gemeinsame Vermittlung  $S_c$  vor der empfangenden Anwenderzugangsstation  $UAS_2$  ([Fig. 5a](#)) besitzen, oder die Pfade können in die empfangende Anwenderzugangsstation  $UAS_2$  durch zwei Verbindungen ohne

eine gemeinsame Vermittlung eintreten (**Fig. 5b**). Die Verbindung beginnt z. B. unter Verwendung des Pfades  $P_A$ . Die Pakete, die sich längs des Pfades  $P_A$  bewegen, erfahren eine Übertragungsverzögerungszeit  $t$  von der  $UAS_1$  zu der  $UAS_2$ . Wenn die virtuelle Verbindung vom Pfad  $P_A$  zum Pfad  $P_B$  bewegt wird, erfahren die Pakete, die sich längs des Pfades  $P_B$  bewegen, eine Übertragungsverzögerungszeit  $t_b$  von der  $UAS_1$  zu der  $UAS_2$ .

**[0044]** Um die Übertragungsverzögerungszeiten für die Pfade  $P_A$  und  $P_B$  auszugleichen, werden die Pakete, die sich längs des Pfades  $P_A$  bewegen, im Puffer  $RB_2$  um eine Zeit  $t_b - t_a$  verzögert. Andererseits werden die Pakete, die sich längs des Pfades  $P_B$  bewegen, im  $RB_2$  nicht verzögert. Nach dem Bewegen der virtuellen Verbindung vom Pfad  $P_A$  zum Pfad  $P_B$  kommt das erste Paket für die Verbindung, das sich längs des Pfades  $P_B$  bewegt, am  $PB_2$  an, nachdem das letzte Paket, das sich längs des Pfades  $P_A$  bewegt, den Puffer  $RB_2$  verlässt. Es gibt keine Lücke im Datenpaketstrom, wobei die Übertragungsverzögerungszeit die gleiche vom  $U_1$  zum  $U_2$  ist, wenn die Pfade  $P_A$  oder  $P_B$  verwendet werden.

**[0045]** Als Nächstes wird die Änderung einer virtuellen Verbindung vom Pfad  $P_B$  zu einem kürzeren Pfad  $P_A$  beschrieben. Während der Zeit, während der die Verbindung den Pfad  $P_B$  verwendet, beträgt Übertragungsverzögerung  $t_b$ , wobei die Pakete weder am  $TB_1$  noch am  $RB_2$  verzögert werden. Wenn die Änderung zum kürzeren Pfad  $P_A$  ausgeführt wird, vermeidet die vorliegende Erfindung die Paketratenverdopplung durch das Verzögern der Pakete für die Übertragung längs des Pfades  $P_A$  um eine Zeit  $t_b - t_a$  im Puffer  $TB_1$ . In dieser Weise kommt das erste Paket, das sich längs des Pfades  $P_A$  bewegt, an der  $S_c$  (**Fig. 5a**) oder an der  $UAS_2$  (**Fig. 5b**) an, nachdem das letzte Paket, das sich längs des Pfades  $P_B$  bewegt, an der  $S_c$  oder an der  $UAS_2$  angekommen ist. Dies eliminiert die Datenpaketratenverdopplung und gleicht die Übertragungsverzögerungszeiten für die Pfade  $P_A$  und  $P_B$  aus.

**[0046]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 5c** wird als Nächstes die vorliegende Erfindung für den Fall beschrieben, in dem ein Wechsel zu einem neuen Pfad  $P_C$  ausgeführt wird, der länger als der  $P_A$  ist. Es wird angenommen, dass die Verbindung die Pfade  $P_B$ ,  $P_A$  und  $P_C$  (in dieser Reihenfolge) mit den Übertragungsverzögerungen  $t_b$ ,  $t_a$  bzw.  $t$  verwendet. Es wird außerdem wie oben angenommen, dass  $t_a < t_b$  und  $t_a < t_c < t_b$  gilt. Der Pfad  $P_B$  ist der Pfad mit der längsten Verzögerung der drei Pfade. Wenn der Wechsel vom Pfad  $P_B$  zum kürzeren Pfad  $P_A$  ausgeführt wird, wird die obenbeschriebene Prozedur verwendet. Wie beschrieben worden ist, werden die Pakete im Sendepuffer  $TB_1$ , aber nicht im Empfangspuffer  $RB_2$  gepuffert und um eine Zeit  $t_b - t_a$  verzögert. Falls das System einfach wartet, bis der Wechsel vom Pfad  $P_A$  zum

Pfad  $P_C$  ausgeführt wird, gibt es eine Lücke der Zeit  $t_c - t_a$  im Paketstrom, wobei die Gesamtverzögerung  $(t_b - t_a) + t_c$  ist, die größer als  $t_b$  ist, weil  $t_c - t_a$  positiv ist.

**[0047]** Das soeben beschriebene Problem wird vermieden, indem die Pufferung der Pakete für die virtuelle Verbindung während der Zeit, in der der Pfad  $P_A$  verwendet wird, vom  $TB_1$  zum  $RB_1$  verschoben wird. In einem Beispiel der vorliegenden Erfindung wird angenommen, dass jeder Pfad während einer Zeitperiode von wenigstens  $12.000T$  (z. B. 4 Minuten für  $T = 20$  Millisekunden) verwendet werden kann, wobei  $T$  die typische Übertragungsverzögerung durch das Netz ist. Es wird außerdem angenommen, dass es eine maximale Übertragungsverzögerung von  $10T$  (z. B. 200 Millisekunden für  $T = 20$  Millisekunden) für die Übertragung über den längsten Pfad  $P_B$  gibt.

**[0048]** Die Pufferungsverzögerungen, die angewendet werden, um die Gesamtverzögerung auszugleichen, sind gleich der Übertragungszeitdifferenzen längs der zwei Pfade. Die Pufferungsverzögerungen sind deshalb außerdem durch eine maximale Zeit begrenzt, die gleich  $10T$  ist. Die mittlere Anzahl der Pakete, die in einer Zeit  $12.000T$  (die minimale aktive Zeit des Pfades  $P_A$ ) für die Verbindung übertragen werden, ist 1.200mal größer als die mittlere Anzahl der in einer Zeit  $10T$  (der maximalen Pufferungsverzögerung) übertragenen Pakete. Deshalb ist die Anzahl der im  $TB_1$  gepufferten Pakete das 1/1.200fache der Anzahl der Pakete, die die virtuelle Verbindung während der Zeitperiode  $12.000T$  liefert, die eine untere Grenze für die Zeitperiode ist, während der irgendein Pfad, insbesondere der Pfad  $P_A$ , verwendet wird.

**[0049]** Die Pufferung kann vom Puffer  $TB_1$  zum  $RB_2$  verschoben werden, indem die Pakete vom  $TB_1$  zum  $RB_2$  mit einer Rate gesendet werden, die eines pro tausend größer als der Durchschnitt für die Verbindung ist. Diese Prozedur benötigt die Zeit  $1.000(t_c - t_b)$ , die kleiner als  $10.000T$  ist und die außerdem kleiner als die Zeit ist, in der der Pfad  $P_A$  verwendet wird. Während dieser Zeit werden die Pakete im  $RB_2$  um eine Zeit verzögert, die ausreichend ist, um die Gesamtverzögerung gleich  $t_b$  zu machen. Am Anfang der Prozedur werden die Pakete im  $TB_1$  um  $t_b - t_a$  und im  $RB_2$  um null verzögert. Am Ende der Prozedur werden die Pakete im  $TB_1$  um null und im  $RB_2$  um  $t_b - t_a$  verzögert.

**[0050]** Während der Zeitperiode  $1.000(t_b - t_a)$  ändert sich die Verzögerung im Puffer  $TB_1$  linear von  $t_b - t_a$  zu null, während sich im Puffer  $RB_2$  die Verzögerung linear von null zu  $t_b - t_a$  ändert. Am Ende dieser Verschiebung der Pufferung gibt es keine Verzögerung im Puffer  $TB_1$  und eine Verzögerung von  $t_b - t_a$  im  $RB_2$ , die folglich in der Nähe des Endes der Verwendung des Pfades  $P_A$  auftritt. Wenn der Wechsel zum Pfad  $P_C$  ausgeführt wird, beträgt Übertragungsverzöge-

zung  $t_c$ , die länger als  $t_a$  ist. Es gibt nun keine Lücke im Paketstrom aus der UAS<sub>2</sub> zum Anwender U<sub>2</sub>. Das erste Paket, das sich längs des Pfades P<sub>C</sub> bewegt, kommt am Puffer RB<sub>2</sub> eine Zeit  $t_c - t_a$  später an, als es angekommen wäre, wenn es längs des Pfades P<sub>A</sub> gegangen wäre. Während dieser Zeit wird die Verbindung zum U<sub>2</sub> vom Puffer RB<sub>2</sub> gespeist. Die Verzögerung im Puffer RB<sub>2</sub> beträgt für die Pakete, die sich längs des Pfades P<sub>C</sub> bewegen,  $t_b - t_c$ . Die Gesamtübertragungsverzögerung einschließlich der Pufferung ist gleich  $t_b$ , wie oben erwähnt worden ist.

**[0051]** Um die obige Verzögerungsausgleichs-prozedur auszuführen, ist es notwendig, 1/1.000 (0,1 %) der Bandbreite im Netz für die Pufferverschiebung zu reservieren.

**[0052]** Die Puffer TB<sub>2</sub> und RB<sub>1</sub> werden in einer analogen Weise verwendet, um im Paketstrom für die Verbindung in der entgegengesetzten Richtung die Verzögerung auszugleichen und die Lücken zu eliminieren. Die Anforderung, dass ein Pfad während wenigstens einer Zeit von 12.000T verwendet werden muss, muss nicht für den letzten durch die Verbindung verwendeten Pfad gelten.

**[0053]** Unter Bezugnahme auf die [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) wird das Verfahren zum Ausgleichen der Verzögerung in einem dynamischen Paketnetz gemäß der vorliegenden Erfindung als eine Folge von Prozessschritten weiter beschrieben.

**[0054]** In [Fig. 6a](#) sind die Prozessschritte für einen ersten Beginn des Verzögerungsausgleichsprozesses gezeigt. Der Prozess beginnt durch das Bestimmen des Pfades P<sub>max</sub>, der verwendet wird und der die maximale Zeitverzögerung  $t_{max}$  besitzt (z. B. P<sub>B</sub> und  $t_b$  im obigen Beispiel). Falls die Dauer der Datenübertragung unbestimmt ist, verwendet das System die obere Grenze für  $t_{max}$ . Ein erster Pfad P<sub>S</sub>, der eine Übertragungsverzögerung  $t$  besitzt, wird dann durch das Steuersystem gesetzt. Falls  $t < t_{max}$  gilt, verzögert das System die Pakete um  $t_{max} - t$  im RB<sub>2</sub> ohne eine Verzögerung im TB<sub>1</sub>. Falls  $t_3 = t_{max}$  gilt, verzögert das System die Pakete weder im TB<sub>1</sub> noch im RB<sub>2</sub>.

**[0055]** In [Fig. 6b](#) sind die Prozessschritte zum Ausgleichen der Verzögerung im Netz beim Umschalten der Pfade gezeigt. Wenn der Zeitpunkt kommt, dass ein Pfadwechsel ausgeführt wird, findet die Pufferung, wenn überhaupt, im RB<sub>2</sub> statt. Der aktuelle Pfad ist der P<sub>C</sub> mit der Übertragungsverzögerung  $t_c$ , während der neue Pfad der P<sub>N</sub> mit der Übertragungsverzögerung  $t_n$  ist. Falls  $t_n = t_c$  gilt, werden keine Pufferungs- oder Verzögerungsänderungen durch das Steuersystem ausgeführt. Falls jedoch  $t_n > t_c$  gilt, wird im RB<sub>2</sub> eine Pufferungsverzögerung der Länge  $t_{max} - t_n$  auf die Pakete angewendet, die sich längs des Pfades P<sub>N</sub> bewegen. Die Pufferungsverzögerung war vor dem Wechsel  $t_{max} - t_c$  und ist  $t_{max} - t_a$  nach dem Wech-

sel. Falls  $t_n < t_c$  gilt, wendet das Steuersystem eine Pufferungsverzögerung der Länge  $t_c - t_n$  im Puffer TB<sub>1</sub> an. Das System verschiebt dann während der Zeit, während der der Pfad P<sub>N</sub> verwendet wird, unter Verwendung der oben beschriebenen Prozedur die Pufferung nach und nach vom TB<sub>1</sub> zum RB<sub>2</sub>. Am Ende der Pufferverschiebungsprozedur befindet sich die ganze Pufferungsverzögerung beim RB<sub>2</sub>, wobei sie gleich  $t_{max} - t_n$  ist. Die Gesamtübertragungsverzögerung ist immer  $t_{max}$ .

**[0056]** Die Schleife endet unter Verwendung des letzten Pfades. Falls sich der Prozess in der Mitte einer Pufferverschiebungsprozedur befindet, gibt es keine Schwierigkeit. Die verbleibenden Pakete im Netz werden mit einer konstanten Verzögerung, die gleich  $t_{max}$  ist, an den U<sub>2</sub> geliefert.

**[0057]** Die minimale Länge der Zeit, die irgendein Pfad (mit Ausnahme des letzten) verwendet werden kann, kann auf Wunsch verringert werden. Wenn z. B. die minimale Zeit, die ein Pfad verwendbar sein muss, 1.200T (anstatt 12.000T) beträgt, dann muss die Pufferung vom TB<sub>1</sub> zum RB<sub>2</sub> 10mal so schnell verschoben werden, wenn es notwendig ist. Dies impliziert das Senden eines weiteren Pakets pro einhundert Pakete während des Pufferungsverzögerungsprozesses. Diese erfordert, dass 1 % der verfügbaren Bandbreite für diesen Zweck reserviert ist. Dies kann weiter fortgesetzt werden, falls für die Verschiebung mehr Bandbreite verfügbar gemacht wird.

**[0058]** Es ist klar, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die genaue Konstruktion oder die genauen Prozessschritte eingeschränkt ist, die oben beschrieben worden sind und die in der beigefügten Zeichnung veranschaulicht sind, und dass verschiedene Modifikationen und Änderungen vorgenommen werden können, ohne von ihrem Umfang abzuweichen. Es ist vorgesehen, dass der Umfang der Erfindung nur durch die beigefügten Ansprüche eingeschränkt ist.

## Patentansprüche

1. System zum Entzerren einer Verzögerung in einem dynamischen Paketschaltnetzwerk, in welchem Kommunikationsverbindungen zwischen Netzwerkschaltern für begrenzte Zeitperioden entstehen und nicht weiterbestehen, wobei das Netzwerk Folgendes aufweist:  
eine sendende Anwenderzugangsstation (UAS1) und eine empfangende Anwenderzugangsstation (UAS2) zum Senden und Empfangen von Paketen im dynamischen Paketschaltnetzwerk;  
eine Vielzahl von Netzwerkschaltern (Sj) zwischen den sendenden und empfangenden Anwenderzugangsstationen, wobei die Schalter wenigstens zwei Übertragungspfade (PA, PB) zwischen den sendenden und empfangenden Anwenderzugangsstationen

verbinden können, aber nur einen Übertragungspfad zwischen den sendenden und empfangenden Anwenderzugangsstationen zum Senden von Paketen zu einem Zeitpunkt verwendet wird, und wobei die Schalter zum Ändern der Kommunikationsverbindungen für die Übertragungspfade durch das Netzwerk betätigbar sind;

einen Sendepuffer (RB1) in der sendenden Anwenderzugangsstation und einen Empfangspuffer (RB2) in der empfangenden Anwenderzugangsstation zum Puffern von Paketen, und

eine Steuereinrichtung (CS) mit Verbindungen zu den Netzwerkschaltern zum Steuern der Netzwerkschalter, um die Übertragungspfade zu definieren, und zu den Anwenderzugangsstationen zum Steuern der Puffereinrichtungen in den Anwenderzugangsstationen, wobei die Steuereinrichtung die Empfangspuffereinrichtung steuert, um Pakete zu puffern, die bei der empfangenden Anwenderzugangsstation empfangen werden, zum Entzerren einer Paketverzögerung durch das Netzwerk auf eine Änderung von einem Übertragungspfad zu einem anderen Übertragungspfad durch das Netzwerk hin, wobei die Pakete für eine Zeitperiode gleich der Verzögerungszeit, die zu dem Übertragungspfad mit der maximalen Verzögerungszeit gehört, verzögert werden, und wobei das System **dadurch gekennzeichnet** ist, dass die Steuereinrichtung den Sendepuffer steuert, um Pakete, die von der sendenden Anwenderzugangsstation gesendet werden, zu puffern, um eine Paketverdoppelung daraufhin zu eliminieren, dass sich das Netzwerk von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad ändert, wobei die Paketübertragung für eine Zeitperiode gleich der Differenz bezüglich einer Verzögerungszeit zwischen einer längeren Pfadverzögerung, die zu dem längeren Übertragungspfad gehört, und einer kürzeren Übertragungspfadverzögerung, die zu dem kürzeren Übertragungspfad gehört, verzögert wird.

2. System nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung den Sendepuffer steuert, um ein erstes Ausmaß einer Pufferung bei der sendenden Anwenderzugangsstation direkt auf die Änderung von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad durch das Netzwerk zur Verfügung zu stellen, und das erste Ausmaß an Pufferung während einer ersten Zeitperiode nach der Änderung von dem längeren Übertragungspfad zu dem kürzeren Übertragungspfad nach und nach vom Sendepuffer zum Empfangspuffer verschiebt.

3. System nach Anspruch 2, wobei der kürzere Übertragungspfad für eine zweite Zeitperiode verwendet wird, wobei die erste Zeitperiode kürzer als die zweite Zeitperiode ist.

4. Verfahren zum Entzerren einer Verzögerung in einem dynamischen Paketschaltnetzwerk, in welchem Kommunikationsverbindungen zwischen den

Netzwerkschaltern für begrenzte Zeitperioden entstehen und nicht weiterbestehen, wobei das Netzwerk eine sendende Anwenderzugangsstation (UAS1) mit einem Sendepuffer und eine empfangende Anwenderzugangsstation (UAS2) mit einem Empfangspuffer und eine Vielzahl von Schaltern (Sj), die in wenigstens zwei Übertragungspfade konfigurierbar sind, die die Sende- und die Empfangs-Anwenderzugangsstation miteinander verbinden, wobei aber nur ein Übertragungspfad die sendende und die empfangende Anwenderzugangsstation miteinander verbindet, die zum Übertragen von Paketen zu einer Zeit verwendet werden, enthält, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Einrichten und Ändern von Übertragungspfaden zwischen den sendenden und empfangenden Anwenderstationen durch die Schalter;

Bestimmen von Übertragungsverzögerungszeiten für Übertragungspfade zwischen den sendenden und empfangenden Anwenderzugangsstationen;

Steuern des Empfangspuffers, um eine Paketübertragungsverzögerung durch das Netzwerk für alle Übertragungspfade zu entzerren, wobei die Paketübertragung für eine variable Zeitperiode durch den Empfangspuffer in Abhängigkeit von der Übertragungsverzögerungszeit verzögert wird, die für den Übertragungspfad mit der längsten Übertragungsverzögerungszeit bestimmt ist und auf relativen Übertragungsverzögerungszeiten unter sich ändernden Übertragungspfaden basiert,

und wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass es weiterhin den Schritt zum Steuern des Sendepuffers aufweist, um eine Paketratenverdoppelung zu eliminieren, wenn eine Änderung von einem längeren Übertragungspfad zu einem kürzeren Übertragungspfad durch das Netzwerk durchgeführt wird, wobei die Paketübertragung für eine Zeitperiode gleich der Differenz bezüglich einer Verzögerungszeit zwischen einer längeren Übertragungsverzögerungszeit, die zu dem längeren Übertragungspfad gehört, und einer kürzeren Übertragungsverzögerungszeit, die zu dem kürzeren Übertragungspfad gehört, verzögert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, das weiterhin den Schritt zum Verschieben einer Pufferung vom Sendepuffer zum Empfangspuffer aufweist, nachdem der erste Pfad durch das Netzwerk zu einem zweiten Pfad durch das Netzwerk, der kürzer als der erste Pfad ist, geändert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, das weiterhin den Schritt zum Steuern des Empfangspuffers zum Verzögern von Paketen, die von der sendenden Anwenderzugangsstation empfangen sind, für eine ausreichende Zeit aufweist, um eine gesamte Übertragungsverzögerung für jeden Übertragungspfad gleich der Übertragungsverzögerungszeit des längsten der Übertragungspfade zu verursachen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

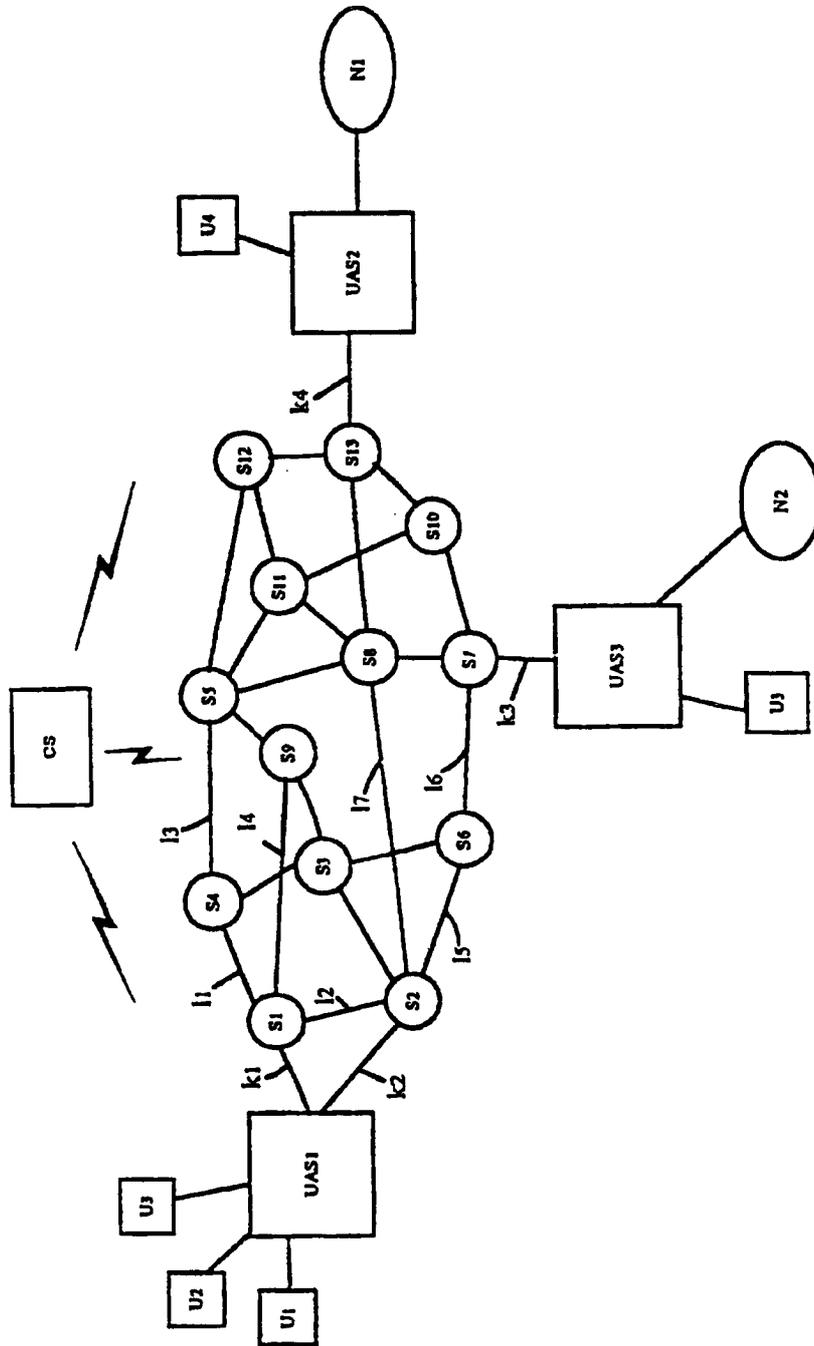


Fig. 1  
(Stand der Technik)



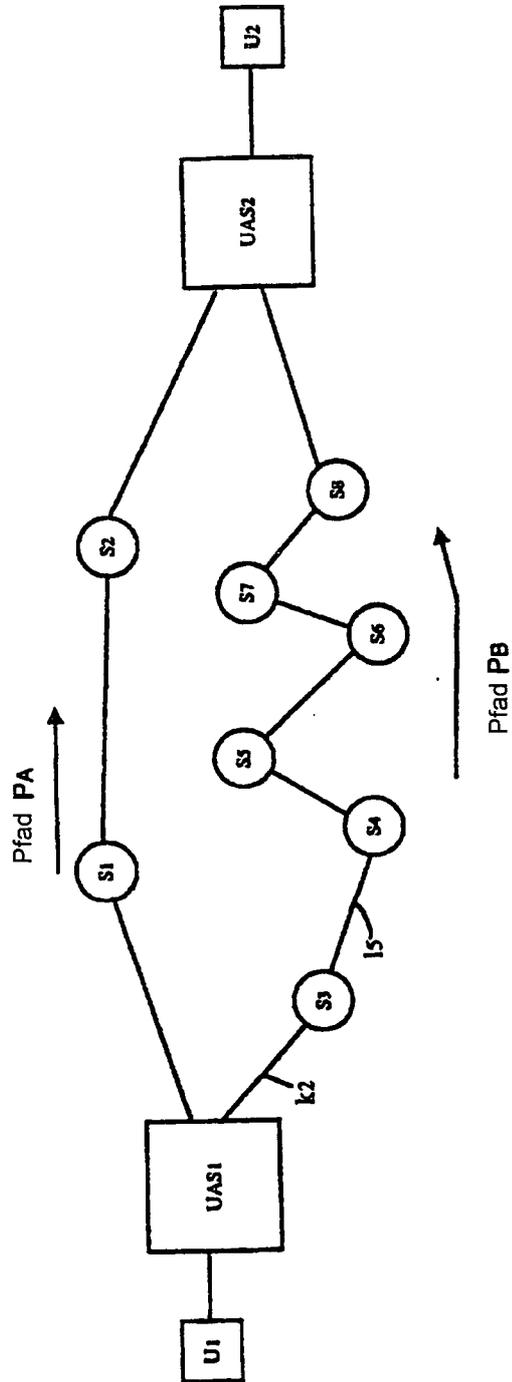


Fig. 3  
(Stand der Technik)

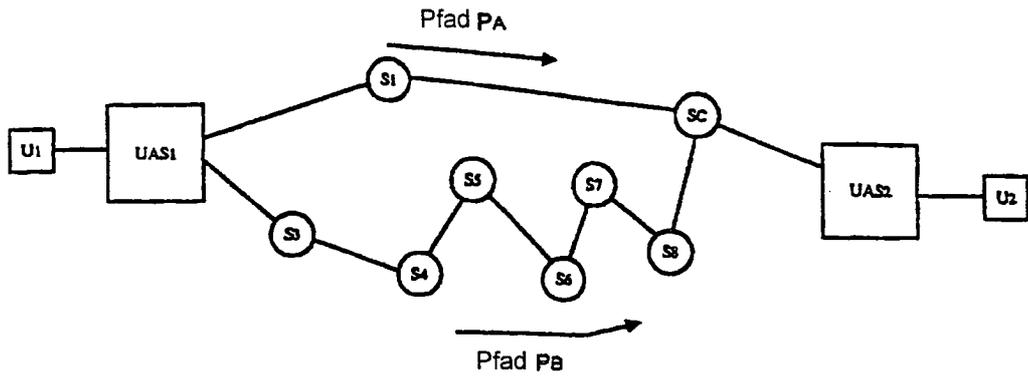


Fig. 4a  
(Stand der Technik)

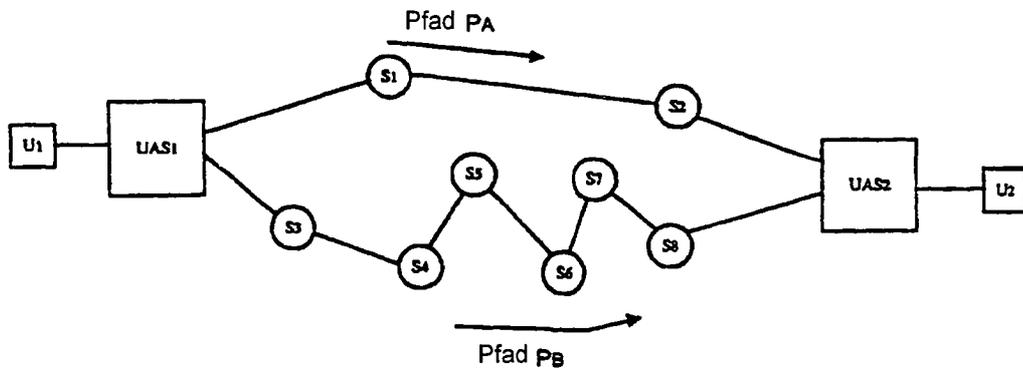
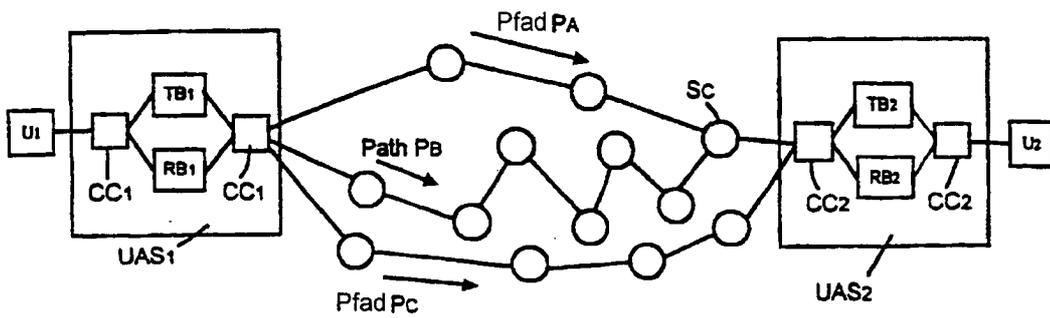
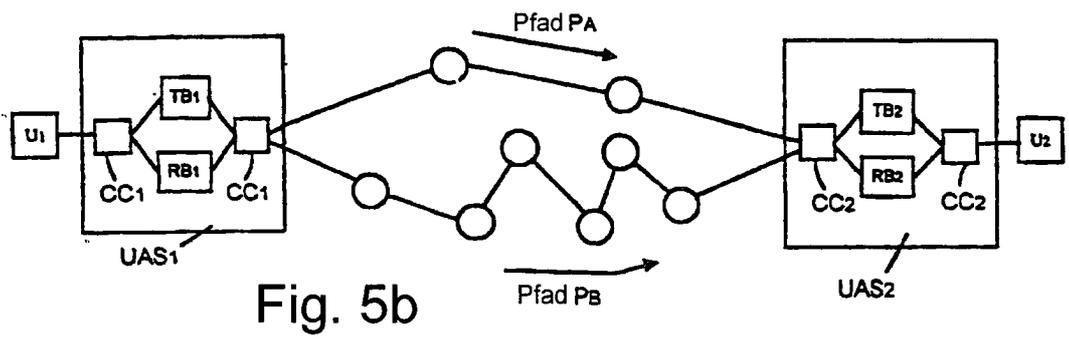
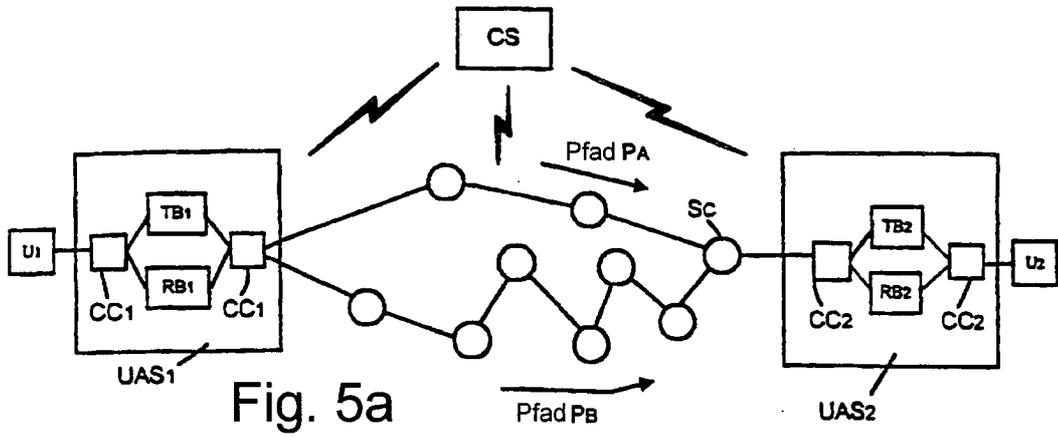


Fig. 4b  
(Stand der Technik)



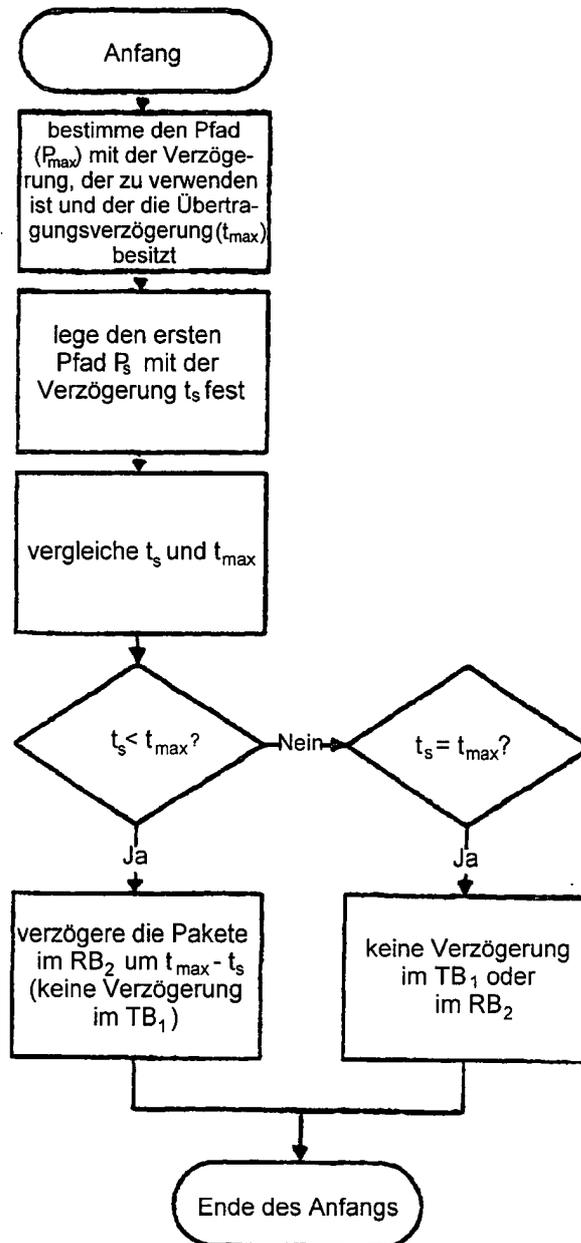


Fig. 6a

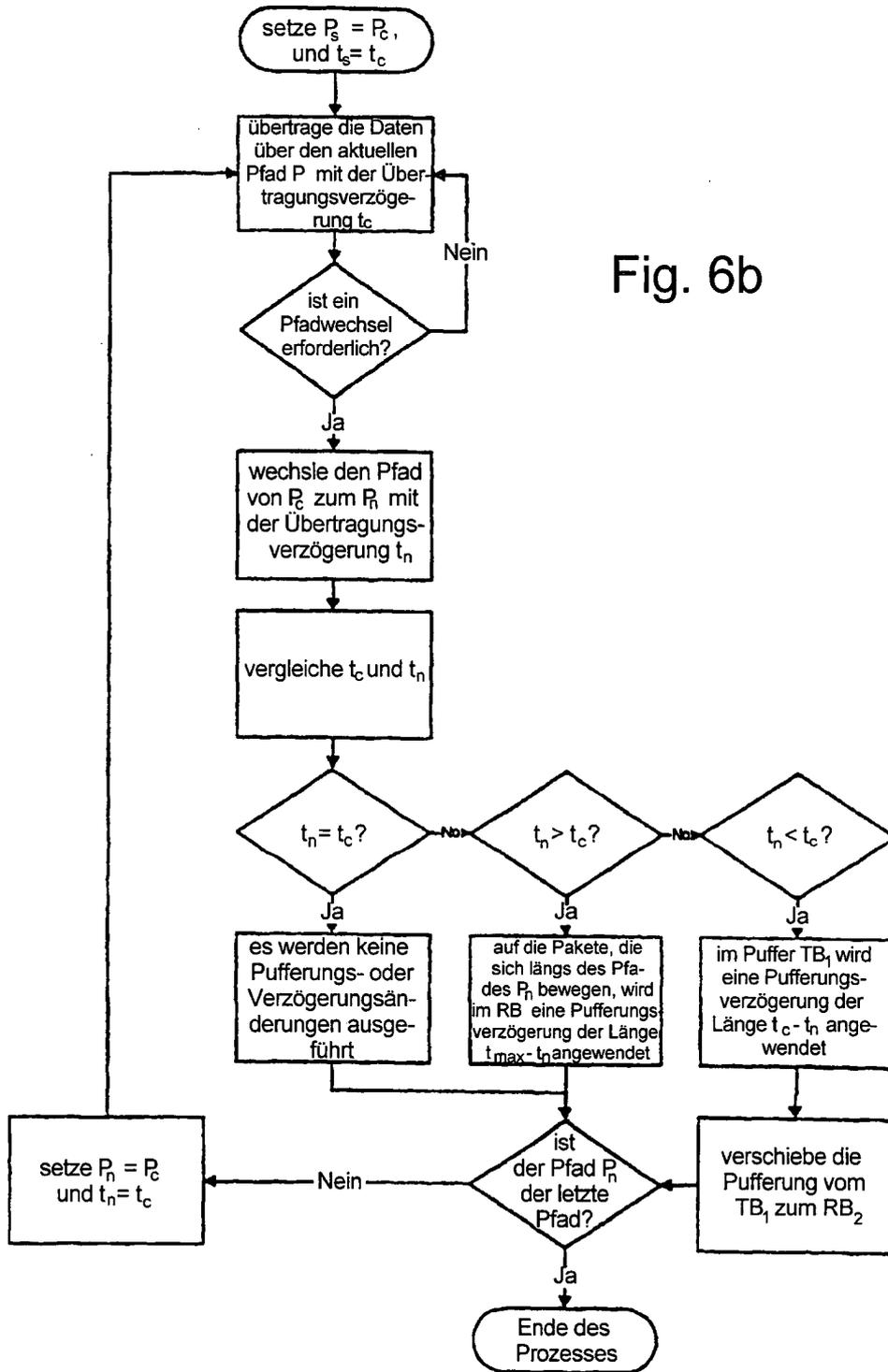


Fig. 6b